HEIDENHAIN

TNC 640

Manual do Utilizador
Programação de ciclos

Software NC
340590-09
340591-09
340595-09

Português (pt)
10/2018

Índice

1 Princípios básicos 39

2 Princípios básicos / resumos 53

3 Utilização de ciclos de maquinagem 57

4 Ciclos de maquinagem: furar 79

5 Ciclos de maquinagem: roscagem / fresagem de roscas 121

6 Ciclos de maquinagem: fresar caixas / fresar ilhas / fresar ranhuras 159

7 Ciclos de maquinagem: definições de padrões 209

8 Ciclos de maquinagem: caixa de contorno 219

9 Ciclos de maquinagem: superfície cilíndrica 261

10 Ciclos de maquinagem: Caixa de contorno com fórmula de contorno 279

11 Ciclos: Conversões de coordenadas 293

12 Ciclos: Funções especiais 317

13 Ciclos: Torneamento 383

14 Trabalhar com ciclos de apalpação 509

15 Ciclos de apalpação: determinar inclinações da peça de trabalho automaticamente 519

16 Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente 561

17 Ciclos de apalpação: controlar peças de trabalho automaticamente 619

18 Ciclos de apalpação: Funções especiais 663

19 Verificação da situação de fixação com base em câmaras VSC (opção de software #136) 691

20 Ciclos de apalpação: medir cinemática automaticamente 713

21 Ciclos de apalpação: medir ferramentas automaticamente 753

22 Tabelas de resumo dos ciclos 771

1 Princípios básicos 39

1.1 Sobre este manual 40

1.2 Tipo de comando, Software e Funções 42

Opções de software 43

2 Princípios básicos / resumos 53

2.1 Introdução 54

2.2 Grupos de ciclos disponíveis 55

Resumo dos ciclos de maquinagem 55

Resumo dos ciclos de apalpação 56

3 Utilização de ciclos de maquinagem ... 57

3.1 Trabalhar com ciclos de maquinagem ... 58

Ciclos específicos da máquina ... 58
Definir um ciclo com softkeys ... 59
Definir o ciclo com a função GOTO (IR PARA) ... 59
Chamar ciclos ... 60
Trabalhar com um eixo paralelo ... 63

3.2 Predefinições de programa para ciclos ... 64

Resumo ... 64
Introduzir GLOBAL DEF ... 65
Utilizar as indicações GLOBAL-DEF ... 65
Dados globais válidos em geral ... 66
Dados globais para programas de furar ... 66
Dados globais para programas de fresagem com ciclos de caixa 25x ... 66
Dados globais para programas de fresagem com ciclos de contorno ... 67
Dados globais para o comportamento de posições ... 67
Dados globais para funções de apalpação ... 67

3.3 Definição do padrão PATTERN DEF ... 68

Aplicação ... 68
Introduzir PATTERN DEF ... 69
Utilizar PATTERN DEF ... 69
Definir posições de maquinagem individuais ... 70
Definir série individual ... 70
Definir o padrão individual ... 71
Definir a margem individual ... 72
Definir o círculo completo ... 73
Definir o círculo parcial ... 73

3.4 Tabelas de pontos ... 74

Aplicação ... 74
Indicar a tabela de pontos ... 74
Omitir pontos individuais para a maquinagem ... 75
Selecionar a tabela de pontos no programa NC ... 75
Chamar ciclo em conjunto com tabelas de pontos ... 76

4 Ciclos de maquinagem: furar ... 79

4.1 Princípios básicos ... 80
Resumo ... 80

4.2 CENTRAR (ciclo 240, DIN/ISO: G240) ... 81
Execução do ciclo ... 81
Ter em atenção ao programar! ... 81
Parâmetros de ciclo ... 82

4.3 FURAR (ciclo 200) ... 83
Execução do ciclo ... 83
Ter em atenção ao programar! ... 83
Parâmetros de ciclo ... 84

4.4 ALARGAR FURO (ciclo 201, DIN/ISO: G201) ... 85
Execução do ciclo ... 85
Ter em atenção ao programar! ... 85
Parâmetros de ciclo ... 86

4.5 MANDRILAR (ciclo 202, DIN/ISO: G202) ... 87
Execução do ciclo ... 87
Ter em atenção ao programar! ... 88
Parâmetros de ciclo ... 89

4.6 FURAR UNIVERSAL (ciclo 203, DIN/ISO: G203) ... 90
Execução do ciclo ... 90
Ter em atenção ao programar! ... 93
Parâmetros de ciclo ... 93

4.7 REBAIXAMENTO INVERTIDO (ciclo 204, DIN/ISO: G204) ... 95
Execução do ciclo ... 95
Ter em atenção ao programar! ... 96
Parâmetros de ciclo ... 97

4.8 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL (ciclo 205, DIN/ISO: G205) ... 99
Execução do ciclo ... 99
Ter em atenção ao programar! ... 100
Parâmetros de ciclo ... 101
Comportamento de posicionamento ao trabalhar com Q379 ... 103

4.9 FRESAR FURO (ciclo 208) ... 107
Execução do ciclo ... 107
Ter em atenção ao programar! ... 108
Parâmetros de ciclo ... 109

4.10 FURAR EM PROFUNDIDADE COM GUME ÚNICO (ciclo 241, DIN/ISO: G241)..... 110

Execução do ciclo..... 110
Ter em atenção ao programar!..... 111
Parâmetros de ciclo..... 112
Comportamento de posicionamento ao trabalhar com Q379..... 114

4.11 Exemplos de programação..... 118

Exemplo: ciclos de furar..... 118
Exemplo: utilização de ciclos de furar em ligação com PATTERN DEF..... 119

5 Ciclos de maquinagem: roscagem / fresagem de roscas ... 121

5.1 Princípios básicos ... 122
Resumo ... 122

5.2 ROSCAGEM com mandril compensador (ciclo 206, DIN/ISO: G206) ... 123
Execução do ciclo ... 123
Ter em atenção ao programar! ... 124
Parâmetros de ciclo ... 125

5.3 ROSCAGEM sem mandril compensador GS (ciclo 207, DIN/ISO: G207) ... 126
Execução do ciclo ... 126
Ter em atenção ao programar! ... 126
Parâmetros de ciclo ... 128
Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa ... 129

5.4 ROSCAGEM COM ROTURA DE APARA (ciclo 209, DIN/ISO: G209) ... 130
Execução do ciclo ... 130
Ter em atenção ao programar! ... 131
Parâmetros de ciclo ... 133
Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa ... 134

5.5 Princípios básicos para fresagem de rosca ... 135
Condições ... 135

5.6 FRESAGEM DE ROSCA (ciclo 262, DIN/ISO: G262) ... 137
Execução do ciclo ... 137
Ter em atenção ao programar! ... 138
Parâmetros de ciclo ... 138

5.7 FRESAR ROSCA EM REBAIXAMENTO (ciclo 263, DIN/ISO: G263) ... 140
Execução do ciclo ... 140
Ter em atenção ao programar! ... 141
Parâmetros de ciclo ... 142

5.8 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO (ciclo 264, DIN/ISO: G264) ... 144
Execução do ciclo ... 144
Ter em atenção ao programar! ... 145
Parâmetros de ciclo ... 146

5.9 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO HELICOIDAL (ciclo 265, DIN/ISO: G265) ... 148
Execução do ciclo ... 148
Ter em atenção ao programar! ... 149
Parâmetros de ciclo ... 150

5.10 FRESAGEM DE ROSCA EXTERIOR (ciclo 267, DIN/ISO: G267) ... 152
Execução do ciclo ... 152

Ter em atenção ao programar! 153
Parâmetros de ciclo 154

5.11 Exemplos de programação 156
Exemplo: roscagem 156

6 Ciclos de maquinagem: fresar caixas / fresar ilhas / fresar ranhuras ... 159

6.1 Princípios básicos ... 160
Resumo ... 160

6.2 CAIXA RETANGULAR (ciclo 251, DIN/ISO: G251) ... 161
Execução do ciclo ... 161
Ter em atenção ao programar! ... 162
Parâmetros de ciclo ... 164

6.3 CAIXA CIRCULAR (ciclo 252, DIN/ISO: G252) ... 167
Execução do ciclo ... 167
Ter em atenção ao programar! ... 169
Parâmetros de ciclo ... 171

6.4 FRESAGEM DE RANHURAS (ciclo 253, DIN/ISO: G253) ... 173
Execução do ciclo ... 173
Ter em atenção ao programar! ... 174
Parâmetros de ciclo ... 175

6.5 RANHURA CIRCULAR (ciclo 254, DIN/ISO: G254) ... 178
Execução do ciclo ... 178
Ter em atenção ao programar! ... 179
Parâmetros de ciclo ... 181

6.6 ILHA RETANGULAR (ciclo 256, DIN/ISO: G256) ... 184
Execução do ciclo ... 184
Ter em atenção ao programar! ... 185
Parâmetros de ciclo ... 186

6.7 ILHA CIRCULAR (ciclo 257, DIN/ISO: G257) ... 189
Execução do ciclo ... 189
Ter em atenção ao programar! ... 190
Parâmetros de ciclo ... 191

6.8 ILHA POLIGONAL (ciclo 258, DIN/ISO: G258) ... 193
Execução do ciclo ... 193
Ter em atenção ao programar! ... 194
Parâmetros de ciclo ... 195

6.9 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 233, DIN/ISO: G233) ... 198
Execução do ciclo ... 198
Ter em atenção ao programar! ... 202
Parâmetros de ciclo ... 203

6.10 Exemplos de programação ... 206
Exemplo: fresar caixa, ilha e ranhura ... 206

7 Ciclos de maquinagem: definições de padrões....209

7.1 Princípios básicos....210

Resumo....210

7.2 PADRÃO DE PONTOS SOBRE CÍRCULO (ciclo 220, DIN/ISO: G220)....211

Execução do ciclo....211

Ter em atenção ao programar!....211

Parâmetros de ciclo....212

7.3 PADRÃO DE PONTOS SOBRE LINHAS (ciclo 221, DIN/ISO: G221)....214

Execução do ciclo....214

Ter em atenção ao programar!....214

Parâmetros de ciclo....215

7.4 Exemplos de programação....216

Exemplo: Círculos de furos....216

8 Ciclos de maquinagem: caixa de contorno ... 219

8.1 Ciclos SL ... 220
Princípios básicos ... 220
Resumo ... 221

8.2 CONTORNO (Ciclo 14, DIN/ISO: G37) ... 222
Ter em atenção ao programar! ... 222
Parâmetros de ciclo ... 222

8.3 Contornos sobrepostos ... 223
Princípios básicos ... 223
Subprogramas: caixas sobrepostas ... 223
Superfície de "soma" ... 224
Superfície de "diferença" ... 225
Superfície de "intersecção" ... 226

8.4 DADOS DO CONTORNO (ciclo 20, DIN/ISO: G120) ... 227
Ter em atenção ao programar! ... 227
Parâmetros de ciclo ... 228

8.5 PRÉ-FURAR (ciclo 21, DIN/ISO: G121) ... 229
Execução do ciclo ... 229
Ter em atenção ao programar! ... 230
Parâmetros de ciclo ... 230

8.6 DESBASTAR (ciclo 22, DIN/ISO: G122) ... 231
Execução do ciclo ... 231
Ter em atenção ao programar! ... 232
Parâmetros de ciclo ... 233

8.7 ACABAMENTO EM PROFUNDIDADE (ciclo 23, DIN/ISO: G123) ... 235
Execução do ciclo ... 235
Ter em atenção ao programar! ... 236
Parâmetros de ciclo ... 236

8.8 ACABAMENTO LATERAL (ciclo 24, DIN/ISO: G124) ... 237
Execução do ciclo ... 237
Ter em atenção ao programar! ... 238
Parâmetros de ciclo ... 239

8.9 TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 25, DIN/ISO: G125) ... 240
Execução do ciclo ... 240
Ter em atenção ao programar! ... 241
Parâmetros de ciclo ... 242

8.10 TRAÇADO DO CONTORNO 3D (ciclo 276, DIN/ISO: G276) ... 244

Execução do ciclo ... 244
Ter em atenção ao programar! ... 245
Parâmetros de ciclo ... 246

8.11 DADOS DE TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 270, DIN/ISO: G270) ... 248

Ter em atenção ao programar! ... 248
Parâmetros de ciclo ... 248

8.12 RANHURA DE CONTORNO TROCOIDAL (ciclo 275, DIN ISO: G275) ... 249

Execução do ciclo ... 249
Ter em atenção ao programar! ... 251
Parâmetros de ciclo ... 252

8.13 Exemplos de programação ... 254

Exemplo: desbaste e acabamento posterior de uma caixa ... 254
Exemplo: pré-furar, desbastar e acabar contornos sobrepostos ... 256
Exemplo: traçado do contorno ... 258

9 Ciclos de maquinagem: superfície cilíndrica 261

9.1 Princípios básicos 262

Resumo dos ciclos para superfícies cilíndricas 262

9.2 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA (ciclo 27, DIN/ISO: G127, opção de software 1) 263

Execução do ciclo 263
Ter em atenção ao programar! 264
Parâmetros de ciclo 265

9.3 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de ranhuras (ciclo 28, DIN/ISO: G128, opção de software 1) 266

Execução do ciclo 266
Ter em atenção ao programar! 267
Parâmetros de ciclo 269

9.4 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de nervuras (ciclo 29, DIN/ISO: G129, opção de software 1) 270

Execução do ciclo 270
Ter em atenção ao programar! 271
Parâmetros de ciclo 272

9.5 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA (ciclo 39, DIN/ISO: G139, opção de software 1) 273

Execução do ciclo 273
Ter em atenção ao programar! 274
Parâmetros de ciclo 275

9.6 Exemplos de programação 276

Exemplo: superfície cilíndrica com ciclo 27 276
Exemplo: superfície cilíndrica com ciclo 28 278

10 Ciclos de maquinagem: Caixa de contorno com fórmula de contorno.....279

10.1 Ciclos SL com fórmula de contorno complexa.....280

Princípios básicos.....280
Selecionar programa NC com definições de contorno.....282
Definir as descrições de contorno.....282
Introduzir fórmula de contorno mais complexa.....283
Contornos sobrepostos.....284
Executar contorno com ciclos SL.....286
Exemplo: desbastar e acabar contornos sobrepostos com fórmula de contorno.....287

10.2 Ciclos SL com fórmula de contorno simples.....290

Princípios básicos.....290
Introduzir fórmula de contorno simples.....292
Executar contorno com ciclos SL.....292

11 Ciclos: Conversões de coordenadas....293

11.1 Princípios básicos....294

Resumo....294
Atuação das conversões de coordenadas....294

11.2 PONTO ZERO (ciclo 7, DIN/ISO: G54)....295

Ativação....295
Parâmetros de ciclo....295
Ter em atenção ao programar....295

11.3 PONTO ZERO com tabelas de ponto zero (ciclo 7, DIN/ISO: G53)....296

Atuação....296
Ter em atenção ao programar!....297
Parâmetros de ciclo....297
Selecionar a tabela de pontos zero no programa NC....298
Editar a tabela de pontos zero no modo de funcionamento Programar....298
Configurar tabela de pontos zero....300
Sair da tabela de pontos zero....300
Visualizações de estado....300

11.4 FIXAR PREFERENCIA (ciclo 247, DIN/ISO: G247)....301

Atuação....301
Ter em atenção antes de programar!....301
Parâmetros de ciclo....301
Visualizações de estado....301

11.5 ESPELHAR (ciclo 8, DIN/ISO: G28)....302

Atuação....302
Ter em atenção ao programar!....302
Parâmetros de ciclo....302

11.6 ROTAÇÃO (Ciclo 10, DIN/ISO: G73)....303

Atuação....303
Ter em atenção ao programar!....304
Parâmetros de ciclo....304

11.7 FATOR DE ESCALA (Ciclo 11, DIN/ISO: G72)....305

Atuação....305
Parâmetros de ciclo....305

11.8 FATOR DE ESCALA ESPECÍF. EIXO (Ciclo 26)....306

Atuação....306
Ter em atenção ao programar!....306
Parâmetros de ciclo....307

11.9 PLANO DE TRABALHO (ciclo19, DIN/ISO: G80, opção de software 1).....308

Atuação.....308
Ter em atenção ao programar!.....309
Parâmetros de ciclo.....309
Anular.....310
Posicionar eixos rotativos.....310
Visualização de posições num sistema inclinado.....311
Supervisão do espaço de trabalho.....311
Posicionamento no sistema inclinado.....312
Combinação com outros ciclos de conversão de coordenadas.....312
Normas para trabalhar com o ciclo 19 Plano de maquinagem.....313

11.10 Exemplos de programação.....314

Exemplo: ciclos de conversão de coordenadas.....314

12 Ciclos: Funções especiais ... 317

12.1 Princípios básicos ... 318
Resumo ... 318

12.2 TEMPO DE ESPERA (Ciclo 9, DIN/ISO: G04) ... 319
Função ... 319
Parâmetros de ciclo ... 319

12.3 CHAMADA DO PROGRAMA (ciclo 12, DIN/ISO: G39) ... 320
Função do ciclo ... 320
Ter em atenção ao programar! ... 320
Parâmetros de ciclo ... 320

12.4 ORIENTAÇÃO DO MANDRIL (Ciclo 13, DIN/ISO: G36) ... 321
Função do ciclo ... 321
Ter em atenção ao programar! ... 321
Parâmetros de ciclo ... 321

12.5 TOLERÂNCIA (Ciclo 32, DIN/ISO: G62) ... 322
Função do ciclo ... 322
Influências na definição geométrica no sistema CAM ... 322
Ter em atenção ao programar! ... 323
Parâmetros de ciclo ... 325

12.6 ACABAMENTO DO CONTORNO DE TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO (ciclo 292, DIN/ISO: G292, opção de software 96) ... 326
Execução do ciclo ... 326
Ter em atenção ao programar! ... 328
Parâmetros de ciclo ... 330
Variantes de maquinagem ... 332
Definir a ferramenta ... 334

12.7 ACOPLAMENTO DE TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO (ciclo 291, DIN/ISO: G291, opção de software 96) ... 337
Execução do ciclo ... 337
Ter em atenção ao programar! ... 338
Parâmetros de ciclo ... 340
Definir a ferramenta ... 341

12.8 GRAVAÇÃO (Ciclo 225, DIN/ISO: G225) ... 344
Execução do ciclo ... 344
Ter em atenção ao programar! ... 344
Parâmetros de ciclo ... 345
Carateres de gravação permitida ... 347
Caracteres que não podem ser impressos ... 347

Gravar variáveis do sistema 348
Gravar o estado do contador 349

12.9 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 232, DIN/ISO: G232) 350

Execução do ciclo 350
Ter em atenção ao programar! 352
Parâmetros de ciclo 352

12.10 DETERMINAR CARGA (ciclo 239 DIN/ISO: G239, opção de software 143) 355

Execução do ciclo 355
Ter em atenção ao programar! 356
Parâmetros de ciclo 356

12.11 ROSCAGEM À LÂMINA (ciclo 18, DIN/ISO: G18) 357

Execução do ciclo 357
Ter em atenção ao programar! 357
Parâmetros de ciclo 358

12.12 PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA A PRODUÇÃO DE DENTEAÇÕES (opção de software 157) 359

Princípios básicos 359
Ter em atenção ao programar! 360

12.13 DEFINIR ENGRENAGEM (ciclo 285, DIN/ISO: G285, opção de software 157) 361

Execução do ciclo 361
Ter em atenção ao programar! 361
Parâmetros de ciclo 362

12.14 FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM (ciclo 286, DIN/ISO: G286, opção de software 157) 364

Execução do ciclo 364
Ter em atenção ao programar! 365
Parâmetros de ciclo 365
Verificar e alterar as direções de rotação dos mandris 368

12.15 APARAR ENGRENAGEM (ciclo 287, DIN/ISO: G287, opção de software 157) 369

Execução do ciclo 369
Ter em atenção ao programar! 370
Parâmetros de ciclo 370
Verificar e alterar as direções de rotação dos mandris 373

12.16 Exemplos de programação 374

Exemplo de torneamento de interpolação, ciclo 291 374
Exemplo de torneamento de interpolação, ciclo 292 377
Exemplo de fresagem envolvente 379
Exemplo de aparar 381

13 Ciclos: Torneamento ... 383

13.1 Ciclos de torneamento (opção de software 50) ... 384

Resumo ... 384
Trabalhar com ciclos de torneamento ... 387
Seguimento do bloco (FUNCTION TURNDATA) ... 388

13.2 ADAPTAR SISTEMA DE COORDENAdAS (ciclo 800, DIN/ISO: G800) ... 390

Aplicação ... 390
Atuação ... 392
Ter em atenção ao programar! ... 393
Parâmetros de ciclo ... 394

13.3 RESTAURAR SISTEMA DE COORDENADAS (ciclo 801, DIN/ISO: G801) ... 396

Ter em atenção ao programar! ... 396
Atuação ... 396
Parâmetros de ciclo ... 397

13.4 Noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas ... 398

13.5 TORNEAR ESCALÃO LONGITUDINAL (ciclo 811, DIN/ISO: G811) ... 399

Aplicação ... 399
Execução do ciclo Desbaste ... 399
Execução do ciclo Acabamento ... 399
Ter em atenção ao programar! ... 400
Parâmetros de ciclo ... 400

13.6 TORNEAR ESCALÃO LONGITUDINALAVANÇADO (ciclo 812, DIN/ISO: G812) ... 401

Aplicação ... 401
Execução do ciclo Desbaste ... 401
Execução do ciclo Acabamento ... 402
Ter em atenção ao programar! ... 402
Parâmetros de ciclo ... 402

13.7 TORNEAR AFUNDAMENTO LONGITUDINAL (ciclo 813, DIN/ISO: G813) ... 404

Aplicação ... 404
Execução do ciclo Desbaste ... 404
Execução do ciclo Acabamento ... 404
Ter em atenção ao programar! ... 405
Parâmetros de ciclo ... 406

13.8 TORNEAR AFUNDAMENTO LONGITUDINAL AVANÇADO (ciclo 814, DIN/ISO: G814) ... 407

Aplicação ... 407
Execução do ciclo Desbaste ... 407
Execução do ciclo Acabamento ... 408
Ter em atenção ao programar! ... 408
Parâmetros de ciclo ... 408

13.9 TORNEAR CONTORNO LONGITUDINAL (ciclo 810, DIN/ISO: G810)....410

Aplicação.... 410
Execução do ciclo Desbaste....410
Execução do ciclo Acabamento....410
Ter em atenção ao programar!.... 411
Parâmetros de ciclo.... 412

13.10 TORNEAR PARALELAMENTE AO CONTORNO (ciclo 815, DIN/ISO: G815).... 414

Aplicação.... 414
Execução do ciclo Desbaste....414
Execução do ciclo Acabamento....414
Ter em atenção ao programar!.... 415
Parâmetros de ciclo.... 416

13.11 TORNEAR ESCALÃO TRANSVERSAL (ciclo 821, DIN/ISO: G821)....417

Aplicação.... 417
Execução do ciclo Desbaste....417
Execução do ciclo Acabamento....417
Ter em atenção ao programar!.... 418
Parâmetros de ciclo.... 418

13.12 TORNEAR ESCALÃO TRANSVERSALAVANÇADO (ciclo 822, DIN/ISO: G822)....419

Aplicação.... 419
Execução do ciclo Desbaste....419
Execução do ciclo Acabamento....420
Ter em atenção ao programar!.... 420
Parâmetros de ciclo.... 420

13.13 TORNEAR AFUNDAMENTO TRANSVERSAL (ciclo 823, DIN/ISO: G823)....422

Aplicação.... 422
Execução do ciclo Desbaste....422
Execução do ciclo Acabamento....422
Ter em atenção ao programar!.... 423
Parâmetros de ciclo.... 424

13.14 TORNEAR AFUNDAMENTO TRANSVERSAL AVANÇADO (ciclo 824, DIN/ISO: G824)....425

Aplicação.... 425
Execução do ciclo Desbaste....425
Execução do ciclo Acabamento....426
Ter em atenção ao programar!.... 426
Parâmetros de ciclo.... 426

13.15 TORNEAR CONTORNO TRANSVERSAL (ciclo 820, DIN/ISO: G820).... 428

Aplicação.... 428
Execução do ciclo Desbaste....428
Execução do ciclo Acabamento....428

Ter em atenção ao programar! 429
Parâmetros de ciclo 430

13.16 TORNEAMENTO DE CORTE SIMPLES RADIAL (Ciclo 841, DIN/ISO: G841) 432

Aplicação 432
Execução do ciclo Desbaste 432
Execução do ciclo Acabamento 433
Ter em atenção ao programar! 433
Parâmetros de ciclo 434

13.17 TORNEAMENTO DE CORTE RADIAL AVANÇADO (Ciclo 842, DIN/ISO: G842) 435

Aplicação 435
Execução do ciclo Desbaste 435
Execução do ciclo Acabamento 436
Ter em atenção ao programar! 436
Parâmetros de ciclo 437

13.18 TORNEAMENTO DE CORTE DE CONTORNO RADIAL (Ciclo 840, DIN/ISO: G840) 439

Aplicação 439
Execução do ciclo Desbaste 439
Execução do ciclo Acabamento 440
Ter em atenção ao programar! 440
Parâmetros de ciclo 441

13.19 TORNEAMENTO DE CORTE SIMPLES AXIAL (ciclo 851, DIN/ISO: G851) 443

Aplicação 443
Execução do ciclo Desbaste 443
Execução do ciclo Acabamento 444
Ter em atenção ao programar! 444
Parâmetros de ciclo 445

13.20 TORNEAMENTO DE CORTE AXIAL AVANÇADO (Ciclo 852, DIN/ISO: G852) 446

Aplicação 446
Execução do ciclo Desbaste 446
Execução do ciclo Acabamento 447
Ter em atenção ao programar! 447
Parâmetros de ciclo 448

13.21 TORNEAMENTO DE CORTE DE CONTORNO AXIAL (Ciclo 850, DIN/ISO: G850) 450

Aplicação 450
Execução do ciclo Desbaste 450
Execução do ciclo Acabamento 451
Ter em atenção ao programar! 451
Parâmetros de ciclo 451

13.22 PUNCIONAMENTO RADIAL (Ciclo 861, DIN/ISO: G861) 453

Aplicação 453

Execução do ciclo Desbaste....453
Execução do ciclo Acabamento....453
Ter em atenção ao programar!....454
Parâmetros de ciclo....454

13.23 PUNCIONAMENTO RADIAL AVANÇADO (Ciclo 862, DIN/ISO: G862)....456

Aplicação....456
Execução do ciclo Desbaste....456
Execução do ciclo Acabamento....457
Ter em atenção ao programar!....457
Parâmetros de ciclo....458

13.24 PUNCIONAMENTO DE CONTORNO RADIAL (Ciclo 860, DIN/ISO: G860)....460

Aplicação....460
Execução do ciclo Desbaste....460
Execução do ciclo Acabamento....460
Ter em atenção ao programar!....461
Parâmetros de ciclo....462

13.25 PUNCIONAMENTO AXIAL (ciclo 871, DIN/ISO: G871)....464

Aplicação....464
Execução do ciclo Desbaste....464
Execução do ciclo Acabamento....464
Ter em atenção ao programar!....465
Parâmetros de ciclo....465

13.26 PUNCIONAMENTO AXIAL AVANÇADO (Ciclo 872, DIN/ISO: G872)....467

Aplicação....467
Execução do ciclo Desbaste....467
Execução do ciclo Acabamento....468
Ter em atenção ao programar!....468
Parâmetros de ciclo....469

13.27 PUNCIONAMENTO DE CONTORNO AXIAL (Ciclo 870, DIN/ISO: G870)....471

Aplicação....471
Execução do ciclo Desbaste....471
Execução do ciclo Acabamento....472
Ter em atenção ao programar!....473
Parâmetros de ciclo....474

13.28 ROSCA LONGITUDINAL (Ciclo 831, DIN/ISO: G831)....476

Aplicação....476
Execução do ciclo....476
Ter em atenção ao programar!....477
Parâmetros de ciclo....479

13.29 ROSCA AVANÇADA (Ciclo 832, DIN/ISO: G832)..... 480

Aplicação..... 480
Execução do ciclo..... 480
Ter em atenção ao programar!..... 481
Parâmetros de ciclo..... 482

13.30 ROSCA PARALELA AO CONTORNO (Ciclo 830, DIN/ISO: G830)..... 484

Aplicação..... 484
Execução do ciclo..... 484
Ter em atenção ao programar!..... 485
Parâmetros de ciclo..... 486

13.31 TORNEAR ACABAMENTO SIMULTANEO (ciclo 883, DIN/ISO: G883), (opção de software #158)..... 488

Aplicação..... 488
Execução do ciclo Acabamento..... 488
Ter em atenção ao programar!..... 489
Parâmetros de ciclo..... 490

13.32 FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM (ciclo 880, DIN/ISO: G880)..... 492

Execução do ciclo..... 492
Ter em atenção ao programar!..... 493
Parâmetros de ciclo..... 495
Direção de rotação em função do lado de maquinagem (Q550)..... 497

13.33 VERIFICAR DESEQUILÍBRIO (ciclo 892, DIN/ISO: G892)..... 498

Aplicação..... 498
Ter em atenção ao programar!..... 498
Parâmetros de ciclo..... 500

13.34 Exemplo de programação..... 501

Exemplo: escalão com recesso..... 501
Exemplo: Tornear acabamento simultaneo..... 504
Exemplo de fresagem envolvente..... 506

14 Trabalhar com ciclos de apalpação ... 509

14.1 Generalidades sobre os ciclos de apalpação ... 510

Funcionamento ... 510
Considerar a rotação básica no Modo de Funcionamento Manual ... 510
Ciclos de apalpação nos modos de funcionamento Manual e Volante Eletrónico ... 510
Ciclos de apalpação para o modo automático ... 511

14.2 Antes de trabalhar com ciclos de apalpação! ... 513

Percurso máximo até ao ponto de apalpação: DIST na tabela de apalpadores ... 513
Distância de segurança até ao ponto de apalpação: SET_UP na tabela de apalpadores ... 513
Orientar o apalpador de infravermelhos no sentido de apalpação programado: TRACK na tabela de apalpadores ... 513
Apalpador digital, avanço de apalpação: F na tabela de apalpadores ... 514
Apalpador digital, Avanço para movimentos de posicionamento: FMAX ... 514
Apalpador digital, marcha rápida para movimentos de posicionamento: F_PREPOS na tabela de apalpadores ... 514
Executar ciclos de apalpação ... 514

14.3 Tabela de apalpadores ... 516

Generalidades ... 516
Editar tabelas de apalpadores ... 516
Dados do apalpador ... 517

15 Ciclos de apalpação: determinar inclinações da peça de trabalho automaticamente..... 519

15.1 Resumo.....520

15.2 Princípios básicos dos ciclos de apalpação 14xx..... 522

Características comuns dos ciclos de apalpação 14xx para rotações.....522
Modo semiautomático..... 523
Avaliação das tolerâncias..... 525
Transferência de uma posição real..... 526

15.3 APALPACAO PLANO (ciclo 1420, DIN/ISO: G1420).....527

Execução do ciclo..... 527
Ter em atenção ao programar!..... 528
Parâmetros de ciclo..... 528

15.4 APALPACAO ARESTA (ciclo 1410, DIN/ISO: G1410).....531

Execução do ciclo..... 531
Ter em atenção ao programar!..... 532
Parâmetros de ciclo..... 532

15.5 APALPACAO DOIS CIRCULOS (ciclo 1411, DIN ISO G1411).....535

Execução do ciclo..... 535
Ter em atenção ao programar!..... 536
Parâmetros de ciclo..... 537

15.6 Princípios básicos dos ciclos de apalpação 4xx..... 540

Características comuns dos ciclos de apalpação para o registo da posição inclinada da peça de trabalho.....540

15.7 ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 400, DIN/ISO: G400).....541

Execução do ciclo..... 541
Ter em atenção ao programar!..... 541
Parâmetros de ciclo..... 542

15.8 ROTAÇÃO BÁSICA através de dois furos (ciclo 401, DIN/ISO: G401)..... 544

Execução do ciclo..... 544
Ter em atenção ao programar!..... 544
Parâmetros de ciclo..... 545

15.9 ROTAÇÃO BÁSICA através de duas ilhas circulares (ciclo 402, DIN/ISO: G402).....547

Execução do ciclo..... 547
Ter em atenção ao programar!..... 547
Parâmetros de ciclo..... 548

15.10 ROTAÇÃO BÁSICA através de um eixo rotativo (ciclo 403, DIN/ISO: G403).....551

Execução do ciclo..... 551

Ter em atenção ao programar! ... 551
Parâmetros de ciclo ... 552

15.11 DEFINIR ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 404, DIN/ISO: G404) ... 555

Execução do ciclo ... 555
Parâmetros de ciclo ... 555

15.12 Ajustar a inclinação duma peça de trabalho por meio do eixo C (ciclo 405, DIN/ISO: G405) ... 556

Execução do ciclo ... 556
Ter em atenção ao programar! ... 557
Parâmetros de ciclo ... 557

15.13 Exemplo: determinar a rotação básica por meio de dois furos ... 559

16 Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente..... 561

16.1 Princípios básicos.....562

Resumo..... 562
Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência..... 564

16.2 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA RANHURA (ciclo 408, DIN/ISO: G408)..... 566

Execução do ciclo..... 566
Ter em atenção ao programar!..... 567
Parâmetros de ciclo..... 567

16.3 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA NERVURA (ciclo 409, DIN/ISO: G409).....570

Execução do ciclo..... 570
Ter em atenção ao programar!..... 571
Parâmetros de ciclo..... 572

16.4 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 410, DIN/ISO: G410)..... 574

Execução do ciclo..... 574
Ter em atenção ao programar!..... 575
Parâmetros de ciclo..... 576

16.5 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 411, DIN/ISO: G411).....578

Execução do ciclo..... 578
Ter em atenção ao programar!..... 579
Parâmetros de ciclo..... 579

16.6 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO INTERIOR (ciclo 412, DIN/ISO: G412).....582

Execução do ciclo..... 582
Ter em atenção ao programar!..... 583
Parâmetros de ciclo..... 584

16.7 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 413, DIN/ISO: G413).....587

Execução do ciclo..... 587
Ter em atenção ao programar!..... 588
Parâmetros de ciclo..... 589

16.8 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA EXTERIOR (ciclo 414, DIN/ISO: G414).....592

Execução do ciclo..... 592
Ter em atenção ao programar!..... 593
Parâmetros de ciclo..... 594

16.9 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA INTERIOR (ciclo 415, DIN/ISO: G415).....597

Execução do ciclo..... 597
Ter em atenção ao programar!..... 598
Parâmetros de ciclo..... 598

16.10 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DO CÍRCULO DE FUROS (ciclo 416, DIN/ISO: G416).....601

Execução do ciclo..... 601
Ter em atenção ao programar!..... 602
Parâmetros de ciclo..... 602

16.11 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO DO APALPADOR (ciclo 417, DIN/ISO: G417).....605

Execução do ciclo..... 605
Ter em atenção ao programar!..... 605
Parâmetros de ciclo..... 606

16.12 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DE 4 FUROS (ciclo 418, DIN/ISO: G418)..... 608

Execução do ciclo..... 608
Ter em atenção ao programar!..... 609
Parâmetros de ciclo..... 609

16.13 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO INDIVIDUAL (ciclo 419, DIN/ISO: G419).....612

Execução do ciclo..... 612
Ter em atenção ao programar!..... 612
Parâmetros de ciclo..... 613

16.14 Exemplo: definição do ponto de referência no centro do segmento de círculo e aresta superior da peça de trabalho.....615

16.15 Exemplo: definição do ponto de referência na aresta superior da peça de trabalho e centro do círculo de furos.....616

17 Ciclos de apalpação: controlar peças de trabalho automaticamente 619

17.1 Princípios básicos 620

Resumo 620
Registar resultados de medição 621
Resultados de medição em parâmetros Q 623
Estado da medição 623
Supervisão da tolerância 623
Supervisão da ferramenta 624
Sistema de referência para resultados de medição 625

17.2 PLANO DE REFERÊNCIA (ciclo 0, DIN/ISO: G55) 626

Execução do ciclo 626
Ter em atenção ao programar! 626
Parâmetros de ciclo 626

17.3 PLANO DE REFERÊNCIA polar (ciclo 1) 627

Execução do ciclo 627
Ter em atenção ao programar! 627
Parâmetros de ciclo 627

17.4 MEDIR ÂNGULO (ciclo 420, DIN/ISO: G420) 628

Execução do ciclo 628
Ter em atenção ao programar! 628
Parâmetros de ciclo 629

17.5 MEDIR FURO (ciclo 421, DIN/ISO: G421) 631

Execução do ciclo 631
Ter em atenção ao programar! 632
Parâmetros de ciclo 632

17.6 MEDIR CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 422, DIN/ISO: G422) 635

Execução do ciclo 635
Ter em atenção ao programar! 636
Parâmetros de ciclo 636

17.7 MEDIR RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 423, DIN/ISO: G423) 639

Execução do ciclo 639
Ter em atenção ao programar! 640
Parâmetros de ciclo 640

17.8 MEDIR RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 424, DIN/ISO: G424) 642

Execução do ciclo 642
Ter em atenção ao programar! 642
Parâmetros de ciclo 643

17.9 MEDIR LARGURA INTERIOR (ciclo 425, DIN/ISO: G425) 645

Execução do ciclo 645
Ter em atenção ao programar! 645
Parâmetros de ciclo 646

17.10 MEDIÇÃO NERVURA EXTERIOR (ciclo 426, DIN/ISO: G426) 648

Execução do ciclo 648
Ter em atenção ao programar! 648
Parâmetros de ciclo 649

17.11 MEDIR COORDENADA (ciclo 427, DIN/ISO: G427) 651

Execução do ciclo 651
Ter em atenção ao programar! 651
Parâmetros de ciclo 652

17.12 MEDIR CÍRCULO DE FUROS (ciclo 430, DIN/ISO: G430) 654

Execução do ciclo 654
Ter em atenção ao programar! 655
Parâmetros de ciclo 655

17.13 MEDIR PLANO (ciclo 431, DIN/ISO: G431) 657

Execução do ciclo 657
Ter em atenção ao programar! 658
Parâmetros de ciclo 658

17.14 Exemplos de programação 660

Exemplo: medir e aperfeiçoar ilhas retangulares 660
Exemplo: medir caixa retangular, registar os resultados de medição 662

18 Ciclos de apalpação: Funções especiais ... 663

18.1 Princípios básicos ... 664
Resumo ... 664

18.2 MEDIÇÃO (ciclo 3) ... 665
Execução do ciclo ... 665
Ter em atenção ao programar! ... 665
Parâmetros de ciclo ... 666

18.3 MEDIÇÃO 3D (ciclo 4) ... 667
Execução do ciclo ... 667
Ter em atenção ao programar! ... 667
Parâmetros de ciclo ... 668

18.4 APALPAÇÃO 3D (ciclo 444) ... 669
Execução do ciclo ... 669
Parâmetros de ciclo ... 671
Ter em atenção ao programar! ... 673

18.5 Calibrar o apalpador digital ... 674

18.6 Visualizar os valores calibrados ... 675

18.7 CALIBRAR TS (ciclo 460, DIN/ISO: G460) ... 676

18.8 CALIBRAR COMPRIMENTO DE TS (ciclo 461, DIN/ISO: G461opção de software 17) ... 681

18.9 CALIBRAR RAIO DE TS INTERNAMENTE (ciclo 462, DIN/ISO: G462) ... 683

18.10 CALIBRAR RAIO DE TS EXTERNAMENTE (ciclo 463, DIN/ISO: G463) ... 685

18.11 APALPAÇÃO RÁPIDA (ciclo 441, DIN/ISO G441opção de software 17) ... 688
Execução do ciclo ... 688
Ter em atenção ao programar! ... 688
Parâmetros de ciclo ... 689

19 Verificação da situação de fixação com base em câmaras VSC (opção de software #136)....691

19.1 Verificação da situação de fixação com base em câmaras VSC (opção #136)....692

Princípios básicos....692
Criar imagem ao vivo....694
Gerir dados de supervisão....695
Resumo....696
Resultado da avaliação de imagens....697
Configuração....698
Definir o intervalo de supervisão....700
Consultas possíveis....701

19.2 Espaço de trabalho global (ciclo 600)....702

Aplicação....702
Criar imagens de referência....702
Fase de supervisão....704
Ter em atenção ao programar!....705
Parâmetros de ciclo....706

19.3 Espaço de trabalho local (ciclo 601)....707

Aplicação....707
Criar imagens de referência....707
Fase de supervisão....709
Ter em atenção ao programar!....710
Parâmetros de ciclo....711

20 Ciclos de apalpação: medir cinemática automaticamente ... 713

20.1 Medição da cinemática com apalpadores TS (opção KinematicsOpt) ... 714
Princípios básicos ... 714
Resumo ... 715

20.2 Condições ... 716
Ter em atenção ao programar! ... 717

20.3 GUARDAR CINEMÁTICA (ciclo 450, DIN/ISO: G450, opção) ... 718
Execução do ciclo ... 718
Ter em atenção ao programar! ... 718
Parâmetros de ciclo ... 719
Função de protocolo ... 719
Indicações acerca da conservação de dados ... 720

20.4 MEDIR A CINEMÁTICA (ciclo 451, DIN/ISO: G451, opção) ... 721
Execução do ciclo ... 721
Sentido de posicionamento ... 723
Máquinas com eixos de recortes dentados hirth ... 724
Exemplo de cálculo das posições de medição para um eixo A: ... 724
Escolha da quantidade de pontos de medição ... 725
Seleção da posição da esfera de calibração na mesa da máquina ... 726
Indicações acerca daprecisão ... 726
Indicações acerca dos diferentes métodos de calibração ... 727
Folga ... 728
Ter em atenção ao programar! ... 729
Parâmetros de ciclo ... 731
Diferentes Modos (Q406) ... 734
Função de protocolo ... 735

20.5 COMPENSAÇÃO DE PRESET (ciclo 452, DIN/ISO: G452, opção) ... 736
Execução do ciclo ... 736
Ter em atenção ao programar! ... 738
Parâmetros de ciclo ... 739
Ajuste de cabeças intercambiáveis ... 741
Compensação do desvio ... 743
Função de protocolo ... 745

20.6 CINEMÁTICA GRELHA (ciclo 453, DIN/ISO: G453, opção) ... 746
Execução do ciclo ... 746
Diferentes Modos (Q406) ... 747
Seleção da posição da esfera de calibração na mesa da máquina ... 747
Ter em atenção ao programar! ... 748
Parâmetros de ciclo ... 750
Função de protocolo ... 752

21 Ciclos de apalpação: medir ferramentas automaticamente....753

21.1 Princípios básicos....754

Resumo....754
Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483....755
Ajustar parâmetros de máquina....756
Introduções na tabela de ferramentas TOOL.T....758

21.2 Calibrar TT (ciclo 30 ou 480, DIN/ISO: G480 opção #17)....759

Execução do ciclo....759
Ter em atenção ao programar!....760
Parâmetros de ciclo....760

21.3 Calibrar TT 449 sem fio (ciclo 484, DIN/ISO: G484)....761

Princípios básicos....761
Execução do ciclo....761
Ter em atenção ao programar!....762
Parâmetros de ciclo....762

21.4 Medir o comprimento da ferramenta (ciclo 31 ou 481, DIN/ISO: G481)....763

Execução do ciclo....763
Ter em atenção ao programar!....764
Parâmetros de ciclo....765

21.5 Medir o raio da ferramenta (ciclo 32 ou 482, DIN/ISO: G482)....766

Execução do ciclo....766
Ter em atenção ao programar!....766
Parâmetros de ciclo....767

21.6 Medir completamente a ferramenta (ciclo 33 ou 483, DIN/ISO: G483)....768

Execução do ciclo....768
Ter em atenção ao programar!....768
Parâmetros de ciclo....769

22 Tabelas de resumo dos ciclos 771

22.1 Tabela de resumo 772

Ciclos de maquinagem 772
Ciclos de torneamento 774
Ciclos do apalpador 775

1

Princípios básicos

1.1 Sobre este manual

Disposições de segurança

Respeite todas as disposições de segurança nesta documentação e na documentação do fabricante da sua máquina!

As disposições de segurança alertam para os perigos ao manusear o software e os aparelhos e dão instruções para os evitar. São classificadas segundo a gravidade do perigo e dividem-se nos seguintes grupos:

⚠ PERIGO

Perigo assinala riscos para pessoas. Se as instruções para evitar este risco não forem observadas, o perigo causará **certamente a morte ou lesões corporais graves**.

⚠ AVISO

Aviso assinala riscos para pessoas. Se as instruções para evitar este risco não forem observadas, o perigo causará **provavelmente a morte ou lesões corporais graves**.

⚠ CUIDADO

Cuidado assinala riscos para pessoas. Se as instruções para evitar este risco não forem observadas, o perigo causará **provavelmente lesões corporais ligeiras**.

AVISO

Aviso assinala riscos para objetos ou dados. Se as instruções para evitar este risco não forem observadas, o perigo causará **provavelmente um dano material**.

Sequência de informações dentro das disposições de segurança

Todas as disposições de segurança compreendem as quatro secções seguintes:

- A palavra-sinal indica a gravidade do perigo
- Tipo e origem do perigo
- Consequências, caso se negligencie o perigo, p. ex., "Nas maquinagens seguintes existe perigo de colisão"
- Fuga – Medidas para evitar o perigo

Notas informativas

Respeite as notas informativas neste manual, para uma utilização sem falhas e eficiente do software.
Neste manual, encontrará as seguintes notas informativas:

O símbolo de informação representa uma **Dica**.
Uma dica fornece informações importantes adicionais ou complementares.

Este símbolo recomenda que siga as disposições de segurança do fabricante da sua máquina. Também chama a atenção para funções dependentes da máquina. Os possíveis perigos para o operador e a máquina estão descritos no manual da máquina.

O símbolo do livro remete para uma **referência cruzada** para documentações externas, p. ex., a documentação do fabricante da sua máquina ou de terceiros.

São desejáveis alterações? Encontrou uma gralha?

Esforçamo-nos constantemente por melhorar a nossa documentação para si. Agradecemos a sua ajuda, informando-nos das suas propostas de alterações através do seguinte endereço de e-mail:

tnc-userdoc@heidenhain.de

1.2 Tipo de comando, Software e Funções

Este manual descreve as funções disponíveis nos comandos a partir dos números de software de NC que a seguir se apresentam.

Tipo de comando	N.º de software de NC
TNC 640	340590-09
TNC 640 E	340591-09
TNC 640 Posto de programação	340595-09

A letra E caracteriza a versão de exportação do comando. Na versão de exportação do comando, aplica-se a seguinte restrição:

- Movimentos lineares simultâneos até quatro eixos

Por meio dos parâmetros da máquina, o fabricante adapta as capacidades efetivas do comando à respetiva máquina. Por isso, neste manual descrevem-se também funções que não estão disponíveis em todos os comandos.

As funções do comando que não se encontram disponíveis em todas as máquinas são, por exemplo:

- Medição de ferramentas com o apalpador TT

Para conhecer o efetivo alcance funcional da sua máquina, entre em contacto com o fabricante da máquina.

Muitos fabricantes de máquinas e a HEIDENHAIN oferecem cursos de programação para os comandos. Para se familiarizar exaustivamente com as funções do comando, é aconselhável participar nesses cursos.

Manual do Utilizador:

Todas as funções do comando que não estejam relacionadas com ciclos encontram-se descritas no Manual do Utilizador do TNC 640. Caso necessite deste manual, é favor entrar em contacto com a HEIDENHAIN.

ID Manual do Utilizador para Programação Klartext: 892903-xx

ID Manual do Utilizador para programação DIN/ISO: 892909-xx.

ID Manual do Utilizador Preparar, testar e executar programas NC: 1261174-xx.

Opções de software

O TNC 640 dispõe de diversas opções de software que podem ser ativadas pelo fabricante da máquina. Cada opção é de ativação independente e contém, respetivamente, as seguintes funções:

Additional Axis (Opção #0 a Opção #7)	
Eixos adicionais	Ciclos de regulação adicionais 1 a 8
Advanced Function Set 1 (Opção #8)	
Grupo de funções avançadas 1	**Maquinagem de mesa rotativa** ■ Contornos sobre o desenvolvimento de um cilindro ■ Avanço em mm/min **Conversões de coordenadas:** Inclinação do plano de maquinagem
Advanced Function Set 2 (Opção #9)	
Grupo de funções avançadas 2 Sujeito a autorização de exportação	**Maquinagem 3D:** ■ Correção da ferramenta 3D por meio de vetores normais de superfície ■ Modificação de posição da cabeça basculante com o volante eletrónico durante a execução do programa; a posição da extremidade da ferramenta permanece inalterada (TCPM = **T**ool **C**enter **P**oint **M**anagement) ■ Manter a ferramenta perpendicular ao contorno ■ Correção do raio da ferramenta perpendicular à direção da ferramenta ■ Deslocação manual no sistema de eixos da ferramenta ativa **Interpolação:** Reta em > 4 eixos (sujeito a autorização de exportação)
HEIDENHAIN DNC (Opção #18)	
	Comunicação com aplicações PC externas através de componentes COM
Display Step (Opção #23)	
Resolução	**Precisão de introdução:** ■ Eixos lineares até 0,01 µm ■ Eixos angulares até 0,00001°
Dynamic Collision Monitoring – DCM (Opção #40)	
Supervisão dinâmica de colisão	■ O fabricante da máquina define os objetos a supervisionar ■ Aviso em funcionamento manual ■ Supervisão de colisão no teste do programa ■ Interrupção do programa no modo automático ■ Supervisão também de movimentos de cinco eixos

CAD Import (Opção #42)	
CAD Import	■ Suporta DXF, STEP e IGES ■ Aceitação de contornos e padrões de pontos ■ Determinar comodamente o ponto de referência ■ Selecionar graficamente secções de contorno de programas Klartext
Adaptive Feed Control – AFC (Opção #45)	
Regulação adaptativa do avanço	**Fresagem:** ■ Registo da potência de mandril real através de um corte de conhecimento ■ Definições de limites, em a regulação automática de avanço se deve inserir ■ Regulação de avanço totalmente automática na execução **Maquinagem de torneamento (Opção #50):** ■ Monitorização da força de corte ao executar
KinematicsOpt (Opção #48)	
Otimização da cinemática da máquina	■ Guardar/restabelecer a cinemática ativa ■ Testar a cinemática ativa ■ Otimizar a cinemática ativa
Mill-Turning (Opção #50)	
Modo de fresagem/torneamento	**Funções:** ■ Alternância entre modo de fresagem / modo de torneamento ■ Velocidade de corte constante ■ Compensação do raio da lâmina ■ Ciclos de torneamento ■ Ciclo 880: Fresagem envolvente de engrenagem (opção #50 e opção #131)
KinematicsComp (opção #52)	
Compensação de espaço 3D Sujeito a autorização de exportação	Compensação de erros de posição e de componente
3D-ToolComp (opção #92)	
Correção 3D do raio da ferramenta dependente do ângulo de pressão Sujeito a autorização de exportação	■ Desvio do raio da ferramenta dependente do ângulo de pressão ■ Valores de correção em tabela de valores de correção separada ■ Condição: trabalhar com vetores normais de superfície (blocos **LN**)
Extended Tool Management (Opção #93)	
Gestão de ferramentas avançada	Baseada em Python
Advanced Spindle Interpolation (Opção #96)	
Mandril interpolante	**Torneamento de interpolação** ■ Ciclo 291: Torneamento de interpolação de acoplamento ■ Ciclo 292: Torneamento de interpolação de acabamento de contorno

Spindle Synchronism (Opção #131)	
Movimento sincronizado do mandril	■ Movimento sincronizado do mandril porta-fresa e do mandril de torneamento ■ Ciclo 880: Fresagem envolvente de engrenagem (opção #50 e opção #131)
Remote Desktop Manager (Opção #133)	
Comando à distância de CPU externas	■ Windows numa CPU separada ■ Integrado na superfície do comando
Synchronizing Functions (Opção #135)	
Funções de sincronização	**Função de acoplamento em tempo real (Real Time Coupling – RTC):** Acoplamento de eixos
Visual Setup Control – VSC (Opção #136)	
Verificação da situação de fixação com base em câmaras	■ Gravação da situação de fixação com um sistema de câmaras HEIDENHAIN ■ Comparação ótica entre o estado real e o nominal do espaço de trabalho
State Reporting Interface – SRI (Opção #137)	
Acessos Http ao estado do comando	■ Exportação dos momentos de alterações de estado ■ Exportação dos programas NC ativos
Cross Talk Compensation – CTC (Opção #141)	
Compensação de acoplamentos de eixos	■ Determinação de desvio de posição por causas dinâmicas através de acelerações dos eixos ■ Compensação do TCP (**T**ool **C**enter **P**oint)
Position Adaptive Control – PAC (Opção #142)	
Regulação adaptativa da posição	■ Adaptação de parâmetros de regulação em função da posição dos eixos no espaço de trabalho ■ Adaptação de parâmetros de regulação em função da velocidade ou da aceleração de um eixo
Load Adaptive Control – LAC (Opção #143)	
Regulação adaptativa da carga	■ Determinação automática de massas de peças de trabalho e forças de atrito ■ Adaptação de parâmetros de regulação em função da massa atual da peça de trabalho
Active Chatter Control – ACC (Opção #145)	
Supressão de vibrações ativa	Função totalmente automática para supressão de vibrações durante a maquinagem
Active Vibration Damping – AVD (Opção #146)	
Atenuação de vibrações ativa	Atenuação das vibrações da máquina para melhorar a superfície da peça de trabalho

Batch Process Manager (Opção #154)	
Batch Process Manager	Planeamento de ordens de produção
Component Monitoring (Opção #155)	
Supervisão dos componentes sem sensores externos	Supervisão da sobrecarga de componentes da máquina configurados
Gear Cutting (Opção #157)	
Processar conjuntos de dentes	■ Ciclo 285: definição de engrenagem ■ Ciclo 286: fresagem envolvente de engrenagem ■ Ciclo 287: aparar engrenagem
Advanced Function Set Turning (Opção #158)	
Funções de torneamento avançadas	Ciclo 883: Torneamento simultâneo

Estado de desenvolvimento (funções de atualização)

Juntamente com as opções de software, foram efetuados outros desenvolvimentos integrados do software de comando através de funções de atualização, o denominado **F**eature **C**ontent **L**evel (denominação inglesa para Estado de Desenvolvimento). As funções abrangidas pelo FCL não estarão disponíveis ao receber uma atualização de software no comando.

> Se receber uma nova máquina, todas as funções de atualização estarão disponíveis sem custos adicionais.

As funções de atualização são identificadas no manual com **FCL n**, em que **n** corresponde ao número consecutivo do estado de desenvolvimento.

É possível ativar, por um longo período, as funções FCL através da aquisição de um código. Se necessário, contacte o fabricante da sua máquina ou a HEIDENHAIN.

Local de utilização previsto

O comando corresponde à Classe A segundo EN 55022 e destina-se, principalmente, ao funcionamento em ambientes industriais.

Aviso legal

Este produto utiliza software de fonte aberta. Poderá encontrar mais informações no comando em

- Modo de funcionamento Programação
- Função MOD
- Softkey **Avisos de LICENÇA**

Parâmetros opcionais

A HEIDENHAIN desenvolve continuamente o abrangente pacote de ciclos, pelo que, com cada novo software, podem surgir também novos parâmetros Q para ciclos. Estes novos parâmetros Q são opcionais e, por isso, em parte ainda não existiam em versões de software mais antigas. No ciclo, encontram-se sempre no final da definição de ciclo. Na vista geral "Funções de ciclo novas e modificadas do software 34059x-09 ", encontra os parâmetros Q opcionais que foram adicionados a este software. Pode decidir se deseja definir parâmetros Q opcionais ou se prefere eliminá-los com a tecla NO ENT. Também pode aceitar o valor padrão definido. Caso elimine inadvertidamente um parâmetro Q opcional, ou se, após uma atualização de software, desejar ampliar os ciclos dos seus programas NC existentes, também pode inserir posteriormente parâmetros Q opcionais nos ciclos. O procedimento descreve-se seguidamente.

Inserir parâmetros Q opcionais posteriormente:

- Chame a definição de ciclo
- Prima repetidamente a tecla de seta da direita até que os novos parâmetros Q sejam exibidos
- Aceite o valor padrão registado ou introduza um valor
- Se desejar aplicar o novo parâmetro Q, abandone o menu, continuando a premir a tecla de seta da direita ou com END
- Se não pretender aceitar o novo parâmetro Q, prima a tecla NO ENT

Compatibilidade

Os programas NC que tenham sido criados em comandos numéricos HEIDENHAIN mais antigos (a partir do TNC 150 B) são executáveis, na sua maioria, pelo TNC 640, , e com este novo software. Mesmo que tenham sido adicionados novos parâmetros opcionais ("Parâmetros opcionais") aos ciclos existentes, em geral, os seus programas NC podem continuar a ser executados como habitualmente. Tal é possível através do valor predefinido guardado. Se, pelo contrário, desejar executar num comando mais antigo um programa NC que foi configurado para uma versão de software recente, pode eliminar da definição de ciclo os respetivos parâmetros Q opcionais com a tecla NO ENT. Desta forma, obtém um programa NC adequadamente compatível com versões mais recentes. Se os blocos NC contiverem elementos inválidos, estes serão identificados como blocos ERROR pelo comando ao abrir o ficheiro.

Funções de ciclo novas e modificadas do software 34059x-08

- Novo ciclo 453 CINEMÁTICA GRELHA. Este ciclo permite a apalpação de uma esfera de calibração em várias posições do eixo basculante que o fabricante da máquina define previamente. Os desvios medidos podem ser compensados com a ajuda de tabelas de compensação. São necessárias as opções #48 KinematicsOpt e #52 KinematicsComp; o fabricante da máquina deve adaptar a função à máquina em questão. ver "CINEMÁTICA GRELHA (ciclo 453, DIN/ISO: G453, opção)", Página 746
- Novo ciclo 441 APALPACAO RAPIDA. Com este ciclo, é possível definir globalmente diferentes parâmetros do apalpador (p. ex., o avanço de posicionamento) para todos os ciclos de apalpador utilizados em seguida. ver "APALPAÇÃO RÁPIDA (ciclo 441, DIN/ISO G441opção de software 17)", Página 688
- Novo ciclo 276 Traçado do contorno 3D ver "TRAÇADO DO CONTORNO 3D (ciclo 276, DIN/ISO: G276)", Página 244
- Ampliação do traçado do contorno: ciclo 25 com maquinagem de material residual, o ciclo foi ampliado com os seguintes parâmetros: Q18, Q446, Q447, Q448 ver "TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 25, DIN/ISO: G125)", Página 240
- Os ciclos 256 FACETA RECTANGULAR e 257 FACETA CIRCULAR foram ampliados com os parâmetros Q215, Q385, Q369 e Q386. ver "ILHA RETANGULAR (ciclo 256, DIN/ISO: G256)", Página 184, ver "ILHA CIRCULAR (ciclo 257, DIN/ISO: G257)", Página 189
- Os ciclos de puncionamento 860 – 862 e 870 – 872 foram ampliados com o parâmetro de introdução Q211. Neste parâmetro, é possível indicar uma duração de permanência em rotações do mandril da ferramenta que retarda a retração após o puncionamento na base. ver "PUNCIONAMENTO DE CONTORNO RADIAL (Ciclo 860, DIN/ISO: G860)", Página 460, ver "PUNCIONAMENTO RADIAL (Ciclo 861, DIN/ISO: G861)", Página 453, ver "PUNCIONAMENTO RADIAL AVANÇADO (Ciclo 862, DIN/ISO: G862)", Página 456, ver "PUNCIONAMENTO DE CONTORNO AXIAL (Ciclo 870, DIN/ISO: G870)", Página 471, ver "PUNCIONAMENTO AXIAL (ciclo 871, DIN/ISO: G871)", Página 464, ver "PUNCIONAMENTO AXIAL AVANÇADO (Ciclo 872, DIN/ISO: G872)", Página 467
- O ciclo 239 determina a carga atual dos eixos da máquina com a função reguladora LAC. Além disso, agora o ciclo 239 também pode ajustar a aceleração máxima do eixo. O ciclo 239 suporta a determinação da carga de eixos compostos. ver "DETERMINAR CARGA (ciclo 239 DIN/ISO: G239, opção de software 143)", Página 355
- Nos ciclos 205 e 241, o comportamento de avanço foi modificado! ver "FURAR EM PROFUNDIDADE COM GUME ÚNICO (ciclo 241, DIN/ISO: G241)", Página 110, ver "FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL (ciclo 205, DIN/ISO: G205)", Página 99

- Alterações em detalhes no ciclo 233: monitoriza o comprimento da lâmina (LCUTS) na maquinagem de acabamento, no desbaste com estratégia de fresagem 0-3 aumenta a superfície na direção de fresagem pelo valor de Q357 (se não estiver definida nenhuma limitação nesta direção) ver "FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 233, DIN/ISO: G233)", Página 198
- É possível programar CONTOUR DEF em DIN/ISO
- Os ciclos 1, 2, 3, 4, 5, 17, 212, 213, 214, 215, 210, 211, 230, 231, subordinados a "old cycles" e tecnicamente obsoletos, já não podem ser inseridos através do Editor. No entanto, continua a ser possível executar e alterar estes ciclos.
- Os ciclos de apalpador de mesa 480, 481, 482, 483, 484 podem ser ocultados ver "Ajustar parâmetros de máquina", Página 756
- O ciclo 225 Gravar pode gravar o estado atual dos contadores com uma nova sintaxe ver "Gravar o estado do contador", Página 349
- Nova coluna SERIAL na tabela de apalpadores ver "Dados do apalpador", Página 517

Funções de ciclo novas e modificadas do software 34059x-09

- Novo ciclo 285 DEFINIÇÃO DE ENGRENAGEM (opção de software 157), ver "DEFINIR ENGRENAGEM (ciclo 285, DIN/ISO: G285, opção de software 157)", Página 361
- Novo ciclo 286 FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM (opção de software 157), ver "FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM (ciclo 286, DIN/ISO: G286, opção de software 157)", Página 364
- Novo ciclo 287 APARAR ENGRENAGEM (opção de software 157), ver "APARAR ENGRENAGEM (ciclo 287, DIN/ISO: G287, opção de software 157)", Página 369
- Novo ciclo 883 TORNEAR ACABAMENTO SIMULTANEO(opção de software #50 e opção de software #158), ver "TORNEAR ACABAMENTO SIMULTANEO (ciclo 883, DIN/ISO: G883), (opção de software #158) ", Página 488
- Novo ciclo 1410 APALPACAO ARESTA (opção de software #17), ver "APALPACAO ARESTA (ciclo 1410, DIN/ISO: G1410)", Página 531
- Novo ciclo 1411 APALPACAO DOIS CIRCULOS (opção de software #17),ver "APALPACAO DOIS CIRCULOS (ciclo 1411, DIN ISO G1411)", Página 535
- Novo ciclo 1420 APALPACAO PLANO (opção de software #17), ver "APALPACAO PLANO (ciclo 1420, DIN/ISO: G1420)", Página 527
- Na simulação é calculada uma sonda de simulação. A simulação realiza-se sem mensagem de erro.
- No ciclo 24 ACABAMENTO LATERAL o arredondamento realiza-se no último passo através de hélice tangencial, ver "ACABAMENTO LATERAL (ciclo 24, DIN/ISO: G124)", Página 237
- O ciclo 233 FRESADO PLANO foi ampliado com o parâmetro Q367 POSICAO SUPERFICIE, ver "FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 233, DIN/ISO: G233)", Página 198
- O ciclo 257 FACETA CIRCULAR utiliza Q207 AVANCO FRESAGEM também para a maquinagem de desbaste, ver "ILHA CIRCULAR (ciclo 257, DIN/ISO: G257)", Página 189
- Nos ciclos 291 TORN.INTERPOL.ACOPL. E 292 TORN.INTERP.CONTORNO considera-se a configuração CfgGeoCycle (Nr. 201000), ver "ACOPLAMENTO DE TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO (ciclo 291, DIN/ISO: G291, opção de software 96)", Página 337 ver "ACABAMENTO DO CONTORNO DE TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO (ciclo 292, DIN/ISO: G292, opção de software 96)", Página 326
- Os ciclos de apalpação automáticos 408 a 419 têm em consideração chkTiltingAxes (Nr. 204600) ao definir o ponto de referência, ver "Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente", Página 561
- Ciclos de apalpação 41x, determinar pontos de referência automaticamente: novo comportamento dos parâmetros de ciclos Q303 TRANSM. VALOR MED. E Q305 NUMERO NA TABELA, ver "Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente", Página 561

- No ciclo 420 MEDIR ANGULO, os dados do ciclo e da tabela de apalpadores são considerados no posicionamento prévio, ver "MEDIR ÂNGULO (ciclo 420, DIN/ISO: G420)", Página 628
- A imagem de ajuda no ciclo 444 APALPACAO 3D foi alterada em Q309 REACAO DE ERRO; além disso, este ciclo considera uma TCPM, ver "APALPAÇÃO 3D (ciclo 444)", Página 669
- Consoante a definição do parâmetro de máquina opcional, o ciclo 444 APALPACAO 3D verifica a posição dos eixos rotativos relativamente aos ângulos de inclinação, ver "APALPAÇÃO 3D (ciclo 444)", Página 669
- Ao restaurar, o ciclo 450 GUARDAR CINEMATICA não escreve valores iguais, ver "GUARDAR CINEMÁTICA (ciclo 450, DIN/ISO: G450, opção)", Página 718
- O ciclo 451 MEDIR CINEMATICA foi ampliado com o valor 3 no parâmetro de ciclo Q406 MODO, ver "MEDIR A CINEMÁTICA (ciclo 451, DIN/ISO: G451, opção)", Página 721
- No ciclo 451 MEDIR CINEMATICA e 453 CINEMÁTICA GRELHA, o raio da esfera de calibração é supervisionado apenas na segunda medição, ver "MEDIR A CINEMÁTICA (ciclo 451, DIN/ISO: G451, opção)", Página 721 ver "CINEMÁTICA GRELHA (ciclo 453, DIN/ISO: G453, opção)", Página 746
- No ciclo 800 ADAPTAR SIST.ROTATIV, o parâmetro Q531 ANGULO DE INCIDENCIA foi aumentado para 0,001°
- A tabela de apalpadores foi ampliada com a coluna REACTION, ver "Tabela de apalpadores", Página 516
- O parâmetro de máquina CfgThreadSpindle (Nr. 113600) está à disposição, ver "ROSCAGEM com mandril compensador (ciclo 206, DIN/ISO: G206)", Página 123 , ver "ROSCAGEM sem mandril compensador GS (ciclo 207, DIN/ISO: G207)", Página 126, ver "ROSCAGEM COM ROTURA DE APARA (ciclo 209, DIN/ISO: G209)", Página 130 , ver "ROSCAGEM À LÂMINA (ciclo 18, DIN/ISO: G18)", Página 357

2

Princípios básicos / resumos

2.1 Introdução

As maquinagens que se repetem com frequência e que contêm vários passos de maquinagem memorizam-se no comando como ciclos. Também estão disponíveis como ciclos as conversões de coordenadas e algumas funções especiais. A maioria dos ciclos utiliza o parâmetro Q como parâmetro de transferência.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Os ciclos executam maquinagens de grande envergadura. Perigo de colisão!

- Executar um teste do programa antes da execução

Se, em ciclos com números superiores a 200, se utilizarem atribuições de parâmetros indiretas (p. ex. **Q210 = Q1**), a modificação do parâmetro atribuído (p. Ex., **Q1**) não se torna efetiva após a definição de ciclo. Nestes casos, defina diretamente o parâmetro de ciclo (p. ex. **Q210**).

Se, em ciclos de maquinagem com números superiores a 200, se definir um parâmetro de avanço, é igualmente possível atribuir, através da softkey, o avanço definido no bloco **TOOL CALL** (Softkey **FAUTO**) em vez de um valor numérico. Dependendo de cada ciclo e de cada função do parâmetro de avanço, estão ainda disponíveis as alternativas de avanço **FMAX** (marcha rápida), **FZ** (avanço dos dentes) e **FU** (avanço da rotação).

Tenha em atenção que uma alteração do avanço **FAUTO** após uma definição de ciclo não tem qualquer efeito, porque o comando atribui internamente de forma permanente o avanço do bloco **TOOL CALL** no processamento da definição de ciclo.

Se quiser eliminar um ciclo com vários blocos parciais, o comando emite um aviso, se deve ser apagado o ciclo completo.

2.2 Grupos de ciclos disponíveis

Resumo dos ciclos de maquinagem

CYCL DEF

- A barra de softkeys mostra os diferentes grupos de ciclos

Softkey	Grupo de ciclos	Página
FURO ROSCADO	Ciclos para furar em profundidade, alargar furos, mandrilar e rebaixar	80
FURO ROSCADO	Ciclos para furar roscas, abrir roscas e fresar roscas	122
CAIXAS/ ILHAS/ RANHURAS	Ciclos para fresar caixas, ilhas e ranhuras e para fresagem transversal	160
TRANSF. COORD.	Ciclos para o cálculo de coordenadas com que são deslocados, rodados, espelhados, ampliados e reduzidos quaisquer contornos	294
CICLOS SL	Ciclos SL (lista de subcontornos), com os quais são elaborados contornos compostos por vários subcontornos sobrepostos, assim como ciclos para maquinagem de superfície cilíndrica e para fresagem trocoidal	262
FIGURA DE PONTOS	Ciclos para a elaboração de padrões de pontos, p. ex., círculo de furos ou superfície de furos	210
TORNEAR	Ciclos para maquinagens de torneamento e para fresagem envolvente	384
CICLOS ESPECIAIS	Ciclos especiais Tempo de Espera, Chamada do Programa, Orientação do Mandril, Gravação, Tolerância, Torneamento de interpolação, Determinar carga, Ciclos de engrenagem	318

▷

- Eventualmente, continuar a comutar para ciclos de maquinagem específicos da máquina. Tais ciclos de maquinagem podem ser integrados pelo fabricante da sua máquina

Resumo dos ciclos de apalpação

TOUCH PROBE

- A barra de softkeys mostra os diferentes grupos de ciclos

Softkey	Grupo de ciclos	Página
ROTAÇÃO	Ciclos para o registo automático e compensação da posição inclinada duma peça de trabalho	519
PONTO REF.	Ciclos para a definição automática do ponto de referência	562
MEDIÇÃO	Ciclos para o controlo automático da peça de trabalho	620
CICLOS ESPECIAIS	Ciclos especiais	664
TS CALIBR.	Calibrar apalpador	676
CINEMÁTICA	Ciclos para a medição automática da cinemática	713
CICLOS TT	Ciclos para a medição automática da ferramenta (ativados pelo fabricante da máquina)	754
SUPERVISÃO COM CÂMARA	Ciclos para verificação da situação de fixação com base em câmaras VSC (opção de software #136)	692

▷

- Eventualmente, continuar a comutar para ciclos de apalpação específicos da máquina. Tais ciclos de apalpação podem ser integrados pelo fabricante da sua máquina

3

Utilização de ciclos de maquinagem

3.1 Trabalhar com ciclos de maquinagem

Ciclos específicos da máquina

Muitas máquinas colocam ciclos à disposição. Estes ciclos são implementados no comando pelo fabricante da máquina adicionalmente aos ciclos HEIDENHAIN. Para isso, está à disposição uma gama de ciclos separada.

- Ciclos 300 a 399
  Ciclos específicos da máquina que devem ser definidos através da tecla **CYCL DEF**
- Ciclos 500 a 599
  Ciclos do apalpador específicos da máquina que devem ser definidos através da tecla **TOUCH PROBE**

Para este caso consulte a respetiva descrição de funções no manual da máquina.

No caso dos ciclos específicos de máquina, em certas circunstâncias, também são utilizados parâmetros de transferência, que a HEIDENHAIN já utilizou em ciclos standard. Na utilização simultânea de ciclos DEF ativos (ciclos que o comando executa automaticamente na definição do ciclo) e ciclos CALL ativos (ciclos que têm de ser chamados para a execução).

Mais informações: "Chamar ciclos", Página 60

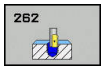
Para evitar problemas relativamente à sobrescrita de parâmetros de transferência utilizados várias vezes, observe o seguinte procedimento:

- Regra geral, programar os ciclos ativos DEF antes dos ciclos ativos CALL
- Entre a definição de um ciclo ativo CALL e a respetiva chamada do ciclo, programe apenas um ciclo ativo DEF se não ocorrerem sobreposições nos parâmetros de transferência destes dois ciclos

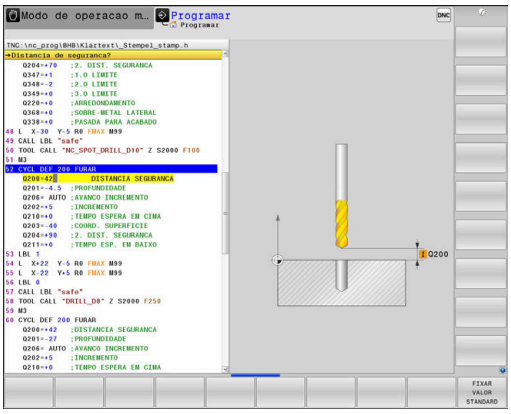
Definir um ciclo com softkeys

- A barra de softkeys mostra os diferentes grupos de ciclos

- Selecionar o grupo de ciclos, p. ex., ciclos de furo



- Selecionar o ciclo, p. ex., **FURAR COM**. O comando abre um diálogo e vai pedindo todos os valores de introdução. Ao mesmo tempo o comando apresenta um gráfico na metade direita do ecrã. O parâmetro a introduzir está realçado
- Indique todos os parâmetros pedidos pelo comando. Termine cada introdução com a tecla **ENT**
- O comando termina o diálogo depois de se introduzirem todos os dados necessários



Definir o ciclo com a função GOTO (IR PARA)

- A barra de softkeys mostra os diferentes grupos de ciclos

- O comando abre a janela de seleção smartSelect com um resumo dos ciclos
- Selecionar o ciclo pretendido com as teclas de setas ou o rato. O comando abre então o diálogo de ciclo como descrito acima

Exemplo

7 CYCL DEF 200 FURAR	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q201=3	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q202=5	;INCREMENTO
Q210=0	;TEMPO ESPERA EM CIMA
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q211=0.25	;TEMPO ESP. EM BAIXO
Q395=0	;REFER. PROFUNDIDADE

Chamar ciclos

Condições

Antes de uma chamada de ciclo, programe de todas as vezes:

- **BLK FORM** para a representação gráfica (necessário só para o teste de gráfico)
- Chamada de ferramenta
- Sentido de rotação do mandril (função auxiliar M3/M4)
- Definição de ciclo (DEF)

Tenha em conta outras condições apresentadas nas descrições a seguir sobre ciclos.

Os ciclos seguintes atuam a partir da sua definição no programa NC. Não pode nem deve chamar estes ciclos:

- os ciclos 220 padrão de pontos sobre um círculo e 221 padrão de pontos sobre linhas
- o ciclo SL 14 CONTORNO
- o ciclo SL 20 DADOS DO CONTORNO
- Ciclo 32 TOLERÂNCIA
- os ciclos para a conversão de coordenadas
- o ciclo 9 TEMPO DE ESPERA
- todos os ciclos de apalpação

Podem chamar-se todos os restantes ciclos com as funções a seguir descritas.

Chamada de ciclo com CYCL CALL

A função **CYCL CALL** chama uma vez o último ciclo de maquinagem definido. O ponto inicial do ciclo é a última posição programada antes do bloco CYCL CALL.

CYCL CALL

- Programar a chamada de ciclo: premir a tecla **CYCL CALL**
- Introduzir a chamada de ciclo: premir a softkey **CYCL CALL M**
- Se necessário, introduzir a função auxiliar M (p. ex., **M3**, para ligar o mandril) ou terminar o diálogo com a tecla **END**

Chamada de ciclo com CYCL CALL PAT

A função **CYCL CALL PAT** chama o ciclo de maquinagem definido em último lugar para todas as posições que se tenham definido numa definição de padrão PATTERN DEF ou numa tabela de pontos.

Mais informações: "Definição do padrão PATTERN DEF", Página 68

Mais informações: "Tabelas de pontos", Página 74

Chamada de ciclo com CYCL CALL POS

A função **CYCL CALL POS** chama uma vez o último ciclo de maquinagem definido. O ponto inicial do ciclo é a posição que se definiu no bloco **CYCL CALL POS**.

O comando aproxima à posição indicada no bloco **CYCL CALL POS** com lógica de posicionamento:

- Se a posição da ferramenta atual no eixo da ferramenta for superior à aresta superior da peça de trabalho (Q203), o comando posiciona primeiro para a posição programada no plano de maquinagem. Em seguida, no eixo da ferramenta
- Se a posição da ferramenta atual no eixo da ferramenta estiver abaixo da aresta superior da peça de trabalho (Q203), o comando posiciona primeiro para a altura segura no eixo da ferramenta. Em seguida, para a posição programada no plano de maquinagem

No bloco **CYCL CALL POS**, têm que estar sempre programados três eixos de coordenadas. Através da coordenada no eixo da ferramenta pode alterar facilmente a posição inicial. Funciona como uma deslocação do ponto zero adicional.

O avanço definido no bloco **CYCL CALL POS** só é válido para a aproximação à posição inicial programada nesse bloco NC.

O comando aproxima à posição definida no bloco **CYCL CALL POS**, por princípio, com correção de raio desativada (R0).

Quando se chama um ciclo com **CYCL CALL POS** em que está definida uma posição inicial (p. ex. ciclo 212), então a posição definida no ciclo age como uma deslocação adicional sobre a posição definida no bloco **CYCL CALL POS**. Por isso deve definir a posição inicial a ser determinada no ciclo sempre para 0.

Chamada de ciclo com M99/M89

A função atuante bloco a bloco **M99** chama uma vez o último ciclo de maquinagem definido. Pode programar-se **M99** no fim dum bloco de posicionamento; o comando desloca-se para esta posição e a seguir chama o último ciclo de maquinagem definido.

Se desejar que o comando execute automaticamente o ciclo depois de cada bloco de posicionamento, programe a primeira chamada de ciclo com **M89**.

Para anular a atuação de **M89**, programe

- **M99** no bloco de posicionamento onde se faz a aproximação ao último ponto inicial, ou
- defina com **CYCL DEF** um novo ciclo de maquinagem

O comando não suporta M89 em combinação com a programação FK!

Chamada de ciclo com SEL CYCLE

Premindo a tecla **PGM CALL**, com SELECIONAR CICLO é possível utilizar um programa NC qualquer como ciclo de maquinagem. Aparece a sintaxe. **SEL CYCLE**, podendo escolher um programa NC com SELECIONAR FICHEIRO. Este é chamado com **CYCLE CALL**, **CYCL CALL PAT**, **CYCL CALL POS** ou M99.

Ao executar-se um programa NC selecionado com **SEL CYCLE**, na execução do programa bloco a bloco, executa-se sem paragem após cada bloco NC. Também na execução contínua do programa é visível apenas um bloco NC.

CYCL CALL PAT e **CYCL CALL POS** aplicam uma lógica de posicionamento antes de o ciclo chegar à execução. SEL CYCLE e o ciclo 12 PGM CALL comportam-se da mesma forma relativamente à lógica de posicionamento: no padrão de pontos, o cálculo da altura segura a aproximar realiza-se através do máximo da posição Z ao iniciar o padrão e todas as posições Z no padrão de pontos. Com **CYCL CALL POS**, não se realiza nenhum posicionamento prévio na direção do eixo da ferramenta. O próprio utilizador terá então de programar o posicionamento prévio dentro do ficheiro chamado.

Trabalhar com um eixo paralelo

O comando executa movimentos de avanço no eixo paralelo (W-Achse) que foi definido como eixo do mandril no bloco **TOOL CALL**. Mostra-se um "W" na visualização de estado, o cálculo da ferramenta realiza-se no eixo W.

Tal só é possível com estes ciclos:

Ciclo	Função do eixo W
200 **FURAR**	■
201 **ALARGAR**	■
202 **MANDRILAR**	■
203 **FURAR UNIVERSAL**	■
204 **REBAIXAR INVERSO**	■
205 **FURO PROF.UNIVERSAL**	■
208 **FRESADO DE FUROS**	■
225 **GRAVACAO**	■
232 **FRESADO PLANO**	■
233 **FRESAGEM TRANSVERSAL**	■
241 **FURO PROFUND UM GUME**	■

A HEIDENHAIN recomenda não trabalhar com **TOOL CALL W**! Utilize **FUNCTION PARAXMODE** ou **FUNCTION PARAXCOMP**.

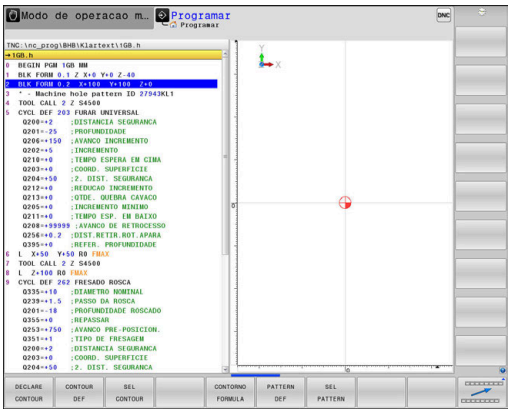
Mais informações: Manual do Utilizador para Programação Klartext

3.2 Predefinições de programa para ciclos

Resumo

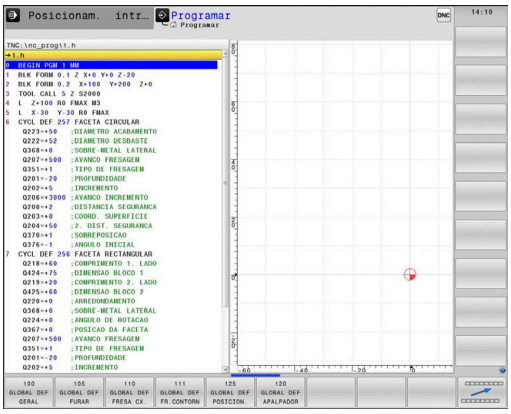
Todos os ciclos 20 a 25 e aqueles com números superiores a 200 utilizam sempre parâmetros de ciclos idênticos, como, p. ex., a distância de segurança **Q200**, que se devem introduzir em cada definição de ciclo. Através da função **GLOBAL DEF**, tem-se a possibilidade de definir estes parâmetros de ciclos no início do programa de forma centralizada, de modo a que atuem globalmente em todos os ciclos de maquinagem utilizados no programa NC. No respetivo ciclo de maquinagem, remete-se para o valor que foi definido no início do programa.

Dispõe-se das seguintes funções GLOBAL DEF:



Softkey	Padrões de maquinagem	Página
100 GLOBAL DEF GERAL	GLOBAL DEF GERAL Definição de parâmetros de ciclos válidos em geral	66
105 GLOBAL DEF FURAR	GLOBAL DEF FURAR Definição de parâmetros especiais de ciclos de furos	66
110 GLOBAL DEF FRESA CX.	GLOBAL DEF FRESAGEM DE CAIXAS Definição de parâmetros especiais de ciclos para fresar caixas	66
111 GLOBAL DEF FR.CONTORN	GLOBAL DEF FRESAGEM DE CONTORNO Definição de parâmetros especiais de ciclos de fresagem de contorno	67
125 GLOBAL DEF POSICION.	GLOBAL DEF POSICIONAR Definição do comportamento de posicionamento em **CYCL CALL PAT**	67
120 GLOBAL DEF APALPADOR	GLOBAL DEF APALPAÇÃO Definição de parâmetros especiais para ciclos de apalpação	67

Introduzir GLOBAL DEF

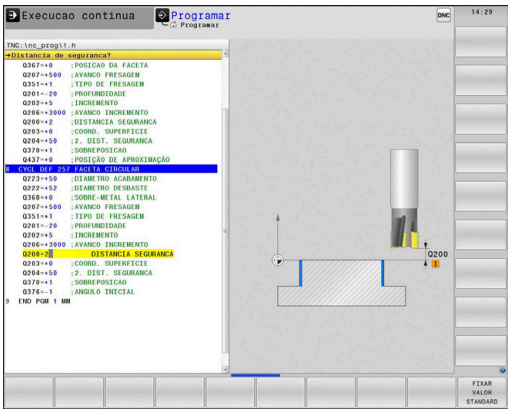


- Modo de funcionamento: Premir a tecla **Programar**
- SPEC FCT — Selecionar funções especiais: premir a tecla **SPEC FCT**
- PREDEFIN PROGRAMA — Selecionar funções para as predefinições do programa
- GLOBAL DEF — Premir a softkey **GLOBAL DEF**
- 100 GLOBAL DEF GERAL — Selecionar a função GLOBAL-DEF pretendida, p. ex., premindo a softkey **DEF GLOBAL GERAL**
- Introduzir as definições necessárias, confirmar com a tecla **ENT**

Utilizar as indicações GLOBAL-DEF

Se tiver introduzido as funções GLOBAL-DEF correspondentes no início do programa, então pode referir este valor globalmente válido na definição de qualquer ciclo de maquinagem.

Proceda da seguinte forma:



- Modo de funcionamento: premir a tecla **Programar**
- CYCL DEF — Selecionar ciclos de maquinagem: premir a tecla **CYCLE DEF**
- FURO ROSCADO — Selecionar o grupo de ciclos pretendido, p. ex., ciclos de furo
- 200 — Selecionar o ciclo pretendido, p. ex., **furar**
- Se existir um parâmetro global para isso, o comando realça a softkey **FIXAR VALOR STANDARD**
- FIXAR VALOR STANDARD — Premir a softkey **FIXAR VALOR STANDARD**: o comando regista a palavra **PREDEF** (em inglês, predefinido) na definição de ciclo. Desta forma, efetuou,se um encadeamento com o parâmetro **GLOBAL DEF** correspondente definido no início do programa

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se as definições de programa forem alteradas posteriormente com **GLOBAL DEF**, as alterações afetarão o programa NC completo. Dessa forma, o processo de maquinagem pode ser modificado consideravelmente.

- Utilizar **GLOBAL-DEF** conscienciosamente. Executar um teste do programa antes da execução
- Registando um valor fixo nos ciclos de maquinagem, então **GLOBAL DEF** não altera os valores

Dados globais válidos em geral

- **Distância de segurança**: distância entre o extremo da ferramenta e a superfície da peça de trabalho por deslocação automática da posição inicial do ciclo no eixo da ferramenta
- **2.ª distância de segurança**: posição na qual o comando posiciona a ferramenta no final de um passo de maquinagem. A posição de maquinagem seguinte é alcançada no plano de maquinagem a esta altura
- **F Posicionamento**: avanço com o qual o comando desloca a ferramenta dentro de um ciclo
- **F Retrocesso**: avanço com o qual o comando volta a posicionar a ferramenta na posição anterior

> Os parâmetros são válidos para todos os ciclos de maquinagem 2xx.

Dados globais para programas de furar

- **Retrocesso rotura de apara**: valor com que o comando retrocede a ferramenta quando há rotura de apara
- **Tempo de espera em baixo**: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo
- **Tempo de espera em cima**: tempo em segundos que a ferramenta permanece na distância de segurança

> Os parâmetros são válidos para os ciclos de furo, de roscagem e de fresar rosca de 200 a 209, 240, 241 e 262 a 267.

Dados globais para programas de fresagem com ciclos de caixa 25x

- **Fator de sobreposição**: a multiplicação do raio da ferramenta pela sobreposição da trajetória tem como resultado o passo lateral
- **Modo de fresagem**: sentido sincronizado/sentido contrário
- **Modo de penetração**: penetração no material em hélice, pendular ou perpendicular

> Os parâmetros são válidos para os ciclos de fresagem 251 até 257.

Dados globais para programas de fresagem com ciclos de contorno

- **Distância de segurança**: distância entre o extremo da ferramenta e a superfície da peça de trabalho por deslocação automática da posição inicial do ciclo no eixo da ferramenta
- **Altura segura**: altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça de trabalho (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo)
- **Fator de sobreposição**: a multiplicação do raio da ferramenta pela sobreposição da trajetória tem como resultado o passo lateral
- **Modo de fresagem**: sentido sincronizado/sentido contrário

> Os parâmetros são válidos para os ciclos SL 20, 22, 23, 24 e 25.

Dados globais para o comportamento de posições

- **Comportamento de posicionamento**: retrocesso no eixo da ferramenta no final de um passo de maquinagem para a 2.ª distância de segurança ou para a posição no início da unidade

> Os parâmetros são válidos para todos os ciclos de maquinagem sempre que chamar cada ciclo com a função **CYCL CALL PAT**.

Dados globais para funções de apalpação

- **Distância de segurança**: Distância entre haste de apalpação e a superfície da peça de trabalho na aproximação automática da posição de apalpação
- **Altura segura**: coordenadas no eixo do apalpador sobre as quais o comando desloca o sistema de apalpação entre pontos de medição, se a opção **Deslocar para altura segura** estiver ativa
- **Deslocar para altura segura**: selecionar se o comando deve deslocar-se entre pontos de medição na distância de segurança ou a uma altura mais segura

> Os parâmetros aplicam-se a todos os ciclos de apalpação 4xx.

3.3 Definição do padrão PATTERN DEF

Aplicação

Com a função **PATTERN DEF**, definem-se facilmente padrões de maquinagem, que se podem chamar com a função **CYCL CALL PAT**. Tal como acontece nas definições de ciclos, também na definição de padrões estão disponíveis figuras de ajuda que esclarecem quaisquer parâmetros de introdução.

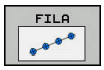
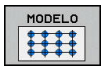
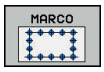
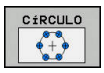
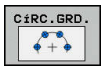
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

A função **PATTERN DEF** calcula as coordenadas de maquinagem nos eixos **X** e **Y**. Durante a maquinagem seguinte, existe perigo de colisão em todos os eixos de ferramenta exceto **X**!

- Utilizar **PATTERN DEF** exclusivamente com o eixo de ferramenta **Z**

Estão à disposição os seguintes padrões de maquinagem:

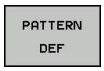
Softkey	Padrões de maquinagem	Página
	PONTO Definição de até 9 posições de maquinagem	70
	SÉRIE Definição de uma série individual, retilínea ou rodada	70
	PADRÃO Definição de um padrão individual retilíneo, rodado ou deformado	71
	MARGEM Definição de uma margem individual retilínea, rodada ou deformada	72
	CÍRCULO Definição de um círculo completo	73
	Círculo teórico Definição de um círculo teórico	73

Introduzir PATTERN DEF

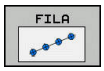
- Modo de funcionamento: Premir a tecla **Programar**

- Selecionar funções especiais: premir a tecla **SPEC FCT**

- Selecionar as funções para a maquinagem de contorno e de pontos



- Premir a softkey **PATTERN DEF**



- Selecionar o padrão de maquinagem pretendido, p. ex., premir a softkey Fila única
- Introduzir as definições necessárias, confirmar com a tecla **ENT**

Utilizar PATTERN DEF

Assim que tiver introduzido uma definição de padrão, pode chamá-la através da função **CYCL CALL PAT**.

Mais informações: "Chamar ciclos", Página 60

O comando executa então o ciclo de maquinagem definido por último no padrão de maquinagem definido por si.

Um padrão de maquinagem mantém-se ativo até se definir um novo padrão ou selecionar uma tabela de pontos através da função **SEL PATTERN**.

Através do processo de bloco, é possível selecionar um ponto qualquer, no qual se pode iniciar ou continuar a maquinagem
Mais informações: Manual do Utilizador Preparar, testar e executar programas NC

O comando leva a ferramenta entre os pontos iniciais de regresso à altura de segurança. Como altura segura o comando utiliza as coordenadas dos eixos do mandril na chamada do ciclo ou o valor do parâmetro de ciclo Q204, dependendo de qual for maior.

Se a superfície das coordenadas em PATTERN DEF for maior que aquela no ciclo, a 2.ª distância de segurança é calculada na superfície das coordenadas de PATTERN DEF.

Quando a superfície das coordenadas no ciclo é maior que aquela em PATTERN DEF, a distância de segurança é calculada na soma das duas superfícies das coordenadas.

Antes de **CYCL CALL PAT**, pode-se utilizar a função **GLOBAL DEF 125** com Q352=1 (encontra-se com **SPEC FCT**/predefinições de programa). Em seguida, o comando posiciona entre os furos sempre na 2.ª distância de segurança que tenha sido definida no ciclo.

Definir posições de maquinagem individuais

Podem-se introduzir, no máximo, 9 posições de maquinagem; confirmar a introdução com a tecla **ENT**.

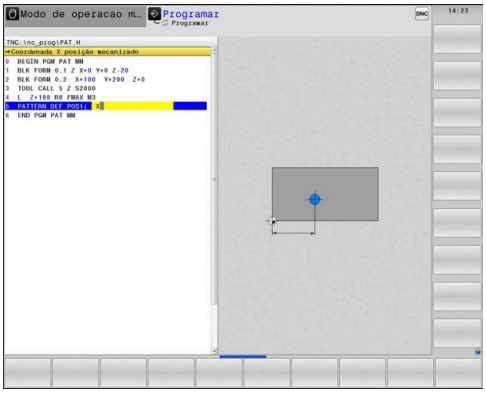
A POS1 deve ser programada com coordenadas absolutas. A POS2 a POS9 podem ser programadas de forma absoluta e/ou incremental.

Se se definir uma **Superficie da peça em Z** diferente de 0, então este valor será válido para a superfície da peça de trabalho **Q203** que se definiu no ciclo de maquinagem.

- POS1: **Coordenada X posição mecanizado** (absoluta): introduzir a coordenada X
- POS1: **Coord. Y posição de mecanizado** (absoluta): introduzir a coordenada Y
- POS1: **Coordenada superfície peça trab** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que começa a maquinagem
- POS2: **Coordenada X posição mecanizado** (absoluta ou incremental): introduzir a coordenada X
- POS2: **Coord. Y posição de mecanizado** (absoluta ou incremental): introduzir a coordenada Y
- POS2: **Coordenada superfície peça trab** (absoluta ou incremental): introduzir a coordenada Z

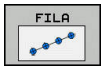
Exemplo

```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF
    POS1 (X+25 Y+33,5  Z+0)
    POS2 (X+15 IY+6,5  Z+0)
```



Definir série individual

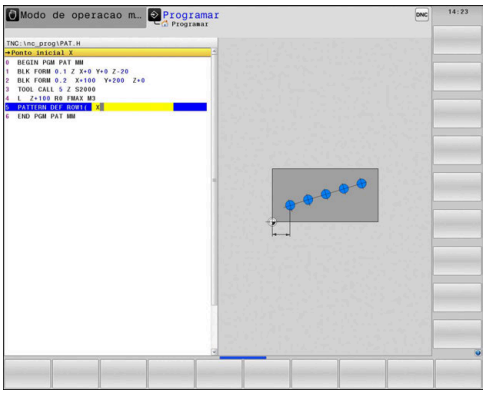
Se se definir uma **Superficie da peça em Z** diferente de 0, então este valor será válido para a superfície da peça de trabalho **Q203** que se definiu no ciclo de maquinagem.



- **Ponto inicial X** (absoluto): coordenada do ponto inicial da fila no eixo X
- **Ponto inicial Y** (absoluto): coordenada do ponto inicial da fila no eixo Y
- **Distância posições maquinação** (incremental): distância entre as posições de maquinagem. Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Número de maquinações**: número total das posições de maquinagem
- **Pos. angular do padrão completo** (absoluto): ângulo de rotação em torno do ponto inicial introduzido. Eixo de referência: eixo principal do plano de maquinagem ativo (por exemplo, X no eixo da ferramenta Z). Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Coordenada superfície peça trab** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que começa a maquinagem

Exemplo

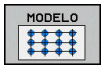
```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  ROW1
    (X+25 Y+33,5  D+8 NUM5  ROT+0 Z
    +0)
```



Definir o padrão individual

Se se definir uma **Superficie da peça em Z** diferente de 0, então este valor será válido para a superfície da peça de trabalho **Q203** que se definiu no ciclo de maquinagem.

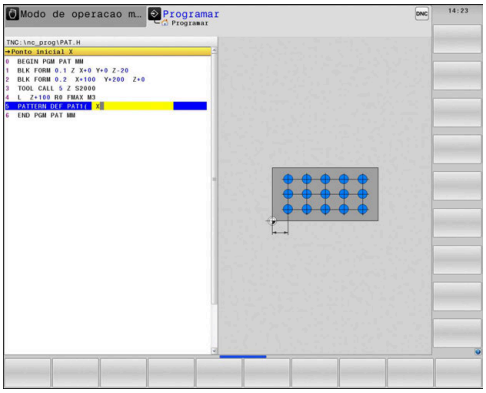
Os parâmetros **Posição angular eixo principal** e**Posição angular eixo secundário** watuam adicionalmente numa **Pos. angular do padrão completo** executada anteriormente.



- **Ponto inicial X** (absoluto): coordenada do ponto inicial do padrão no eixo X
- **Ponto inicial Y** (absoluto): coordenada do ponto inicial do padrão no eixo Y
- **Distância posições maquinação X** X(incremental): distância entre as posições de maquinagem na direção X. Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Distância posições maquinação Y** (incremental): distância entre as posições de maquinagem na direção Y. Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Número de colunas**: número total de colunas do padrão
- **Número de linhas**: número total de linhas do padrão
- **Pos. angular do padrão completo** (absoluta): ângulo de rotação com o qual todo o padrão é rodado em volta do ponto inicial introduzido. Eixo de referência: eixo principal do plano de maquinagem ativo (por exemplo, X no eixo da ferramenta Z). Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Posição angular eixo principal**: ângulo de rotação com o qual exclusivamente o eixo principal do plano de maquinagem é deformado em relação ao ponto inicial introduzido. Introdução de valor positivo ou negativo possível.
- **Posição angular eixo secundário**: ângulo de rotação com o qual exclusivamente o eixo secundário do plano de maquinagem é deformado em relação ao ponto inicial introduzido. Introdução de valor positivo ou negativo possível.
- **Coordenada superfície peça trab** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que deve começar a maquinagem

Exemplo

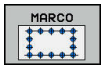
```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  PAT1 (X+25 Y+33,5
   DX+8 DY+10  NUMX5 NUMY4 ROT+0
   ROTX+0 ROTY+0  Z+0)
```



Definir a margem individual

Se se definir uma **Superfície da peça em Z** diferente de 0, então este valor será válido para a superfície da peça de trabalho **Q203** que se definiu no ciclo de maquinagem.

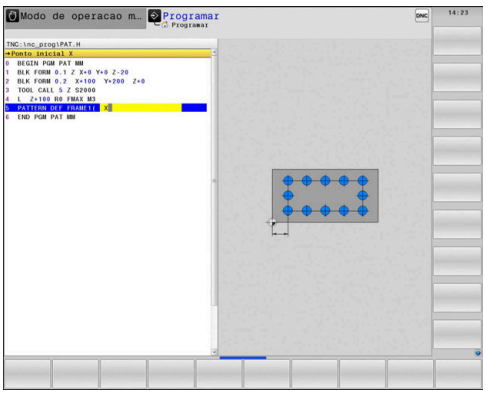
Os parâmetros **Posição angular eixo principal** e**Posição angular eixo secundário** watuam adicionalmente numa **Pos. angular do padrão completo** executada anteriormente.



- **Ponto inicial X** (absoluto): coordenada do ponto inicial da moldura no eixo X
- **Ponto inicial Y** (absoluto): coordenada do ponto inicial da moldura no eixo Y
- **Distância posições maquinação X** X(incremental): distância entre as posições de maquinagem na direção X. Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Distância posições maquinação Y** (incremental): distância entre as posições de maquinagem na direção Y. Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Número de colunas**: número total de colunas do padrão
- **Número de linhas**: número total de linhas do padrão
- **Pos. angular do padrão completo** (absoluta): ângulo de rotação com o qual todo o padrão é rodado em volta do ponto inicial introduzido. Eixo de referência: eixo principal do plano de maquinagem ativo (por exemplo, X no eixo da ferramenta Z). Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Posição angular eixo principal**: ângulo de rotação com o qual exclusivamente o eixo principal do plano de maquinagem é deformado em relação ao ponto inicial introduzido. Introdução de valor positivo ou negativo possível.
- **Posição angular eixo secundário**: ângulo de rotação com o qual exclusivamente o eixo secundário do plano de maquinagem é deformado em relação ao ponto inicial introduzido. Introdução de valor positivo ou negativo possível.
- **Coordenada superfície peça trab** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que começa a maquinagem

Exemplo

```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  FRAME1
   (X+25  Y+33,5 DX+8  DY+10 NUMX5
   NUMY4 ROT+0  ROTX+0 ROTY+0  Z
   +0)
```



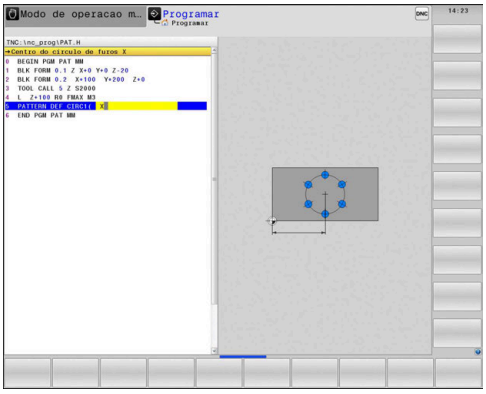
Definir o círculo completo

> Se se definir uma **Superficie da peça em Z** diferente de 0, então este valor será válido para a superfície da peça de trabalho **Q203** que se definiu no ciclo de maquinagem.

- **Centro do círculo de furos X** (absoluto): coordenada do ponto central do círculo no eixo X
- **Centro do círculo de furos Y** (absoluto): coordenada do ponto central do círculo no eixo Y
- **Diâmetro do círculo de furos**: Diâmetro do círculo de furos
- **Ângulo inicial**: ângulo polar da primeira posição de maquinagem. Eixo de referência: eixo principal do plano de maquinagem ativo (por exemplo, X no eixo da ferramenta Z). Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Número de maquinações**: número total das posições de maquinagem no círculo
- **Coordenada superfície peça trab** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que começa a maquinagem

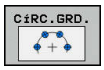
Exemplo

```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  CIRC1
   (X+25  Y+33 D80  START+45 NUM8  Z
   +0)
```



Definir o círculo parcial

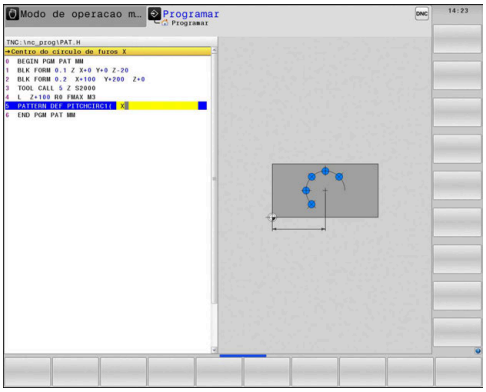
> Se se definir uma **Superficie da peça em Z** diferente de 0, então este valor será válido para a superfície da peça de trabalho **Q203** que se definiu no ciclo de maquinagem.



- **Centro do círculo de furos X** (absoluto): coordenada do ponto central do círculo no eixo X
- **Centro do círculo de furos Y** (absoluto): coordenada do ponto central do círculo no eixo Y
- **Diâmetro do círculo de furos**: Diâmetro do círculo de furos
- **Ângulo inicial**: ângulo polar da primeira posição de maquinagem. Eixo de referência: eixo principal do plano de maquinagem ativo (por exemplo, X no eixo da ferramenta Z). Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Passo gradual/Ângulo final**: Ângulo polar de valor incremental entre duas posições de maquinagem. Introdução de valor positivo ou negativo possível. Ângulo final alternativo a introduzir (comutar através de softkey)
- **Número de maquinações**: número total das posições de maquinagem no círculo
- **Coordenada superfície peça trab** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que começa a maquinagem

Exemplo

```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  PITCHCIRC1
   (X+25  Y+33 D80  START+45 STEP30
   NUM8 Z+0)
```



3.4 Tabelas de pontos

Aplicação

Quando quiser executar um ciclo, ou vários ciclos uns após outros, num padrão de pontos irregular, crie tabelas de pontos.

Quando utilizar ciclos de furar, as coordenadas do plano de maquinagem correspondem na tabela de pontos às coordenadas dos pontos centrais dos furos. Se aplicar ciclos de fresar, as coordenadas do plano de maquinagem na tabela de pontos correspondem às coordenadas do ponto inicial do respetivo ciclo (p. ex. coordenadas do ponto central de uma caixa circular). As coordenadas no eixo do mandril correspondem à coordenada da superfície da peça de trabalho.

Indicar a tabela de pontos

- Modo de funcionamento: Premir a tecla **Programar**

- Chamar a Gestão de Ficheiros: premir a tecla **PGM MGT**

NOME DE FICHEIRO?

- Introduzir o nome e tipo de ficheiro da tabela de pontos Confirmar com a tecla **ENT**

- Selecionar a unidade métrica: premir a tecla **MM**ou **POLEG.**. O comando muda para a janela do programa e apresenta uma tabela de pontos vazia

- Com a softkey **INSERIR LINHA**, acrescentar uma nova linha. Introduzir as coordenadas do local de maquinagem desejado

Repetir o processo até estarem introduzidas todas as coordenadas pretendidas.

> O nome da tabela de pontos deve começar por uma letra.
>
> Com a softkey **ORDENAR / OCULTAR COLUNAS** (quarta barra de softkeys), pode determinar quais as coordenadas que deseja introduzir na tabela de pontos.

Omitir pontos individuais para a maquinagem

Na tabela de pontos é possível assinalar na coluna **FADE** o ponto definido na respetiva linha, de modo a que este possa ser opcionalmente omitido para a maquinagem.

- Selecionar o ponto na tabela que é omitido

- Selecionar a coluna **FADE**

- Ativar Omitir ou

- Desativar Omitir

Selecionar a tabela de pontos no programa NC

No modo de funcionamento **Programar**, selecionar o programa NC para o qual a tabela de pontos é ativada:

- Chamar a função para a seleção da tabela de pontos: premir a tecla **PGM CALL**

- Premir a softkey **SELECIONAR TABELA PONTOS REF**

- Premir a softkey **SELECIONAR FICHEIRO**
- Selecionar a tabela de pontos e finalizar com a softkey **OK**

Quando a tabela de pontos não está memorizada no mesmo diretório do programa NC, tem de se introduzir o nome do caminho completo.

Exemplo

```
7 SEL PATTERN "TNC:\DIRKT5\NUST35.PNT"
```

Chamar ciclo em conjunto com tabelas de pontos

Se o comando chamar o ciclo de maquinagem definido em último lugar nos pontos que estão definidos numa tabela de pontos, programe a chamada de ciclo com **CYCL CALL PAT**:

CYCL CALL

- Programar a chamada de ciclo: premir a tecla **CYCL CALL**
- Chamar a tabela de pontos: premir a softkey **CYCL CALL PAT**
- Introduzir o avanço com que o comando deve deslocar entre os pontos ou softkey **F MAX** (sem introdução: deslocação com o último avanço programado)
- Em caso de necessidade, introduzir a função auxilar M. Confirmar com a tecla **END**

O comando leva a ferramenta entre os pontos iniciais de regresso à altura de segurança. Como altura segura o comando utiliza a coordenada do eixo do mandril na chamada do ciclo ou o valor do parâmetro de ciclo Q204, dependendo de qual for maior.

Antes de **CYCL CALL PAT**, pode-se utilizar a função **GLOBAL DEF 125** com Q352=1 (encontra-se com **SPEC FCT**/predefinições de programa). Em seguida, o comando posiciona entre os furos sempre na 2.ª distância de segurança que tenha sido definida no ciclo.

Ao fazer o posicionamento prévio, se quiser deslocar com avanço reduzido no eixo do mandril, utilize a função auxiliar M103.

Atuação da tabela de pontos com os ciclos SL e o ciclo 12

O comando interpreta os pontos como uma deslocação suplementar do ponto zero.

Atuação da tabela de pontos com os ciclos de 200 a 208 e 262 a 267

O comando interpreta os furos do plano de maquinagem como coordenadas do ponto central do furo. Se se quiser usar a coordenada definida na tabela de pontos como coordenada do ponto inicial no eixo do mandril, deve definir-se a aresta superior da peça de trabalho (Q203) com 0.

Atuação da tabela de pontos com os ciclos , 251 a 254

O comando interpreta os furos do plano de maquinagem como coordenadas do ponto inicial do ciclo. Se se quiser usar a coordenada definida na tabela de pontos como coordenada do ponto inicial no eixo do mandril, deve definir-se a aresta superior da peça de trabalho (Q203) com 0.

O comando executa com **CYCL CALL PAT** a tabela de pontos que se definiu em último lugar. Mesmo que se tenha definido a tabela de pontos num programa NC aninhado com **CALL PGM**.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se programar na tabela de pontos uma Altura Segura em pontos aleatórios, o comando ignora a 2.ª distância de segurança do ciclo de maquinagem para **todos** os pontos!

- Programando anteriormente GLOBAL DEF 125 POSICIONAR, o comando considera a Altura Segura da tabela de pontos apenas no ponto em questão.

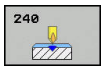
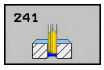
4

Ciclos de maquinagem: furar

4.1 Princípios básicos

Resumo

O comando disponibiliza os seguintes ciclos para as mais variadas maquinagens de furação :

Softkey	Ciclo	Página
	240 CENTRAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, introdução opcional do diâmetro de centragem/profundidade de centragem	81
	200 FURAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança	83
	201 ALARGAR FURO Com posicionamento prévio automático, 2.ª Distância de segurança	85
	202 MANDRILAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª Distância de segurança	87
	203 FURAR UNIVERSAL Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, rotura de apara, degressão	90
	204 REBAIXAMENTO INVERTIDO Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança	95
	205 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, rotura de apara, distância de posição prévia	99
	208 MANDRILAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança	107
	241 FURAR EM PROFUNDIDADE COM GUME ÚNICO Com posicionamento prévio automático sobre ponto inicial aprofundado, definição do agente refrigerante por velocidade	110

4.2 CENTRAR (ciclo 240, DIN/ISO: G240)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança sobre a superfície da peça de trabalho

2 A ferramenta centra com o avanço **F** programado até ao diâmetro de centragem ou à profundidade de centragem introduzidos

3 Se tiver sido programado, a ferramenta espera na base da centragem

4 Para terminar, a ferramenta desloca-se com **FMAX** para a distância de segurança ou para a 2.ª distância de segurança. A 2.ª distância de segurança **Q204** só atua se for programada maior que a distância de segurança **Q200**

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com a correção de raio **R0**.

O sinal do parâmetro de ciclo **Q344** (diâmetro) ou **Q201** (profundidade) é determinado pela direção da maquinagem. Se programar o diâmetro ou a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

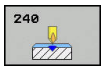
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

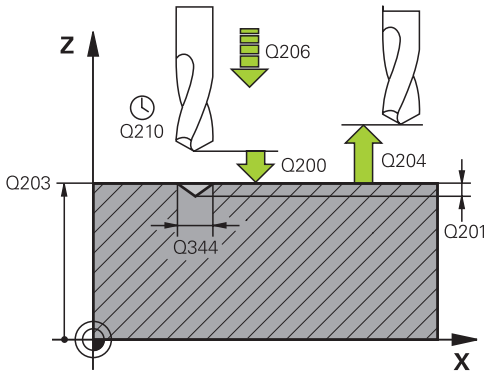
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

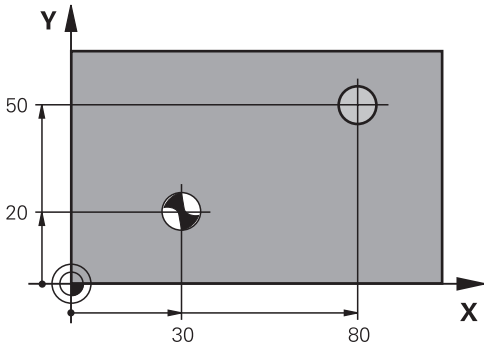
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo



- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): Distância entre a extremidade da ferramenta e a superfície da peça de trabalho; introduzir valor positivo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q343 Selecç. diâmetro/profund. (1/0)**: seleção, se a centragem deve ser feita com base no diâmetro introduzido ou na profundidade introduzida. Se o comando deve centrar com base no diâmetro introduzido, tem de se definir o ângulo da ponta da ferramenta na coluna**T-Angle**. da tabela de ferramentas TOOL.T
  0: Centrar à profundidade introduzida
  1: Centrar ao diâmetro introduzido
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base de centragem (ponta do cone de centragem). Só atuante quando está definido Q343=0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q344 Diâmetro do escariado** (sinal): diâmetro de centragem. Só atuante quando está definido Q343=1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao centrar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa**FAUTO**, **FU**
- **Q211 Tempo de espera em baixo?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999





Exemplo

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 CYCL DEF 240  CENTRAR
    Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q343=1      ;SELECC. DIA./PROF.
    Q201=+0     ;PROFUNDIDADE
    Q344=-9     ;DIAMETRO
    Q206=250    ;AVANCO INCREMENTO
    Q211=0.1    ;TEMPO ESP. EM BAIXO
    Q203=+20    ;COORD. SUPERFICIE
    Q204=100    ;2. DIST. SEGURANCA
12 L  X+30 Y+20  R0 FMAX  M3 M99
13 L  X+80 Y+50  R0 FMAX  M99
```

4.3 FURAR (ciclo 200)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril com marcha rápida **FMAX** na distância de segurança sobre a superfície da peça de trabalho

2 A ferramenta fura com o avanço **F** programado até à primeira profundidade do passo

3 O comando retira a ferramenta com **FMAX** para a distância de segurança, permanece aí - se a espera tiver sido programada - e a seguir desloca-se de novo com **FMAX** para a distância de segurança sobre a primeira profundidade de passo

4 A seguir, a ferramenta fura com o avanço F programado até outra profundidade de passo

5 O comando repete este processo (2 a 4) até alcançar a profundidade de furo programada (o tempo de espera de Q211 atua com qualquer passo)

6 Para terminar, a ferramenta desloca-se da base do furo com **FMAX** para a distância de segurança ou para a 2.ª distância de segurança. A 2.ª distância de segurança **Q204** só atua se for programada maior que a distância de segurança **Q200**

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Se desejar furar sem rotura de apara, defina no parâmetro **Q202** um valor mais alto que a profundidade **Q201** mais a profundidade calculada a partir do ângulo de ponta. Também pode indicar aqui um valor significativamente maior.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

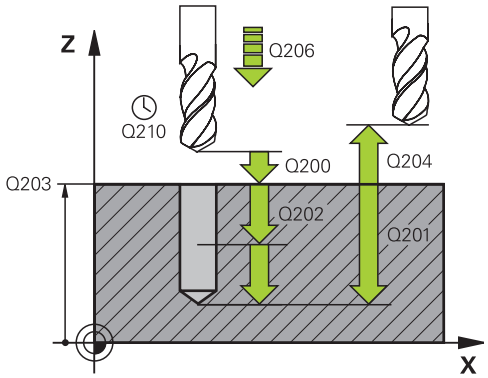
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

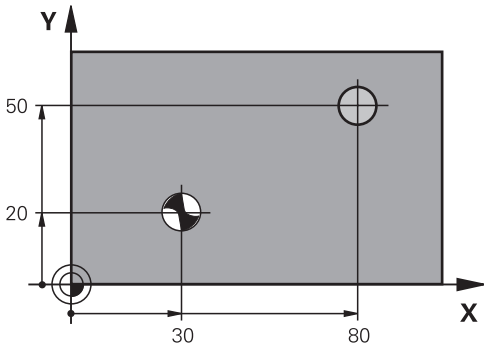
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): Distância entre a extremidade da ferramenta e a superfície da peça de trabalho; introduzir valor positivo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao furar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa**FAUTO**, **FU**
- **Q202 Incremento?** (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução de 0 a 99999,9999

  A profundidade não tem de ser um múltiplo da profundidade de passo. O comando desloca-se num só passo de maquinagem para a profundidade total quando:
  - a profundidade de passo e a profundidade total são iguais
  - a profundidade de passo é maior que a profundidade total
- **Q210 Tempo de espera em cima?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na distância de segurança depois de o comando a ter retirado do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q211 Tempo de espera em baixo?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000
- **Q395 Referência ao diâmetro (0/1)?**: para selecionar se a profundidade introduzida se refere à extremidade da ferramenta ou à parte cilíndrica da ferramenta. Quando o comando deva referir a profundidade à parte cilíndrica da ferramenta, é necessário definir o ângulo de ponta na coluna **T-ANGLE** da tabela de ferramentas TOOL.T.
  0 = profundidade referida à extremidade da ferramenta
  1 = profundidade referida à parte cilíndrica da ferramenta





Exemplo

```
11 CYCL DEF 200  FURAR
    Q200=2       ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q201=-15     ;PROFUNDIDADE
    Q206=250     ;AVANCO INCREMENTO
    Q202=5       ;INCREMENTO
    Q210=0       ;TEMPO ESPERA EM CIMA
    Q203=+20     ;COORD. SUPERFICIE
    Q204=100     ;2. DIST. SEGURANCA
    Q211=0.1     ;TEMPO ESP. EM BAIXO
    Q395=0       ;REFER. PROFUNDIDADE
12 L  X+30 Y+20  FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L  X+80 Y+50  FMAX M99
```

4.4 ALARGAR FURO (ciclo 201, DIN/ISO: G201)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança indicada sobre a superfície da peça de trabalho

2 A ferramenta alarga o furo com o avanço **F** programado até à profundidade programada

3 Se tiver sido programado, a ferramenta espera na base do furo

4 Seguidamente, o comando desloca a ferramenta com avanço **F** de volta para a distância de segurança ou para a 2.ª distância de segurança. A 2.ª distância de segurança **Q204** só atua se for programada maior que a distância de segurança **Q200**

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

AVISO

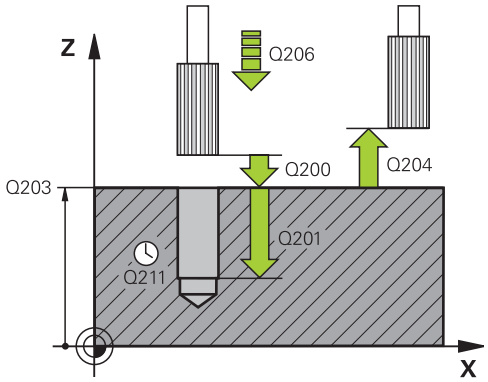
Atenção, perigo de colisão!

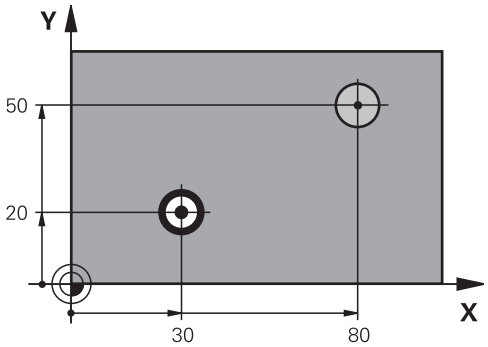
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao alargar furo em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa**FAUTO**, **FU**
- **Q211 Tempo de espera em baixo?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000
- **Q208 Avanco para retrocesso?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se do furo em mm/min. Se introduzir Q208 = 0, então aplica-se o avanço para alargar furo. Campo de introdução de 0 a 99999,999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999





Exemplo

```
11 CYCL DEF 201  ALARGAR
    Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q201=-15    ;PROFUNDIDADE
    Q206=100    ;AVANCO INCREMENTO
    Q211=0.5    ;TEMPO ESP. EM BAIXO
    Q208=250    ;AVANCO DE RETROCESSO
    Q203=+20    ;COORD. SUPERFICIE
    Q204=100    ;2. DIST. SEGURANCA
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M9
15 L Z+100 FMAX M2
```

4.5 MANDRILAR (ciclo 202, DIN/ISO: G202)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança sobre a superfície da peça de trabalho

2 A ferramenta fura com o avanço de furar até à profundidade programada

3 Se tiver sido programado um tempo para cortar livremente, a ferramenta espera na base do furo com o mandril a funcionar

4 Seguidamente, o comando executa uma orientação do mandril sobre a posição que está definida no parâmetro **Q336**

5 Se estiver selecionada a retirada, o comando desloca-se livremente 0,2 mm (valor fixo) na direção programada

6 A seguir, o comando desloca a ferramenta com o avanço de retração para a distância de segurança ou daí com **FMAX** para a 2.ª distância de segurança. A 2.ª distância de segurança **Q204** só atua se for programada maior que a distância de segurança **Q200**. Se **Q214**=0, a retração é feita na parede do furo

7 Por fim, o comando posiciona a ferramenta outra vez de regresso no centro do furo

Ter em atenção ao programar!

A máquina e o comando devem ser preparados pelo fabricante da máquina.

Este ciclo é aplicável apenas a máquinas com mandril regulado.

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Após a maquinagem, o comando posiciona a ferramenta outra vez sobre o ponto inicial no plano de maquinagem. Desta forma, é possível continuar a posicionar incrementalmente em seguida.

Se as funções M7 ou M8 estavam ativas antes da chamada de ciclo, o comando restaura novamente este estado no final do ciclo.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

AVISO

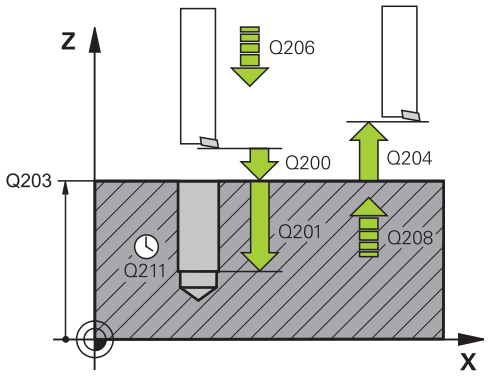
Atenção, perigo de colisão!

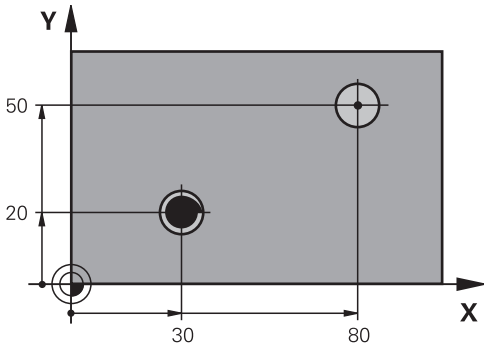
Se for selecionada uma direção de retirada errada, existe perigo de colisão. Um espelhamento eventualmente existente no plano de maquinagem não é considerado para a direção de retirada. Por outro lado, as transformações ativas são tidas em consideração na retirada.

- Verifique a posição da ponta da ferramenta, se programar uma orientação de mandril no ângulo que introduzir em **Q336** (p. ex., no modo de funcionamento **Posicionam.c/ introd. manual**). Para isso, não podem estar ativas nenhumas transformações.
- Selecionar o ângulo de maneira a que a ponta da ferramenta fique paralela à direção de retirada
- Selecionar a direção de retirada de forma a que a ferramenta se afaste da margem do furo

Parâmetros de ciclo

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao mandrilar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa**FAUTO**, **FU**
- **Q211 Tempo de espera em baixo?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000
- **Q208 Avanco para retrocesso?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se do furo em mm/min. Se introduzir Q208 = 0, então aplica-se o avanço de corte em profundidade. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q214 Sentido saida (0/1/2/3/4)?**: determinar a direção em que o comando retira a ferramenta na base do furo (segundo a orientação do mandril)
  0: não retirar a ferramenta
  1: retirar a ferramenta na direção negativa do eixo principal
  2: retirar a ferramenta na direção negativa do eixo secundário
  3: retirar a ferramenta na direção positiva do eixo principal
  4: retirar a ferramenta na direção positiva do eixo secundário
- **Q336 Angulo orientaçao cabeçote?** (absoluto) : ângulo em que o comando posiciona a ferramenta antes de retirar. Campo de introdução -360.000 a 360.000





Exemplo

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 CYCL DEF 202  MANDRILAR
   Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q201=-15    ;PROFUNDIDADE
   Q206=100    ;AVANCO INCREMENTO
   Q211=0.5    ;TEMPO ESP. EM BAIXO
   Q208=250    ;AVANCO DE RETROCESSO
   Q203=+20    ;COORD. SUPERFICIE
   Q204=100    ;2. DIST. SEGURANCA
   Q214=1      ;SENTIDO AFASTAMENTO
   Q336=0      ;ANGULO CABECOTE
12 L X+30 Y+20 FMAX M3
13 CYCL CALL
14 L X+80 Y+50 FMAX M99
```

4.6 FURAR UNIVERSAL (ciclo 203, DIN/ISO: G203)

Execução do ciclo

Comportamento sem rotura de apara, sem valor de redução:

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na **DISTANCIA SEGURANCAQ200** introduzida sobre a superfície da peça de trabalho

2 A ferramenta fura com o **AVANCO INCREMENTOQ206** introduzido até ao primeiro **INCREMENTO Q202**

3 Em seguida, o comando extrai a ferramenta do furo para a **DISTANCIA SEGURANCA Q200**

4 Agora, o comando volta a afundar a ferramenta no furo em marcha rápida e, depois, fura novamente um passo com **INCREMENTOQ202 AVANCO INCREMENTO Q206**

5 Ao trabalhar sem rotura de apara, após cada passo, o comando retira a ferramenta do furo com **AVANCO DE RETROCESSOQ208** para a **DISTANCIA SEGURANCA Q200** e, eventualmente, aguarda aí o **TEMPO ESPERA EM CIMA Q210**.

6 Este processo repete-se até se alcançar a **profundidade Q201**.

7 Ao atingir a **PROFUNDIDADE Q201**, o comando extrai a ferramenta do furo com **FMAX** para a **DISTANCIA SEGURANCA Q200** ou para a **2. DIST. SEGURANCA** A **2. DIST. SEGURANCA Q204** só atua se for programada maior que a **DISTANCIA SEGURANCA Q200**

Comportamento com rotura de apara, sem valor de redução:

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na **DISTANCIA SEGURANCAQ200** introduzida sobre a superfície da peça de trabalho

2 A ferramenta fura com o **AVANCO INCREMENTOQ206** introduzido até ao primeiro **INCREMENTO Q202**

3 Em seguida, o comando retira a ferramenta pelo valor da **DIST.RETIR.ROT.APARA Q256**

4 Agora, realiza-se novamente um passo com o valor do **INCREMENTO Q202** no **AVANCO INCREMENTO Q206**

5 O comando continua a repetir os passos até se alcançar a **QTDE. QUEBRA CAVACO Q213** ou até que o furo tenha a **PROFUNDIDADE Q201** desejada. Caso se atinja a quantidade de roturas de apara definida sem que o furo tenha a **PROFUNDIDADE Q201** desejada, o comando desloca a ferramenta com **AVANCO DE RETROCESSO Q208** para fora do furo para a **DISTANCIA SEGURANCA Q200**

6 Se introduzido, o comando aguarda agora o **TEMPO ESPERA EM CIMA Q210**

7 Seguidamente, o comando penetra no furo em marcha rápida até ao valor de **DIST.RETIR.ROT.APARA Q256** acima da última profundidade de passo

8 O processo 2 a 7 repete-se até se alcançar a **PROFUNDIDADE Q201**.

9 Ao atingir a **PROFUNDIDADE Q201**, o comando extrai a ferramenta do furo com **FMAX** para a **DISTANCIA SEGURANCA Q200** ou para a **2. DIST. SEGURANCA** A **2. DIST. SEGURANCA Q204** só atua se for programada maior que a **DISTANCIA SEGURANCA Q200**

Comportamento com rotura de apara, com valor de redução

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na **SAFETY CLEARANCEQ200** introduzida sobre a superfície da peça de trabalho

2 A ferramenta fura com o **AVANCO INCREMENTOQ206** introduzido até ao primeiro **INCREMENTO Q202**

3 Em seguida, o comando retira a ferramenta pelo valor da **DIST.RETIR.ROT.APARA Q256**

4 Realiza-se novamente um passo com o valor do **INCREMENTO Q202** menos **REDUCAO INCREMENTO Q212** no **AVANCO INCREMENTO Q206**. A diferença em constante diminuição do **INCREMENTO Q202** atualizado menos a **REDUCAO INCREMENTO Q212** nunca pode ser menor que o **INCREMENTO MINIMO Q205** (exemplo: **Q202**=5, **Q212**=1, **Q213**=4, **Q205**= 3: a primeira profundidade de passo é de 5 mm, a segunda profundidade de passo é de 5 - 1 = 4 mm, a terceira profundidade de passo é de 4 - 1 = 3 mm, a quarta profundidade de passo também é de 3 mm)

5 O comando continua a repetir os passos até se alcançar a **QTDE. QUEBRA CAVACO Q213** ou até que o furo tenha a **PROFUNDIDADE Q201** desejada. Caso se atinja a quantidade de roturas de apara definida sem que o furo tenha a **PROFUNDIDADE Q201** desejada, o comando desloca a ferramenta com **AVANCO DE RETROCESSO Q208** para fora do furo para a **DISTANCIA SEGURANCA Q200**

6 Se introduzido, o comando aguarda agora o **TEMPO ESPERA EM CIMA Q210**

7 Seguidamente, o comando penetra no furo em marcha rápida até ao valor de **DIST.RETIR.ROT.APARA Q256** acima da última profundidade de passo

8 O processo 2 a 7 repete-se até se alcançar a **PROFUNDIDADE Q201**.

9 Se introduzido, o comando aguarda agora o **TEMPO ESP. EM BAIXO Q211**

10 Ao atingir a **PROFUNDIDADE Q201**, o comando extrai a ferramenta do furo com **FMAX** para a **DISTANCIA SEGURANCA Q200** ou para a **2. DIST. SEGURANCA** A **2. DIST. SEGURANCA Q204** só atua se for programada maior que a **DISTANCIA SEGURANCA Q200**

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

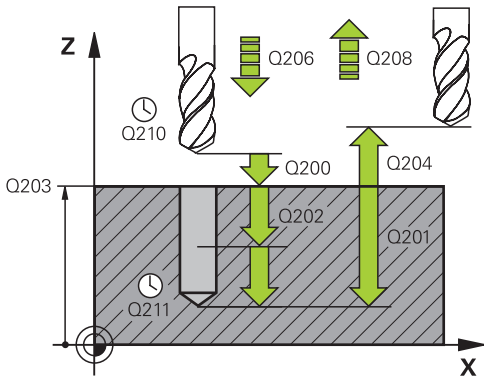
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao furar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa**FAUTO**, **FU**
- **Q202 Incremento?** (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução de 0 a 99999,9999

  A profundidade não tem de ser um múltiplo da profundidade de passo. O comando desloca-se num só passo de maquinagem para a profundidade total quando:
  - a profundidade de passo e a profundidade total são iguais
  - a profundidade de passo é maior que a profundidade total
- **Q210 Tempo de espera em cima?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na distância de segurança depois de o comando a ter retirado do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000



Exemplo

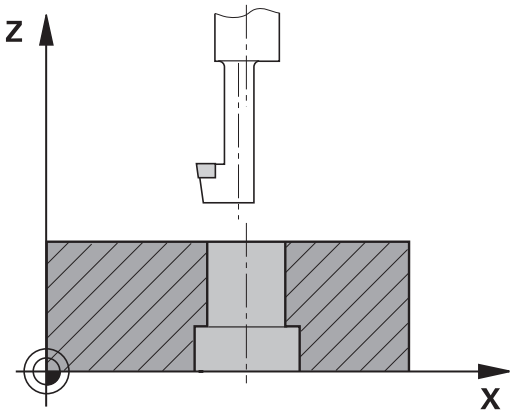
11 CYCL DEF 203	FURAR UNIVERSAL
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q202=5	;INCREMENTO
Q210=0	;TEMPO ESPERA EM CIMA
Q203=+20	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q212=0.2	;REDUCAO INCREMENTO
Q213=3	;QTDE. QUEBRA CAVACO

- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q212 Valor do incremento?** (incremental): valor pelo qual o comando reduz **Q202 Profundidade de avanço** após cada passo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q213 Quantidade de quebras de cavaco?**: número de roturas de apara antes de o comando ter que retirar a ferramenta do furo para a soltar. Para a rotura de apara, o comando retira a ferramenta respectivamente no valor de retrocesso **Q256**. Campo de introdução de 0 a 99999
- **Q205 Incremento minimo?** (incremental): Caso se tenha introduzido **Q212 REDUCAO INCREMENTO**, o comando limita o passo a **Q205**. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q211 Tempo de espera em baixo?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000
- **Q208 Avanco para retrocesso?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se do furo em mm/min. Se introduzir Q208=0, então o comando retira a ferramenta com o avanço **Q206**. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q256 Dist.retirada rotura apara?** (incremental): valor com que o comando retrocede a ferramenta quando há rotura de apara. Campo de introdução 0.000 a 99999.999
- **Q395 Referência ao diâmetro (0/1)?**: para selecionar se a profundidade introduzida se refere à extremidade da ferramenta ou à parte cilíndrica da ferramenta. Quando o comando deva referir a profundidade à parte cilíndrica da ferramenta, é necessário definir o ângulo de ponta na coluna **T-ANGLE** da tabela de ferramentas TOOL.T.
  0 = profundidade referida à extremidade da ferramenta
  1 = profundidade referida à parte cilíndrica da ferramenta

Q205=3	;INCREMENTO MINIMO
Q211=0.25	;TEMPO ESP. EM BAIXO
Q208=500	;AVANCO DE RETROCESSO
Q256=0.2	;DIST.RETIR.ROT.APARA
Q395=0	;REFER. PROFUNDIDADE

4.7 REBAIXAMENTO INVERTIDO (ciclo 204, DIN/ISO: G204)

Execução do ciclo



Com este ciclo, podem-se efetuar rebaixamentos situados no lado inferior da peça de trabalho.

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança sobre a superfície da peça de trabalho
2 Aí o comando executa uma orientação do mandril para a posição de 0° e desloca a ferramenta segundo a dimensão do excêntrico
3 A seguir, a ferramenta penetra com o avanço de posicionamento prévio no furo pré-furado até a lâmina estar na distância de segurança por baixo da aresta inferior da peça de trabalho
4 O comando posiciona agora a ferramenta outra vez sobre o centro do furo. Liga o mandril e, eventualmente, o refrigerante e depois desloca-se com o avanço de rebaixamento para o rebaixamento de profundidade programado
5 Se tiver sido definido, a ferramenta espera na base do rebaixamento. Em seguida, a ferramenta desloca-se novamente para fora do furo, executa uma orientação de mandril e desloca-se novamente segundo a medida do excêntrico
6 Para terminar, a ferramenta desloca-se com **FMAX** para a distância de segurança ou para a 2.ª distância de segurança. A 2.ª distância de segurança **Q204** só atua se for programada maior que a distância de segurança **Q200**
7 Por fim, o comando posiciona a ferramenta outra vez de regresso no centro do furo

Ter em atenção ao programar!

A máquina e o comando devem ser preparados pelo fabricante da máquina.

O ciclo é aplicável apenas a máquinas com mandril regulado.

O ciclo só trabalha com barras de broquear em retrocesso

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

Após a maquinagem, o comando posiciona a ferramenta outra vez sobre o ponto inicial no plano de maquinagem. Desta forma, é possível continuar a posicionar incrementalmente em seguida.

O sinal do parâmetro de ciclo determina a direção da maquinagem ao rebaixar. Atenção: o sinal positivo rebaixa na direção do eixo positivo do mandril.

Introduzir o comprimento da ferramenta, de modo a que seja medida a aresta inferior da haste da broca, não a lâmina.

Ao calcular o ponto inicial do rebaixamento, o comando tem em conta o comprimento da lâmina da barra de broquear e a solidez do material.

Se as funções M7 ou M8 estavam ativas antes da chamada de ciclo, o comando restaura novamente este estado no final do ciclo.

AVISO

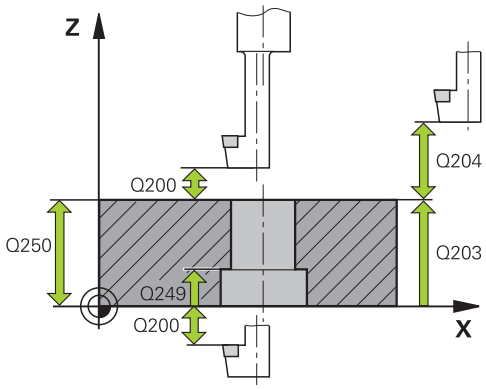
Atenção, perigo de colisão!

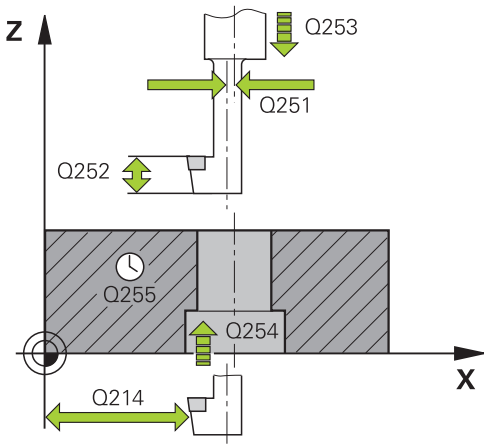
Se for selecionada uma direção de retirada errada, existe perigo de colisão. Um espelhamento eventualmente existente no plano de maquinagem não é considerado para a direção de retirada. Por outro lado, as transformações ativas são tidas em consideração na retirada.

- Verifique a posição da ponta da ferramenta, se programar uma orientação de mandril no ângulo que introduzir em **Q336** (p. ex., no modo de funcionamento **Posicionam.c/ introd. manual**). Para isso, não podem estar ativas nenhumas transformações.
- Selecionar o ângulo de maneira a que a ponta da ferramenta fique paralela à direção de retirada
- Selecionar a direção de retirada de forma a que a ferramenta se afaste da margem do furo

Parâmetros de ciclo

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q249 Profundidade a rebaixar?** (incremental): distância entre a aresta inferior da peça de trabalho e a base do rebaixamento. O sinal positivo executa o rebaixamento em direção positiva do eixo do mandril. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q250 Espessura de peca?** (incremental): espessura da peça de trabalho. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
- **Q251 Medida excentrica?** (incremental): medida excêntrica da barra de broquear; consultar a ficha de dados da ferramenta. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
- **Q252 Longitude da navalha?** (incremental): distância da haste de broca à lâmina principal; consultar a ficha de dados da ferramenta. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q254 Avanco maquinar rebaixo?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q255 Tempo de espera em segundos?**: tempo de espera em segundos na base do rebaixamento. Campo de introdução de 0 a 3600,000
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999





Exemplo

11 CYCL DEF 204 REBAIXAR INVERSO	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q249=+5	;PROFUNDID. REBAIXAR
Q250=20	;ESPESSURA DE PECA
Q251=3.5	;MEDIDA EXCENTRICA
Q252=15	;LONGITUDE NAVALHA
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q254=200	;AVANCO REBAIXO
Q255=0	;TEMPO DE ESPERA
Q203=+20	;COORD. SUPERFICIE

- **Q214 Sentido saida (0/1/2/3/4)?**: determinar a direção em que o comando desloca a ferramenta segundo a dimensão do excêntrico (conforme a orientação do mandril); não é permitida a introdução de 0
  1: retirar a ferramenta na direção negativa do eixo principal
  2: retirar a ferramenta na direção negativa do eixo secundário
  3: retirar a ferramenta na direção positiva do eixo principal
  4: retirar a ferramenta na direção positiva do eixo secundário
- **Q336 Angulo orientaçao cabeçote?** (absoluto) : ângulo sobre o qual o comando posiciona a ferramenta antes do afundamento e antes de a retirar do furo. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000

Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q214=1	;SENTIDO AFASTAMENTO
Q336=0	;ANGULO CABECOTE

4.8 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL (ciclo 205, DIN/ISO: G205)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança indicada sobre a superfície da peça de trabalho

2 Se foi introduzido um ponto inicial aprofundado, o comando desloca-se com o avanço de posicionamento definido para a distância de segurança sobre o ponto inicial aprofundado

3 A ferramenta fura com o avanço **F** programado até à primeira profundidade do passo

4 Se estiver programada rotura de apara, o comando retira a ferramenta segundo o valor de retrocesso programado. Se se trabalhar sem rotura de apara, o comando retira a ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança, e a seguir outra vez com **FMAX** até à distância de posição prévia programada, sobre a primeira profundidade de passo

5 A seguir, a ferramenta fura com avanço mais uma profundidade de passo Se tiver sido programada, a profundidade de passo vai diminuindo com cada corte segundo o valor de redução

6 O comando repete este processo (2 a 4) até alcançar a profundidade de furo programada

7 Na base do furo, se tiver sido programado, a ferramenta espera um tempo para cortar livremente, retirando-se após o tempo de espera com avanço de retrocesso para a distância de segurança ou para a 2.ª distância de segurança. A 2.ª distância de segurança **Q204** só atua se for programada maior que a distância de segurança **Q200**

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Se se introduzirem as distâncias de posição prévia **Q258** diferentes de **Q259**, o comando modifica de maneira uniforme a distância de posição prévia entre o primeiro e o último passo.

Se se introduzir um ponto inicial aprofundado por meio de **Q379**, o comando modifica o ponto inicial do movimento de passo. Os movimentos de retrocesso não são modificados pelo comando; referem-se à coordenada da superfície da peça de trabalho.

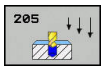
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

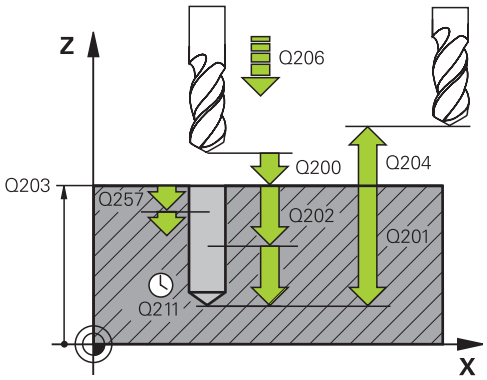
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo



- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q201 Profundidade?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo (extremo do cone do furo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao furar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa**FAUTO**, **FU**
- **Q202 Incremento?** (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução de 0 a 99999,9999

  A profundidade não tem de ser um múltiplo da profundidade de passo. O comando desloca-se num só passo de maquinagem para a profundidade total quando:
  - a profundidade de passo e a profundidade total são iguais
  - a profundidade de passo é maior que a profundidade total
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q212 Valor do incremento?** (incremental): valor com que o comando reduz a profundidade de passo **Q202**. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q205 Incremento minimo?** (incremental): Caso se tenha introduzido **Q212 REDUCAO INCREMENTO**, o comando limita o passo a **Q205**. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q258 Distancia de pre-stop superior?** (Incremental): distância de segurança para posicionamento de marcha rápida, quando o comando, após um retrocesso a partir do furo, desloca de novo a ferramenta para a profundidade de passo atual. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q259 Distancia de pre-stop inferior?** (incremental): distância de segurança para posicionamento de marcha rápida, quando o comando, após um retrocesso a partir do furo, desloca de novo a ferramenta para a profundidade de passo atual; valor quando do último passo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999



Exemplo

```
11 CYCL DEF 205 FURO
   PROF.UNIVERSAL
   Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q201=-80    ;PROFUNDIDADE
   Q206=150    ;AVANCO INCREMENTO
   Q202=15     ;INCREMENTO
   Q203=+100   ;COORD. SUPERFICIE
   Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
   Q212=0.5    ;REDUCAO INCREMENTO
   Q205=3      ;INCREMENTO MINIMO
   Q258=0.5    ;DIST PRE-STOP SUPER.
   Q259=1      ;DIST.PRE-STOP INF.
   Q257=5      ;PROF FURO ROT APARA
   Q256=0.2    ;DIST.RETIR.ROT.APARA
   Q211=0.25   ;TEMPO ESP. EM BAIXO
   Q379=7.5    ;PONTO DE PARTIDA
   Q253=750    ;AVANCO PRE-POSICION.
   Q208=9999   ;AVANCO DE RETROCESSO
   Q395=0      ;REFER. PROFUNDIDADE
```

- **Q257 Prof.furo rotura apara?** (incremental): passo após o qual o comando executa uma rotura de apara. Sem rotura de apara, quando é introduzido 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q256 Dist.retirada rotura apara?** (incremental): valor com que o comando retrocede a ferramenta quando há rotura de apara. Campo de introdução 0.000 a 99999.999
- **Q211 Tempo de espera em baixo?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000
- **Q379 Ponto de partida afundado?** (referido de forma incremental a **Q203 COORD. SUPERFICIE**, considera **Q200**): ponto inicial da maquinagem de perfuração propriamente dita. O comando desloca com **Q253 AVANCO PRE-POSICION.** Pelo valor de **Q200 DISTANCIA SEGURANCA** sobre o ponto inicial aprofundado. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: define a velocidade de deslocação da ferramenta ao reaproximar a **Q201 PROFUNDIDADE** após **Q256 DIST.RETIR.ROT.APARA**. Além disso, este avanço atua quando a ferramenta é posicionada sobre **Q379 PONTO DE PARTIDA** (diferente de 0). Introdução em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q208 Avanco para retrocesso?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se após a maquinagem em mm/min. Se introduzir **Q208**=0, então o comando retira a ferramenta com o avanço **Q206**. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX, FAUTO**
- **Q395 Referência ao diâmetro (0/1)?**: para selecionar se a profundidade introduzida se refere à extremidade da ferramenta ou à parte cilíndrica da ferramenta. Quando o comando deva referir a profundidade à parte cilíndrica da ferramenta, é necessário definir o ângulo de ponta na coluna **T-ANGLE** da tabela de ferramentas TOOL.T.
  0 = profundidade referida à extremidade da ferramenta
  1 = profundidade referida à parte cilíndrica da ferramenta

Comportamento de posicionamento ao trabalhar com Q379

Principalmente ao trabalhar com brocas muito compridas como, p. ex., brocas de gume único ou brocas helicoidais extralongas, há alguns aspetos a considerar. É decisiva a posição na qual o mandril é ligado. Em caso de ausência da guia da ferramenta necessária, com brocas demasiado compridas, pode ocorrer uma rotura da ferramenta.

Por isso, é recomendável trabalhar com o parâmetro **PONTO DE PARTIDA Q379**. Mediante este parâmetro, é possível influenciar a posição em que o comando liga o mandril.

Início da furação

O parâmetro **PONTO DE PARTIDA Q379** considera a **COORD. SUPERFICIE Q203** e o parâmetro **DISTANCIA SEGURANCA Q200**. O exemplo seguinte demonstra a relação entre os parâmetros e de que forma é calculada a posição inicial:

PONTO DE PARTIDA Q379=0

- O comando liga o mandril na **DISTANCIA SEGURANCA Q200** sobre a **COORD. SUPERFICIE Q203**

PONTO DE PARTIDA Q379>0

A furação começa num valor definido acima do ponto inicial aprofundado Q379. Este valor é calculado da seguinte forma: **0,2 x Q379** se o resultado do cálculo for maior que Q200, então o valor é sempre Q200.

Exemplo:

- **COORD. SUPERFICIE Q203** =0
- **DISTANCIA SEGURANCA Q200** =2
- **PONTO DE PARTIDA Q379** =2
- O início da furação calcula-se assim: 0,2 x Q379=0,2*2=0,4; a furação inicia-se 0,4 mm/inch acima do ponto inicial aprofundado. Assim, se o ponto inicial aprofundado estiver em -2, o comando inicia o processo de furação a -1,6 mm.

  A tabela seguinte apresenta diversos exemplos de cálculo do início da furação:

Início da furação com ponto inicial aprofundado

Q200	Q379	Q203	Posição na qual se faz o posicionamento prévio com FMAX	Fator 0,2 * Q379	Início da furação
2	2	0	2	0,2*2=0,4	-1,6
2	5	0	2	0,2*5=1	-4
2	10	0	2	0,2*10=2	-8
2	25	0	2	0,2*25=5 (Q200=2, 5>2, por isso, utiliza-se o valor 2.)	-23
2	100	0	2	0,2*100=20 (Q200=2, 20>2, por isso, utiliza-se o valor 2.)	-98
5	2	0	5	0,2*2=0,4	-1,6
5	5	0	5	0,2*5=1	-4
5	10	0	5	0,2*10=2	-8
5	25	0	5	0,2*25=5	-20
5	100	0	5	0,2*100=20 (Q200=5, 20>5, por isso, utiliza-se o valor 5.)	-95
20	2	0	20	0,2*2=0,4	-1,6
20	5	0	20	0,2*5=1	-4
20	10	0	20	0,2*10=2	-8
20	25	0	20	0,2*25=5	-20
20	100	0	20	0,2*100=20	-80

Remoção de aparas

Também o ponto em que o comando executa a remoção de aparas é importante para o trabalho com ferramentas extralongas. A posição de retração na remoção de aparas não pode encontrar-se sobre a posição de início da furação. Com uma posição definida para a remoção de aparas, é possível assegurar que a broca permanece na guia.

PONTO DE PARTIDA Q379=0

- A remoção de aparas tem lugar à **DISTANCIA SEGURANCA Q200** sobre a **COORD. SUPERFICIE Q203**

PONTO DE PARTIDA Q379>0

A remoção de aparas realiza-se num valor definido acima do ponto inicial aprofundado Q379. Este valor é calculado da seguinte forma: **0,8 x Q379** se o resultado do cálculo for maior que Q200, então o valor é sempre Q200.

Exemplo:

- **COORD. SUPERFICIE Q203** =0
- **DISTANCIA SEGURANCAQ200** =2
- **PONTO DE PARTIDA Q379** =2
- A posição para a remoção de aparas calcula-se da seguinte forma: 0,8 x Q379=0,8*2=1,6; a posição para a remoção de aparas está 1,6 mm/inch acima do ponto inicial aprofundado. Assim, se o ponto inicial aprofundado estiver em -2, o comando desloca-se para -0,4 para a remoção de aparas.

  A tabela seguinte apresenta diversos exemplos de cálculo da posição de remoção de aparas (posição de retração):

Posição de remoção de aparas (posição de retração) com ponto inicial aprofundado

Q200	Q379	Q203	Posição na qual se faz o posicionamento prévio com FMAX	Fator 0,8 * Q379	Posição de retração
2	2	0	2	0,8*2=1,6	-0,4
2	5	0	2	0,8*5=4	-3
2	10	0	2	0,8*10=8 (Q200=2, 8>2, por isso, utiliza-se o valor 2.)	-8
2	25	0	2	0,8*25=20 (Q200=2, 20>2, por isso, utiliza-se o valor 2.)	-23
2	100	0	2	0,8*100=80 (Q200=2, 80>2, por isso, utiliza-se o valor 2.)	-98
5	2	0	5	0,8*2=1,6	-0,4
5	5	0	5	0,8*5=4	-1
5	10	0	5	0,8*10=8 (Q200=5, 8>5, por isso, utiliza-se o valor 5.)	-5
5	25	0	5	0,8*25=20 (Q200=5, 20>5, por isso, utiliza-se o valor 5.)	-20
5	100	0	5	0,8*100=80 (Q200=5, 80>5, por isso, utiliza-se o valor 5.)	-95
20	2	0	20	0,8*2=1,6	-1,6
20	5	0	20	0,8*5=4	-4
20	10	0	20	0,8*10=8	-8
20	25	0	20	0,8*25=20	-20
20	100	0	20	0,8*100=80 (Q200=20, 80>20, por isso, utiliza-se o valor 20.)	-80

4.9 FRESAR FURO (ciclo 208)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança indicada sobre a superfície da peça de trabalho. Em seguida, o comando executa o diâmetro programado sobre um círculo de arredondamento (se houver espaço)

2 A ferramenta fresa com o avanço **F** programado numa hélice até à profundidade de furo programada

3 Quando é atingida a profundidade de furo, o comando executa outra vez um círculo completo para, no rebaixamento, retirar o material que tiver ficado

4 Depois, o comando posiciona a ferramenta outra vez de regresso ao centro do furo

5 Para terminar, a ferramenta desloca-se com **FMAX** para a distância de segurança ou para a 2.ª distância de segurança. A 2.ª distância de segurança **Q204** só atua se for programada maior que a distância de segurança **Q200**

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Se tiver introduzido o diâmetro do furo igual ao diâmetro da ferramenta, o comando fura sem interpolação de hélice, diretamente na profundidade programada.

O reflexo ativo **não** influencia o tipo de fresagem definido no ciclo.

Tenha em conta que a sua ferramenta, em caso de passo excessivamente grande, se danifica a ela própria e à peça de trabalho.

Para evitar a introdução com passos excessivos, indique na tabela de ferramentas TOOL.T na coluna **ÂNGULO** o máx. ângulo de afundamento possível da ferramenta. O comando calcula então automaticamente o máx. passo permitido e modifica, se necessário, o valor introduzido.

AVISO

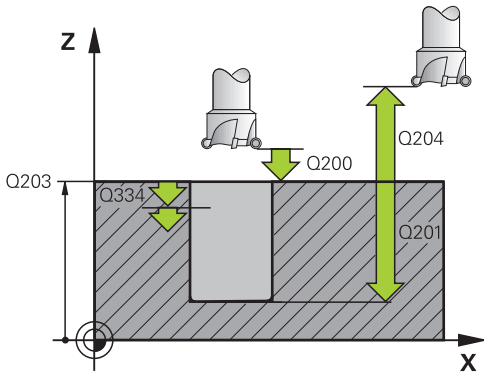
Atenção, perigo de colisão!

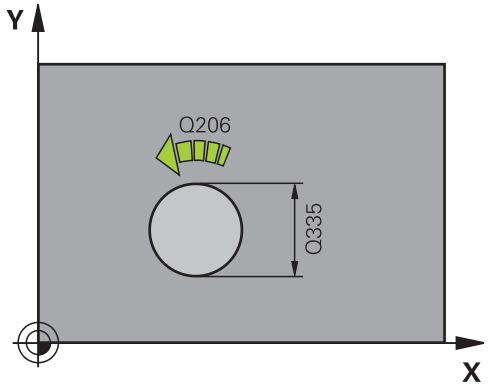
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): Distância entre a aresta inferior da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao furar na hélice em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q334 Profundidade por linha helice?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta avança respetivamente segundo uma hélice (==360°). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q335 Diametro nominal?** (absoluto): diâmetro do furo. Se se introduzir o diâmetro nominal igual ao diâmetro da ferramenta, o comando fura sem interpolação de hélice diretamente na profundidade programada. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q342 Diâmetro furo?** (absoluto) : logo que se introduz um valor superior a 0 em Q342, o comando deixa de executar qualquer verificação do comportamento do diâmetro nominal em relação ao diâmetro da ferramenta. Assim, podem fresar-se furos cujo diâmetro é maior que o dobro do diâmetro da ferramenta. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)





Exemplo

```
12 CYCL DEF 208  FRESADO DE FUROS
    Q200=2       ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q201=-80     ;PROFUNDIDADE
    Q206=150     ;AVANCO INCREMENTO
    Q334=1.5     ;INCREMENTO
    Q203=+100    ;COORD. SUPERFICIE
    Q204=50      ;2. DIST. SEGURANCA
    Q335=25      ;DIAMETRO NOMINAL
    Q342=0       ;DIAMETRO FURO
    Q351=+1      ;TIPO DE FRESAGEM
```

4.10 FURAR EM PROFUNDIDADE COM GUME ÚNICO (ciclo 241, DIN/ISO: G241)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na **Distância de segurança Q200** indicada sobre a **COORD. SUPERFICIE Q203**

2 Dependendo do "Comportamento de posicionamento ao trabalhar com Q379", Página 103, o comando aciona a velocidade do mandril para a **Distância de segurança Q200** ou para um valor definido acima da superfície das coordenadas. ver Página 103

3 O comando executa o movimento de entrada de acordo com a direção de rotação definida no ciclo, com mandril de rotação para a direita, para a esquerda ou parado

4 A ferramenta perfura com o avanço **F** até à profundidade de furação ou, caso tenha sido introduzido um valor de passo menor, até à profundidade de passo. A profundidade de passo vai diminuindo com cada passo segundo o valor de redução. Caso se tenha introduzido uma profundidade de permanência, o comando reduz o avanço segundo o fator de avanço depois de alcançar a profundidade de permanência

5 A ferramenta permanece na base do furo com o mandril a rodar para cortar livremente, caso programado

6 O comando repete este processo (4 a 5) até alcançar a profundidade de furação programada

7 Depois de o comando ter alcançado a profundidade de furação, desliga o agente refrigerante. Também comuta a velocidade para o valor que está definido em Q427 **ENTRAR/ SAIR ROTACOES**.

8 O comando posiciona a ferramenta com o avanço de retração para a posição de retração. O valor da posição de retração para cada caso pode ser consultado no documento seguinte: ver Página 103

9 Se se tiver programado uma 2.ª distância de segurança, o comando desloca a ferramenta para aí com **FMAX**

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

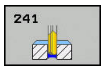
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

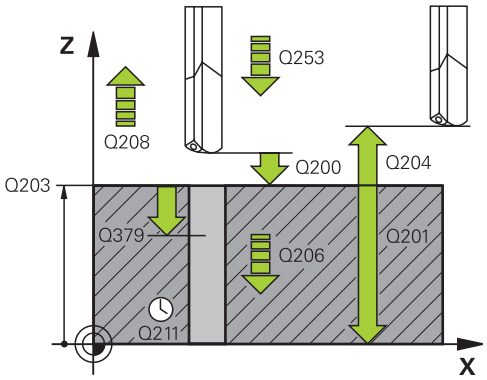
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo



- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância da ponta da ferramenta – **Q203 COORD. SUPERFICIE**. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q201 Profundidade?** (incremental): distância **Q203 COORD. SUPERFICIE** – base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao furar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa**FAUTO**, **FU**
- **Q211 Tempo de espera em baixo?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): distância para o ponto zero da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q379 Ponto de partida afundado?** (referido de forma incremental a **Q203 COORD. SUPERFICIE**, considera **Q200**): ponto inicial da maquinagem de perfuração propriamente dita. O comando desloca com **Q253 AVANCO PRE-POSICION.** Pelo valor de **Q200 DISTANCIA SEGURANCA** sobre o ponto inicial aprofundado. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: define a velocidade de deslocação da ferramenta ao reaproximar a **Q201 PROFUNDIDADE** após **Q256 DIST.RETIR.ROT.APARA**. Além disso, este avanço atua quando a ferramenta é posicionada sobre **Q379 PONTO DE PARTIDA** (diferente de 0). Introdução em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q208 Avanco para retrocesso?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se do furo em mm/min. Se introduzir **Q208**=0, então o comando retira a ferramenta com **Q206 AVANCO INCREMENTO**. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**



Exemplo

```
11 CYCL DEF 241  FURO PROFUND UM
   GUME
   Q200=2       ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q201=-80     ;PROFUNDIDADE
   Q206=150     ;AVANCO INCREMENTO
   Q211=0.25    ;TEMPO ESP. EM BAIXO
   Q203=+100    ;COORD. SUPERFICIE
   Q204=50      ;2. DIST. SEGURANCA
   Q379=7.5     ;PONTO DE PARTIDA
   Q253=750     ;AVANCO PRE-POSICION.
   Q208=1000    ;AVANCO DE RETROCESSO
   Q426=3       ;SENTIDO ROT. FERR.TA
   Q427=25      ;ENTRAR/SAIR ROTACOES
   Q428=500     ;ROTACOES FURAR
   Q429=8       ;REFRIGERACAO LIGADA
   Q430=9       ;REFRIGERACAO DESLIG.
   Q435=0       ;PROFUND.PERMANENCIA
   Q401=100     ;FACTOR DE AVANCO
   Q202=9999    ;MAX. PROF. EXCEDIDA
   Q212=0       ;REDUCAO INCREMENTO
   Q205=0       ;INCREMENTO MINIMO
```

- **Q426 Entrar/sair sentido rot (3/4/5)?**: direção de rotação em que a ferramenta deve rodar ao entrar no furo e ao sair do furo. Introdução:
  3: rodar mandril com M3
  4: rodar mandril com M4
  5: deslocar com mandril parado
- **Q427 Entrar/sair rotações ferr.ta?**: rotações a que a ferramenta deve rodar ao entrar no furo e ao sair do furo. Campo de introdução de 0 a 99999
- **Q428 Rotações ferr.ta Furar?**: rotações a que a ferramenta deve furar. Campo de introdução de 0 a 99999
- **Q429 Funções M refrigerante LIGADO?**: Função auxiliar M para ligar o agente refrigerante. O comando liga o agente refrigerante quando a ferramenta se encontra sobre **Q379 PONTO DE PARTIDA**. Campo de introdução de 0 a 999
- **Q430 Funções M refrigerante DESLIG.?**: Função auxiliar M para desligar o agente refrigerante. O comando desliga o agente refrigerante quando a ferramenta está sobre **Q201 PROFUNDIDADE**. Campo de introdução de 0 a 999
- **Q435 Profundidade de permanência?** (incremental): coordenada do eixo do mandril em que a ferramenta deve permanecer. A função não está ativa se se introduzir 0 (ajuste padrão). Aplicação: na produção de perfurações de passagem, algumas ferramentas requerem um breve tempo de permanência antes da saída da base do furo, para transportarem as aparas para cima. Definir um valor menor que **Q201 PROFUNDIDADE**, campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q401 Factor de avanço no %?**: fator segundo o qual o comando reduz o avanço depois de alcançar **Q435 PROFUND.PERMANENCIA**. Campo de introdução de 0 a 100
- **Q202 MAX. PROFUNDIDADE EXCEDIDA?** (valor incremental): medida segundo a qual a ferrta. penetra de cada vez na peça. **Q201 PROFUNDIDADE** não pode ser múltiplo de **Q202**. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q212 Valor do incremento?** (incremental): valor pelo qual o comando reduz **Q202 Profundidade de avanço** após cada passo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q205 Incremento minimo?** (incremental): Caso se tenha introduzido **Q212 REDUCAO INCREMENTO**, o comando limita o passo a **Q205**. Campo de introdução de 0 a 99999,9999

Comportamento de posicionamento ao trabalhar com Q379

Principalmente ao trabalhar com brocas muito compridas como, p. ex., brocas de gume único ou brocas helicoidais extralongas, há alguns aspetos a considerar. É decisiva a posição na qual o mandril é ligado. Em caso de ausência da guia da ferramenta necessária, com brocas demasiado compridas, pode ocorrer uma rotura da ferramenta.

Por isso, é recomendável trabalhar com o parâmetro **PONTO DE PARTIDA Q379**. Mediante este parâmetro, é possível influenciar a posição em que o comando liga o mandril.

Início da furação

O parâmetro **PONTO DE PARTIDA Q379** considera a **COORD. SUPERFICIE Q203** e o parâmetro **DISTANCIA SEGURANCA Q200**. O exemplo seguinte demonstra a relação entre os parâmetros e de que forma é calculada a posição inicial:

PONTO DE PARTIDA Q379=0

- O comando liga o mandril na **DISTANCIA SEGURANCA Q200** sobre a **COORD. SUPERFICIE Q203**

PONTO DE PARTIDA Q379>0

A furação começa num valor definido acima do ponto inicial aprofundado Q379. Este valor é calculado da seguinte forma: **0,2 x Q379** se o resultado do cálculo for maior que Q200, então o valor é sempre Q200.

Exemplo:

- **COORD. SUPERFICIE Q203** =0
- **DISTANCIA SEGURANCA Q200** =2
- **PONTO DE PARTIDA Q379** =2
- O início da furação calcula-se assim: 0,2 x Q379=0,2*2=0,4; a furação inicia-se 0,4 mm/inch acima do ponto inicial aprofundado. Assim, se o ponto inicial aprofundado estiver em -2, o comando inicia o processo de furação a -1,6 mm.

  A tabela seguinte apresenta diversos exemplos de cálculo do início da furação:

Início da furação com ponto inicial aprofundado

Q200	Q379	Q203	Posição na qual se faz o posicionamento prévio com FMAX	Fator 0,2 * Q379	Início da furação
2	2	0	2	0,2*2=0,4	-1,6
2	5	0	2	0,2*5=1	-4
2	10	0	2	0,2*10=2	-8
2	25	0	2	0,2*25=5 (Q200=2, 5>2, por isso, utiliza-se o valor 2.)	-23
2	100	0	2	0,2*100=20 (Q200=2, 20>2, por isso, utiliza-se o valor 2.)	-98
5	2	0	5	0,2*2=0,4	-1,6
5	5	0	5	0,2*5=1	-4
5	10	0	5	0,2*10=2	-8
5	25	0	5	0,2*25=5	-20
5	100	0	5	0,2*100=20 (Q200=5, 20>5, por isso, utiliza-se o valor 5.)	-95
20	2	0	20	0,2*2=0,4	-1,6
20	5	0	20	0,2*5=1	-4
20	10	0	20	0,2*10=2	-8
20	25	0	20	0,2*25=5	-20
20	100	0	20	0,2*100=20	-80

Remoção de aparas

Também o ponto em que o comando executa a remoção de aparas é importante para o trabalho com ferramentas extralongas. A posição de retração na remoção de aparas não pode encontrar-se sobre a posição de início da furação. Com uma posição definida para a remoção de aparas, é possível assegurar que a broca permanece na guia.

PONTO DE PARTIDA Q379=0

- A remoção de aparas tem lugar à **DISTANCIA SEGURANCA Q200** sobre a **COORD. SUPERFICIE Q203**

PONTO DE PARTIDA Q379>0

A remoção de aparas realiza-se num valor definido acima do ponto inicial aprofundado Q379. Este valor é calculado da seguinte forma: **0,8 x Q379** se o resultado do cálculo for maior que Q200, então o valor é sempre Q200.

Exemplo:

- **COORD. SUPERFICIE Q203** =0
- **DISTANCIA SEGURANCAQ200** =2
- **PONTO DE PARTIDA Q379** =2
- A posição para a remoção de aparas calcula-se da seguinte forma: 0,8 x Q379=0,8*2=1,6; a posição para a remoção de aparas está 1,6 mm/inch acima do ponto inicial aprofundado. Assim, se o ponto inicial aprofundado estiver em -2, o comando desloca-se para -0,4 para a remoção de aparas.

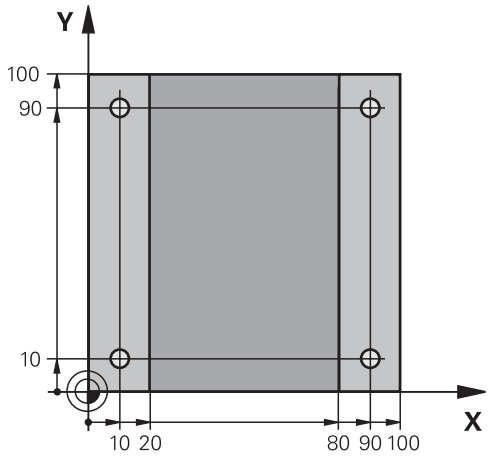
  A tabela seguinte apresenta diversos exemplos de cálculo da posição de remoção de aparas (posição de retração):

Posição de remoção de aparas (posição de retração) com ponto inicial aprofundado

Q200	Q379	Q203	Posição na qual se faz o posicionamento prévio com FMAX	Fator 0,8 * Q379	Posição de retração
2	2	0	2	0,8*2=1,6	-0,4
2	5	0	2	0,8*5=4	-3
2	10	0	2	0,8*10=8 (Q200=2, 8>2, por isso, utiliza-se o valor 2.)	-8
2	25	0	2	0,8*25=20 (Q200=2, 20>2, por isso, utiliza-se o valor 2.)	-23
2	100	0	2	0,8*100=80 (Q200=2, 80>2, por isso, utiliza-se o valor 2.)	-98
5	2	0	5	0,8*2=1,6	-0,4
5	5	0	5	0,8*5=4	-1
5	10	0	5	0,8*10=8 (Q200=5, 8>5, por isso, utiliza-se o valor 5.)	-5
5	25	0	5	0,8*25=20 (Q200=5, 20>5, por isso, utiliza-se o valor 5.)	-20
5	100	0	5	0,8*100=80 (Q200=5, 80>5, por isso, utiliza-se o valor 5.)	-95
20	2	0	20	0,8*2=1,6	-1,6
20	5	0	20	0,8*5=4	-4
20	10	0	20	0,8*10=8	-8
20	25	0	20	0,8*25=20	-20
20	100	0	20	0,8*100=80 (Q200=20, 80>20, por isso, utiliza-se o valor 20.)	-80

4.11 Exemplos de programação

Exemplo: ciclos de furar



0 BEGIN PGM C200 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	Chamada de ferramenta (raio de ferramenta 3)
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 200 FURAR	Definição de ciclo
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-15 ;PROFUNDIDADE	
Q206=250 ;AVANCO INCREMENTO	
Q202=5 ;INCREMENTO	
Q210=0 ;TEMPO ESPERA EM CIMA	
Q203=-10 ;COORD. SUPERFICIE	
Q204=20 ;2. DIST. SEGURANCA	
Q211=0.2 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q395=0 ;REFER. PROFUNDIDADE	
6 L X+10 Y+10 R0 FMAX M3	Aproximação ao primeiro furo, ligar o mandril
7 CYCL CALL	Chamada de ciclo
8 L Y+90 R0 FMAX M99	Aproximar ao 2.º furo, chamada de ciclo
9 L X+90 R0 FMAX M99	Aproximar ao 3.º furo, chamada de ciclo
10 L Y+10 R0 FMAX M99	Aproximar ao 4.º furo, chamada de ciclo
11 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
12 END PGM C200 MM	

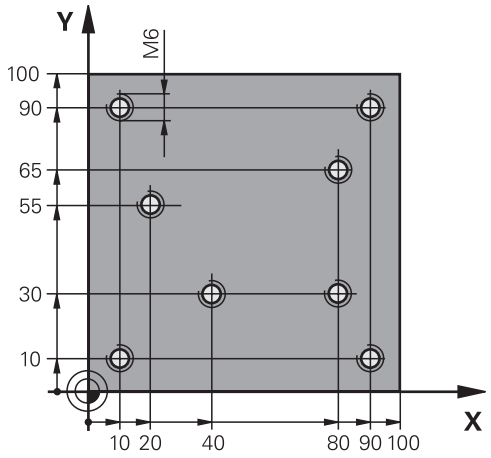
Exemplo: utilização de ciclos de furar em ligação com PATTERN DEF

As coordenadas de furos são guardadas na definição de padrão PATTERN DEF POS. O comando chama as coordenadas de furos com CYCL CALL PAT.

Os raios de ferramenta são selecionados de forma a que todos os passos de trabalho sejam vistos no gráfico de teste.

Execução do programa

- Centrar (raio de ferramenta 4)
- Furar (raio de ferramenta 2, 4)
- Roscagem (raio de ferramenta 3)
  Mais informações: "Princípios básicos", Página 122



0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Y+0	
3 TOOL CALL 1 Z S5000	Chamada da ferramenta centrador (raio 4)
4 L Z+50 R0 FMAX	Deslocar a ferramenta para a distância de segurança
5 PATTERN DEF	Definir todas as posições de perfuração no padrão de pontos
POS1(X+10 Y+10 Z+0)	
POS2(X+40 Y+30 Z+0)	
POS3(X+20 Y+55 Z+0)	
POS4(X+10 Y+90 Z+0)	
POS5(X+90 Y+90 Z+0)	
POS6(X+80 Y+65 Z+0)	
POS7(X+80 Y+30 Z+0)	
POS8(X+90 Y+10 Z+0)	
6 CYCL DEF 240 CENTRAR	Definição do ciclo Centrar
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q343=10 ;SELECC. DIA./PROF.	
Q201=-2 ;PROFUNDIDADE	
Q344=-10 ;DIAMETRO	
Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q211=0 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q204=10 ;2. DIST. SEGURANCA	
7 GLOBAL DEF 125 POSICIONAMENTO	Com esta função, num CYCL CALL PAT, o comando posiciona entre os pontos na 2.ª distância de segurança. Esta função mantém-se ativa até M30.
Q345=+1 ;SELECC. ALTURA POS.	
7 CYCL CALL PAT F5000 M13	Chamada de ciclo em ligação com padrão de pontos

8 L Z+100 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
9 TOOL CALL 2 Z S5000	Chamada da ferramenta broca (raio 2,4)
10 L Z+50 R0 F5000	Deslocar a ferramenta para a distância de segurança
11 CYCL DEF 200 FURAR	Definição do ciclo Furar
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-25 ;PROFUNDIDADE	
Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q202=5 ;INCREMENTO	
Q210=0 ;TEMPO ESPERA EM CIMA	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q204=10 ;2. DIST. SEGURANCA	
Q211=0.2 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q395=0 ;REFER. PROFUNDIDADE	
12 CYCL CALL PAT F500 M13	Chamada de ciclo em ligação com padrão de pontos
13 L Z+100 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
14 TOOL CALL Z S200	Chamada da ferramenta broca de roscagem (raio 3)
15 L Z+50 R0 FMAX	Deslocar a ferramenta para a distância de segurança
16 CYCL DEF 206 ROSCAGEM	Definição do ciclo Roscagem
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-25 ;PROFUNDIDADE ROSCADO	
Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q211=0 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q204=10 ;2. DIST. SEGURANCA	
17 CYCL CALL PAT F5000 M13	Chamada de ciclo em ligação com padrão de pontos
18 L Z+100 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
19 END PGM 1 MM	

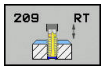
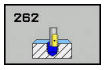
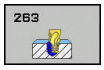
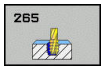
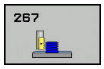
5

Ciclos de maquinagem: roscagem / fresagem de roscas

5.1 Princípios básicos

Resumo

O comando disponibiliza os seguintes ciclos para as mais variadas maquinagens de roscas:

Softkey	Ciclo	Página
	206 ROSCAGEM NOVA Com mandril compensador, com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança	123
	207 ROSCAGEM RÍGIDA GS NOVA Sem mandril compensador, com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança	126
	209 ROSCAGEM ROTURA DE APARA Sem mandril compensador, com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, rotura de apara	130
	262 FRESAGEM DE ROSCA Ciclo para fresar uma rosca no material previamente furado	137
	263 FRESAGEM DE ROSCA EM REBAIXAMENTO Ciclo para fresar uma rosca no material previamente furado com produção de um chanfre de rebaixamento	140
	264 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO Ciclo para furar no material maciço e a seguir fresar a rosca com uma ferramenta	144
	265 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO DE HÉLICE Ciclo para fresar a rosca no material maciço	148
	267 FRESAGEM DE ROSCA EXTERIOR Ciclo para fresar uma rosca exterior com produção de um chanfro de rebaixamento	152

5.2 ROSCAGEM com mandril compensador (ciclo 206, DIN/ISO: G206)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança indicada sobre a superfície da peça de trabalho

2 A ferramenta desloca-se num só passo até à profundidade do furo

3 A seguir, inverte-se a direção de rotação do mandril e, após o tempo de espera, a ferramenta retrocede à distância de segurança. Se se tiver programado uma 2.ª distância de segurança, o comando desloca a ferramenta para aí com **FMAX**

4 Na distância de segurança, inverte-se de novo a direção de rotação do mandril

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

A ferramenta deve estar fixa num mandril compensador de comprimento. O mandril compensador de comprimento compensa tolerâncias de avanço e velocidade durante a maquinagem.

Para roscar à direita, ativar o mandril com **M3**, e para roscar à esquerda, com **M4**.

Existe a possibilidade de efetuar os ajustes seguintes através do parâmetro **CfgThreadSpindle** (N.º 113600):

- **sourceOverride** (N.º 113603): Spindle Potentiometer (o override do avanço não está ativo) e FeedPotentiometer (o override da velocidade não está ativo). Em seguida, o comando ajusta a velocidade em conformidade
- **thrdWaitingTime** (N.º 113601): Este é o tempo de espera na base da rosca após a paragem do mandril
- **thrdPreSwitch** (N.º 113602): O mandril é parado este tempo antes de alcançar a base da rosca

O potenciómetro da velocidade do mandril não está ativo.

Se introduzir o passo de rosca da broca de roscagem na coluna **Pitch** da tabela de ferramentas, o comando compara o passo de rosca da tabela de ferramentas com o passo de rosca definido no ciclo. O comando emite uma mensagem de erro se os valores não coincidirem. No ciclo 206, o comando calcula o passo de rosca com base nas rotações programadas e no avanço definido no ciclo.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

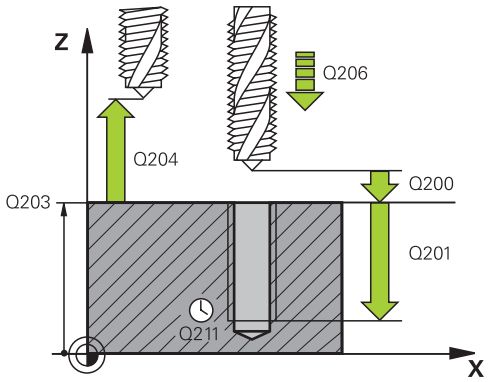
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999

Valor orientativo: 4x passo de rosca.

- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta na roscagem. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**
- **Q211 Tempo de espera em baixo?**: introduzir um valor entre 0 e 0,5 segundos para evitar o acunhamento da ferramenta quando esta retrocede. Campo de introdução 0 a 3600,0000
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999



Exemplo

25 CYCL DEF 206 ROSCAGEM NEU	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q211=0.25	;TEMPO ESP. EM BAIXO
Q203=+25	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA

Calcular avanço: F = S x p

F: Avanço em mm/min)

S: Velocidade do mandril (rpm)

p: Passo de rosca (mm)

Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa

Se, durante a roscagem, se premir a tecla **NC-Stop**, o comando mostra uma softkey com que se pode retirar a ferramenta.

5.3 ROSCAGEM sem mandril compensador GS (ciclo 207, DIN/ISO: G207)

Execução do ciclo

O comando realiza a roscagem à lâmina num ou em vários passos sem compensação do comprimento.

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança indicada sobre a superfície da peça de trabalho
2 A ferramenta desloca-se num só passo até à profundidade do furo
3 A seguir, inverte-se a direção de rotação do mandril e a ferramenta é movida para fora do furo, para a distância de segurança. Se se tiver programado uma 2.ª distância de segurança, o comando desloca a ferramenta para aí com **FMAX**
4 O comando para o mandril na distância de segurança

Ter em atenção ao programar!

A máquina e o comando devem ser preparados pelo fabricante da máquina.

Ciclo aplicável apenas a máquinas com mandril regulado.

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Existe a possibilidade de efetuar os ajustes seguintes através do parâmetro **CfgThreadSpindle** (N.º 113600):

- **sourceOverride** (N.º 113603): Spindle Potentiometer (o override do avanço não está ativo) e FeedPotentiometer (o override da velocidade não está ativo). Em seguida, o comando ajusta a velocidade em conformidade
- **thrdWaitingTime** (N.º 113601): Este é o tempo de espera na base da rosca após a paragem do mandril
- **thrdPreSwitch** (N.º 113602): O mandril é parado este tempo antes de alcançar a base da rosca
- **limitSpindleSpeed** (N.º 113604): Limitação da velocidade do mandril
  True: (com baixas profundidades de rosca, a velocidade do mandril é limitada de modo a que o mandril funcione aprox. 1/3 do tempo a velocidade constante)
  False: (sem limitação)

O potenciómetro da velocidade do mandril não está ativo.

Caso se programe M3 (ou M4) antes deste ciclo, o mandril roda depois do final de ciclo (às rotações programadas no bloco TOOL CALL).

Se não se programar M3 (ou M4) antes deste ciclo, o mandril imobiliza-se após o final deste ciclo. Assim, antes da maquinagem seguinte, é necessário ligar novamente o mandril com M3 (ou M4).

Se introduzir o passo de rosca da broca de roscagem na coluna **Pitch** da tabela de ferramentas, o comando compara o passo de rosca da tabela de ferramentas com o passo de rosca definido no ciclo. O comando emite uma mensagem de erro se os valores não coincidirem.

Na roscagem, o mandril e o eixo da ferramenta são sempre sincronizados um com o outro. A sincronização pode realizar-se com um mandril em rotação, mas também com um mandril estacionário.

Se não se alterar nenhum parâmetro de dinâmica (p. ex., a distância de segurança, velocidade do mandril, etc.), é possível perfurar uma maior profundidade da rosca mais tarde. No entanto, a distância de segurança **Q200** deve ser selecionada suficientemente grande para que o eixo da ferramenta abandone a trajetória de aceleração dentro desta trajetória.

AVISO

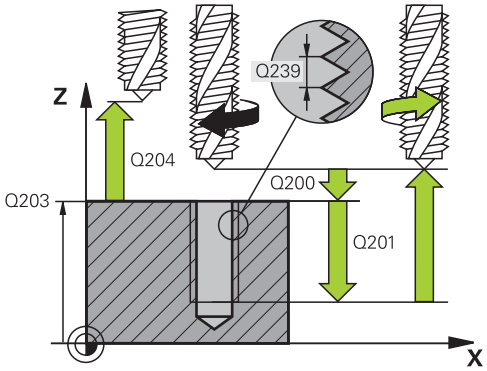
Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a +99,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999



Exemplo

26 CYCL DEF 207 ROSCAGEM GS NEU	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q239=+1	;PASSO DA ROSCA
Q203=+25	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA

Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa

Retirar no modo de funcionamento Manual

Se desejar interromper o processo de roscagem à lâmina, prima a tecla **NC-Stop**. Na barra de softkeys inferior, aparece uma softkey para retirar da rosca. Se premir esta softkey e a tecla **NC-Start**, a ferramenta desloca-se para fora do furo de volta ao ponto inicial da maquinagem. O mandril para automaticamente. O comando emite uma mensagem.

Retirar no modo de funcionamento Execução Contínua do Programa, Bloco a Bloco

Se desejar interromper o processo de roscagem à lâmina, prima a tecla NC-Stop. O comando apresenta a softkey **OPERACAO MANUAL**. Depois de premir **OPERACAO MANUAL**, pode retirar a ferramenta no eixo do mandril ativo. Quando desejar prosseguir novamente com a maquinagem após a interrupção, prima a softkey **IR A POSICAO** e NC-Start. O comando desloca a ferramenta novamente para a posição antes de NC-Stop.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se, ao retirar, deslocar a ferramenta na direção negativa em lugar da direção positiva, p. ex., existe perigo de colisão.

- Ao retirar, tem a possibilidade de deslocar a ferramenta na direção positiva ou negativa do eixo da ferramenta
- Antes da retirada, assegure-se da direção em que irá deslocar a ferramenta para fora do furo

5.4 ROSCAGEM COM ROTURA DE APARA (ciclo 209, DIN/ISO: G209)

Execução do ciclo

O comando corta a rosca em vários passos na profundidade programada. Com um parâmetro, é possível determinar se em rotura de apara a ferramenta deve ser retirada completamente para fora do furo ou não.

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** para a distância de segurança programada sobre a superfície da peça de trabalho e executa aí uma orientação do mandril
2 A ferramenta desloca de passo programada, inverte o sentido de rotação do mandril e retrocede – consoante a definição – um determinado valor ou retira-se para remoção de aparas para fora do furo. Caso se tenha definido um fator de aumento de rotações, o comando retira do furo com as rotações do mandril correspondentemente mais altas
3 Seguidamente, a direção de rotação do mandril é outra vez invertida e desloca-se para a profundidade de passo seguinte
4 O comando repete este processo (2 a 3) até alcançar a profundidade de rosca programada
5 Seguidamente, a ferramenta é retrocedida para a distância de segurança. Se se tiver programado uma 2.ª distância de segurança, o comando desloca a ferramenta para aí com **FMAX**
6 O comando para o mandril na distância de segurança

Ter em atenção ao programar!

A máquina e o comando devem ser preparados pelo fabricante da máquina.

Ciclo aplicável apenas a máquinas com mandril regulado.

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

O sinal do parâmetro Profundidade de Rosca determina a direção da maquinagem.

Existe a possibilidade de efetuar os ajustes seguintes através do parâmetro **CfgThreadSpindle** (N.º 113600):

- **sourceOverride** (N.º 113603): Spindle Potentiometer (o override do avanço não está ativo) e FeedPotentiometer (o override da velocidade não está ativo). Em seguida, o comando ajusta a velocidade em conformidade
- **thrdWaitingTime** (N.º 113601): Este é o tempo de espera na base da rosca após a paragem do mandril
- **thrdPreSwitch** (N.º 113602): O mandril é parado este tempo antes de alcançar a base da rosca

O potenciómetro da velocidade do mandril não está ativo.

Se, através do parâmetro de ciclo **Q403**, se tiver definido um fator de rotações para um retrocesso mais rápido, o comando limita as rotações às rotações máximas da relação de engrenagem ativa.

Caso se programe M3 (ou M4) antes deste ciclo, o mandril roda depois do final de ciclo (às rotações programadas no bloco TOOL CALL).

Se não se programar M3 (ou M4) antes deste ciclo, o mandril imobiliza-se após o final deste ciclo. Assim, antes da maquinagem seguinte, é necessário ligar novamente o mandril com M3 (ou M4).

Se introduzir o passo de rosca da broca de roscagem na coluna **Pitch** da tabela de ferramentas, o comando compara o passo de rosca da tabela de ferramentas com o passo de rosca definido no ciclo. O comando emite uma mensagem de erro se os valores não coincidirem.

Na roscagem, o mandril e o eixo da ferramenta são sempre sincronizados um com o outro. A sincronização pode realizar-se com um mandril em rotação, mas também com um mandril estacionário.

Se não se alterar nenhum parâmetro de dinâmica (p. ex., a distância de segurança, velocidade do mandril, etc.), é possível perfurar uma maior profundidade da rosca mais tarde. No entanto, a distância de segurança **Q200** deve ser selecionada suficientemente grande para que o eixo da ferramenta abandone a trajetória de aceleração dentro desta trajetória

AVISO

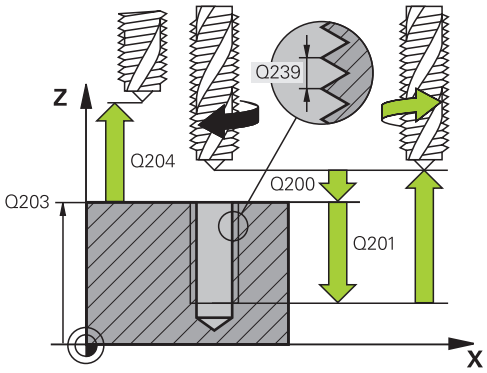
Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a +99,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q257 Prof.furo rotura apara?** (incremental): passo após o qual o comando executa uma rotura de apara. Sem rotura de apara, quando é introduzido 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q256 Dist.retirada rotura apara?**: o comando multiplica o passo **Q239** pelo valor programado e retrocede a ferramenta segundo este valor calculado na operação com rotura de apara. Se se introduzir **Q256** = 0, o comando retira-se completamente para fora do furo para remoção de aparas (à distância de segurança) Campo de introdução 0.000 a 99999.999
- **Q336 Angulo orientaçao cabeçote?** (absoluto) : ângulo ao qual o comando posiciona a ferramenta antes do processo de corte de rosca. Desta forma, é possível, se necessário, repassar a rosca. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q403 Factor mod. revoluç. retrocesso?**: fator pelo qual o comando aumenta a velocidade do mandril e, deste modo, também o avanço de retrocesso, ao retirar-se do furo. Campo de introdução 0,0001 a 10. Aumento máximo até às rotações máximas da relação de engrenagem ativa.



Exemplo

26 CYCL DEF 209 ROSCADO ROT. APARA	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q239=+1	;PASSO DA ROSCA
Q203=+25	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q257=5	;PROF FURO ROT APARA
Q256=+1	;DIST.RETIR.ROT.APARA
Q336=50	;ANGULO CABECOTE
Q403=1.5	;FACTOR VELOCIDADE

Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa

Retirar no modo de funcionamento Manual

Se desejar interromper o processo de roscagem à lâmina, prima a tecla NC-Stop. Na barra de softkeys inferior, aparece uma softkey para retirar da rosca. Se premir esta softkey e a tecla NC-Start, a ferramenta desloca-se para fora do furo de volta ao ponto inicial da maquinagem. O mandril para automaticamente e o TNC emite uma mensagem.

Retirar no modo de funcionamento Execução Contínua do Programa, Bloco a Bloco

Se desejar interromper o processo de roscagem à lâmina, prima a tecla NC-Stop. O TNC apresenta a softkey **OPERACAO MANUAL**. Depois de premir **OPERACAO MANUAL**, pode retirar a ferramenta no eixo do mandril ativo. Quando desejar prosseguir novamente com a maquinagem após a interrupção, prima a softkey **IR A POSICAO** e NC-Start. O TNC desloca a ferramenta novamente para a posição antes da paragem NC.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se, ao retirar, deslocar a ferramenta na direção negativa em lugar da direção positiva, p. ex., existe perigo de colisão.

- Ao retirar, tem a possibilidade de deslocar a ferramenta na direção positiva ou negativa do eixo da ferramenta
- Antes da retirada, assegure-se da direção em que irá deslocar a ferramenta para fora do furo

5.5 Princípios básicos para fresagem de rosca

Condições

- A máquina está equipada com refrigeração interior do mandril (agente refrigerante mín. 30 bar, ar comprimido mín. 6 bar)
- Como, normalmente, na fresagem rosca surgem deformações no perfil de rosca, em regra, são necessárias correções específicas da ferramenta que se devem consultar no catálogo das ferramentas ou junto do fabricante das ferramentas. A correção faz-se numa **TOOL CALL** com o raio delta **DR**
- Os ciclos 262, 263, 264 e 267 só podem ser usados com ferramentas a rodar para a direita Para o ciclo 265 podem utilizar-se ferramentas com rotação para a direita e para a esquerda
- O sentido de maquinagem obtém-se a partir dos seguintes parâmetros de introdução: sinal do passo de rosca Q239 (+ = rosca direita /– = rosca esquerda) e tipo de fresagem Q351 (+1 = sentido sincronizado/–1 = sentido oposto). Através da seguinte tabela, é possível ver a relação entre os parâmetros de introdução em caso de ferramentas de rotação à direita.

Rosca interior	Passo	Tipo de fresagem	Direção da maquinagem
Para a direita	+	+1(RL)	Z+
Para a esquerda	–	–1(RR)	Z+
Para a direita	+	–1(RR)	Z–
Para a esquerda	–	+1(RL)	Z–

Roscagem exterior	Passo	Tipo de fresagem	Direção da maquinagem
Para a direita	+	+1(RL)	Z–
Para a esquerda	–	–1(RR)	Z–
Para a direita	+	–1(RR)	Z+
Para a esquerda	–	+1(RL)	Z+

Na fresagem de rosca, o comando refere o avanço programado à lâmina da ferramenta. Mas como o comando visualiza o avanço referido à trajectória do ponto central, o valor visualizado não coincide com o valor programado.

O sentido de rotação da rosca modifica-se ao executar-se um ciclo de fresar rosca em conjunto com o ciclo 8 REFLETIR em apenas um eixo.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se os dados para os passos em profundidade forem programados com sinais diferentes, pode ocorrer uma colisão.

- Programe as profundidades sempre com sinais iguais. Se programar o parâmetro Q356 PROFUNDIDADE EROSAO com um sinal negativo, então programe o parâmetro Q201 PROFUNDIDADE ROSCADO também com um sinal negativo
- Se, p. ex., desejar repetir um ciclo apenas com o processo de rebaixamento, também é possível introduzir 0 na PROFUNDIDADE ROSCADO. A direção de trabalho é definida, então, através da PROFUNDIDADE EROSAO

AVISO

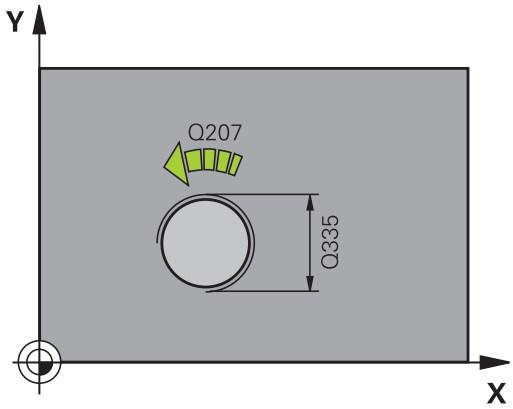
Atenção, perigo de colisão!

Se, numa rotura da ferramenta, se mover a ferramenta para fora do furo apenas na direção do eixo da ferramenta, pode ocorrer uma colisão!

- Parar a execução do programa em caso de rotura da ferramenta
- Mudar para o modo de funcionamento Posicionamento com introdução manual
- Em primeiro lugar, mover a ferramenta na direção do centro do furo com um movimento linear
- Retirar a ferramenta na direção do eixo da ferramenta

5.6 FRESAGEM DE ROSCA (ciclo 262, DIN/ISO: G262)

Execução do ciclo



1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança indicada sobre a superfície da peça de trabalho
2 A ferramenta desloca-se com o avanço programado de posicionamento prévio para o plano de partida obtido com o sinal do passo de rosca, do tipo de fresagem e do número de passos para a recolocação
3 Seguidamente, a ferramenta desloca-se tangente num movimento helicoidal no diâmetro nominal de rosca. Assim, antes do movimento de aproximação helicoidal, é executado ainda um movimento de compensação no eixo da ferramenta, para se começar com a trajetória de rosca no plano inicial programado
4 Consoante o parâmetro de recolocação, a ferramenta fresa a rosca num ou em vários movimentos deslocados ou num movimento helicoidal contínuo
5 Depois, a ferramenta sai tangencialmente do contorno para o ponto inicial no plano de maquinagem
6 No fim do ciclo, o comando desloca a ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança, ou – se tiver sido programado – para a 2.ª distância de segurança

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

O sinal do parâmetro Profundidade de Rosca determina a direção da maquinagem.

Se programar a profundidade de rosca = 0, o comando não executa o ciclo.

O movimento de arranque no diâmetro nominal da rosca realiza-se no semicírculo a partir do centro. Se o diâmetro da ferramenta e o passo quádruplo forem inferiores ao diâmetro nominal de rosca, é executado um posicionamento prévio.

Preste atenção a que o comando execute um movimento de compensação, antes do movimento de aproximação, no eixo da ferramenta. O valor do movimento de compensação integra, no máximo, metade do passo da rosca. Verificar se há espaço suficiente no furo!

Se alterar a profundidade de rosca, o comando altera automaticamente o ponto inicial do movimento helicoidal.

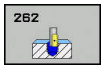
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

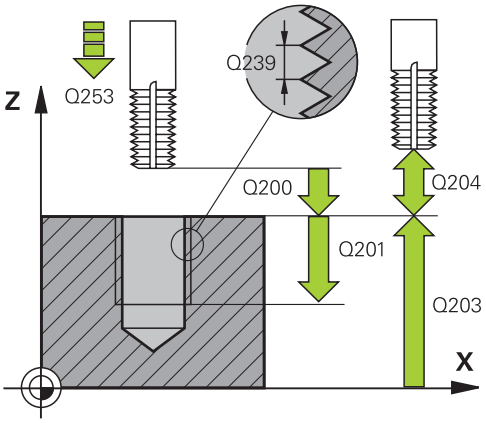
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

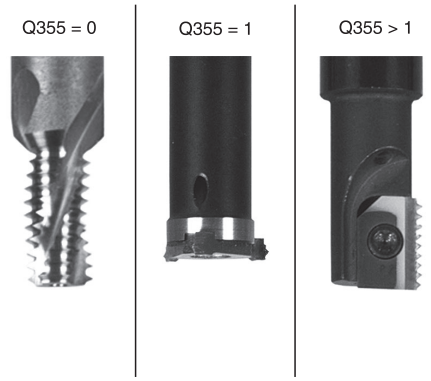
Parâmetros de ciclo



- **Q335 Diametro nominal?**: diâmetro nominal da rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a +99,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



- **Q355 Numero de vezes a repassar ?**: número dos passos de rosca em que a ferramenta é deslocada:
  0 = uma hélice sobre a profundidade de rosca
  1 = hélice contínua a todo o comprimento da rosca
  >1 = várias trajetórias helicoidais com aproximação e afastamento entre as quais o comando desloca a ferramenta segundo Q355 multiplicado pelo passo. Campo de introdução 0 a 99999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**
- **Q206 Avanço de aproximação?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar em mm/min. Tratando-se de diâmetros de rosca pequenos, pode diminuir o risco de rotura da ferramenta, reduzindo o avanço de aproximação. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**



Exemplo

25 CYCL DEF 262 FRESADO ROSCA	
Q335=10	;DIAMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO DA ROSCA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q355=0	;REPASSAR
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q512=0	;AVANCO APROXIMACAO

5.7 FRESAR ROSCA EM REBAIXAMENTO (ciclo 263, DIN/ISO: G263)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança indicada sobre a superfície da peça de trabalho

Rebaixamento

2 A ferramenta desloca-se em avanço de posicionamento prévio para profundidade de rebaixamento menos (?) a profundidade de rebaixamento

3 Se tiver sido introduzida uma distância de segurança, o comando posiciona a ferramenta igualmente em avanço de posicionamento prévio na profundidade de rebaixamento

4 A seguir, consoante as relações de posições, o comando arranca de forma suave do centro para fora ou com posicionamento prévio lateral e executa um movimento circular

Rebaixamento frontal

5 A ferramenta desloca-se em avanço de posicionamento prévio para profundidade de rebaixamento de lado frontal

6 O comando posiciona a ferramenta sem correção a partir do centro segundo um semicírculo sobre a deslocação de lado frontal e executa um movimento circular em avanço de rebaixamento

7 Seguidamente, o comando desloca a ferramenta outra vez segundo um semicírculo para o centro do furo

Fresar rosca

8 O comando desloca a ferramenta com o avanço programado de posicionamento prévio para o plano inicial obtido com o sinal do passo de rosca e o tipo de fresagem

9 Seguidamente, a ferramenta desloca-se num movimento helicoidal tangencialmente ao diâmetro interior de rosca e fresa a rosca com um movimento de hélice de 360º

10 Depois, a ferramenta sai tangencialmente do contorno para o ponto inicial no plano de maquinagem

11 No fim do ciclo, o comando desloca a ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança, ou – se tiver sido programado – para a 2.ª distância de segurança

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

Os sinais dos parâmetros de ciclos profundidade de rosca, profundidade de rebaixamento ou profundidade de lado frontal determinam o sentido da maquinagem. A direção de maquinagem é determinada pela seguinte ordem:
1. Profundidade de rosca
2. Profundidade de rebaixamento
3. Profundidade do lado frontal

Se se ocupar um dos parâmetros de profundidade com 0, o comando não executa esse passo de maquinagem.

Se quiser rebaixar pelo lado frontal, tem que definir o parâmetro profundidade de rebaixamento com 0.

Programe a profundidade de rosca no mínimo um terço do passo de rosca inferior à profundidade de rebaixamento.

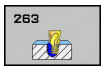
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

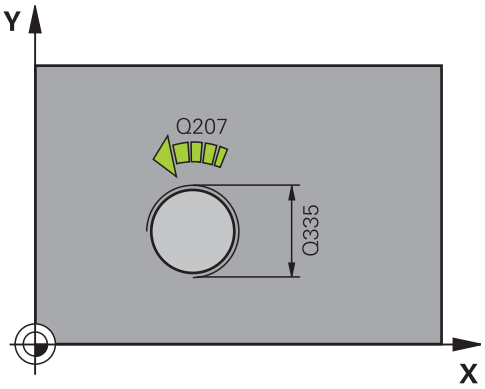
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

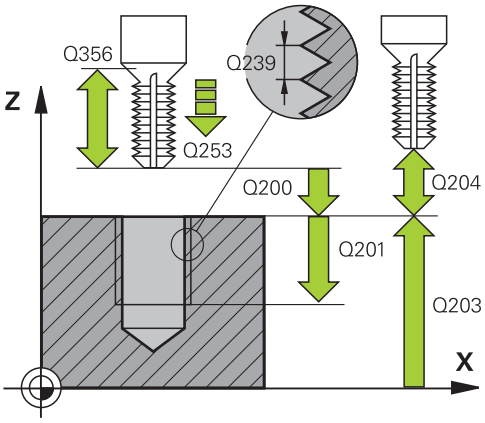
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

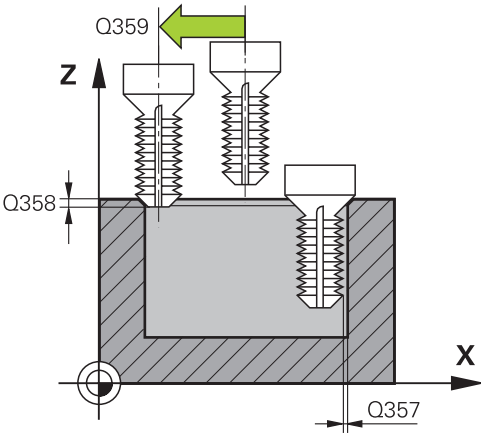
Parâmetros de ciclo



- **Q335 Diametro nominal?**: diâmetro nominal da rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a +99,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q356 Profundidade erosao?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a ponta da ferramenta. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q357 Distancia seguranca lateral?** (incremental): distância entre a lâmina da ferramenta e a parede do furo. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q358 Profundidade erosao frontal ?** (incremental): distância entre a superfície da peça e a extremidade da ferramenta em processo de rebaixamento de lado frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q359 Deslocam. erosao cara frontal?** (incremental): distância a que o comando desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999







Exemplo

25 CYCL DEF 263	FRES. ROSCA EROSAO
Q335=10	;DIAMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO DA ROSCA
Q201=-16	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q356=-20	;PROFUNDIDADE EROSAO
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.

- **Q254 Avanco maquinar rebaixo?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**
- **Q206 Avanço de aproximação?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar em mm/min. Tratando-se de diâmetros de rosca pequenos, pode diminuir o risco de rotura da ferramenta, reduzindo o avanço de aproximação. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**

Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q357=0.2	;DIST. SEGUR. LATERAL
Q358=+0	;PROFUNDIDADE FRONTAL
Q359=+0	;RECHEIO FRONTAL
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q254=150	;AVANCO REBAIXO
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q512=0	;AVANCO APROXIMACAO

5.8 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO (ciclo 264, DIN/ISO: G264)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança indicada sobre a superfície da peça de trabalho

Furar

2 A ferramenta fura com o avanço de passo em profundidade introduzido, até à primeira profundidade de passo

3 Se estiver programada rotura de apara, o comando retira a ferramenta segundo o valor de retrocesso programado. Se se trabalhar sem rotura de apara, o comando retira a ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança, e a seguir outra vez com **FMAX** até à distância de posição prévia programada, sobre a primeira profundidade de passo

4 A seguir, a ferramenta fura com o Avanço até à seguinte Profundidade de Passo

5 O comando repete este processo (2 a 4) até alcançar a profundidade de furo programada

Rebaixamento frontal

6 A ferramenta desloca-se em avanço de posicionamento prévio para profundidade de rebaixamento de lado frontal

7 O comando posiciona a ferramenta sem correção a partir do centro segundo um semicírculo sobre a deslocação de lado frontal e executa um movimento circular em avanço de rebaixamento

8 Seguidamente, o comando desloca a ferramenta outra vez segundo um semicírculo para o centro do furo

Fresar rosca

9 O comando desloca a ferramenta com o avanço programado de posicionamento prévio para o plano inicial obtido com o sinal do passo de rosca e o tipo de fresagem

10 Seguidamente, a ferramenta desloca-se num movimento helicoidal tangencialmente ao diâmetro interior de rosca e fresa a rosca com um movimento helicoidal de 360º

11 Depois, a ferramenta sai tangencialmente do contorno para o ponto inicial no plano de maquinagem

12 No fim do ciclo, o comando desloca a ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança, ou – se tiver sido programado – para a 2.ª distância de segurança

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

Os sinais dos parâmetros de ciclos profundidade de rosca, profundidade de rebaixamento ou profundidade de lado frontal determinam o sentido da maquinagem. A direção de maquinagem é determinada pela seguinte ordem:
1. Profundidade de rosca
2. Profundidade de rebaixamento
3. Profundidade do lado frontal

Se se ocupar um dos parâmetros de profundidade com 0, o comando não executa esse passo de maquinagem.

Programe a profundidade de rosca no mínimo um terço do passo de rosca inferior à profundidade de furo.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

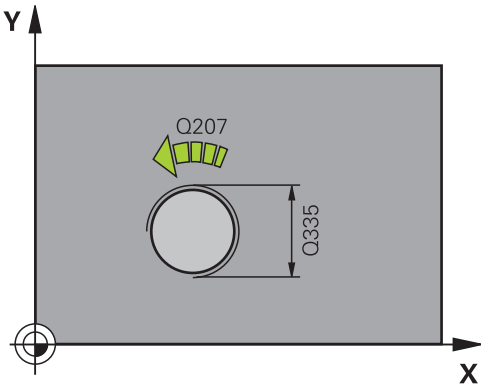
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

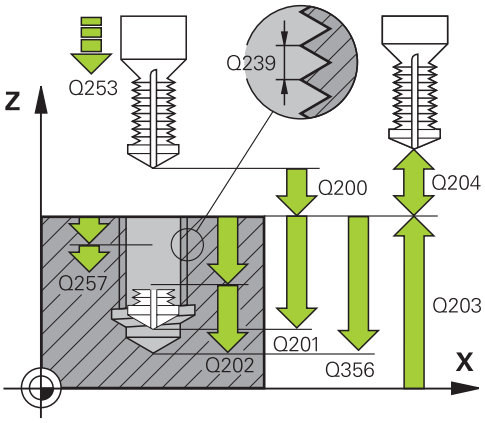
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q335 Diametro nominal?**: diâmetro nominal da rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a +99,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q356 Profundidade do furo?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q202 MAX. PROFUNDIDADE EXCEDIDA?** (valor incremental): medida segundo a qual a ferrta. penetra de cada vez na peça. **Q201 PROFUNDIDADE** não pode ser múltiplo de **Q202**. Campo de introdução 0 a 99999,9999

  A profundidade não tem de ser um múltiplo da profundidade de passo. O comando desloca-se num só passo de maquinagem para a profundidade total quando:
  - a profundidade de passo e a profundidade total são iguais
  - a profundidade de passo é maior que a profundidade total
- **Q258 Distancia de pre-stop superior?** (Incremental): distância de segurança para posicionamento de marcha rápida, quando o comando, após um retrocesso a partir do furo, desloca de novo a ferramenta para a profundidade de passo atual. Campo de introdução 0 a 99999,9999





Exemplo

25 CYCL DEF 264 FRESADO ROSCA FURO	
Q335=10	;DIAMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO DA ROSCA
Q201=-16	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q356=-20	;PROFUNDIDADE FURO
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q202=5	;INCREMENTO
Q258=0.2	;DIST PRE-STOP SUPER.
Q257=5	;PROF FURO ROT APARA
Q256=0.2	;DIST.RETIR.ROT.APARA
Q358=+0	;PROFUNDIDADE FRONTAL
Q359=+0	;RECHEIO FRONTAL

- **Q257 Prof.furo rotura apara?** (incremental): passo após o qual o comando executa uma rotura de apara. Sem rotura de apara, quando é introduzido 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q256 Dist.retirada rotura apara?** (incremental): valor com que o comando retrocede a ferramenta quando há rotura de apara. Campo de introdução 0.000 a 99999.999
- **Q358 Profundidade erosao frontal ?** (incremental): distância entre a superfície da peça e a extremidade da ferramenta em processo de rebaixamento de lado frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q359 Deslocam. erosao cara frontal?** (incremental): distância a que o comando desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**
- **Q206 Avanço de aproximação?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar em mm/min. Tratando-se de diâmetros de rosca pequenos, pode diminuir o risco de rotura da ferramenta, reduzindo o avanço de aproximação. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**

Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q512=0	;AVANCO APROXIMACAO

5.9 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO HELICOIDAL (ciclo 265, DIN/ISO: G265)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança indicada sobre a superfície da peça de trabalho

Rebaixamento frontal

2 Ao rebaixar, antes da maquinagem da rosca, a ferramenta desloca-se em avanço de rebaixamento para a profundidade de rebaixamento de lado frontal. Em processo de rebaixamento depois da maquinagem da rosca o comando desloca a ferramenta para a profundidade de rebaixamento em avanço de posicionamento prévio

3 O comando posiciona a ferramenta sem correção a partir do centro segundo um semicírculo sobre a deslocação de lado frontal e executa um movimento circular em avanço de rebaixamento

4 Seguidamente, o comando desloca a ferramenta outra vez segundo um semicírculo para o centro do furo

Fresar rosca

5 O comando desloca a ferramenta com o avanço programado de posicionamento prévio para o plano inicial destinado à rosca

6 Seguidamente, a ferramenta desloca-se tangente num movimento helicoidal no diâmetro nominal de rosca

7 O comando desloca a ferramenta segundo uma hélice contínua para baixo, até alcançar a profundidade de rosca total

8 Depois, a ferramenta sai tangencialmente do contorno para o ponto inicial no plano de maquinagem

9 No fim do ciclo, o comando desloca a ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança, ou – se tiver sido programado – para a 2.ª distância de segurança

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro do furo) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

Os sinais dos parâmetros de ciclos profundidade rosca ou profundidade de lado frontal determinam o sentido da maquinagem. A direção de maquinagem é determinada pela seguinte ordem:
1. Profundidade de rosca
2. Profundidade do lado frontal

Se se ocupar um dos parâmetros de profundidade com 0, o comando não executa esse passo de maquinagem.

Se alterar a profundidade de rosca, o comando altera automaticamente o ponto inicial do movimento helicoidal.

O tipo de fresagem (em sentido oposto/em sentido sincronizado) é determinado pela rosca (rosca direita/rosca esquerda) e pela direção de rotação da ferramenta, dado que a direção de maquinagem só é possível da superfície da peça de trabalho para o interior da peça.

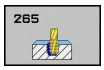
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

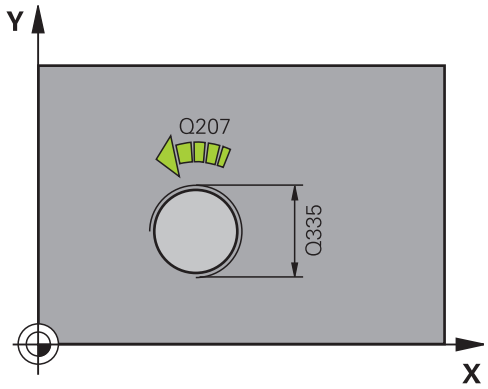
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

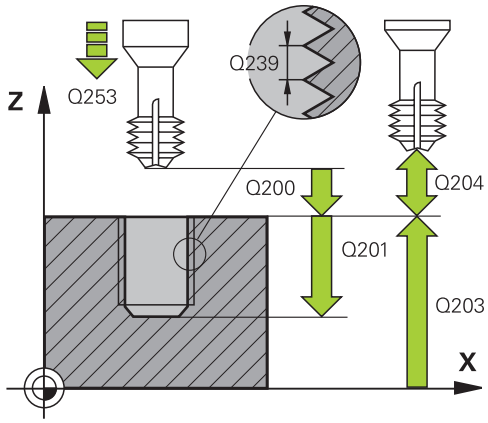
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

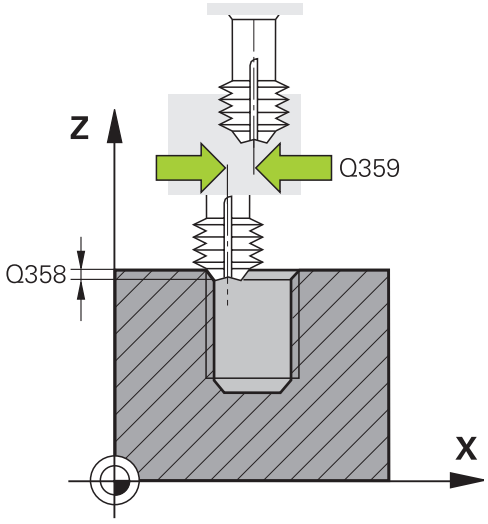


- **Q335 Diametro nominal?**: diâmetro nominal da rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a +99,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q358 Profundidade erosao frontal ?** (incremental): distância entre a superfície da peça e a extremidade da ferramenta em processo de rebaixamento de lado frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q359 Deslocam. erosao cara frontal?** (incremental): distância a que o comando desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q360 Erosao (antes/depois:0/1)?** : execução do chanfro
  0 = antes da maquinagem da rosca
  1 = depois da maquinagem da rosca
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q254 Avanco maquinar rebaixo?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**



Exemplo

25 CYCL DEF 265 FRES. ROSCA F.HELIC.	
Q335=10	;DIAMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO DA ROSCA
Q201=-16	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q358=+0	;PROFUNDIDADE FRONTAL
Q359=+0	;RECHEIO FRONTAL
Q360=0	;PROCESSO EROSAO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q254=150	;AVANCO REBAIXO
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM

5.10 FRESAGEM DE ROSCA EXTERIOR (ciclo 267, DIN/ISO: G267)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança indicada sobre a superfície da peça de trabalho

Rebaixamento frontal

2 O comando desloca o ponto inicial destinado ao rebaixamento do lado frontal a partir do centro da ilha sobre o eixo principal do plano de maquinagem. A posição do ponto inicial obtém-se a partir do raio da rosca, do raio da ferramenta e do passo

3 A ferramenta desloca-se em avanço de posicionamento prévio para profundidade de rebaixamento de lado frontal

4 O comando posiciona a ferramenta sem correção a partir do centro segundo um semicírculo sobre a deslocação de lado frontal e executa um movimento circular em avanço de rebaixamento

5 Seguidamente, o comando desloca a ferramenta outra vez segundo um semicírculo para o ponto inicial

Fresar rosca

6 O comando posiciona a ferramenta sobre o ponto inicial se antes não tiver realizado o rebaixamento no lado frontal. Ponto inicial da fresagem de rosca = Ponto inicial do rebaixamento do lado frontal

7 A ferramenta desloca-se com o avanço programado de posicionamento prévio para o plano de partida obtido com o sinal do passo de rosca, do tipo de fresagem e do número de passos para a recolocação

8 Seguidamente, a ferramenta aproxima-se tangencialmente ao diâmetro nominal de rosca num movimento helicoidal

9 Consoante o parâmetro de recolocação, a ferramenta fresa a rosca num ou em vários movimentos deslocados ou num movimento helicoidal contínuo

10 Depois, a ferramenta sai tangencialmente do contorno para o ponto inicial no plano de maquinagem

11 No fim do ciclo, o comando desloca a ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança, ou – se tiver sido programado – para a 2.ª distância de segurança

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento sobre o ponto inicial (centro da ilha) do plano de maquinagem com correção de raio **R0**.

O desvio necessário para o rebaixamento no lado frontal deve ser obtido anteriormente. Deve-se indicar o valor do centro da ilha até ao centro da ferramenta (valor não corrigido).

Os sinais dos parâmetros de ciclos profundidade rosca ou profundidade de lado frontal determinam o sentido da maquinagem. A direção de maquinagem é determinada pela seguinte ordem:
1. Profundidade de rosca
2. Profundidade do lado frontal

Se se ocupar um dos parâmetros de profundidade com 0, o comando não executa esse passo de maquinagem.

O sinal do parâmetro Profundidade de Rosca determina a direção da maquinagem.

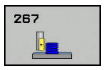
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

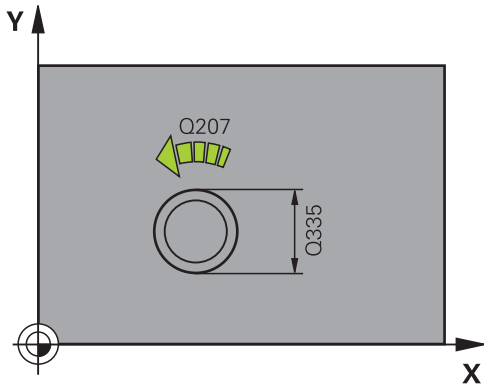
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

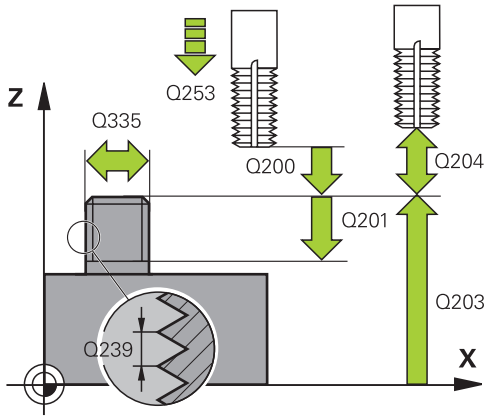
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

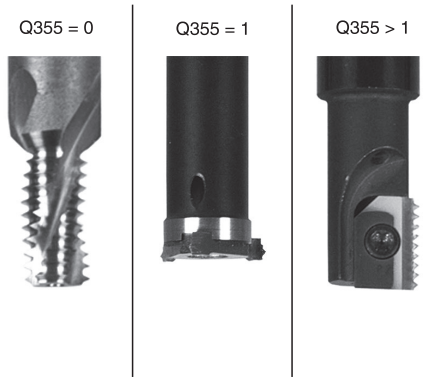


- **Q335 Diametro nominal?**: diâmetro nominal da rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a +99,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q355 Numero de vezes a repassar ?**: número dos passos de rosca em que a ferramenta é deslocada:
  0 = uma hélice sobre a profundidade de rosca
  1 = hélice contínua a todo o comprimento da rosca
  >1 = várias trajetórias helicoidais com aproximação e afastamento entre as quais o comando desloca a ferramenta segundo Q355 multiplicado pelo passo. Campo de introdução 0 a 99999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999





- **Q358 Profundidade erosao frontal ?** (incremental): distância entre a superfície da peça e a extremidade da ferramenta em processo de rebaixamento de lado frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q359 Deslocam. erosao cara frontal?** (incremental): distância a que o comando desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q254 Avanco maquinar rebaixo?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**
- **Q206 Avanço de aproximação?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar em mm/min. Tratando-se de diâmetros de rosca pequenos, pode diminuir o risco de rotura da ferramenta, reduzindo o avanço de aproximação. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**



Exemplo

25 CYCL DEF 267 FRES. ROSCA EXTERIOR	
Q335=10	;DIAMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO DA ROSCA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q355=0	;REPASSAR
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q358=+0	;PROFUNDIDADE FRONTAL
Q359=+0	;RECHEIO FRONTAL
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q254=150	;AVANCO REBAIXO
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q512=0	;AVANCO APROXIMACAO

5.11 Exemplos de programação

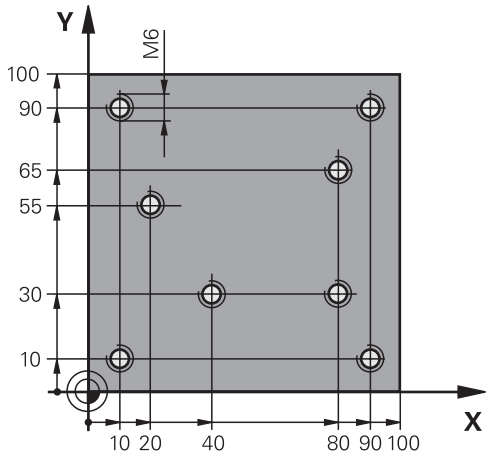
Exemplo: roscagem

As coordenadas de furos estão memorizadas na Tabela de Pontos TAB1.PNT e são chamadas pelo comando com **Cycl Call Pat**.

Os raios de ferramenta são selecionados de forma a que todos os passos de trabalho sejam vistos no gráfico de teste.

Execução do programa

- Centrar
- Furar
- Roscagem



0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S5000	Chamada da ferramenta centrador
4 L Z+10 R0 F5000	Deslocar a ferramenta para a altura de segurança (programar F com valor): após cada ciclo o comando posiciona na altura de segurança
5 SEL PATTERN "TAB1"	Determinar a tabela de pontos
6 CYCL DEF 240 CENTRAR	Definição do ciclo Centrar
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q343=10 ;SELECC. DIA./PROF.	
Q201=-3.5 ;PROFUNDIDADE	
Q344=-7 ;DIAMETRO	
Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q11=0 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q204=0 ;2. DIST. SEGURANCA	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
10 CYCL CALL PAT F5000 M3	Chamada de ciclo em conexão com a tabela de pontos TAB1.PNT, avanço entre os pontos: 5000 mm/min
11 L Z+100 R0 FMAX M6	Retirar a ferramenta
12 TOOL CALL 2 Z S5000	Chamada da ferramenta broca
13 L Z+10 R0 F5000	Deslocar a ferramenta para a distância de segurança (programar F com valor)
14 CYCL DEF 200 FURAR	Definição do ciclo Furar
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-25 ;PROFUNDIDADE	

Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q202=5 ;INCREMENTO	
Q210=0 ;TEMPO ESPERA EM CIMA	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q204=0 ;2. DIST. SEGURANCA	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q211=0.2 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q395=0 ;REFER. PROFUNDIDADE	
15 CYCL CALL PAT F5000 M3	Chamada de ciclo em conexão com a tabela de pontos TAB1.PNT
16 L Z+100 R0 FMAX M6	Retirar a ferramenta
17 TOOL CALL 3 Z S200	Chamada da ferramenta broca de roscagem
18 L Z+50 R0 FMAX	Deslocar a ferramenta para a distância de segurança
19 CYCL DEF 206 ROSCAGEM	Definição do ciclo Roscagem
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-25 ;PROFUNDIDADE ROSCADO	
Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q211=0 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q204=0 ;2. DIST. SEGURANCA	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
20 CYCL CALL PAT F5000 M3	Chamada de ciclo em conexão com a tabela de pontos TAB1.PNT
21 L Z+100 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
22 END PGM 1 MM	

Tabela de Pontos TAB1. PNT

TAB1. PNT MM
NR X Y Z
0 +10 +10 +0
1 +40 +30 +0
2 +90 +10 +0
3 +80 +30 +0
4 +80 +65 +0
5 +90 +90 +0
6 +10 +90 +0
7 +20 +55 +0
[END]

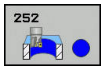
6

Ciclos de maquinagem: fresar caixas / fresar ilhas / fresar ranhuras

6.1 Princípios básicos

Resumo

O comando disponibiliza os seguintes ciclos para maquinagem de caixas, ilhas e ranhuras:

Softkey	Ciclo	Página
	251 CAIXA RETANGULAR Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento helicoidal	161
	252 CAIXA CIRCULAR Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento helicoidal	167
	253 FRESAGEM DE RANHURAS Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento de forma pendular	173
	254 RANHURA CIRCULAR Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento de forma pendular	178
	256 ILHA RETANGULAR Ciclo de desbaste/acabamento com corte lateral, quando são necessárias múltiplas voltas	184
	257 ILHA CIRCULAR Ciclo de desbaste/acabamento com corte lateral, quando são necessárias múltiplas voltas	189
	233 FRESAGEM TRANSVERSAL Maquinagem de superfície transversal com até 3 limites	198

6.2 CAIXA RETANGULAR (ciclo 251, DIN/ISO: G251)

Execução do ciclo

Com o ciclo de caixa retangular 251, é possível maquinar por completo uma caixa retangular. Dependendo dos parâmetros de ciclo, estão à disposição as seguintes alternativas de maquinagem:

- Maquinagem completa: desbaste, acabamento em profundidade, acabamento lateral
- Só desbaste
- Só acabamento em profundidade e acabamento lateral
- Só acabamento em profundidade
- Só acabamento lateral

Desbaste

1 A ferramenta penetra no centro da caixa na peça de trabalho e desloca-se para a primeira profundidade de passo. A estratégia de afundamento determina-se com o parâmetro Q366

2 O comando desbasta a caixa de dentro para fora, tendo em consideração a sobreposição de trajetória (parâmetro Q370) e as medidas excedentes de acabamento (parâmetro Q368)

3 No fim do processo de desbaste o comando afasta a ferramenta tangencialmente da parede da caixa, desloca-se na distância de segurança sobre a profundidade de passo atual. Daí regressa em marcha rápida ao centro da caixa

4 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade de caixa programada

Acabamento

5 No caso de estarem definidas medidas excedentes de acabamento, o comando afunda e aproxima ao contorno. O movimento de aproximação realiza-se, aí, com um raio que permita uma aproximação suave. O comando realiza primeiro o acabamento das paredes da caixa, em vários passos, caso assim esteja definido.

6 De seguida, o comando acaba o fundo da caixa de dentro para fora. A aproximação ao fundo da caixa faz-se então tangencialmente

Ter em atenção ao programar!

Numa tabela de ferramentas inativa tem sempre que se afundar na perpendicular (Q366=0), já que não se pode definir o ângulo de afundamento.

Se a posição angular **Q224** for diferente de 0, tenha o cuidado de definir as dimensões do bloco com um tamanho suficiente.

Posicionar previamente a ferramenta na posição inicial no plano de maquinagem, com correção do raio **R0**. Observar o parâmetro Q367 (posição).

O comando posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

O comando posiciona a ferramenta no fim do ciclo de regresso à posição inicial.

No fim de um procedimento de desbaste em movimento rápido, o comando volta a posicionar a ferramenta no centro da caixa. A ferramenta encontra-se na distância de segurança sobre a profundidade de passo atual. Definir a distância de segurança de forma a que a ferramenta na deslocação não possa ficar presa nas aparas.

Ao afundar com uma hélice, o comando emite uma mensagem de erro, se o diâmetro da hélice calculado internamento for menor que o diâmetro duplo da ferramenta. Se se utilizar uma ferramenta que corta através do centro, esta supervisão pode ser desligada com o parâmetro de máquina **suppressPlungeErr** (N.º 201006).

O comando reduz a profundidade de passo para o comprimento de lâmina LCUTS definido na tabela de ferramentas, caso o comprimento de lâmina seja menor que a profundidade de passo Q202 introduzida.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

AVISO

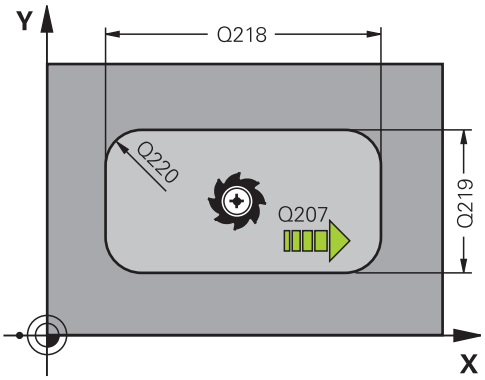
Atenção, perigo de colisão!

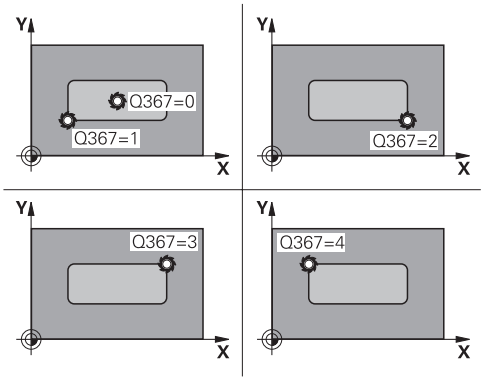
Caso se chame o ciclo com a extensão de maquinagem 2 (somente acabamento), então o posicionamento prévio na primeira profundidade de passo + distância de segurança realiza-se em marcha rápida. Durante o posicionamento em marcha rápida, existe perigo de colisão.

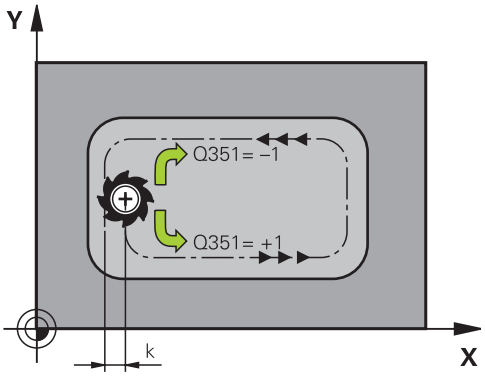
- Executar previamente uma maquinagem de desbaste
- Assegurar-se de que o comando pode fazer o posicionamento prévio da ferramenta em marcha rápida sem colidir com a peça de trabalho

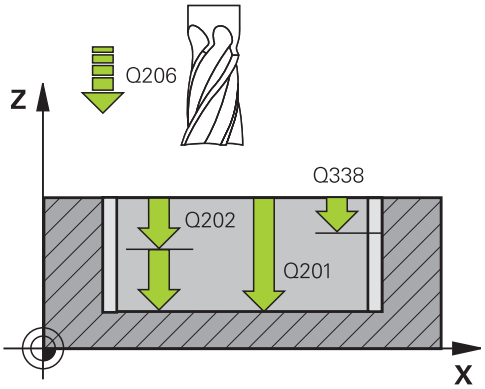
Parâmetros de ciclo

- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q218 Comprimento do primeiro lado?** (incremental): comprimento da caixa paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q219 Comprimento do segundo lado?** (incremental): comprimento da caixa paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q220 Raio de arredondamento cantos?**: raio da esquina da caixa. Se tiver sido programado com 0, o comando fixa o raio da esquina igual ao raio da ferramenta. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q224 Angulo de rotacao?** (absoluto): ângulo em que é rodada a maquinagem completa. O centro de rotação situa-se na posição onde se encontra a ferramenta na chamada de ciclo. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q367 Posição caixa(0/1/2/3/4)?**: posição da caixa referida à posição da ferramenta na ocasião da chamada de ciclo:
  0: posição da ferramenta = centro da caixa
  1: posição da ferramenta = esquina inferior esquerda
  2: posição da ferramenta = esquina inferior direita
  3: posição da ferramenta = esquina superior direita
  4: posição da ferramenta = esquina superior esquerda
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o comando utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)

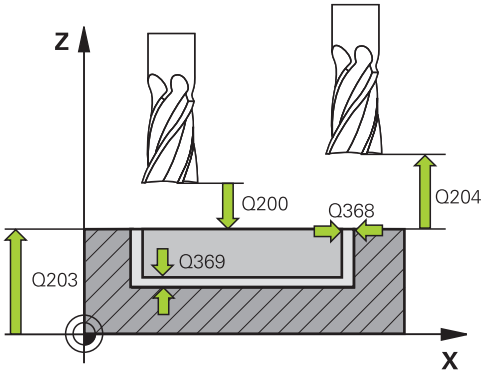








- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da caixa. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. Campo de introdução 0,0001 a 1,9999, em alternativa **PREDEF**



Exemplo

8 CYCL DEF 251 CAIXA RECTANGULAR	
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM
Q218=80	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q219=60	;COMPRIMENTO 2. LADO
Q250=5	;ARREDONDAMENTO
Q368=0.2	;SOBRE-METAL LATERAL
Q224=+0	;ANGULO DE ROTACAO
Q367=0	;POSICAO CAIXA
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;INCREMENTO
Q369=0.1	;SOBRE-METAL FUNDO
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q338=5	;PASADA PARA ACABADO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q370=1	;SOBREPOSICAO
Q366=1	;PUNCAR
Q385=500	;AVANCO ACABADO
Q439=0	;REFERENCIA AVANCO

- **Q366 Estratégia de punção(0/1/2)?**: tipo de estratégia de afundamento:
  0: afundar na perpendicular. Independentemente do ângulo de afundamento **ANGLE** definido na tabela de ferramentas, o comando afunda perpendicularmente
  1: afundar em forma de hélice. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento **ANGLE** para a ferramenta ativada tem que estar definido para um valor diferente de 0. Caso contrário, o comando emite uma mensagem de erro
  2: afundar de forma pendular. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento **ANGLE** para a ferramenta ativada tem que estar definido para um valor diferente de 0. Caso contrário, o comando emite uma mensagem de erro. O comprimento pendular depende do ângulo de afundamento, utilizando o comando como valor mínimo o dobro do diâmetro da ferramenta
  PREDEF: o comando utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Referência de avanço (0-3)?**: Determinar a que se refere o avanço programado:
  0: O avanço refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta
  1: O avanço refere-se à lâmina da ferramenta somente no acabamento lateral; de outro modo, à trajetória do ponto central
  2: No acabamento lateral **e** no acabamento em profundidade, o avanço refere-se à lâmina da ferramenta; de outro modo, à trajetória do ponto central
  3: O avanço refere-se sempre à lâmina da ferramenta

```
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

6.3 CAIXA CIRCULAR (ciclo 252, DIN/ISO: G252)

Execução do ciclo

Com o ciclo de caixa circular 252, pode-se maquinar uma caixa circular. Dependendo dos parâmetros de ciclo, estão à disposição as seguintes alternativas de maquinagem:

- Maquinagem completa: desbaste, acabamento em profundidade, acabamento lateral
- Só desbaste
- Só acabamento em profundidade e acabamento lateral
- Só acabamento em profundidade
- Só acabamento lateral

Desbaste

1. O comando desloca a ferramenta, primeiro, em marcha rápida FMAX para a distância de segurança Q200 sobre a peça de trabalho
2. A ferramenta afunda no centro da caixa com o valor da profundidade de passo. A estratégia de afundamento determina-se com o parâmetro Q366
3. O comando desbasta a caixa de dentro para fora, tendo em consideração a sobreposição de trajetória (parâmetro Q370) e as medidas excedentes de acabamento (parâmetro Q368)
4. No fim de um processo de desbaste, o comando afasta a ferramenta da parede da caixa tangencialmente ao plano de maquinagem com a distância de segurança Q200, eleva a ferramenta em marcha rápida com Q200 e daí em marcha rápida de volta para o centro da caixa.
5. Repetem-se os passos de 2 a 4 até se atingir a profundidade de caixa programada. Nessa operação é tida em conta a medida excedente de acabamento Q369
6. Se tiver sido programado apenas o desbaste (Q215=1), a ferramenta afasta-se da parede da caixa tangencialmente com a distância de segurança Q200, eleva-se em marcha rápida no eixo da ferramenta para a 2.ª distância de segurança Q204 e regressa ao centro da caixa em marcha rápida.

Acabamento

1 Se houver medidas excedentes de acabamento definidas, o comando acaba as paredes da caixa em vários cortes, caso isso esteja programado.

2 O comando leva a ferramenta no eixo da ferramenta para uma posição que está afastada da parede da caixa com a medida excedente Q368 e a distância de segurança Q200

3 O comando desbasta a caixa de dentro para fora até ao diâmetro Q223

4 Em seguida, o comando leva novamente a ferramenta no eixo da ferramenta para uma posição que está afastada da parede da caixa com a medida excedente Q368 e a distância de segurança Q200 e repete o processo de acabamento da parede lateral até à nova profundidade

5 O comando repete este processo pelo tempo necessário até acabar o diâmetro programado

6 Depois de produzir o diâmetro Q223, o comando move a ferramenta tangencialmente com a medida excedente de acabamento Q368 mais a distância de segurança Q200 de volta para o plano de maquinagem, desloca em marcha rápida no eixo da ferramenta para a distância de segurança Q200 e, em seguida, para o centro da caixa.

7 Depois, o comando desloca a ferramenta no eixo da ferramenta para a profundidade Q201 e acaba o fundo da caixa de dentro para fora. A aproximação ao fundo da caixa faz-se então tangencialmente.

8 O comando repete este processo até alcançar as profundidades Q201 mais Q369

9 Por fim, a ferramenta afasta-se da parede da caixa tangencialmente com a distância de segurança Q200, eleva-se em marcha rápida no eixo da ferramenta para a distância de segurança Q200 e regressa ao centro da caixa em marcha rápida.

Ter em atenção ao programar!

Numa tabela de ferramentas inativa tem sempre que se afundar na perpendicular (Q366=0), já que não se pode definir o ângulo de afundamento.

Posicionar previamente a ferramenta na posição inicial (centro do círculo) no plano de maquinagem, com correção do raio **R0**.

O comando posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

O comando posiciona a ferramenta no fim do ciclo de regresso à posição inicial.

No fim de um procedimento de desbaste em movimento rápido, o comando volta a posicionar a ferramenta no centro da caixa. A ferramenta encontra-se na distância de segurança sobre a profundidade de passo atual. Definir a distância de segurança de forma a que a ferramenta na deslocação não possa ficar presa nas aparas.

Ao afundar com uma hélice, o comando emite uma mensagem de erro, se o diâmetro da hélice calculado internamento for menor que o diâmetro duplo da ferramenta. Se se utilizar uma ferramenta que corta através do centro, esta supervisão pode ser desligada com o parâmetro de máquina **suppressPlungeErr** (N.º 201006).

O comando reduz a profundidade de passo para o comprimento de lâmina LCUTS definido na tabela de ferramentas, caso o comprimento de lâmina seja menor que a profundidade de passo Q202 introduzida.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

AVISO

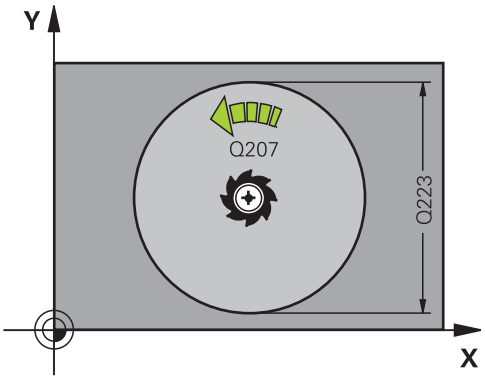
Atenção, perigo de colisão!

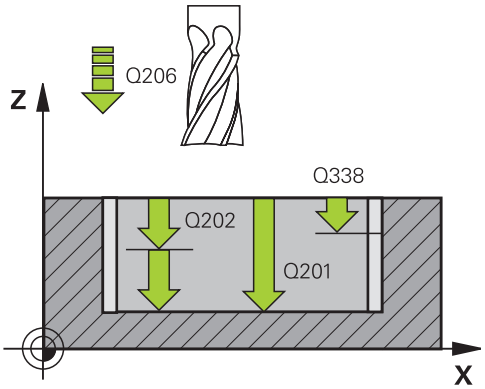
Caso se chame o ciclo com a extensão de maquinagem 2 (somente acabamento), então o posicionamento prévio na primeira profundidade de passo + distância de segurança realiza-se em marcha rápida. Durante o posicionamento em marcha rápida, existe perigo de colisão.

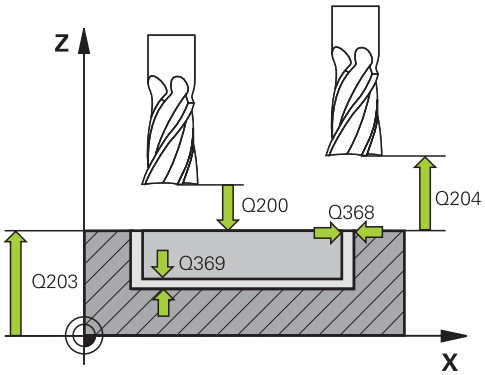
- Executar previamente uma maquinagem de desbaste
- Assegurar-se de que o comando pode fazer o posicionamento prévio da ferramenta em marcha rápida sem colidir com a peça de trabalho

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q223 Diâmetro do círculo?**: diâmetro da caixa terminada Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o comando utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da caixa. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**







Exemplo

8 CYCL DEF 252	CAVIDADE CIRC.
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM
Q223=60	;DIAMETRO CIRCULO
Q368=0.2	;SOBRE-METAL LATERAL
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;INCREMENTO
Q369=0.1	;SOBRE-METAL FUNDO

- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. A sobreposição é considerada como sobreposição máxima. Para evitar que permaneça material residual nas esquinas, é possível reduzir a sobreposição. Campo de introdução 0,1 a 1,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q366 Estratégia de punção(0/1)?**: tipo de estratégia de afundamento:
  - 0 = afundar na perpendicular. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento **ANGLE** da ferramenta ativa deve ser definido como 0 ou 90. Caso contrário, o comando emite uma mensagem de erro
  - 1 = afundar em forma de hélice. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento **ANGLE** para a ferramenta ativada tem que estar definido para um valor diferente de 0. Caso contrário, o comando emite uma mensagem de erro
  - Em alternativa, **PREDEF**
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Referência de avanço (0-3)?**: Determinar a que se refere o avanço programado:
  0: O avanço refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta
  1: O avanço refere-se à lâmina da ferramenta somente no acabamento lateral; de outro modo, à trajetória do ponto central
  2: No acabamento lateral **e** no acabamento em profundidade, o avanço refere-se à lâmina da ferramenta; de outro modo, à trajetória do ponto central
  3: O avanço refere-se sempre à lâmina da ferramenta

```
Q206=150   ;AVANCO INCREMENTO
Q338=5     ;PASADA PARA ACABADO
Q200=2     ;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+0    ;COORD. SUPERFICIE
Q204=50    ;2. DIST. SEGURANCA
Q370=1     ;SOBREPOSICAO
Q366=1     ;PUNCAR
Q385=500   ;AVANCO ACABADO
Q439=3     ;REFERENCIA AVANCO
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

6.4 FRESAGEM DE RANHURAS (ciclo 253, DIN/ISO: G253)

Execução do ciclo

Com o ciclo de caixa retangular 253, pode-se maquinar por completo uma ranhura. Dependendo dos parâmetros de ciclo, estão à disposição as seguintes alternativas de maquinagem:

- Maquinagem completa: desbaste, acabamento em profundidade, acabamento lateral
- Só desbaste
- Só acabamento em profundidade e acabamento lateral
- Só acabamento em profundidade
- Só acabamento lateral

Desbaste

1 A ferramenta avança na perpendicular do ponto central do círculo da ranhura esquerdo para a primeira profundidade de passo com o ângulo de penetração definido na tabela de ferramentas. A estratégia de afundamento determina-se com o parâmetro Q366

2 O comando desbasta a ranhura de dentro para fora, tendo em consideração as medidas excedentes de acabamento (parâmetro Q368 e Q369)

3 O comando recolhe a ferramenta para a distância de segurança Q200. Quando a largura da ranhura corresponde ao diâmetro da fresa, após cada passo, o comando posiciona a ferramenta fora da ranhura.

4 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade da ranhura programada

Acabamento

5 Se houver medidas excedentes de acabamento definidas, o comando acaba as paredes da ranhura em vários cortes, caso isso esteja programado. A aproximação à parede da ranhura faz-se então tangencialmente no círculo da ranhura esquerdo

6 De seguida, o comando acaba o fundo da ranhura de dentro para fora.

Ter em atenção ao programar!

Numa tabela de ferramentas inativa tem sempre que se afundar na perpendicular (Q366=0), já que não se pode definir o ângulo de afundamento.

Posicionar previamente a ferramenta na posição inicial no plano de maquinagem, com correção do raio **R0**. Observar o parâmetro Q367 (posição).

O comando posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Se a largura da ranhura for maior que o dobro do diâmetro da ferramenta, o comando desbasta a ranhura respetivamente de dentro para fora. Pode portanto fresar ranhuras com ferramentas pequenas.

O comando reduz a profundidade de passo para o comprimento de lâmina LCUTS definido na tabela de ferramentas, caso o comprimento de lâmina seja menor que a profundidade de passo Q202 introduzida.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se se definir uma posição da ranhura diferente de 0, então o comando posiciona a ferramenta somente no eixo da ferramenta na 2.ª distância de segurança. Isso significa que a posição no final do ciclo não tem de coincidir com a posição no início do ciclo!

- Não programe **nenhuma** cota incremental a seguir ao ciclo
- Após o ciclo, programe uma posição absoluta em todos os eixos principais

AVISO

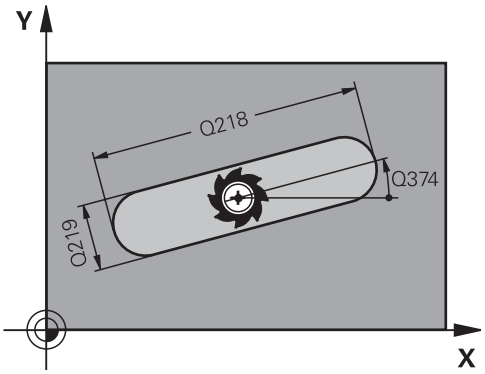
Atenção, perigo de colisão!

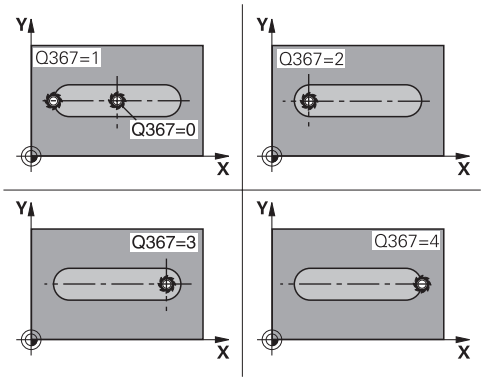
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

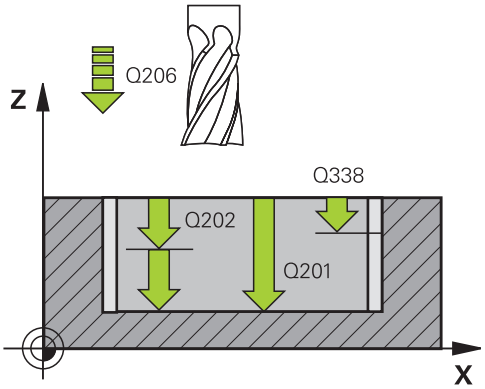
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

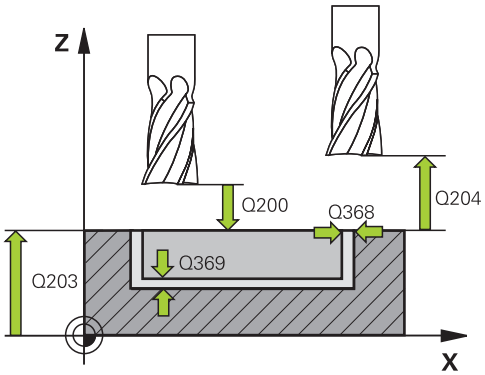
Parâmetros de ciclo

- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q218 Comprimento da ranhura?** (Valor paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem): introduzir lado mais longo da ranhura. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q219 Largura da ranhura?** (Valor paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem): introduzir largura da ranhura; se se introduzir a largura da ranhura igual ao diâmetro da ferramenta, o comando só desbasta (fresar oblongo). Largura de ranhura máxima no desbaste: dobro do diâmetro da ferramenta. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q374 Angulo de rotacao?** (absoluto): ângulo em que é rodada a ranhura completa. O centro de rotação situa-se na posição onde se encontra a ferramenta na chamada de ciclo. Campo de introdução -360.000 a 360.000
- **Q367 Posição da ranhura (0/1/2/3/4)?**: posição da ranhura referente à posição da ferramenta na chamada de ciclo:
  0: posição da ferramenta = centro da ranhura
  1: posição da ferramenta = extremidade esquerda da ranhura
  2: posição da ferramenta = centro do círculo esquerdo da ranhura
  3: posição da ferramenta = centro do círculo direito da ranhura
  4: posição da ferramenta = extremidade direita da ranhura
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**









- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o comando utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ranhura. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**

Exemplo

```
8 CYCL DEF 253  FRES. CANAL
    Q215=0      ;TIPO DE USINAGEM
    Q218=80     ;COMPRIMENTO RANHURA
    Q219=12     ;LARGURA RANHURA
    Q368=0.2    ;SOBRE-METAL LATERAL
    Q374=+0     ;ANGULO DE ROTACAO
    Q367=0      ;POSICAO DA RANHURA
    Q207=500    ;AVANCO FRESAGEM
    Q351=+1     ;TIPO DE FRESAGEM
    Q201=-20    ;PROFUNDIDADE
    Q202=5      ;INCREMENTO
    Q369=0.1    ;SOBRE-METAL FUNDO
    Q206=150    ;AVANCO INCREMENTO
    Q338=5      ;PASADA PARA ACABADO
    Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q203=+0     ;COORD. SUPERFICIE
    Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
    Q366=1      ;PUNCAR
    Q385=500    ;AVANCO ACABADO
    Q439=0      ;REFERENCIA AVANCO
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q366 Estratégia de punção(0/1/2)?**: tipo de estratégia de afundamento:
  - 0 = afundar na perpendicular. O ângulo de afundamento ANGLE na tabela de ferramentas não é avaliado.
  - 1, 2 = afundar de forma pendular. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento **ANGLE** para a ferramenta ativada tem que estar definido para um valor diferente de 0. Caso contrário, o comando emite uma mensagem de erro
  - Em alternativa, **PREDEF**
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Referência de avanço (0-3)?**: Determinar a que se refere o avanço programado:
  0: O avanço refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta
  1: O avanço refere-se à lâmina da ferramenta somente no acabamento lateral; de outro modo, à trajetória do ponto central
  2: No acabamento lateral **e** no acabamento em profundidade, o avanço refere-se à lâmina da ferramenta; de outro modo, à trajetória do ponto central
  3: O avanço refere-se sempre à lâmina da ferramenta

6.5 RANHURA CIRCULAR (ciclo 254, DIN/ISO: G254)

Execução do ciclo

Com o ciclo 254, pode-se maquinar por completo uma ranhura redonda. Dependendo dos parâmetros de ciclo, estão à disposição as seguintes alternativas de maquinagem:

- Maquinagem completa: desbaste, acabamento em profundidade, acabamento lateral
- Só desbaste
- Só acabamento em profundidade e acabamento lateral
- Só acabamento em profundidade
- Só acabamento lateral

Desbaste

1 A ferramenta avança na perpendicular no centro da ranhura para a primeira profundidade de passo, com o ângulo de afundamento definido na tabela de ferramentas. A estratégia de afundamento determina-se com o parâmetro Q366

2 O comando desbasta a ranhura de dentro para fora, tendo em consideração as medidas excedentes de acabamento (parâmetro Q368 e Q369)

3 O comando recolhe a ferramenta para a distância de segurança Q200. Quando a largura da ranhura corresponde ao diâmetro da fresa, após cada passo, o comando posiciona a ferramenta fora da ranhura.

4 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade da ranhura programada

Acabamento

5 Se houver medidas excedentes de acabamento definidas, o comando acaba as paredes da ranhura em vários cortes, caso isso esteja programado. A aproximação à parede da ranhura faz-se então de forma tangente

6 De seguida, o comando acaba o fundo da ranhura de dentro para fora

Ter em atenção ao programar!

Numa tabela de ferramentas inativa tem sempre que se afundar na perpendicular (Q366=0), já que não se pode definir o ângulo de afundamento.

Posicionar previamente a ferramenta na posição inicial no plano de maquinagem, com correção do raio **R0**. Observar o parâmetro Q367 (posição).

O comando posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

A posição no final do ciclo não pode coincidir com a posição no início do ciclo! Se se definir uma posição da ranhura diferente de 0, então o comando posiciona a ferramenta somente no eixo da ferramenta na 2.ª distância de segurança.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Se a largura da ranhura for maior que o dobro do diâmetro da ferramenta, o comando desbasta a ranhura respetivamente de dentro para fora. Pode portanto fresar ranhuras com ferramentas pequenas.

Se utilizar o ciclo 254 de Ranhura Redonda em conjunto com o ciclo 221, então a posição de ranhura 0 não é permitida.

O comando reduz a profundidade de passo para o comprimento de lâmina LCUTS definido na tabela de ferramentas, caso o comprimento de lâmina seja menor que a profundidade de passo Q202 introduzida.

AVISO

Atencao, perigo de colisao!

Se se definir uma posição da ranhura diferente de 0, então o comando posiciona a ferramenta somente no eixo da ferramenta na 2.ª distância de segurança. Isso significa que a posição no final do ciclo não tem de coincidir com a posição no início do ciclo!

- Não programe nenhuma cota incremental a seguir ao ciclo
- Após o ciclo, programe uma posição absoluta em todos os eixos principais

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

AVISO

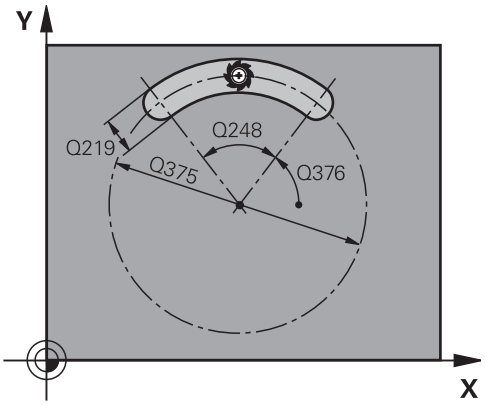
Atenção, perigo de colisão!

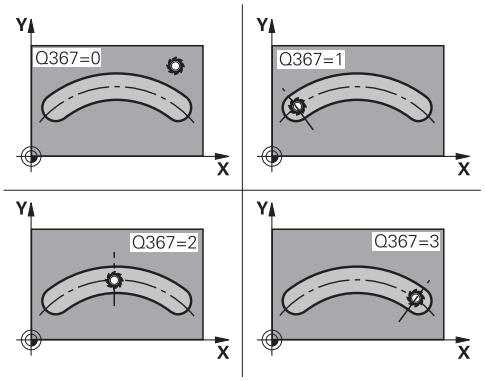
Caso se chame o ciclo com a extensão de maquinagem 2 (somente acabamento), então o posicionamento prévio na primeira profundidade de passo + distância de segurança realiza-se em marcha rápida. Durante o posicionamento em marcha rápida, existe perigo de colisão.

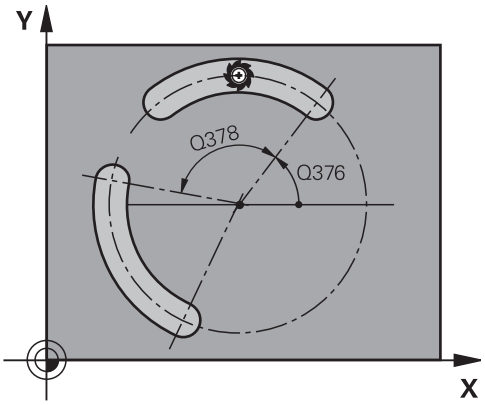
- Executar previamente uma maquinagem de desbaste
- Assegurar-se de que o comando pode fazer o posicionamento prévio da ferramenta em marcha rápida sem colidir com a peça de trabalho

Parâmetros de ciclo

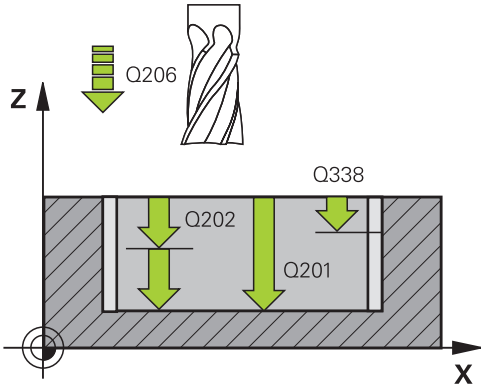
- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q219 Largura da ranhura?** (Valor paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem): introduzir largura da ranhura; se se introduzir a largura da ranhura igual ao diâmetro da ferramenta, o comando só desbasta (fresar oblongo). Largura de ranhura máxima no desbaste: dobro do diâmetro da ferramenta. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q375 Diametro arco circunferencia?**: introduzir diâmetro do círculo teórico. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q367 Ref. posição ranhura (0/1/2/3)?**: posição da ranhura referente à posição da ferramenta com a chamada de ciclo:
  0: a posição da ferramenta não é considerada. A posição da ranhura resulta do centro do círculo teórico introduzido e do ângulo inicial
  1: posição da ferramenta = centro do círculo esquerdo da ranhura. O ângulo inicial Q376 refere-se a esta posição. O centro do círculo teórico introduzido não é considerado
  2: posição da ferramenta = centro do eixo central. O ângulo inicial Q376 refere-se a esta posição. O centro do círculo teórico introduzido não é considerado
  3: posição da ferramenta = centro do círculo direito da ranhura. O ângulo inicial Q376 refere-se a esta posição. Não é considerado o centro do círculo teórico introduzido
- **Q216 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : centro do círculo teórico no eixo principal do plano de maquinagem. **Só atuante quando Q367 = 0**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

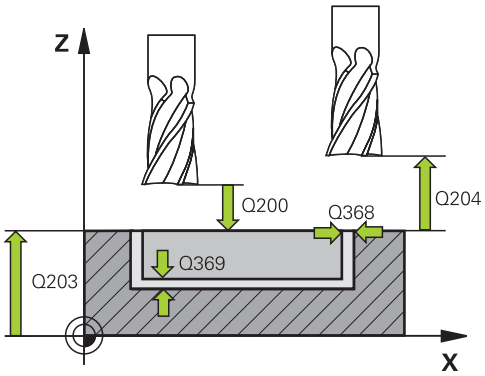






- **Q217 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : centro do círculo teórico no eixo secundário do plano de maquinagem. **Só atuante quando Q367 = 0**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q376 Angulo inicial?** (absoluto) : introduzir ângulo polar do ponto inicial. Campo de introdução -360.000 a 360.000
- **Q248 Ângulo de abertura da ranhura?** (incremental): introduzir ângulo de abertura da ranhura. Campo de introdução de 0 a 360,000
- **Q378 Passo angular?** (incremental): ângulo em que é rodada a ranhura completa. O centro de rotação situa-se no centro do círculo teórico. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q377 Quantidade de passadas?**: quantidade de maquinagens sobre o círculo teórico. Campo de introdução 1 a 99999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o comando utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ranhura. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**





Exemplo

8 CYCL DEF 254 CANAL CIRCULAR	
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM
Q219=12	;LARGURA RANHURA
Q368=0.2	;SOBRE-METAL LATERAL
Q375=80	;DIAMETRO ARCO
Q367=0	;REF. POSICAO RANHURA
Q216=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q217=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q376=+45	;ANGULO INICIAL
Q248=90	;ANGULO DE ABERTURA
Q378=0	;PASSO ANGULAR
Q377=1	;QUANTIDADE PASSADAS
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;INCREMENTO
Q369=0.1	;SOBRE-METAL FUNDO
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q338=5	;PASADA PARA ACABADO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA

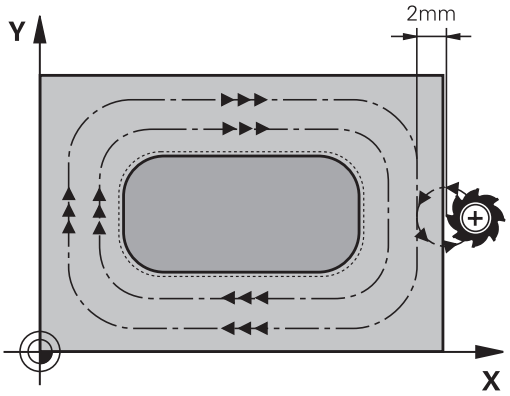
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q366 Estratégia de punção(0/1/2)?**: tipo de estratégia de afundamento:
  0: afundar na perpendicular. O ângulo de afundamento ANGLE na tabela de ferramentas não é avaliado.
  1, 2: afundar de forma pendular. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento **ANGLE** para a ferramenta ativada tem que estar definido para um valor diferente de 0. De outro modo, o comando emite uma mensagem de erro
  PREDEF:: o comando utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Referência de avanço (0-3)?**: Determinar a que se refere o avanço programado:
  0: O avanço refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta
  1: O avanço refere-se à lâmina da ferramenta somente no acabamento lateral; de outro modo, à trajetória do ponto central
  2: No acabamento lateral **e** no acabamento em profundidade, o avanço refere-se à lâmina da ferramenta; de outro modo, à trajetória do ponto central
  3: O avanço refere-se sempre à lâmina da ferramenta

```
Q203=+0      ;COORD. SUPERFICIE
Q204=50      ;2. DIST. SEGURANCA
Q366=1       ;PUNCAR
Q385=500     ;AVANCO ACABADO
Q439=0       ;REFERENCIA AVANCO
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

6.6 ILHA RETANGULAR (ciclo 256, DIN/ISO: G256)

Execução do ciclo

Com o ciclo de ilhas retangulares 256, pode-se maquinar uma ilha retangular. Quando a medida do bloco é superior ao corte lateral máximo possível, então o comando executa diversos cortes laterais até alcançar a medida acabada.



1 A ferramenta avança da posição inicial do ciclo (centro da ilha) para a posição inicial de maquinagem das ilhas. A posição inicial determina-se através do parâmetro Q437. A da definição padrão (**Q437=0**) situa-se a 2 mm à direita, ao lado do bloco de ilhas.
2 Se a ferramenta estiver na 2.ª distância de segurança, o comando desloca-se em marcha rápida **FMAX** para a distância de segurança e daí com o avanço de passo em profundidade para a primeira profundidade de passo
3 Em seguida, a ferramenta avança de forma tangencialmente ao contorno das ilhas e fresa depois uma volta
4 Quando a medida acabada não se deixa atingir numa volta, o comando coloca a ferramenta na profundidade de passo atual e fresa de novo uma volta. O comando tem em consideração a medida do bloco, a medida acabada e o corte lateral permitido. Este processo repete-se até se alcançar a medida acabada programada. Se, pelo contrário, o ponto inicial não tiver sido selecionado num lado, mas sim sobre uma esquina (Q437 diferente de 0), o comando fresa em forma de espiral desde o ponto inicial para o interior até se alcançar a medida acabada.
5 Se forem necessários mais cortes na profundidade, a ferramenta sai tangencialmente do contorno, de regresso ao ponto inicial da maquinagem da ilha
6 Finalmente, o comando conduz a ferramenta para a profundidade de passo seguinte e maquina as ilhas nesta profundidade
7 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade de ilha programada
8 No fim do ciclo, o comando posiciona a ferramenta no eixo da ferramenta à altura segura definida no ciclo. A posição final não coincide, portanto, com a posição inicial

Ter em atenção ao programar!

Posicionar previamente a ferramenta na posição inicial no plano de maquinagem, com correção do raio **R0**. Observar o parâmetro Q367 (posição).

O comando posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

O comando reduz a profundidade de passo para o comprimento de lâmina LCUTS definido na tabela de ferramentas, caso o comprimento de lâmina seja menor que a profundidade de passo Q202 introduzida.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

AVISO

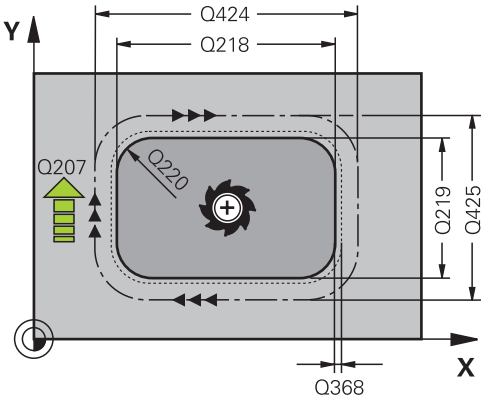
Atenção, perigo de colisão!

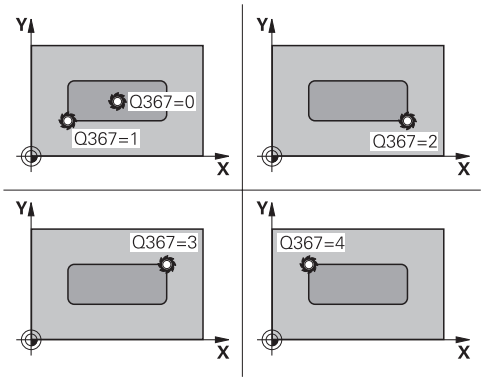
Se não houver espaço suficiente para o movimento de aproximação ao lado da ilha, existe perigo de colisão.

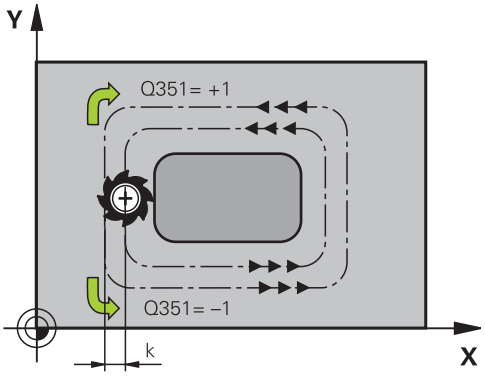
- Dependendo da posição de aproximação Q439, o comando necessita de espaço para o movimento de aproximação
- Deixar espaço para o movimento de aproximação ao lado da ilha
- No mínimo, o diâmetro da ferramenta + 2 mm
- No final, o comando posiciona a ferramenta de volta na distância de segurança, quando introduzido na segunda distância de segurança. A posição final da ferramenta após o ciclo não coincide com a posição inicial.

Parâmetros de ciclo

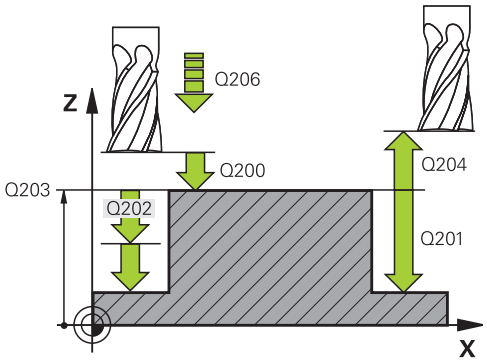
- **Q218 Comprimento do primeiro lado?**: comprimento da ilha paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q424 Longitude lateral bloco 1?**: comprimento do bloco de ilhas, paralelamente ao eixo principal do plano de maquinagem. Introduzir uma **medida do bloco 1.º comprimento do lado** superior ao **1.º comprimento do lado**. O comando executa diversos passos laterais quando a diferença entre a medida do bloco 1 e a medida acabada 1 é superior ao passo lateral permitido (raio da ferramenta multiplicado pela sobreposição da trajetória **Q370**). O comando calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q219 Comprimento do segundo lado?**: comprimento da ilha paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Introduzir uma **medida do bloco 2.º comprimento do lado** superior ao **2.º comprimento do lado**. O comando executa diversos passos laterais quando a diferença entre a medida do bloco 2 e a medida acabada 2 é superior ao passo lateral permitido (raio da ferramenta multiplicado pela sobreposição da trajetória **Q370**). O comando calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q425 Longitude lateral bloco 2?**: comprimento do bloco de ilhas, paralelamente ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q220 Raio / Chanfro (+/-)?**: indique o valor do elemento de forma raio ou chanfro. Introduzindo-se um valor positivo entre 0 e +99999,9999, o comando cria um arredondamento em cada esquina. Assim, o valor que tenha introduzido corresponde ao raio. Caso se defina um valor negativo entre 0 e -99999,9999, todas as esquinas de contorno serão dotadas de um chanfro, correspondendo o valor introduzido ao comprimento do chanfro.
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem que o comando mantém na maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999







- **Q224 Angulo de rotacao?** (absoluto): ângulo em que é rodada a maquinagem completa. O centro de rotação situa-se na posição onde se encontra a ferramenta na chamada de ciclo. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q367 Posição da faceta (0/1/2/3/4)?**: posição da ilha referida à posição da ferramenta na chamada de ciclo:
  0: Posição da ferramenta = centro da ilha
  1: Posição da ferramenta = esquina inferior esquerda
  2: Posição da ferramenta = esquina inferior direita
  3: Posição da ferramenta = esquina superior direita
  4: Posição da ferramenta = esquina superior esquerda
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o comando utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ilha. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**



Exemplo

8 CYCL DEF 256 FACETA RECTANGULAR	
Q218=60	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q424=74	;DIMENSAO BLOCO 1
Q219=40	;COMPRIMENTO 2. LADO
Q425=60	;DIMENSAO BLOCO 2
Q250=5	;ARREDONDAMENTO
Q368=0.2	;SOBRE-METAL LATERAL
Q224=+0	;ANGULO DE ROTACAO
Q367=0	;POSICAO DA FACETA
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;INCREMENTO
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q370=1	;SOBREPOSICAO
Q437=0	;POSICAO DE APROXIMACAO
Q215=1	;TIPO DE USINAGEM
Q369=+0	;SOBRE-METAL FUNDO
Q338=+0	;PASSAGEM PARA ACABA.
Q385=+0	;AVANÇO DE ACABAMENTO
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99	

- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. A sobreposição é considerada como sobreposição máxima. Para evitar que permaneça material residual nas esquinas, é possível reduzir a sobreposição. Campo de introdução 0,1 a 1,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q437 Posição de aproximação (0…4)?**: Determinar a estratégia de aproximação da ferramenta:
  0: à direita da ilha (ajuste básico)
  1: esquina inferior esquerda
  2: esquina inferior direita
  3: esquina superior direita
  4: esquina superior esquerda.
  Selecionar outra posição de aproximação se, ao aproximar com a definição Q437=0, ocorrerem marcas de aproximação na superfície da ilha.
- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**

6.7 ILHA CIRCULAR (ciclo 257, DIN/ISO: G257)

Execução do ciclo

Com o ciclo de ilhas circulares 257, pode-se maquinar uma ilha circular. O comando produz a ilha circular num passo helicoidal partindo do diâmetro do bloco.

1 Caso a ferramenta se encontre abaixo da 2.ª distância de segurança, o comando retrai a ferramenta para a 2.ª distância de segurança
2 A ferramenta avança do centro da ilha para a posição inicial de maquinagem das ilhas. A posição inicial determina-se sobre o ângulo polar referente ao centro da ilha com o parâmetro Q376
3 O comando desloca a ferramenta em marcha rápida **FMAX** para a distância de segurança Q200, e daí com o avanço de passo em profundidade para a primeira profundidade de passo
4 Em seguida, o comando produz a ilha circular num passo helicoidal tendo em consideração a sobreposição de trajetória
5 O comando afasta a ferramenta 2 mm do contorno numa trajetória tangencial
6 Se forem necessários vários passos em profundidade, o novo passo em profundidade realiza-se no ponto mais próximo do movimento de afastamento
7 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade de ilha programada
8 No final do ciclo, a ferramenta – após o afastamento tangencial – eleva-se no eixo da ferramenta para a 2.ª distância de segurança definida no ciclo

Ter em atenção ao programar!

Posicionar previamente a ferramenta na posição inicial no plano de maquinagem (centro da ilha), com correção do raio **R0**.

O comando posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

O comando posiciona a ferramenta no fim do ciclo de regresso à posição inicial.

O comando reduz a profundidade de passo para o comprimento de lâmina LCUTS definido na tabela de ferramentas, caso o comprimento de lâmina seja menor que a profundidade de passo Q202 introduzida.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

AVISO

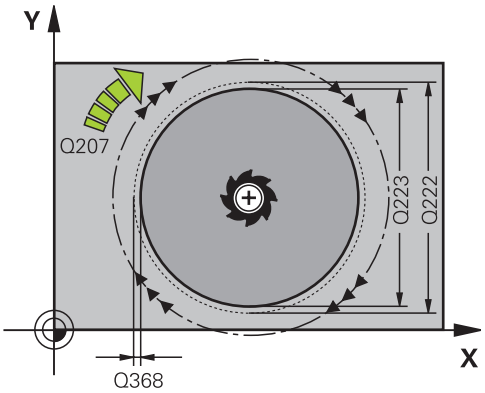
Atenção, perigo de colisão!

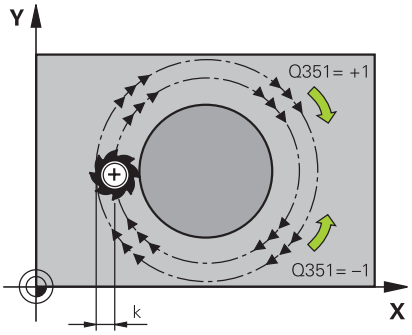
Se não houver espaço suficiente para o movimento de aproximação ao lado da ilha, existe perigo de colisão.

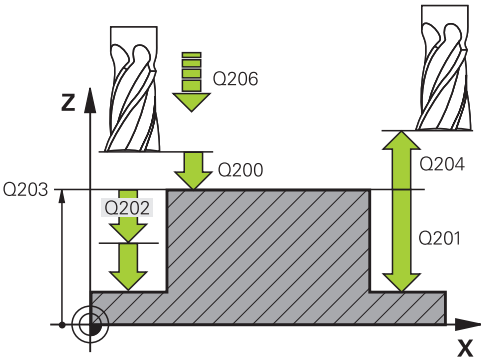
- O comando executa um movimento de aproximação neste ciclo
- Para determinar a posição inicial exata, indique um ângulo inicial entre 0° e 360° no parâmetro Q376
- Dependendo do ângulo inicial Q376, ao lado da ilha deve estar disponível o seguinte espaço: no mínimo, o diâmetro da ferramenta + +2 mm
- Utilizando o valor predefinido -1, o comando calcula automaticamente a posição inicial

Parâmetros de ciclo

- **Q223 Diametro para acabamento?**: diâmetro da ilha terminada Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q222 Diametro para desbaste?**: diâmetro do bloco. Introduzir um diâmetro do bloco superior ao diâmetro da peça pronta. O comando executa diversos passos laterais quando a diferença entre o diâmetro do bloco e o diâmetro da peça pronta é superior ao passo lateral permitido (Raio da ferramenta multiplicado pela sobreposição da trajetória **Q370**). O comando calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o comando utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ilha. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999







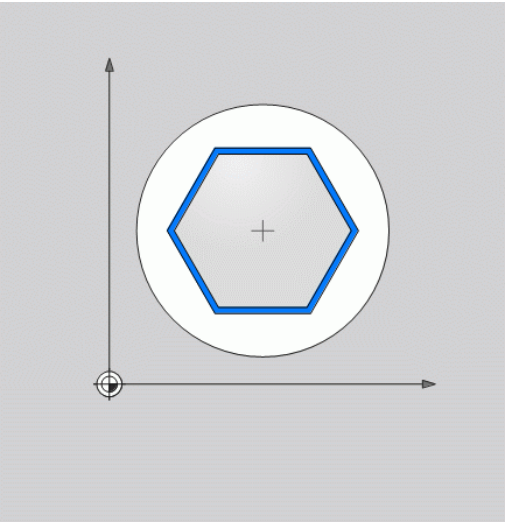
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. Campo de introdução 0,0001 a 1,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q376 Angulo inicial?**: ângulo polar referente ao ponto central da ilha, a partir do qual a ferramenta aproxima à ilha. Campo de introdução 0 a 359º
- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: Determinar a extensão da maquinagem:
  0: Desbaste e acabamento
  1: Só desbaste
  2: Só acabamento
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Exemplo

```
8 CYCL DEF 257  FACETA CIRCULAR
   Q223=60     ;DIAMETRO ACABAMENTO
   Q222=60     ;DIAMETRO DESBASTE
   Q368=0.2    ;SOBRE-METAL LATERAL
   Q207=500    ;AVANCO FRESAGEM
   Q351=+1     ;TIPO DE FRESAGEM
   Q201=-20    ;PROFUNDIDADE
   Q202=5      ;INCREMENTO
   Q206=150    ;AVANCO INCREMENTO
   Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q203=+0     ;COORD. SUPERFICIE
   Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
   Q370=1      ;SOBREPOSICAO
   Q376=0      ;ANGULO INICIAL
   Q215=+1     ;TIPO DE USINAGEM
   Q369=0      ;SOBRE-METAL FUNDO
   Q338=0      ;PASADA PARA ACABADO
   Q385=+500   ;AVANCO ACABADO
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

6.8 ILHA POLIGONAL (ciclo 258, DIN/ISO: G258)

Execução do ciclo



Com o ciclo **Ilha poligonal**, é possível produzir um polígono regular mediante maquinagem exterior. O processo de fresagem realiza-se numa trajetória helicoidal, partindo do diâmetro do bloco.

1 Caso a ferramenta se encontre abaixo da 2.ª distância de segurança no início da maquinagem, o comando retrai a ferramenta para a 2.ª distância de segurança
2 Partindo do centro da ilha, o comando move a ferramenta para a posição inicial de maquinagem da ilha. A posição inicial depende, entre outras coisas, do diâmetro do bloco e da posição angular da ilha. A posição angular determina-se com o parâmetro Q224
3 A ferramenta desloca-se em marcha rápida **FMAX** para a distância de segurança Q200, e daí com o avanço de corte em profundidade para a primeira profundidade de passo
4 Em seguida, o comando produz a ilha poligonal num passo helicoidal tendo em consideração a sobreposição de trajetória
5 O comando move a ferramenta de fora para dentro numa trajetória tangencial
6 A ferramenta eleva-se na direção do eixo do mandril com um movimento em marcha rápida até à 2.ª distância de segurança
7 Quando sejam necessários vários cortes em profundidade, o comando posiciona a ferramenta outra vez no ponto inicial da maquinagem de ilha e coloca a ferramenta na profundidade
8 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade de ilha programada
9 No final do ciclo realiza-se, em primeiro lugar, um movimento de afastamento tangencial. Em seguida, o comando desloca a ferramenta no eixo da ferramenta para a 2.ª distância de segurança

Ter em atenção ao programar!

Antes do início do ciclo, é necessário pré-posicionar a ferramenta no plano de maquinagem. Para isso, desloque a ferramenta com correção de raio **R0** para o centro da ilha.

O comando posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

O comando reduz a profundidade de passo para o comprimento de lâmina LCUTS definido na tabela de ferramentas, caso o comprimento de lâmina seja menor que a profundidade de passo Q202 introduzida.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

O comando executa automaticamente um movimento de aproximação neste ciclo. Se não houver espaço suficiente para isso, pode ocorrer uma colisão.

- Determine através de Q224 com que ângulo deve ser produzida a primeira esquina da ilha poligonal. Campo de introdução: -360° a +360°
- Dependendo da posição angular Q224, ao lado da ilha deve estar disponível o seguinte espaço: no mínimo, o diâmetro da ferramenta + 2 mm

AVISO

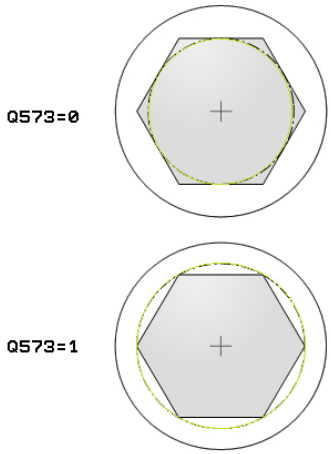
Atenção, perigo de colisão!

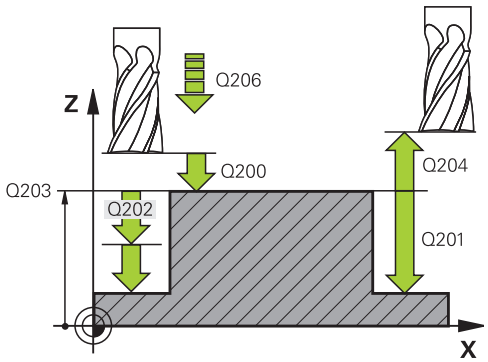
No final, o comando posiciona a ferramenta de volta na distância de segurança, quando introduzido na segunda distância de segurança. A posição final da ferramenta após o ciclo não pode coincidir com a posição inicial.

- Controlar os movimentos de deslocação da máquina
- Controlar a posição final da ferramenta após o ciclo na simulação
- Programar coordenadas absolutas após o ciclo (não incrementais)

Parâmetros de ciclo

- **Q573 Círc.inscr./Círc.circunsc.(0/1)?**: indique se a cotação se deve referir ao círculo inscrito ou ao círculo circunscrito:
  0= a cotação refere-se ao círculo inscrito
  1= a cotação refere-se ao círculo circunscrito
- **Q571 Diâmetro do círculo referência?**: indique o diâmetro do círculo de referência. Indique com o parâmetro Q573 se o diâmetro aqui introduzido se refere ao círculo circunscrito ou ao círculo inscrito. Intervalo de introdução: de 0 a 99999,9999
- **Q222 Diametro para desbaste?**: indique o diâmetro do bloco. O diâmetro do bloco deve ser maior que o diâmetro do círculo de referência. O comando executa diversos passos laterais quando a diferença entre o diâmetro do bloco e o diâmetro do círculo de referência é superior ao passo lateral permitido (Raio da ferramenta multiplicado pela sobreposição da trajetória **Q370**). O comando calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q572 Número de esquinas?**: registe o número de esquinas da ilha poligonal. O comando distribui sempre as esquinas uniformemente pela ilha. Campo de introdução de 0 a 30
- **Q224 Angulo de rotacao?**: determine com que ângulo deve ser produzida a primeira esquina da ilha poligonal. Campo de introdução: de -360° a +360°
- **Q220 Raio / Chanfro (+/-)?**: indique o valor do elemento de forma raio ou chanfro. Introduzindo-se um valor positivo entre 0 e +99999,9999, o comando cria um arredondamento em cada esquina. Assim, o valor que tenha introduzido corresponde ao raio. Caso se defina um valor negativo entre 0 e -99999,9999, todas as esquinas de contorno serão dotadas de um chanfro, correspondendo o valor introduzido ao comprimento do chanfro.





Exemplo

8 CYCL DEF 258 ILHA POLIGONAL	
Q573=1	;CIRCULO REFERENCIA
Q571=50	;DIAM. CIRCULO REF.
Q222=120	;DIAMETRO DESBASTE
Q572=10	;NUMERO DE ESQUINAS
Q224=40	;ANGULO DE ROTACAO
Q220=2	;RAIO / CHANFRO

- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Se registar aqui um valor negativo, após o desbaste, o comando posiciona a ferramenta novamente num diâmetro fora do diâmetro do bloco. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o comando utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ilha. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. Campo de introdução 0,0001 a 1,9999, em alternativa **PREDEF**

```
Q368=0      ;SOBRE-METAL LATERAL
Q207=3000   ;AVANCO FRESAGEM
Q351=1      ;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-18    ;PROFUNDIDADE
Q202=10     ;INCREMENTO
Q206=150    ;AVANCO INCREMENTO
Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+0     ;COORD. SUPERFICIE
Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
Q370=1      ;SOBREPOSICAO
Q215=0      ;TIPO DE USINAGEM
Q369=0      ;SOBRE-METAL FUNDO
Q338=0      ;PASADA PARA ACABADO
Q385=500    ;AVANCO ACABADO
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**

6.9 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 233, DIN/ISO: G233)

Execução do ciclo

Com o ciclo 233 pode efetuar a fresagem transversal de uma superfície plana em vários cortes respeitando uma medida excedente de acabamento. Além disso, também pode definir no ciclo paredes laterais, que serão depois consideradas na maquinagem da superfície transversal. O ciclo disponibiliza diversas estratégias de maquinagem:

- **Estratégia Q389=0**: Executar em forma de meandro, passo lateral fora da superfície a trabalhar
- **Estratégia Q389=1**: Executar em forma de meandro, corte lateral na borda da superfície a trabalhar
- **Estratégia Q389=2**: Executar linha a linha com transbordamento, corte lateral na retração
- **Estratégia Q389=3**: Executar linha a linha sem transbordamento, corte lateral na retração
- **Estratégia Q389=4**: Maquinar em forma helicoidal de fora para dentro

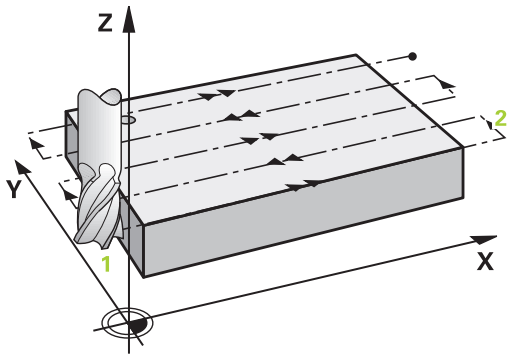
1 O comando posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** desde a posição atual no plano de maquinagem para o ponto inicial **1**: o ponto inicial no plano de maquinagem encontra-se deslocado segundo o raio da ferramenta e a distância de segurança lateral ao lado da peça de trabalho

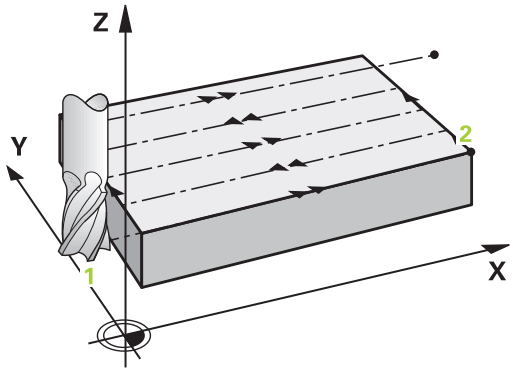
2 Em seguida, o comando posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** à distância de segurança no eixo do mandril

3 Depois, a ferramenta desloca-se com avanço de fresagem Q207 no eixo do mandril para a primeira profundidade de passo calculada pelo comando

Estratégia Q389=0 e Q389 =1

As estratégias Q389=0 e Q389=1 diferenciam-se pelo transbordamento na fresagem transversal. Em Q389=0, o ponto final encontra-se no exterior da superfície, com Q389=1 na borda da superfície. O comando calcula o ponto final **2** a partir do comprimento lateral e da distância de segurança lateral.
Na estratégia Q389=0, o comando desloca adicionalmente a ferramenta segundo o raio da ferramenta para além da superfície transversal.

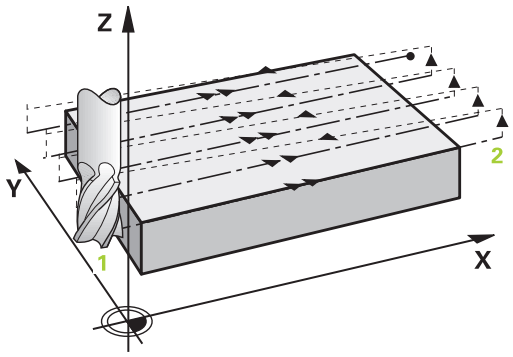


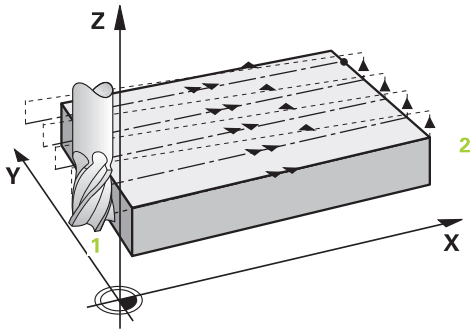


4 O comando desloca a ferramenta com o avanço de fresagem programado para o ponto final **2**.
5 Em seguida, o comando desloca a ferramenta com avanço de posicionamento prévio transversalmente para o ponto inicial da linha seguinte; o comando calcula esta deslocação a partir da largura programada, do raio da ferramenta, do fator de sobreposição de trajetórias máximo e da distância de segurança lateral
6 Por fim, o comando desloca a ferramenta com o avanço de fresagem de volta na direção oposta
7 O procedimento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada.
8 Em seguida, o comando posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** novamente no ponto inicial **1**
9 Caso sejam necessários vários passos, o comando desloca a ferramenta com avanço de posicionamento no eixo do mandril até à profundidade de passo seguinte
10 Este processo repete-se até todos os passos terem sido executados. No último corte é fresada a medida excedente de acabamento introduzida no avanço de acabamento
11 No fim, o comando desloca a ferramenta com **FMAX** de volta para a 2.ª distância de segurança

Estratégia Q389=2 e Q389=3

As estratégias Q389=2 e Q389=3 diferenciam-se pelo transbordamento na fresagem transversal. Em Q389=2, o ponto final encontra-se no exterior da superfície, com Q389=3 na borda da superfície. O comando calcula o ponto final **2** a partir do comprimento lateral e da distância de segurança lateral. Na estratégia Q389=2, o comando desloca adicionalmente a ferramenta segundo o raio da ferramenta para além da superfície transversal.





4 Depois, a ferramenta desloca-se com avanço de fresagem programado sobre o ponto final **dois**.

5 O comando retira a ferramenta no eixo do mandril para a distância de segurança através da profundidade de passo atual e desloca-se com **FMAX**diretamente de volta para o ponto inicial da próxima linha. O comando calcula o desvio a partir da largura programada, do raio da ferramenta, do fator de sobreposição de trajetória máximo e da distância de segurança lateral

6 Depois, a ferramenta desloca-se novamente para a profundidade de passo atual e, em seguida, de novo em direção ao ponto final **2**

7 O procedimento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada. No final da última trajetória, o comando posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** novamente no ponto inicial **1**

8 Caso sejam necessários vários passos, o comando desloca a ferramenta com avanço de posicionamento no eixo do mandril até à profundidade de passo seguinte

9 Este processo repete-se até todos os passos terem sido executados. No último corte é fresada a medida excedente de acabamento introduzida no avanço de acabamento

10 No fim, o comando desloca a ferramenta com **FMAX** de volta para a 2.ª distância de segurança

Estratégia Q389=4

4 Depois, a ferramenta desloca-se com o **Avanço de fresagem** programado num movimento de aproximação tangencial para o ponto inicial da trajetória de fresagem

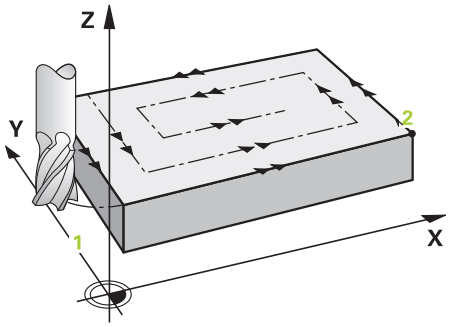
5 O comando maquina a superfície transversal com avanço de fresagem do exterior para o interior com trajetórias de fresagem cada vez mais curtas. Dado o passo lateral constante, a ferramenta está permanentemente em ação

6 O procedimento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada. No final da última trajetória, o comando posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** novamente no ponto inicial **1**

7 Caso sejam necessários vários passos, o comando desloca a ferramenta com avanço de posicionamento no eixo do mandril até à profundidade de passo seguinte

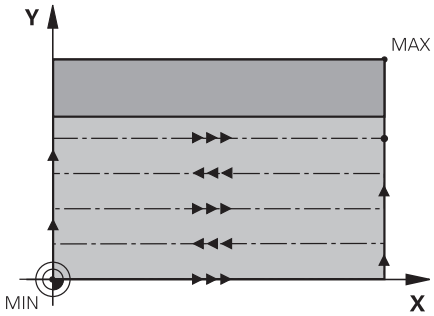
8 Este processo repete-se até todos os passos terem sido executados. No último corte é fresada a medida excedente de acabamento introduzida no avanço de acabamento

9 No final, o comando desloca a ferramenta com **FMAX** de volta para a **2.ª distância de segurança**



Limite

Com os limites, é possível delimitar a maquinagem da superfície transversal, por exemplo, para considerar paredes laterais ou ressaltos na maquinagem. Uma parede lateral definida por um limite é maquinada à medida resultante do ponto inicial ou dos comprimentos laterais da superfície transversal. Na maquinagem de desbaste, o comando tem em consideração a medida excedente do lado, enquanto no processo de acabamento a medida excedente serve para o posicionamento prévio da ferramenta.



Ter em atenção ao programar!

Posicionar previamente a ferramenta na posição inicial no plano de maquinagem, com correção do raio **R0**. Prestar atenção à direção de maquinagem.

O comando posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

Introduzir **Q204 2. DIST. SEGURANCA** de forma a que não se possa produzir nenhuma colisão com a peça de trabalho ou com os dispositivos tensores.

Se **Q227 PTO. INICIAL 3. EIXO** e **Q386 PONTO FINAL 3. EIXO** forem introduzidos iguais, o comando não executa o ciclo (profundidade programada = 0).

O comando reduz a profundidade de passo para o comprimento de lâmina LCUTS definido na tabela de ferramentas, caso o comprimento de lâmina seja menor que a profundidade de passo Q202 introduzida.

Quando se defina **Q370** SOBREPOSICAO >1, o fator de sobreposição programado é tido em consideração logo a partir da primeira trajetória de maquinagem.

O ciclo 233 supervisiona o registo do comprimento da ferramenta/lâmina **LCUTS** da tabela de ferramentas. Se o comprimento da ferramenta ou das lâminas não for suficiente para uma maquinagem de acabamento, o comando reparte a maquinagem por vários passos de maquinagem.

AVISO

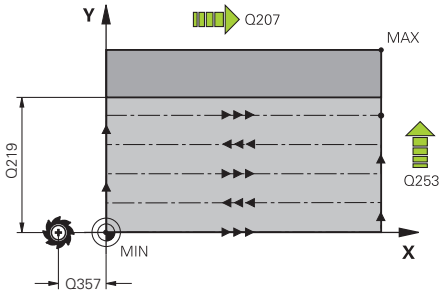
Atenção, perigo de colisão!

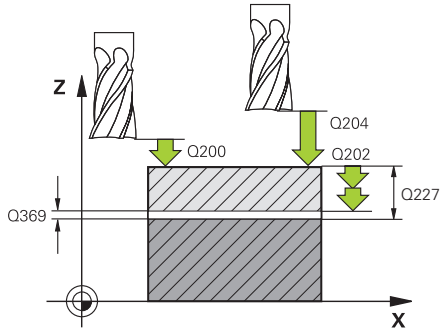
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o comando inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

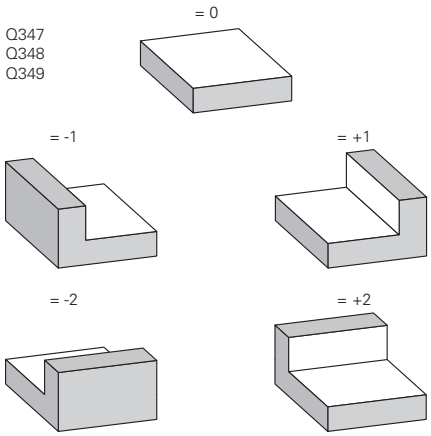
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o comando deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q389 Estratégia de maquinagem (0-4)?**: determinar de que forma o comando deverá maquinar a superfície:
  0: Maquinar em forma de meandro, passo lateral em avanço de posicionamento fora da superfície a trabalhar
  1: Maquinar em forma de meandro, passo lateral em avanço de fresagem na borda da superfície a trabalhar
  2: Executar linha a linha, retração e passo lateral em avanço de posicionamento fora da superfície a trabalhar
  3: Executar linha a linha, retração e passo lateral em avanço de posicionamento na borda da superfície a trabalhar
  4: Maquinar em forma helicoidal, passo uniforme de fora para dentro
- **Q350 Direção de fresagem?**: eixo do plano de maquinagem pelo qual se deve alinhar a maquinagem:
  1: eixo principal = direção de maquinagem
  2: eixo secundário = direção de maquinagem
- **Q218 Comprimento do primeiro lado?** (incremental): comprimento da superfície a maquinar no eixo principal do plano de maquinagem, referente ao ponto inicial do 1.º eixo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q219 Comprimento do segundo lado?** (incremental): comprimento da superfície a maquinar no eixo secundário do plano de maquinagem. Através do sinal, pode-se determinar a direção do primeiro passo transversal com referência ao **PTO. INICIAL 2. EIXO**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q227 Ponto inicial 3. eixo?** (absoluto) : coordenada da superfície da peça de trabalho a partir da qual devem ser calculados os passos. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999







Exemplo

8 CYCL DEF 233 FRESADO PLANO	
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM
Q389=2	;ESTRATEGIA FRESAGEM
Q350=1	;DIRECAO DE FRESAGEM
Q218=120	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q219=80	;COMPRIMENTO 2. LADO

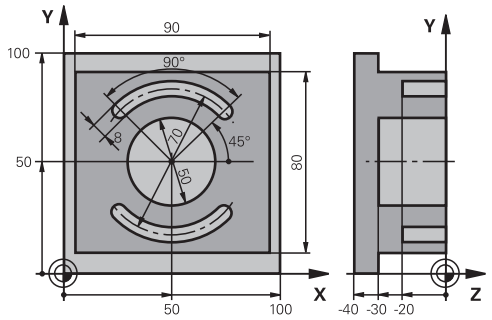
- **Q386 Ponto final no 3º eixo?** (absoluto) : coordenada no eixo do mandril sobre a qual a superfície deve ser fresada de forma transversal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (incremental): valor com o qual deve ser deslocado o último passo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q202 MAX. PROF. EXCEDIDA** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Passo lateral k máximo. O comando calcula o passo lateral real a partir do 2.º comprimento lateral (Q219) e do raio da ferramenta de modo a que a maquinagem seja feita com passo lateral constante. Campo de introdução: 0,1 a 1,9999.
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar o último passo em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar-se da posição inicial e na deslocação para a linha seguinte em mm/min; quando se desloca transversalmente no material (Q389=1), o comando desloca o passo transversal com avanço de fresagem Q207. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q357 Distancia seguranca lateral?** (incremental) O parâmetro Q357 influencia as seguintes situações:
  Aproximação à primeira profundidade de passo: Q357 é a distância lateral entre a ferramenta e a peça de trabalho
  Desbaste com a estratégia de fresagem Q389=0-3: a superfície a maquinar é aumentada em **Q350** DIRECAO DE FRESAGEM pelo valor de Q357, desde que não esteja definida nenhuma limitação nesta direção
  Acabamento lateral: as trajetórias são prolongadas pelo valor de Q357 em **Q350** DIRECAO DE FRESAGEM
  Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**

```
Q227=0      ;PTO. INICIAL 3. EIXO
Q386=-6     ;PONTO FINAL 3. EIXO
Q369=0.2    ;SOBRE-METAL FUNDO
Q202=3      ;MAX. PROF. EXCEDIDA
Q370=1      ;SOBREPOSICAO
Q207=500    ;AVANCO FRESAGEM
Q385=500    ;AVANCO ACABADO
Q253=750    ;AVANCO PRE-POSICION.
Q357=2      ;DIST. SEGUR. LATERAL
Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
Q347=0      ;1.O LIMITE
Q348=0      ;2.O LIMITE
Q349=0      ;3.O LIMITE
Q220=2      ;ARREDONDAMENTO
Q368=0      ;SOBRE-METAL LATERAL
Q338=0      ;PASADA PARA ACABADO
Q367=-1     ;POS. SUPERFÍCIE
            (-1/0/1/2/3/4)?
9 L  X+0 Y+0  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q347 1.º limite?**: Selecionar o lado da peça de trabalho no qual a superfície transversal é limitada por uma parede lateral (não é possível na maquinagem helicoidal). Dependendo da posição da parede lateral, o comando limita a maquinagem da superfície transversal à coordenada do ponto inicial ou ao comprimento lateral correspondentes: (não é possível na maquinagem helicoidal):
  Introdução **0**: Sem limite
  Introdução **-1**: Limite no eixo principal negativo
  Introdução **+1**: Limite no eixo principal positivo
  Introdução **-2**: Limite no eixo secundário negativo
  Introdução **+2**: Limite no eixo secundário positivo
- **Q348 2.º limite?**: ver o parâmetro 1.º limite Q347
- **Q349 3.º limite?**: ver o parâmetro 1.º limite Q347
- **Q220 Raio de arredondamento cantos?**: raio para esquina em limites (Q347 - Q349). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q367 Pos. superfície (-1/0/1/2/3/4)?**: posição da superfície referida à posição da ferramenta na chamada de ciclo:
  -1: Posição da ferramenta = posição atual
  0: Posição da ferramenta = centro da ilha
  1: Posição da ferramenta = esquina inferior esquerda
  2: Posição da ferramenta = esquina inferior direita
  3: Posição da ferramenta = esquina superior direita
  4: Posição da ferramenta = esquina superior esquerda

6.10 Exemplos de programação

Exemplo: fresar caixa, ilha e ranhura



0 BEGINN PGM C210 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3500	Chamada de ferramenta de desbaste/acabamento
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 256 FACETA RECTANGULAR	Definição de ciclo Maquinagem exterior
Q218=90 ;COMPRIMENTO 1. LADO	
Q424=100 ;DIMENSAO BLOCO 1	
Q219=80 ;COMPRIMENTO 2. LADO	
Q425=100 ;DIMENSAO BLOCO 2	
Q220=0 ;ARREDONDAMENTO	
Q368=0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q224=0 ;ANGULO DE ROTACAO	
Q367=0 ;POSICAO DA FACETA	
Q207=250 ;AVANCO FRESAGEM	
Q351=+1 ;TIPO DE FRESAGEM	
Q201=-30 ;PROFUNDIDADE	
Q202=5 ;INCREMENTO	
Q206=250 ;AVANCO INCREMENTO	
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q204=20 ;2. DIST. SEGURANCA	
Q370=1 ;SOBREPOSICAO	
Q437=0 ;POSICAO DE APROXIMACAO	
6 L X+50 Y+50 R0 M3 M99	Chamada de ciclo Maquinagem exterior
7 CYCL DEF 252 CAVIDADE CIRC.	Definição de ciclo Caixa circular
Q215=0 ;TIPO DE USINAGEM	
Q223=50 ;DIAMETRO CIRCULO	
Q368=0.2 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q207=500 ;AVANCO FRESAGEM	

Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM	
Q201=-30	;PROFUNDIDADE	
Q202=5	;INCREMENTO	
Q369=0.1	;SOBRE-METAL FUNDO	
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO	
Q338=5	;PASADA PARA ACABADO	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE	
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA	
Q370=1	;SOBREPOSICAO	
Q366=1	;PUNCAR	
Q385=750	;AVANCO ACABADO	
Q439=0	;REFERENCIA AVANCO	
8 L X+50 Y+50 R0 FMAX M99		Chamada de ciclo Caixa circular
9 L Z+250 R0 FMAX M6		Retirar a ferramenta
10 TOOL CALL 2 Z S5000		Chamada de ferramenta Fresa de ranhura
11 CYCL DEF 254 CANAL CIRCULAR		Definição de ciclo Ranhura
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM	
Q219=8	;LARGURA RANHURA	
Q368=0.2	;SOBRE-METAL LATERAL	
Q375=70	;DIAMETRO ARCO	
Q367=0	;REF. POSICAO RANHURA	Não é necessário posicionamento prévio em X/Y
Q216=+50	;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+50	;CENTRO DO 2. EIXO	
Q376=+45	;ANGULO INICIAL	
Q248=90	;ANGULO DE ABERTURA	
Q378=180	;PASSO ANGULAR	Ponto inicial 2.ª ranhura
Q377=2	;QUANTIDADE PASSADAS	
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM	
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM	
Q201=-20	;PROFUNDIDADE	
Q202=5	;INCREMENTO	
Q369=0.1	;SOBRE-METAL FUNDO	
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO	
Q338=5	;PASADA PARA ACABADO	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE	
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA	
Q366=1	;PUNCAR	
Q385=500	;AVANCO ACABADO	
Q439=0	;REFERENCIA AVANCO	
12 CYCL CALL FMAX M3		Chamada de ciclo Ranhura
13 L Z+250 R0 FMAX M2		Retirar ferramenta, fim do programa

```
14 END PGM  C210 MM
```

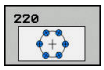
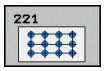
7

Ciclos de maquinagem: definições de padrões

7.1 Princípios básicos

Resumo

O comando dispõe de dois ciclos com que se podem elaborar diretamente padrões de pontos:

Softkey	Ciclo	Página
	220 PADRÃO DE PONTOS SOBRE CÍRCULO	211
	221 PADRÃO DE PONTOS SOBRE LINHAS	214

É possível combinar os seguintes ciclos de maquinagem com os ciclos 220 e 221:

> Se tiver que produzir padrões de pontos irregulares, utilize as tabelas de pontos com **CYCL CALL PAT** (ver "Tabelas de pontos", Página 74).
>
> Com a função **pattern def** estão disponíveis mais padrões de pontos regulares (ver "Definição do padrão PATTERN DEF", Página 68).

Ciclo 200	FURAR
Ciclo 201	ALARGAR FURO
Ciclo 202	MANDRILAR
Ciclo 203	FURAR UNIVERSAL
Ciclo 204	REBAIXAMENTO INVERTIDO
Ciclo 205	FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL
Ciclo 206	ROSCAGEM NOVA com mandril compensador
Ciclo 207	ROSCAGEM RÍGIDA GS NOVA sem mandril compensador
Ciclo 208	FRESAR FURO
Ciclo 209	ROSCAGEM ROTURA DA APARA
Ciclo 240	CENTRAR
Ciclo 251	CAIXA RETANGULAR
Ciclo 252	CAIXA CIRCULAR
Ciclo 253	FRESAR RANHURAS
Ciclo 254	RANHURA REDONDA (só é possível combinar com ciclo 221)
Ciclo 256	ILHA RETANGULAR
Ciclo 257	ILHAS CIRCULARES
Ciclo 262	FRESAR EM ROSCA
Ciclo 263	FRESAR EM ROSCA DE REBAIXAMENTO
Ciclo 264	FRESAR EM ROSCA DE FURO
Ciclo 265	FRESAR EM ROSCA DE FURO DE HÉLICE
Ciclo 267	FRESAR EM ROSCA EXTERIOR

7.2 PADRÃO DE PONTOS SOBRE CÍRCULO (ciclo 220, DIN/ISO: G220)

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, desde a posição atual para o ponto inicial da primeira maquinagem.

Sequência:

- Aproximar à 2.º distância de segurança (eixo do mandril)
- Chegada ao ponto inicial no plano de maquinagem
- Deslocar até à distância de segurança sobre a superfície da peça de trabalho (eixo do mandril)

2 A partir desta posição, o comando executa o último ciclo de maquinagem definido

3 A seguir, o comando posiciona a ferramenta segundo um movimento linear ou com um movimento circular sobre o ponto de inicial da maquinagem seguinte. A ferramenta encontra-se na distância de segurança (ou na 2.ª distância de segurança)

4 Este processo (1 a 3) repete-se até se executarem todas as maquinagens

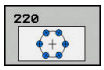
Ter em atenção ao programar!

O ciclo 220 ativa-se com DEF, quer dizer, o ciclo 220 chama automaticamente o último ciclo de maquinagem definido.

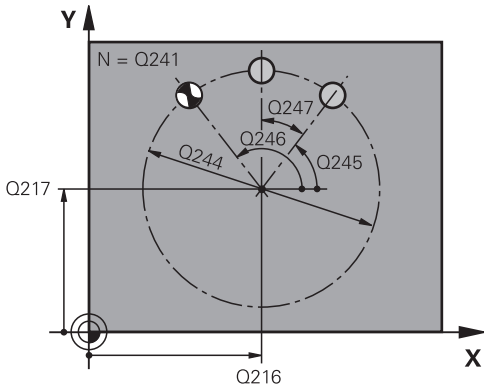
Quando se combina um dos ciclos de maquinagem 200 a 209 e 251 a 267, com o ciclo 220 ou com o ciclo 221, ativam-se a distância de segurança, a superfície da peça de trabalho e a 2.ª distância de segurança do ciclo 220 ou 221. Esta condição aplica-se dentro do programa NC até que os parâmetros afetados sejam novamente sobrescritos. Exemplo: se, num programa NC, o ciclo 200 é definido com Q203=0 e, em seguida, é programado um ciclo 220 com Q203=-5, na CYCL CALL e chamada de M99 seguintes é utilizado Q203=-5. Os ciclos 220 e 221 sobrescrevem os parâmetros dos ciclos de maquinagem ativos por CALL acima referidos (se ocorrerem os mesmos parâmetros de introdução nos dois ciclos).

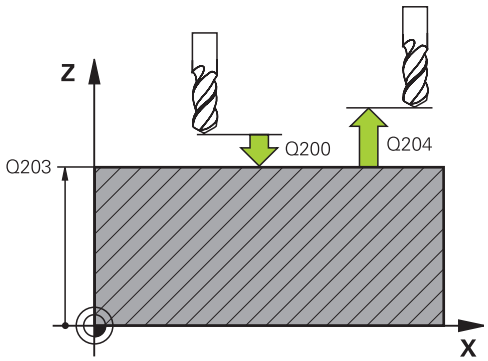
Se permitir executar este ciclo no modo de bloco único, o comando detém-se entre os pontos de um padrão de pontos.

Parâmetros de ciclo



- **Q216 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : ponto central do círculo teórico no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q217 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : ponto central do círculo teórico no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q244 Diametro arco circunferencia?**: diâmetro do círculo teórico. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q245 Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o ponto inicial (primeiro furo) da primeira maquinagem sobre o círculo teórico. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q246 Angulo final?** (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o ponto inicial da última maquinagem sobre o círculo teórico (não é válido para círculos completos); introduzir o ângulo final diferente do ângulo inicial; se o ângulo final for maior do que o ângulo inicial, a direção de maquinagem é em sentido anti-horário; caso contrário, a maquinagem é em sentido horário. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre duas maquinagens sobre o círculo teórico; quando o incremento angular é igual a zero, o comando calcula o incremento angular a partir do ângulo inicial, do ângulo final e da quantidade de maquinagens; se estiver introduzido um incremento angular, o comando não considera o ângulo final; o sinal do incremento angular determina a direção da maquinagem (- = sentido horário). Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q241 Quantidade de passadas?**: quantidade de maquinagens sobre o círculo teórico. Campo de introdução 1 a 99999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999





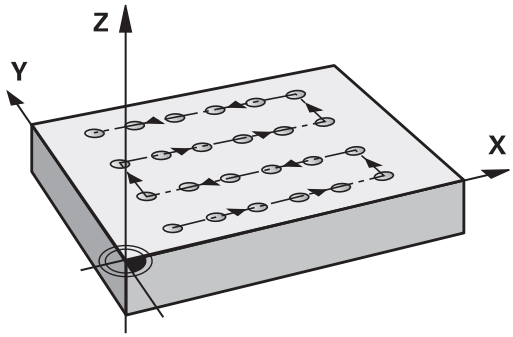
Exemplo

53 CYCL DEF 220	MASCARA CIRCULAR
Q216=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q217=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q244=80	;DIAMETRO ARCO
Q245=+0	;ANGULO INICIAL
Q246=+360	;ANGULO FINAL
Q247=+0	;PASSO ANGULAR
Q241=8	;QUANTIDADE PASSADAS
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q301=1	;IR ALTURA SEGURANCA
Q365=0	;TIPO DESLOCAMENTO

- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar a ferramenta entre as maquinagens:
  0: deslocar para a distância de segurança entre as maquinagens
  1: deslocar para a 2.ª distância de segurança entre as maquinagens
- **Q365 Tipo deslocam.? recta=0/círc.=1**: determinar com que função de trajetória a ferramenta se deve deslocar entre as maquinagens:
  0: deslocação entre as maquinagens segundo uma reta
  1: deslocação entre as maquinagens de forma circular segundo o diâmetro do círculo teórico

7.3 PADRÃO DE PONTOS SOBRE LINHAS (ciclo 221, DIN/ISO: G221)

Execução do ciclo



1 O comando posiciona automaticamente a ferramenta desde a posição atual para o ponto inicial da primeira maquinagem

Sequência:

- Aproximar à 2.ª distância de segurança (eixo do mandril)
- Chegada ao ponto inicial no plano de maquinagem
- Deslocar até à distância de segurança sobre a superfície da peça de trabalho (eixo do mandril)

2 A partir desta posição, o comando executa o último ciclo de maquinagem definido

3 Seguidamente, o comando posiciona a ferramenta na direção positiva do eixo principal, sobre o ponto inicial da maquinagem seguinte A ferramenta encontra-se na distância de segurança (ou na 2.ª distância de segurança)

4 Este processo (1 a 3) repete-se até se executarem todas as maquinagens na primeira linha. A ferramenta para no último ponto da primeira linha

5 Depois, o comando desloca a ferramenta para o último furo da segunda linha e executa aí a maquinagem

6 A partir daí, o comando posiciona a ferramenta na direção negativa do eixo principal, sobre o ponto inicial da maquinagem seguinte

7 Este processo (6) repete-se até se executarem todas as maquinagens da segunda linha

8 A seguir, o comando desloca a ferramenta para o ponto inicial da linha seguinte

9 Todas as outras linhas são maquinadas em movimento oscilante

Ter em atenção ao programar!

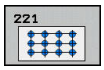
O ciclo 221 ativa-se com DEF, quer dizer, o ciclo 221 chama automaticamente o último ciclo de maquinagem definido.

Quando se combina um dos ciclos de maquinagem 200 a 209 e 251 a 267 com o ciclo 221, ativam-se a distância de segurança, a superfície da peça de trabalho, a 2.ª distância de segurança e a posição de rotação do ciclo 221.

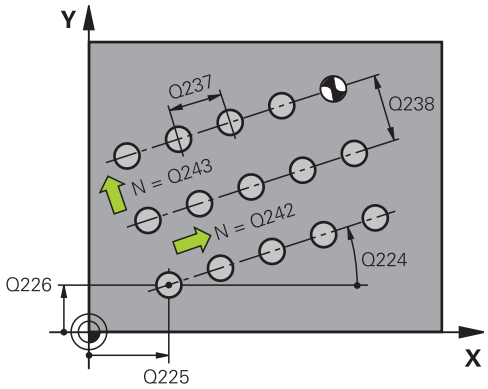
Se utilizar o ciclo 254 de Ranhura Redonda em conjunto com o ciclo 221, então a posição de ranhura 0 não é permitida.

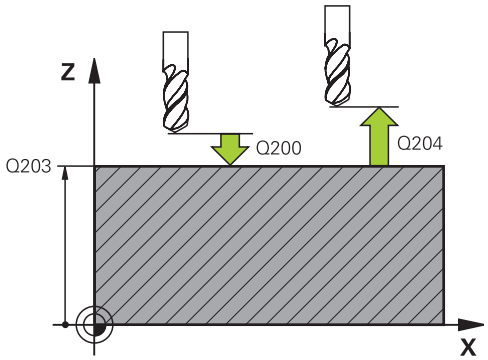
Se permitir executar este ciclo no modo de bloco único, o comando detém-se entre os pontos de um padrão de pontos.

Parâmetros de ciclo



- **Q225 Ponto inicial do 1. eixo?** (absoluto): Coordenada do ponto inicial no eixo principal do plano de maquinagem
- **Q226 Ponto inicial do 2. eixo?** (absoluto): Coordenada do ponto inicial no eixo secundário do plano de maquinagem
- **Q237 Distancia 1. eixo?** (incremental): distância entre os vários pontos na linha
- **Q238 Distancia 2. eixo?** (incremental): distância entre as diferentes linhas
- **Q242 Quantidade de colunas?**: quantidade de maquinagens sobre a linha
- **Q243 Quantidade de linhas?**: quantidade das linhas
- **Q224 Angulo de rotacao?** (absoluto) : ângulo em que é rodada toda a disposição da figura; o centro de rotação situa-se no ponto inicial
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar a ferramenta entre as maquinagens:
  0: deslocar para a distância de segurança entre as maquinagens
  1: deslocar para a 2.ª distância de segurança entre as maquinagens



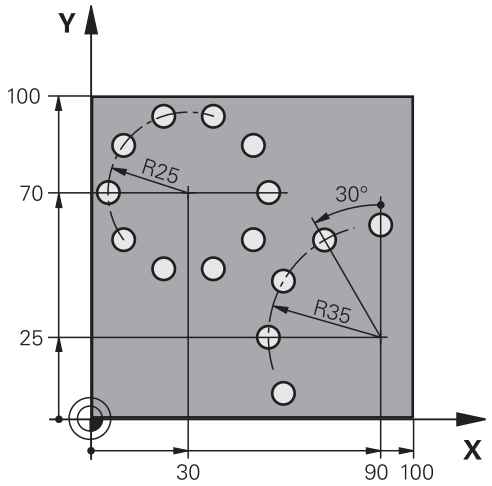


Exemplo

54 CYCL DEF 221 MASCARA LINEAR	
Q225=+15	;PTO. INICIAL 1. EIXO
Q226=+12	;PTO. INICIAL 2. EIXO
Q237=+10	;DISTANCIA 1. EIXO
Q238=+8	;DISTANCIA 2. EIXO
Q242=6	;QUANTIDADE COLUNAS
Q243=4	;QUANTIDADE LINHAS
Q224=+15	;ANGULO DE ROTACAO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q301=1	;IR ALTURA SEGURANCA

7.4 Exemplos de programação

Exemplo: Círculos de furos



0 BEGIN PGM BOHRB MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3500	Chamada de ferramenta
4 L Z+250 R0 FMAX M3	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 200 FURAR	Definição do ciclo Furar
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-15 ;PROFUNDIDADE	
Q206=250 ;AVANCO INCREMENTO	
Q202=4 ;INCREMENTO	
Q210=0 ;TEMPO ESPERA EM CIMA	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q204=0 ;2. DIST. SEGURANCA	
Q211=0.25 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q395=0 ;REFER. PROFUNDIDADE	
6 CYCL DEF 220 MASCARA CIRCULAR	A definição de ciclo de círculo de furos 1, CYCL 200 é chamada automaticamente, Q200, Q203 e Q204 atuam a partir do ciclo 220
Q216=+30 ;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+70 ;CENTRO DO 2. EIXO	
Q244=50 ;DIAMETRO ARCO	
Q245=+0 ;ANGULO INICIAL	
Q246=+360 ;ANGULO FINAL	
Q247=+0 ;PASSO ANGULAR	
Q241=10 ;QUANTIDADE PASSADAS	
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	

Q204=100 ;2. DIST. SEGURANCA	
Q301=1 ;IR ALTURA SEGURANCA	
Q365=0 ;TIPO DESLOCAMENTO	
7 CYCL DEF 220 MASCARA CIRCULAR	A definição de ciclo de círculo de furos 2, CYCL 200 é chamada automaticamente, Q200, Q203 e Q204 atuam a partir do ciclo 220
Q216=+90 ;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+25 ;CENTRO DO 2. EIXO	
Q244=70 ;DIAMETRO ARCO	
Q245=+90 ;ANGULO INICIAL	
Q246=+360 ;ANGULO FINAL	
Q247=30 ;PASSO ANGULAR	
Q241=5 ;QUANTIDADE PASSADAS	
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q204=100 ;2. DIST. SEGURANCA	
Q301=1 ;IR ALTURA SEGURANCA	
Q365=0 ;TIPO DESLOCAMENTO	
8 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
9 END PGM MAQUIN.FURO MM	

8

Ciclos de maquinagem: caixa de contorno

8.1 Ciclos SL

Princípios básicos

Com os ciclos SL, podem compor-se contornos complexos até doze subcontornos (caixas ou ilhas). Os subcontornos são introduzidos individualmente como subprogramas. A partir da lista de subcontornos, (números de subprogramas), que se indica no ciclo 14 CONTORNO, o comando calcula o contorno total.

> A memória de um ciclo SL é limitada. É possível programar um máximo de 16384 elementos de contorno num ciclo SL.
>
> Os ciclos SL executam internamente cálculos abrangentes e complexos e as maquinagens daí resultantes. Devido a motivos de segurança efetuar sempre antes da execução um teste de programa gráfico! Assim, é possível averiguar de forma fácil se a maquinagem calculada pelo comando está a decorrer corretamente.
>
> Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

Características dos subprogramas

- São permitidas conversões de coordenadas. Se forem programadas dentro de contornos parciais, ficam também ativadas nos subprogramas seguintes, mas não devem ser anuladas depois da chamada de ciclo
- O comando reconhece uma caixa se se percorrer o contorno por dentro, p. ex. descrição do contorno em sentido horário com correção de raio RR
- O comando reconhece uma ilha se se percorrer o contorno por fora, p. ex. descrição do contorno no sentido horário com correção de raio RL
- Os subprogramas não podem conter nenhuma coordenada no eixo do mandril
- Programe sempre os dois eixos no primeiro bloco NC do subprograma
- Se utilizar parâmetros Q, execute os respetivos cálculos e atribuições apenas dentro do respetivo subprograma de contorno.

Esquema: trabalhar com ciclos SL:

```
0 BEGIN PGM  SL2 MM
...
12  CYCL DEF 14 CONTORNO ...
13  CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO
...
16 CYCL DEF 21 PRÉ-FURAR
17 CYCL CALL
...
18 CYCL DEF 22 DESBASTAR ...
19 CYCL CALL
...
22 CYCL DEF 23 ACABAMENTO
   PROFUNDIDADE
23 CYCL CALL
...
26 CYCL DEF 24 ACABAMENTO LATERAL
27 CYCL CALL
...
50 L  Z+250 R0  FMAX M2
51 LBL 1
...
55 LBL 0
56 LBL 2
...
60 LBL 0
...
99 END PGM  SL2 MM
```

Características dos ciclos de maquinagem

- Antes de cada ciclo, o comando posiciona automaticamente à distância de segurança – posicione a ferramenta numa posição segura antes da chamada de ciclo
- Cada nível de profundidade é fresado sem levantamento da ferramenta; as ilhas são contornadas lateralmente
- O raio de „esquinas interiores" é programável: a ferramenta não para, evitam-se marcas de corte livre (válido para a trajetória mais exterior em desbaste e em acabamento lateral)
- No acabamento lateral, o comando aproxima ao contorno segundo uma trajetória circular tangente
- No acabamento em profundidade, o comando desloca a ferramenta também segundo uma trajetória circular tangente à peça (p. ex.: eixo da ferramenta Z: trajetória circular no plano Z/X)
- O comando maquina o contorno de forma contínua em sentido sincronizado ou em sentido contrário

As indicações de cotas para a maquinagem, como profundidade de fresagem, medidas excedentes e distância de segurança, são introduzidas de forma central no ciclo 20 como DADOS DO CONTORNO.

Resumo

Softkey	Ciclo	Página
14 LBL 1...N	14 CONTORNO (absolutamente necessário)	222
20 CONTORNO DADOS	20 DADOS DO CONTORNO (absolutamente necessário)	227
21	21 PRÉ-FURAR (utilizável como opção)	229
22	22 DESBASTE (absolutamente necessário)	231
23	23 ACABAMENTO EM PROF. (utilizável como opção)	235
24	24 ACABAMENTO LATERAL (utilizável como opção)	237

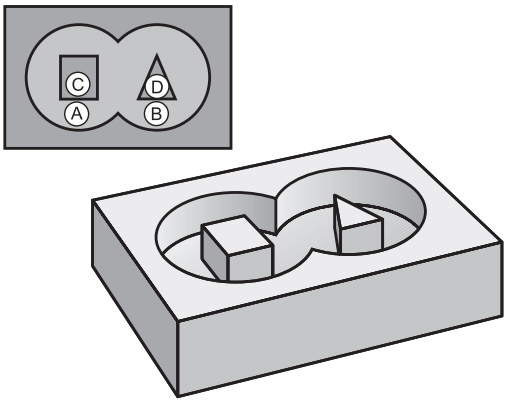
Outros ciclos:

Softkey	Ciclo	Página
25	25 TRAÇADO DO CONTORNO	240
270	270 DADOS DO TRAÇADO DO CONTORNO	248

8.2 CONTORNO (Ciclo 14, DIN/ISO: G37)

Ter em atenção ao programar!

No ciclo 14 CONTORNO, faz-se a listagem de todos os subprogramas que devem ser sobrepostos para formarem um contorno completo.



> O ciclo 14 ativa-se com DEF, quer dizer, atua a partir da sua definição no programa NC.
>
> No ciclo 14, pode fazer-se a listagem até um máximo de 12 subprogramas (subcontornos).

Parâmetros de ciclo

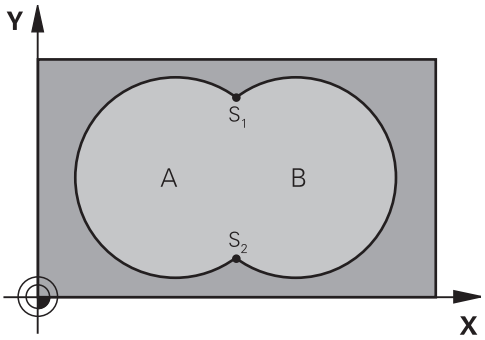
```
14

LBL 1...N
```

- **Números Label para o contorno**: introduzir todos os números Label de cada subprograma e que se sobrepõem num contorno. Confirmar cada número com a tecla ENT. Fechar as introduções com a tecla **END**. Introdução de até 12 números de subprograma 1 a 65 535

8.3 Contornos sobrepostos

Princípios básicos

Podem sobrepor-se caixas e ilhas num novo contorno. Assim, é possível aumentar uma superfície de caixa por meio de uma caixa sobreposta ou diminuir por meio de uma ilha.



Exemplo

```
12 CYCL DEF 14.0  CONTORNO
13 CYCL DEF 14.1  LABEL
   CONTORNO1/2/3/4
```

Subprogramas: caixas sobrepostas

> Os seguintes exemplos são subprogramas de contorno, chamados num programa principal do ciclo 14 CONTORNO.

As caixas A e B sobrepõem-se.

O comando calcula os pontos de intersecção S1 e S2. Não é necessário programá-los.

As caixas estão programadas como círculos completos.

Subprograma 1: caixa A

```
51 LBL 1
52 L  X+10 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+10 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

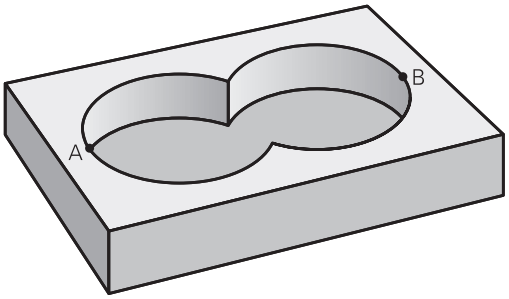
Subprograma 2: caixa B

```
56 LBL 2
57 L  X+90 Y+50  RR
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+90 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

Superfície de "soma"

Maquinam-se ambas as superfícies parciais A e B incluindo a superfície coberta em comum:

- As superfícies A e B têm que ser caixas
- A primeira caixa (no ciclo 14) deverá começar fora da segunda



Superfície A:

```
51 LBL 1
52 L  X+10 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+10 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

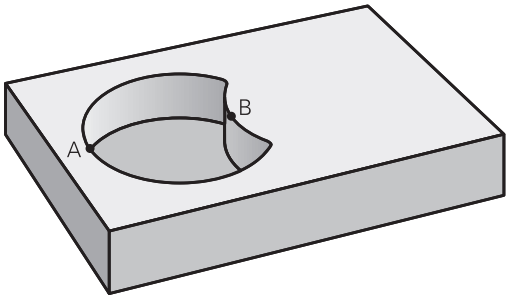
Superfície B:

```
56 LBL 2
57 L  X+90 Y+50  RR
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+90 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

Superfície de "diferença"

A superfície A deverá ser maquinada sem a parte coberta por B:

- A superfície A tem que ser caixa e a superfície B tem que ser ilha.
- A tem que começar fora de B.
- B deverá começar dentro de A.



Superfície A:

```
51 LBL 1
52 L  X+10 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+10 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

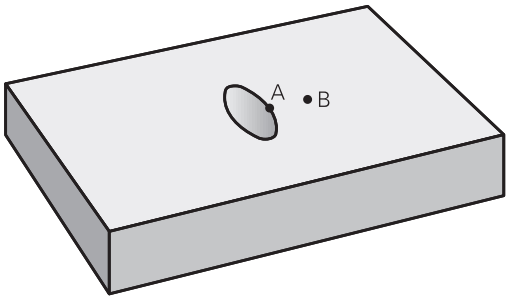
Superfície B:

```
56 LBL 2
57 L  X+40 Y+50  RL
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+40 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

Superfície de "intersecção"

Deverá maquinar-se a superfície coberta por A e B (as superfícies não cobertas deverão, simplesmente, não ser maquinadas).

- A e B têm que ser caixas
- A deverá começar dentro de B



Superfície A:

```
51 LBL 1
52 L  X+60 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+60 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

Superfície B:

```
56 LBL 2
57 L  X+90 Y+50  RR
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+90 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

8.4 DADOS DO CONTORNO (ciclo 20, DIN/ISO: G120)

Ter em atenção ao programar!

No ciclo 20, indicam-se as informações da maquinagem para os subprogramas com os subcontornos.

O ciclo 20 ativa-se com DEF, quer dizer, atua a partir da sua definição no programa NC.

As informações sobre a maquinagem indicadas no ciclo 20 são válidas para os ciclos 21 a 24.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando executa o respetivo ciclo para a profundidade 0.

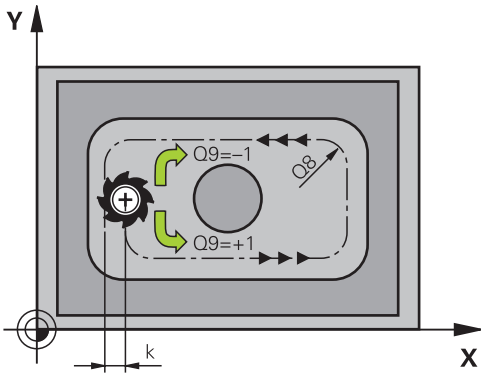
Se se utilizarem ciclos SL em programas com parâmetros Q, não se podem utilizar os parâmetros Q1 a Q20 como parâmetros do programa.

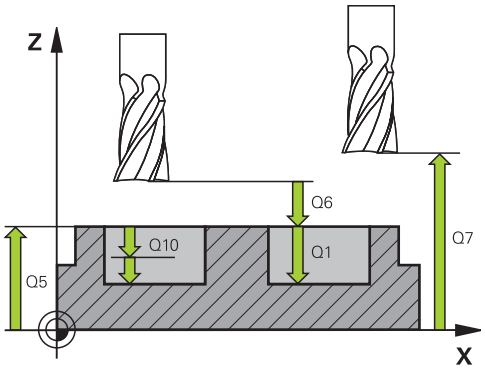
Parâmetros de ciclo

20
CONTORNO
DADOS

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da caixa. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q2 Fator de sobreposicao?**: Q2 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. Campo de introdução -0,0001 a 1,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q4 Sobre-metal para o fundo?** (incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q5 Coordenada superficie peca?** (absoluta) : Coordenada absoluta da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q6 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q7 Altura de seguranca?** (absoluta) : altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q8 Raio arredondamento interno?**: raio de arredondamento em "esquinas" interiores; o valor programado refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta e é utilizado para calcular movimentos de deslocação mais suaves entre elementos de contorno. **Q8 não é um raio que o comando insere como elemento de contorno separado entre elementos programados!** Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q9 Sentido de rotacao? horario =-1**: direção de maquinagem para caixas
  - Q9 = -1 sentido oposto para caixa e ilha
  - Q9 = +1 sentido sincronizado para caixa e ilha

Numa interrupção do programa, podem verificar-se os parâmetros de maquinagem e, se necessário, escrever por cima.





Exemplo

57 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO	
Q1=-20	;PROF. DE FRESAGEM
Q2=1	;SOBREPOSICAO
Q3=+0.2	;SOBRE-METAL LATERAL
Q4=+0.1	;SOBRE-METAL FUNDO
Q5=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q6=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q7=+80	;ALTURA DE SEGURANCA
Q8=0.5	;RAIO ARREDONDAMENTO
Q9=+1	;SENTIDO DE ROTACAO

8.5 PRÉ-FURAR (ciclo 21, DIN/ISO: G121)

Execução do ciclo

Utiliza-se o ciclo 21 PRÉ-FURAR quando, em seguida, se emprega uma ferramenta para desbaste do contorno que não possui um dentado frontal cortante no centro (DIN 844). Este ciclo produz um furo na área em que, por exemplo, se fará posteriormente o desbaste com o ciclo 22. O ciclo 21 considera para os pontos de recesso a medida excedente de acabamento lateral e a medida excedente de acabamento em profundidade, bem como o raio da ferramenta de desbaste. Os pontos de recesso são, simultaneamente, os pontos iniciais para o desbaste.

Com a chamada do ciclo 21, necessita de programar outros dois ciclos:

- O ciclo 21 PRÉ-FURAR necessita do **ciclo 14 CONTORNO** ou SEL CONTOUR, para determinar a posição de furação no plano
- O ciclo 21 PRÉ-FURAR necessita do **ciclo 20 DADOS DO CONTORNO**, para determinar, por exemplo, a profundidade de furação e a distância de segurança.

Execução do ciclo:

1. Em primeiro lugar, o comando posiciona a ferramenta no plano (a posição resulta do contorno que se tenha definido previamente com o ciclo 14 ou SEL CONTOUR e das informações sobre a ferramenta de desbaste)
2. Depois, a ferramenta desloca-se em marcha rápida **FMAX** para a distância de segurança. (a distância de segurança é indicada no ciclo 20 DADOS DO CONTORNO)
3. A ferramenta fura com o avanço **F** introduzido, desde a posição atual até à primeira profundidade de passo
4. Depois, o comando retira a ferramenta em marcha rápida **FMAX** e volta a deslocar até à profundidade de passo, reduzindo a distância de paragem prévia t
5. O controlo calcula automaticamente a distância de paragem prévia:
   - Profundidade de furo até 30 mm: t = 0,6 mm
   - Profundidade de furo superior a 30 mm: t = profundidade de furar mm
   - Máxima distância de paragem prévia: 7 mm
6. A seguir, a ferramenta desloca-se com o Avanço **F** introduzido até à profundidade de passo seguinte
7. O comando repete este processo (1 a 4) até alcançar a Profundidade de Furar programada. Nessa operação é tida em conta a medida excedente de profundidade
8. Finalmente, a ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta para a altura segura ou para a última posição programada antes do ciclo. Dependente dos parâmetros **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (N.º 201000), **posAfterContPocket** (N.º 201007).

Ter em atenção ao programar!

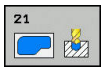
O comando não considera um valor delta **DR** programado num bloco **TOOL CALL** para o cálculo dos pontos de perfuração programados.

Em pontos estreitos, o comando pode, se necessário, não pré-furar com uma ferramenta que seja maior do que a ferramenta de desbaste

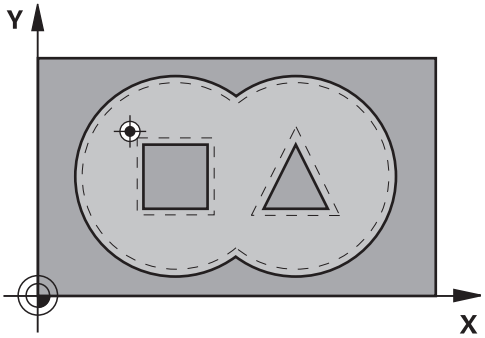
Se Q13=0, são utilizados os dados da ferramenta que se encontra no mandril.

Após o final do ciclo, não posicione a ferramenta no plano de forma incremental, mas sim numa posição absoluta, se tiver definido os parâmetros **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (N.º 201000), **posAfterContPocket** (N.º 201007) para **ToolAxClearanceHeight**

Parâmetros de ciclo



- **Q10 Incremento?** (incremental): medida com que a ferramenta avança de cada vez (sinal "-"em sentido de maquinagem negativo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q13 Número/Nombre herram. desbaste?** ou QS13: número ou nome da ferramenta de desbaste. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.

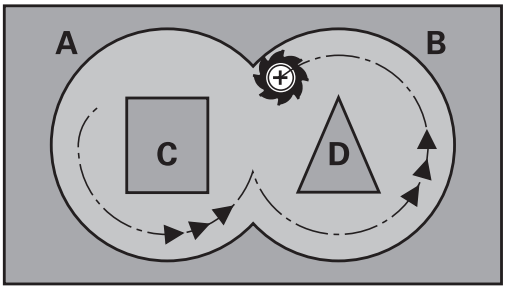


Exemplo

```
58 CYCL DEF 21  CTN FURAR
    Q10=+5      ;INCREMENTO
    Q11=100     ;AVANCO INCREMENTO
    Q13=1       ;FERRAM. DESASTE
```

8.6 DESBASTAR (ciclo 22, DIN/ISO: G122)

Execução do ciclo



Com o ciclo 22 DESBASTE, definem-se os dados tecnológicos para o desbaste.

Antes a chamada do ciclo 22, necessita de programar outros ciclos:

- Ciclo 14 CONTORNO ou SEL CONTOUR
- Ciclo 20 DADOS DO CONTORNO
- Ciclo 21 PRÉ-FURAR, se necessário

Execução do ciclo

1 O comando posiciona a ferramenta sobre o ponto de penetração; para isso, tem-se em conta a medida excedente de acabamento lateral

2 Na primeira profundidade de passo, a ferramenta fresa o contorno de dentro para fora com o avanço de fresagem Q12

3 Para isso, fresam-se livremente os contornos da ilha (aqui: C/D) com uma aproximação ao contorno da caixa (aqui: A/B)

4 No passo seguinte, o comando desloca a ferramenta para a profundidade de passo seguinte e repete o procedimento de desbaste até atingir a profundidade programada

5 Finalmente, a ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta para a altura segura ou para a última posição programada antes do ciclo. Dependente dos parâmetros **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (N.º 201000), **posAfterContPocket** (N.º 201007).

Ter em atenção ao programar!

Se necessário, utilizar uma fresa com dentado frontal cortante no centro (DIN 844) ou pré-furar com ciclo 21.

O comportamento de afundamento do ciclo 22 é determinado com o parâmetro Q19 e na tabela de ferramentas com as colunas **ANGLE** e **LCUTS**:

- Quando está definido Q19=0, o comando afunda na perpendicular, mesmo quando esteja definido um ângulo de afundamento (**ANGLE**) para a ferramenta ativa
- Quando se defina **ANGLE**=90º, o comando afunda na perpendicular. Como avanço de afundamento, é utilizado o avanço pendular Q19
- Se o avanço pendular Q19 estiver definido no ciclo 22 e **ANGLE** estiver definido entre 0.1 e 89.999 na tabela de ferramentas, o comando afunda em forma de hélice no **ANGLE** determinado
- Se o avanço pendular estiver definido no ciclo 22 e não se encontrar nenhum **ANGLE** na tabela de ferramentas, o comando emite uma mensagem de erro
- Se as condições geométricas forem tais que não seja possível efetuar o afundamento em forma de hélice (ranhura), o comando tenta o afundamento pendular. O comprimento pendular calcula-se a partir de **LCUTS** e **ANGLE** (comprimento pendular = **LCUTS** / tan **ANGLE**)

Em contornos de caixa com ângulos internos agudos, pode existir material residual no desbaste, se se utilizar um fator de sobreposição superior a 1. Verificar, em especial, a trajetória interna com um teste gráfico e, eventualmente, reduzir ligeiramente o fator de sobreposição. Deste modo, obtém-se uma outra distribuição de corte, o que, frequentemente, conduz ao resultado desejado.

No desbaste posterior o comando não tem em consideração um valor de desgaste **DR** definido da ferramenta de desbaste prévio.

Se **M110** estiver ativo durante a maquinagem, nos arcos de círculo com interior corrigido, o avanço é reduzido em conformidade.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** (N.º 201007) para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o comando posiciona a ferramenta na altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O comando não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

Parâmetros de ciclo

- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q18 Ferramenta de desbaste previo?** ou **QS18**: número ou nome da ferramenta com que o comando já efetuou desbaste prévio. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta de desbaste prévio diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey. Além disso, pode-se introduzir o nome da ferramenta com a softkey **Nome de ferramenta**. O comando introduz as aspas de citação (em cima) automaticamente quando se deixa o campo de introdução. Se não tiver sido efectuado um desbaste prévio "0"; se se introduzir aqui um número ou um nome, o comando só desbasta a parte que não pôde ser maquinada com a ferramenta de desbaste prévio. Se não se dever fazer a aproximação lateralmente à área de desbaste posterior, o comando afunda em movimento pendular; para isso, é necessário definir na tabela de ferramentas TOOL.T o comprimento das lâminas **LCUTS** e o ângulo de afundamento máximo **ANGLE** da ferramenta. Campo de introdução 0 a 99999 na introdução numérica, 16 caracteres, no máximo, para introdução do nome

Exemplo

```
59 CYCL DEF 22  CTN FRESAR
    Q10=+5       ;INCREMENTO
    Q11=100      ;AVANCO INCREMENTO
    Q12=750      ;AVANCO PARA DESBASTE
    Q18=1        ;FERRAM. PREDESBASTE
    Q19=150      ;AVANCO PENDULO
    Q208=9999    ;AVANCO DE RETROCESSO
    Q401=80      ;FACTOR DE AVANCO
    Q404=0       ;ESTRATEGIA PROFUND.
```

- **Q19 Avanco para pendulo?**: avanço oscilante em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q208 Avanco para retrocesso?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se após a maquinagem em mm/min. Se introduzir Q208=0, então o comando retira a ferramenta com o avanço Q12. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX, FAUTO**
- **Q401 Factor de avanço no %?** : fator percentual pelo qual o comando reduz o avanço de maquinagem (Q12) logo que a ferramenta se desloca dentro do material para desbastar com o perímetro total. Se utilizar a redução do avanço, então pode definir o avanço de desbaste suficientemente alto, para que, com a sobreposição de trajetória determinada no ciclo 20 (Q2) imperem ótimas condições de corte. O comando reduz então o avanço em transições ou pontos estreitos como definido por si, de modo que o tempo de maquinagem deverá ser mais curto na totalidade. Campo de introdução 0,0001 a 100,0000
- **Q404 Estratégia profundiz. (0/1?**: Definir como o comando deverá proceder no desbaste posterior, se o raio da ferramenta de desbaste posterior for igual ou maior que metade do raio da ferramenta de desbaste prévio:
  Q404=0:
  O comando desloca a ferramenta entre as áreas a desbastar na profundidade atual ao longo do contorno
  Q404=1:
  O comando retrai a ferramenta entre as áreas a desbastar para a distância de segurança e, em seguida, desloca-se para o ponto inicial da área de desbaste seguinte

8.7 ACABAMENTO EM PROFUNDIDADE (ciclo 23, DIN/ISO: G123)

Execução do ciclo

Com o ciclo 23 ACABAMENTO EM PROFUNDIDADE, é acabada a medida excedente de profundidade programada no ciclo 20 O comando desloca a ferramenta suavemente (círculo tangente vertical) para a superfície a maquinar, se existir espaço suficiente. Em relações de espaço apertadas, o comando desloca a ferramenta na perpendicular em profundidade. A seguir, fresa-se a distância de acabamento que ficou do desbaste.

Antes a chamada do ciclo 23, necessita de programar outros ciclos:

- Ciclo 14 CONTORNO ou SEL CONTOUR
- Ciclo 20 DADOS DO CONTORNO
- Ciclo 21 PRÉ-FURAR, se necessário
- Ciclo 22 DESBASTAR, se necessário

Execução do ciclo

1. O comando posiciona a ferramenta à altura segura em marcha rápida FMAX.
2. Seguidamente, realiza-se um movimento no eixo da ferramenta com avanço Q11.
3. O comando desloca a ferramenta suavemente (círculo tangente vertical) para a superfície a maquinar, se existir espaço suficiente. Em relações de espaço apertadas, o comando desloca a ferramenta na perpendicular em profundidade
4. Fresa-se a medida excedente de acabamento que restou do desbaste
5. Finalmente, a ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta para a altura segura ou para a última posição programada antes do ciclo. Dependente dos parâmetros **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (N.º 201000), **posAfterContPocket** (N.º 201007).

Ter em atenção ao programar!

O comando determina automaticamente o ponto inicial do acabamento em profundidade. O ponto inicial depende das proporções de espaço da caixa.

O raio de entrada para posicionamento na profundidade final está definido internamente e não depende do ângulo de afundamento da ferramenta.

Se **M110** estiver ativo durante a maquinagem, nos arcos de círculo com interior corrigido, o avanço é reduzido em conformidade.

AVISO

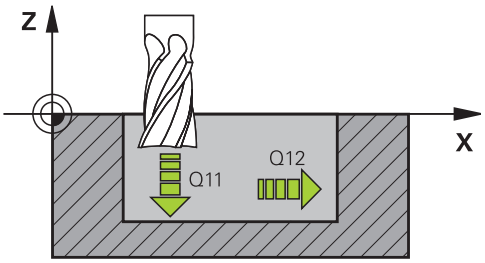
Atenção, perigo de colisão!

Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** (N.º 201007) para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o comando posiciona a ferramenta na altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O comando não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

Parâmetros de ciclo

- **Q11 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q208 Avanco para retrocesso?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se após a maquinagem em mm/min. Se introduzir Q208=0, então o comando retira a ferramenta com o avanço Q12. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX, FAUTO**



Exemplo

```
60 CYCL DEF 23  ACABAMENTO FUNDO
   Q11=100      ;AVANCO INCREMENTO
   Q12=350      ;AVANCO PARA DESBASTE
   Q208=9999    ;AVANCO DE RETROCESSO
```

8.8 ACABAMENTO LATERAL (ciclo 24, DIN/ISO: G124)

Execução do ciclo

Com o ciclo 24 **ACABAMENTO LATERAL**, é acabada a medida excedente lateral programada no ciclo 20. Pode executar este ciclo em sentido sincronizado ou em sentido contrário.

Antes a chamada do ciclo 24, necessita de programar outros ciclos:

- Ciclo 14 CONTORNO ou SEL CONTOUR
- Ciclo 20 DADOS DO CONTORNO
- Ciclo 21 Pré-furar, se necessário
- Ciclo 22 DESBASTAR, se necessário

Execução do ciclo

1. O comando posiciona a ferramenta sobre o componente no ponto inicial da posição de aproximação. Esta posição no plano resulta de uma trajetória circular, na qual o comando guia a ferramenta até ao contorno
2. Em seguida, o comando desloca a ferramenta para a primeira profundidade de passo em avanço de passo em profundidade
3. O comando aproxima suavemente ao contorno até que todo o contorno esteja acabado. Nesta operação, cada subcontorno é acabado separadamente
4. O comando aproxima ou afasta do contorno de acabamento num arco de hélice tangente. A altura inicial da hélice é de 1/25 da distância de segurança Q6, no máximo, contudo, a última profundidade de passo restante acima da profundidade final
5. Finalmente, a ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta para a altura segura ou para a última posição programada antes do ciclo. Dependente dos parâmetros **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (N.º 201000), **posAfterContPocket** (N.º 201007).

Ter em atenção ao programar!

A soma da medida excedente do acabamento lateral (Q14) e do raio da ferramenta de acabamento tem que ser menor do que a soma da medida excedente de acabamento lateral (Q3, ciclo 20) e o raio da ferramenta de desbaste.

Se não tiver sido programada nenhuma medida excedente no ciclo 20, o comando emite a mensagem de erro "Raio da ferramenta demasiado grande".

A medida excedente lateral Q14 mantém-se após o acabamento e, por isso, deve ser menor que a medida excedente no ciclo 20.

Se se executar o ciclo 24 sem primeiro se ter desbastado com o ciclo 22, é também válido o cálculo apresentado em cima; o raio da ferramenta de desbaste tem o valor "0".

Também pode utilizar o ciclo 24 para fresar contornos. Tem de:

- definir os contornos a fresar como ilhas individuais (sem limitação de caixa)
- introduzir no ciclo 20 a medida excedente de acabamento (Q3) maior que a soma de medida excedente de acabamento Q14 + raio da ferramenta utilizada

O comando calcula automaticamente o ponto inicial para o acabamento. O ponto inicial depende das proporções de espaço da caixa e a medida excedente programada no ciclo 20.

O comando calcula o ponto inicial também consoante a ordem no processamento. Quando selecionar o ciclo de acabamento com a tecla GOTO e o programa NC começar, o ponto inicial pode estar situado numa posição diferente quando se maquina o programa NC na ordem definida.

Se **M110** estiver ativo durante a maquinagem, nos arcos de círculo com interior corrigido, o avanço é reduzido em conformidade.

AVISO

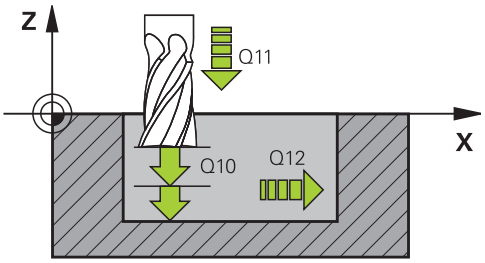
Atenção, perigo de colisão!

Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** (N.º 201007) para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o comando posiciona a ferramenta na altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O comando não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

Parâmetros de ciclo

- **Q9 Sentido de rotacao? horario =-1**: direção de maquinagem:
  +1: rotação em sentido anti-horário
  –1: rotação em sentido horário
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q14 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): a medida excedente lateral Q14 mantém-se após o acabamento. (esta medida excedente deve ser menor que a medida excedente no ciclo 20). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q438 Número/nome da ferramenta de desbaste**
  Q438 ou **QS438**: número ou nome da ferramenta com que o TNC desbastou a caixa de contorno. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta de desbaste prévio diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey. Além disso, pode-se introduzir o nome da ferramenta com a softkey **Nome de ferramenta**. Ao sair do campo de introdução, o comando adiciona automaticamente a aspa de citação superior. Campo de introdução na introdução numérica de -1 a +32767,9
  Q438=-1: A ferramenta utilizada em último lugar é aceite como ferramenta de desbaste (comportamento standard)
  Q438=0: Se não houve desbaste prévio, introduzir 0. A ferramenta de desbaste é aceite com raio 0



Exemplo

61 CYCL DEF 24	ACABAMENTO LATERAL
Q9=+1	;SENTIDO DE ROTACAO
Q10=+5	;INCREMENTO
Q11=100	;AVANCO INCREMENTO
Q12=350	;AVANCO PARA DESBASTE
Q14=+0	;SOBRE-METAL LATERAL
Q438=-1	;NÚMERO/NOME FERR.TA DESBASTE?

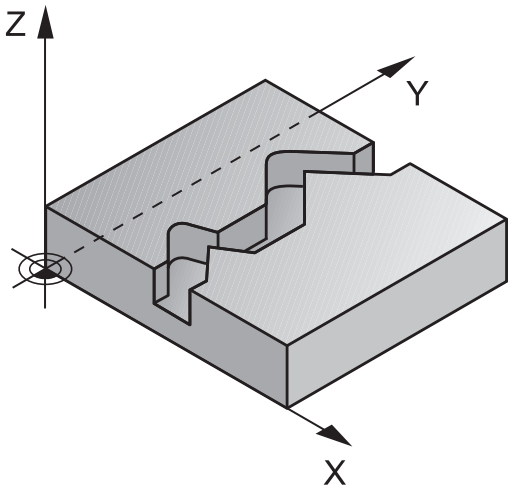
8.9 TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 25, DIN/ISO: G125)

Execução do ciclo

Com este ciclo, podem-se maquinar contornos abertos e fechados, juntamente com o ciclo 14 CONTORNO.

O ciclo 25 TRAÇADO DO CONTORNO oferece consideráveis vantagens em comparação com a maquinagem de um contorno com blocos de posicionamento:

- O comando vigia a maquinagem relativamente a danos no contorno. Verificar o contorno com o gráfico de teste
- Se o raio da ferramenta for demasiado grande, o contorno nas esquinas interiores deverá, se necessário, ser de novo maquinado
- A maquinagem executa-se de forma contínua, em marcha sincronizada ou em contra-marcha. O tipo de fresagem mantém-se inclusive quando se refletem contornos
- Com várias profundidades de passo, o comando pode deslocar a ferramenta em ambos os sentidos. Desta forma, a maquinagem é mais rápida
- Podem introduzir-se medidas excedentes para desbastar e acabar, com vários passos de maquinagem



Ter em atenção ao programar!

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

O comando considera apenas o primeiro Label do ciclo 14 CONTORNO.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

A memória de um ciclo SL é limitada. É possível programar um máximo de 16384 elementos de contorno num ciclo SL.

Não é necessário o ciclo 20 **DADOS DO CONTORNO**.

Se **M110** estiver ativo durante a maquinagem, nos arcos de círculo com interior corrigido, o avanço é reduzido em conformidade.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** (N.º 201007) para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o comando posiciona a ferramenta na altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O comando não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

Parâmetros de ciclo

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (valor incremental): distância entre superfície da peça e base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q5 Coordenada superficie peca?** (absoluta) : Coordenada absoluta da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q7 Altura de seguranca?** (absoluta) : altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q15 Tipo de fresagem? antihorario=-1**: Fresagem sincronizada: introdução = +1 Fresagem em sentido oposto: introdução = –1 Alternando a fresagem em sentido sincronizado e a fresagem em sentido oposto com várias aproximações: introdução = 0

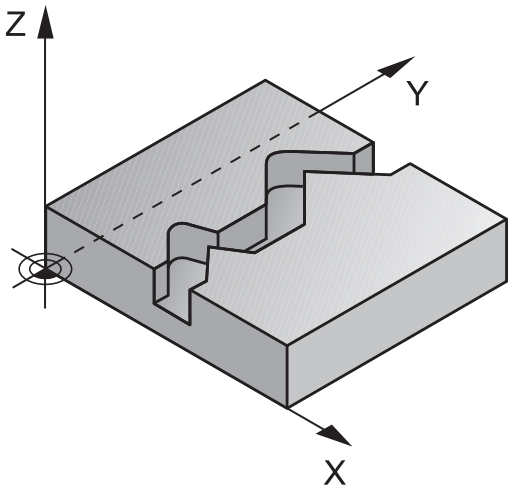
Exemplo

```
62 CYCL DEF 25  CONJUNTO CONTORNO
    Q1=-20      ;PROF. DE FRESAGEM
    Q3=+0       ;SOBRE-METAL LATERAL
    Q5=+0       ;COORD. SUPERFICIE
    Q7=+50      ;ALTURA DE SEGURANCA
    Q10=+5      ;INCREMENTO
    Q11=100     ;AVANCO INCREMENTO
    Q12=350     ;AVANCO PARA DESBASTE
    Q15=-1      ;TIPO DE FRESAGEM
    Q18=0       ;FERRAM. PREDESBASTE
    Q446=+0,01;MATERIAL RESIDUAL
    Q447=+10    ;DISTANCIA DE LIGACAO
    Q448=+2     ;PROLONGAM.TRAJETORIA
```

- **Q18 Ferramenta de desbaste previo?** ou **QS18**: número ou nome da ferramenta com que o comando já efetuou desbaste prévio. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta de desbaste prévio diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey. Além disso, pode-se introduzir o nome da ferramenta com a softkey **Nome de ferramenta**. O comando introduz as aspas de citação (em cima) automaticamente quando se deixa o campo de introdução. Se não tiver sido efectuado um desbaste prévio "0"; se se introduzir aqui um número ou um nome, o comando só desbasta a parte que não pôde ser maquinada com a ferramenta de desbaste prévio. Se não se dever fazer a aproximação lateralmente à área de desbaste posterior, o comando afunda em movimento pendular; para isso, é necessário definir na tabela de ferramentas TOOL.T o comprimento das lâminas **LCUTS** e o ângulo de afundamento máximo **ANGLE** da ferramenta. Campo de introdução 0 a 99999 na introdução numérica, 16 caracteres, no máximo, para introdução do nome
- **Q446 Material residual aceite?** Indique até que valor em mm é aceite material residual sobre o contorno. Se introduzir, p. ex., 0,01 mm, a partir de uma espessura de material residual de 0,01 mm, o comando deixa de executar uma maquinagem de material residual. Campo de introdução 0,001 a 9,999
- **Q447 Distância máxima de ligação?** Distância máxima entre duas áreas a desbastar. Dentro desta distância, o comando desloca-se sem movimento de elevação, na profundidade de maquinagem ao lado do contorno. Campo de introdução de 0 a 999,9999
- **Q448 Prolongamento da trajetória?** Valor para o prolongamento da trajetória da ferramenta no início e no fim do contorno. O comando prolonga sempre a trajetória da ferramenta paralelamente ao contorno. Campo de introdução de 0 a 99,999

8.10 TRAÇADO DO CONTORNO 3D (ciclo 276, DIN/ISO: G276)

Execução do ciclo



Este ciclo, em conjunto com o ciclo 14 CONTORNO e o ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR., permite maquinar contornos abertos e fechados. Também se pode trabalhar com um reconhecimento automático de material residual. Dessa forma, é possível, p. ex., acabar de maquinar esquinas interiores posteriormente com uma ferramenta mais pequena.

O ciclo 276 TRACADO CONTORNO 3D, em comparação com o ciclo 25 CONJUNTO CONTORNO, também processa coordenadas do eixo da ferramenta que estão definidas no subprograma de contorno. Dessa maneira, o ciclo pode processar contornos tridimensionais.

É recomendável programar o ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR. antes do ciclo 276 TRACADO CONTORNO 3D.

Maquinagem de um contorno sem corte: profundidade de fresagem Q1=0

1 A ferramenta desloca-se para o ponto inicial da maquinagem. Este ponto inicial resulta do primeiro ponto de contorno, do tipo de fresagem selecionado e dos parâmetros do ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR. previamente definidos como, p. ex., o tipo de aproxim. Neste caso, o comando desloca a ferramenta para a primeira profundidade de passo
2 O comando aproxima ao contorno de acordo com o ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR. previamente definido e, em seguida, executa a maquinagem até ao final do contorno
3 No final do contorno, o movimento de afastamento realiza-se conforme definido no ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR.
4 Para terminar, o comando posiciona a ferramenta à altura segura

Maquinagem de um contorno com passo: profundidade de fresagem Q1 definida diferente de 0 e profundidade de passo Q10

1 A ferramenta desloca-se para o ponto inicial da maquinagem. Este ponto inicial resulta do primeiro ponto de contorno, do tipo de fresagem selecionado e dos parâmetros do ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR. previamente definidos como, p. ex., o tipo de aproxim. Neste caso, o comando desloca a ferramenta para a primeira profundidade de passo
2 O comando aproxima ao contorno de acordo com o ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR. previamente definido e, em seguida, executa a maquinagem até ao final do contorno
3 Quando está selecionada uma maquinagem em sentido sincronizado e em sentido oposto (Q15=0), o comando executa um movimento pendular. Realiza o movimento de passo no final e no ponto inicial do contorno. Quando Q15 é diferente de 0, o comando desloca a ferramenta à altura segura de volta para o ponto inicial da maquinagem e, aí, para a profundidade de passo seguinte
4 O movimento de afastamento realiza-se conforme definido no ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR.

5 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade programada
6 Para terminar, o comando posiciona a ferramenta à altura segura

Ter em atenção ao programar!

O primeiro bloco NC do subprograma de contorno deve conter valores em todos os três eixos X, Y e Z.

Se utilizar blocos **APPR** e **DEP** para a aproximação ou o afastamento, o comando verifica se estes movimentos de aproximação e afastamento lesarão o contorno.

O sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se se programar a profundidade = 0, o comando utiliza as coordenadas do eixo da ferramenta indicadas no subprograma de contorno.

Caso se utilize o ciclo 25 CONJUNTO CONTORNO, no ciclo CONT. só é permitido definir um subprograma.

Em conjunto com o ciclo 276, é recomendável utilizar o ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR.. Em contrapartida, o ciclo 20 DADOS DO CONTORNO não é necessário.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

A memória de um ciclo SL é limitada. É possível programar um máximo de 16384 elementos de contorno num ciclo SL.

Se **M110** estiver ativo durante a maquinagem, nos arcos de círculo com interior corrigido, o avanço é reduzido em conformidade.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** (N.º 201007) para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o comando posiciona a ferramenta na altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O comando não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se, antes de uma chamada de ciclo, a ferramenta for posicionada a seguir a um obstáculo, pode ocorrer uma colisão.

- Posicionar a ferramenta antes da chamada do ciclo, de modo a que o comando possa aproximar ao ponto inicial do contorno sem colisão
- Se a posição da ferramenta na chamada do ciclo se encontra abaixo da altura segura, o comando emite uma mensagem de erro

Parâmetros de ciclo

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (valor incremental): distância entre superfície da peça e base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q7 Altura de seguranca?** (absoluta) : altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q15 Tipo de fresagem? antihorario=-1**: Fresagem sincronizada: introdução = +1 Fresagem em sentido oposto: introdução = –1 Alternando a fresagem em sentido sincronizado e a fresagem em sentido oposto com várias aproximações: introdução = 0

Exemplo

```
62 CYCL DEF 276  TRACADO CONTORNO
   3D
   Q1=-20        ;PROF. DE FRESAGEM
   Q3=+0         ;SOBRE-METAL LATERAL
   Q7=+50        ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q10=-5        ;INCREMENTO
   Q11=150       ;AVANCO INCREMENTO
   Q12=500       ;AVANCO PARA DESBASTE
   Q15=+1        ;TIPO DE FRESAGEM
   Q18=0         ;FERRAM. PREDESBASTE
   Q446=+0,01;MATERIAL RESIDUAL
   Q447=+10      ;DISTANCIA DE LIGACAO
   Q448=+2       ;PROLONGAM.TRAJETORIA
```

- **Q18 Ferramenta de desbaste previo?** ou **QS18**: número ou nome da ferramenta com que o comando já efetuou desbaste prévio. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta de desbaste prévio diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey. Além disso, pode-se introduzir o nome da ferramenta com a softkey **Nome de ferramenta**. O comando introduz as aspas de citação (em cima) automaticamente quando se deixa o campo de introdução. Se não tiver sido efectuado um desbaste prévio "0"; se se introduzir aqui um número ou um nome, o comando só desbasta a parte que não pôde ser maquinada com a ferramenta de desbaste prévio. Se não se dever fazer a aproximação lateralmente à área de desbaste posterior, o comando afunda em movimento pendular; para isso, é necessário definir na tabela de ferramentas TOOL.T o comprimento das lâminas **LCUTS** e o ângulo de afundamento máximo **ANGLE** da ferramenta. Campo de introdução 0 a 99999 na introdução numérica, 16 caracteres, no máximo, para introdução do nome
- **Q446 Material residual aceite?** Indique até que valor em mm é aceite material residual sobre o contorno. Se introduzir, p. ex., 0,01 mm, a partir de uma espessura de material residual de 0,01 mm, o comando deixa de executar uma maquinagem de material residual. Campo de introdução 0,001 a 9,999
- **Q447 Distância máxima de ligação?** Distância máxima entre duas áreas a desbastar. Dentro desta distância, o comando desloca-se sem movimento de elevação, na profundidade de maquinagem ao lado do contorno. Campo de introdução de 0 a 999,9999
- **Q448 Prolongamento da trajetória?** Valor para o prolongamento da trajetória da ferramenta no início e no fim do contorno. O comando prolonga sempre a trajetória da ferramenta paralelamente ao contorno. Campo de introdução de 0 a 99,999

8.11 DADOS DE TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 270, DIN/ISO: G270)

Ter em atenção ao programar!

Com este ciclo, pode determinar diferentes características do ciclo 25 TRAÇADO DO CONTORNO.

> O ciclo 270 ativa-se com DEF, quer dizer, atua a partir da sua definição no programa NC.
>
> Ao utilizar o ciclo 270 no subprograma de contorno, não definir nenhuma correção de raio.
>
> Definir o ciclo 270 antes do ciclo 25.

Parâmetros de ciclo

- **Q390 Tipo de aproximaç/afastamento?**: definição do tipo de aproximação/de afastamento:
  Q390=1:
  Aproximar tangencialmente ao contorno num arco de círculo
  Q390=2:
  Aproximar tangencialmente ao contorno numa reta
  Q390=3:
  Aproximar perpendicularmente ao contorno
- **Q391 Compen. raio (0=R0/1=RL/2=RR)?**: definição da correção de raio:
  Q391=0:
  Maquinar o contorno definido sem correção de raio
  Q391=1:
  Maquinar o contorno definido corrigido à esquerda
  Q391=2:
  Maquinar o contorno definido corrigido à direita
- **Q392 Raio aproxim./raio afastam.?** . válido apenas se tiver sido selecionada a aproximação tangencial num arco de círculo (Q390=1). Raio do círculo de entrada/círculo de afastamento. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q393 Ângulo do centro?** . válido apenas se tiver sido selecionada a aproximação tangencial num arco de círculo (Q390=1). Ângulo de abertura do círculo de entrada. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q394 Distância desde o pto. auxil.?**: válido apenas se estiver selecionada a aproximação tangencial numa reta ou numa aproximação perpendicular (Q390=2 ou Q390=3). Distância do ponto de auxílio, do qual o comando deve deslocar o contorno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999

Exemplo

```
62 CYCL DEF 270  DADOS RECOR.
   CONTOR.
   Q390=1       ;TIPO DE APROXIMACAO
   Q391=1       ;COMPENSACAO RAIO
   Q392=3       ;RAIO
   Q393=+45     ;ANGULO DO CENTRO
   Q394=+2      ;DISTANCIA
```

8.12 RANHURA DE CONTORNO TROCOIDAL (ciclo 275, DIN ISO: G275)

Execução do ciclo

Com este ciclo, é possível - em conjunto com o ciclo 14 **CONTORNO** - maquinar por completo ranhuras ou ranhuras de contorno abertas e fechadas pelo processo de fresagem trocoidal.

Com a fresagem trocoidal, é possível maquinar com uma maior profundidade de corte e a uma velocidade de corte mais alta, dado que, graças às condições de corte uniformes, não são exercidas influências que aumentam o desgaste na ferramenta. Através da utilização de placas de corte, o comprimento da lâmina pode ser completamente aproveitado, deste modo elevando o volume de maquinagem a obter por dente. Além disso, a fresagem trocoidal poupa a mecânica da máquina. Se este método de fresagem for combinado adicionalmente com a regulação do avanço adaptável integrada **AFC** (opção de software), conseguem-se alcançar enormes economias de tempo.(**Mais informações**: Manual do Utilizador para Programação Klartext)

Dependendo da seleção dos parâmetros de ciclo, estão à disposição as seguintes alternativas de maquinagem:

- Maquinagem completa: desbaste, acabamento lateral
- Só desbaste
- Só acabamento lateral

Desbaste em ranhura fechada

A descrição do contorno de uma ranhura fechada deve sempre começar com um bloco linear (bloco **L**).

1. A ferramenta avança com lógica de posicionamento para o ponto inicial da descrição do contorno e desloca-se de forma pendular com o ângulo de afundamento definido para a primeira profundidade de passo na tabela de ferramentas. A estratégia de afundamento determina-se com o parâmetro **Q366**
2. O comando desbasta a ranhura com movimentos circulares até ao ponto final do contorno. Durante o movimento circular, o comando desloca a ferramenta na direção de maquinagem com um corte que o operador pode definir (**Q436**). O movimento circular sincronizado ou em sentido contrário é determinado através do parâmetro **Q351**
3. No ponto final do contorno, o comando leva a ferramenta até à altura segura e volta a posicionar-se no ponto inicial da descrição do contorno
4. Este processo repete-se até se alcançar a profundidade da ranhura programada

Acabamento em ranhura fechada

5. Se estiver definida uma medida excedente de acabamento, o comando acaba as paredes da ranhura em vários cortes, caso isso esteja definido. Nesta fase, o comando aproxima-se tangencialmente da parede da ranhura a partir do ponto inicial definido. Para isso, o comando considera a marcha sincronizada ou em sentido contrário

Esquema: trabalhar com ciclos SL:

```
0 BEGIN PGM CYC275 MM
...
12 CYCL DEF 14.0 CONTORNO
13 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO 10
14 CYCL DEF 275 RANHURA DE
   CONTORNO TROCOIDAL ...
15 CYCL CALL M3
...
50 L Z+250 R0 FMAX M2
51 LBL 10
...
55 LBL 0
...
99 END PGM CYC275 MM
```

Desbaste em ranhura aberta

A descrição do contorno de uma ranhura aberta deve sempre começar com um bloco Approach [aproximação] (**appr**).

1 A ferramenta avança com lógica de posicionamento para o ponto inicial da maquinagem resultante dos parâmetros definidos no bloco **APPR** e posiciona aí perpendicularmente à primeira profundidade de passo
2 O comando desbasta a ranhura com movimentos circulares até ao ponto final do contorno. Durante o movimento circular, o comando desloca a ferramenta na direção de maquinagem com um corte que o operador pode definir (**Q436**). O movimento circular sincronizado ou em sentido contrário é determinado através do parâmetro **Q351**
3 No ponto final do contorno, o comando leva a ferramenta até à altura segura e volta a posicionar-se no ponto inicial da descrição do contorno
4 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade da ranhura programada

Acabamento em ranhura aberta

5 Se estiver definida uma medida excedente de acabamento, o comando acaba as paredes da ranhura em vários cortes, caso isso esteja definido. Nesta fase, o comando aproxima-se tangencialmente da parede da ranhura a partir do ponto inicial resultante do bloco **APPR**. Para isso, o comando considera a marcha sincronizada ou em sentido contrário

Ter em atenção ao programar!

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Se se utilizar o ciclo 275 RANHURA DE CONTORNO TROCOIDAL, no ciclo 14 CONTORNO só pode ser definido um subprograma de contorno.

No subprograma de contorno define-se a linha central da ranhura com todas as funções de trajetória disponíveis.

A memória de um ciclo SL é limitada. É possível programar um máximo de 16384 elementos de contorno num ciclo SL.

O comando requer que o ciclo 20 DADOS DO CONTORNO não esteja relacionado com o ciclo 275.

Tratando-se de uma ranhura fechada, o ponto inicial não pode encontrar-se sobre uma esquina do contorno.

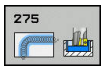
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

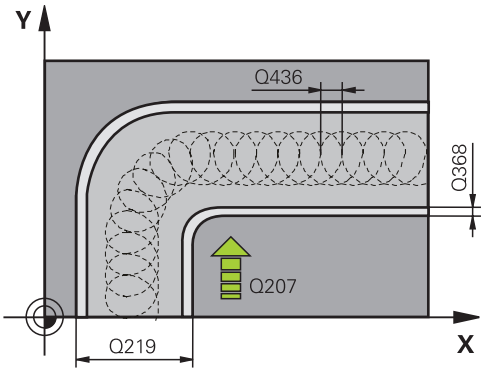
Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** (N.º 201007) para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o comando posiciona a ferramenta na altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O comando não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

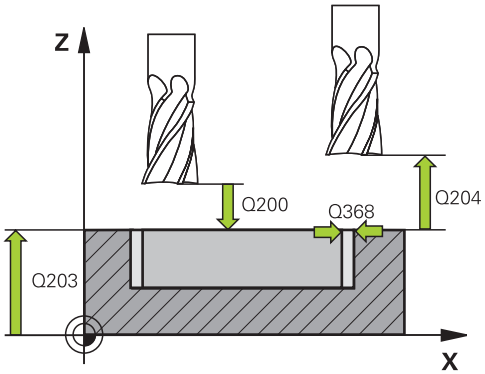
- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

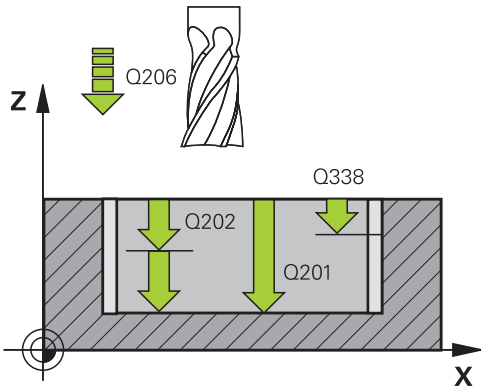
Parâmetros de ciclo



- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q219 Largura da ranhura?** (Valor paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem): introduzir largura da ranhura; se se introduzir a largura da ranhura igual ao diâmetro da ferramenta, o comando só desbasta (fresar oblongo). Largura de ranhura máxima no desbaste: dobro do diâmetro da ferramenta. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q436 Avanço por cada rotação?** (absoluto): valor por volta segundo o qual o comando desloca a ferramenta na direção de maquinagem Intervalo de introdução: de 0 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o comando utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ranhura. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**







Exemplo

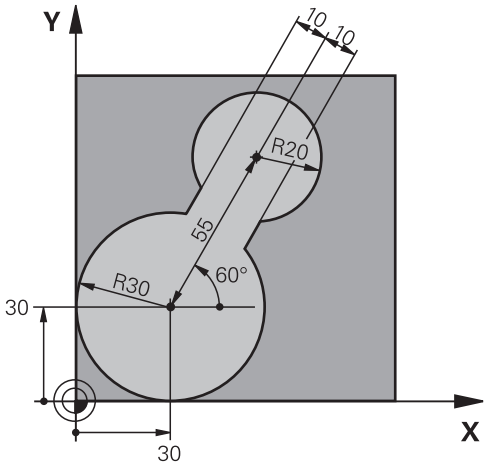
8 CYCL DEF 275 RANH CONT FR TROCOID	
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM
Q219=12	;LARGURA RANHURA
Q368=0.2	;SOBRE-METAL LATERAL
Q436=2	;INFEED PER REV.
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;INCREMENTO
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO

- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q366 Estratégia de punção(0/1/2)?**: tipo de estratégia de afundamento:
  0 = afundar na perpendicular. Independentemente do ângulo de afundamento ANGLE definido na tabela de ferramentas, o comando afunda perpendicularmente
  1 = Sem função
  2 = afundar de forma pendular. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento ANGLE para a ferramenta ativada tem que estar definido para um valor diferente de 0. Caso contrário, o comando emite uma mensagem de erro
  Em alternativa, **PREDEF**
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q439 Referência de avanço (0-3)?**: Determinar a que se refere o avanço programado:
  0: O avanço refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta
  1: O avanço refere-se à lâmina da ferramenta somente no acabamento lateral; de outro modo, à trajetória do ponto central
  2: No acabamento lateral **e** no acabamento em profundidade, o avanço refere-se à lâmina da ferramenta; de outro modo, à trajetória do ponto central
  3: O avanço refere-se sempre à lâmina da ferramenta

```
Q338=5      ;PASADA PARA ACABADO
Q385=500    ;AVANCO ACABADO
Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+0     ;COORD. SUPERFICIE
Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
Q366=2      ;PUNCAR
Q369=0      ;SOBRE-METAL FUNDO
Q439=0      ;REFERENCIA AVANCO
9 CYCL CALL FMAX M3
```

8.13 Exemplos de programação

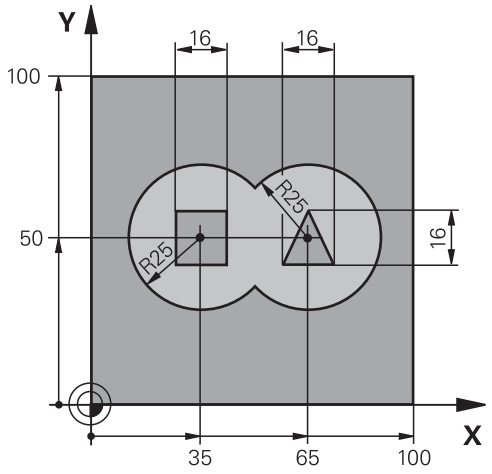
Exemplo: desbaste e acabamento posterior de uma caixa



0 BEGIN PGM C20 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X-10 Y-10 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Definição do bloco
3 TOOL CALL 1 Z S2500	Chamada de ferramenta para o desbaste prévio, diâmetro 30
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Determinar o subprograma de contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO	Estabelecer os parâmetros gerais de maquinagem
Q1=-20 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q2=1 ;SOBREPOSICAO	
Q3=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q4=+0 ;SOBRE-METAL FUNDO	
Q5=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q6=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q7=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q8=0.1 ;RAIO ARREDONDAMENTO	
Q9=-1 ;SENTIDO DE ROTACAO	
8 CYCL DEF 22 DESBASTE	Definição de ciclo Desbaste prévio
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=350 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q18=0 ;FERRAM. PREDESBASTE	
Q19=150 ;AVANCO PENDULO	
Q208=30000 ;AVANCO DE RETROCESSO	
9 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo Desbaste prévio

10 L Z+250 R0 FMAX M6	Retirar a ferramenta
11 TOOL CALL 2 Z S3000	Chamada de ferramenta para o desbaste posterior, diâmetro 15
12 CYCL DEF 22 DESBASTE	Definição de ciclo Desbaste posterior
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=350 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q18=1 ;FERRAM. PREDESBASTE	
Q19=150 ;AVANCO PENDULO	
Q208=30000 ;AVANCO DE RETROCESSO	
13 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo Desbaste posterior
14 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
15 LBL 1	Subprograma de contorno
16 L X+0 Y+30 RR	
17 FC DR- R30 CCX+30 CCY+30	
18 FL AN+60 PDX+30 PDY+30 D10	
19 FSELECT 3	
20 FPOL X+30 Y+30	
21 FC DR- R20 CCPR+55 CCPA+60	
22 FSELECT 2	
23 FL AN-120 PDX+30 PDY+30 D10	
24 FSELECT 3	
25 FC X+0 DR- R30 CCX+30 CCY+30	
26 FSELECT 2	
27 LBL 0	
28 END PGM C20 MM	

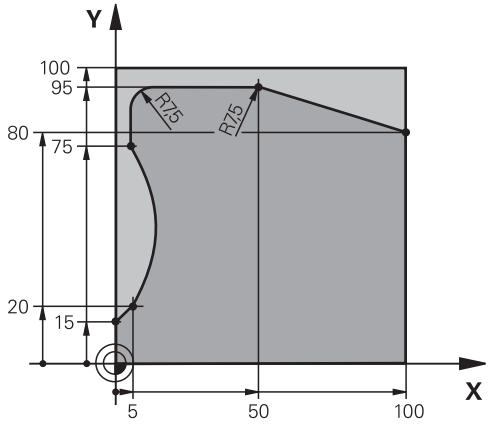
Exemplo: pré-furar, desbastar e acabar contornos sobrepostos



0 BEGIN PGM C21 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2500	Chamada de ferramenta Broca, diâmetro 12
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Determinar os subprogramas de contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO 1/2/3/4	
7 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO	Estabelecer os parâmetros gerais de maquinagem
Q1=-20 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q2=1 ;SOBREPOSICAO	
Q3=+0.5 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q4=+0.5 ;SOBRE-METAL FUNDO	
Q5=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q6=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q7=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q8=0.1 ;RAIO ARREDONDAMENTO	
Q9=-1 ;SENTIDO DE ROTACAO	
8 CYCL DEF 21 CTN FURAR	Definição de ciclo Pré-furar
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=250 ;AVANCO INCREMENTO	
Q13=2 ;FERRAM. DESASTE	
9 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo Pré-furar
10 L +250 R0 FMAX M6	Retirar a ferramenta
11 TOOL CALL 2 Z S3000	Chamada da ferramenta para desbaste/acabamento, diâmetro 12
12 CYCL DEF 22 DESBASTE	Definição de ciclo Desbaste
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	

Q12=350 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q18=0 ;FERRAM. PREDESBASTE	
Q19=150 ;AVANCO PENDULO	
Q208=30000 ;AVANCO DE RETROCESSO	
13 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo Desbaste
14 CYCL DEF 23 ACABAMENTO FUNDO	Definição de ciclo Acabamento em profundidade
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=200 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q208=30000 ;AVANCO DE RETROCESSO	
15 CYCL CALL	Chamada de ciclo Acabamento em profundidade
16 CYCL DEF 24 ACABAMENTO LATERAL	Definição de ciclo Acabamento lateral
Q9=+1 ;SENTIDO DE ROTACAO	
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=400 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q14=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
17 CYCL CALL	Chamada de ciclo Acabamento lateral
18 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
19 LBL 1	Sub-programa de contorno 1: caixa esquerda
20 CC X+35 Y+50	
21 L X+10 Y+50 RR	
22 C X+10 DR-	
23 LBL 0	
24 LBL 2	Sub-programa de contorno 2: caixa direita
25 CC X+65 Y+50	
26 L X+90 Y+50 RR	
27 C X+90 DR-	
28 LBL 0	
29 LBL 3	Subprograma de contorno 3: ilha quadrangular esquerda
30 L X+27 Y+50 RL	
31 L Y+58	
32 L X+43	
33 L Y+42	
34 L X+27	
35 LBL 0	
36 LBL 4	Subprograma de contorno 4: ilha triangular direita
37 L X+65 Y+42 RL	
38 L X+57	
39 L X+65 Y+58	
40 L X+73 Y+42	
41 LBL 0	
42 END PGM C21 MM	

Exemplo: traçado do contorno



0 BEGIN PGM C25 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2000	Chamada de ferramenta, diâmetro 20
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Determinar o subprograma de contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 25 CONJUNTO CONTORNO	Estabelecer os parâmetros de maquinagem
Q1=-20 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q3=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q5=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q7=+250 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=200 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q15=+1 ;TIPO DE FRESAGEM	
Q466= 0.01 ;MATERIAL RESIDUAL	
Q447=+10 ;DISTANCIA DE LIGACAO	
Q448=+2 ;PROLONGAM.TRAJETORIA	
8 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
10 LBL 1	Subprograma de contorno
11 L X+0 Y+15 RL	
12 L X+5 Y+20	
13 CT X+5 Y+75	
14 L Y+95	
15 RND R7.5	
16 L X+50	
17 RND R7.5	

18 L X+100 Y+80	
19 LBL 0	
20 END PGM C25 MM	

9

Ciclos de maquinagem: superfície cilíndrica

9.1 Princípios básicos

Resumo dos ciclos para superfícies cilíndricas

Softkey	Ciclo	Página
	27 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA	263
	28 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de ranhuras	266
	29 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de nervuras	270
	39 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresar contorno externo	273

9.2 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA (ciclo 27, DIN/ISO: G127, opção de software 1)

Execução do ciclo

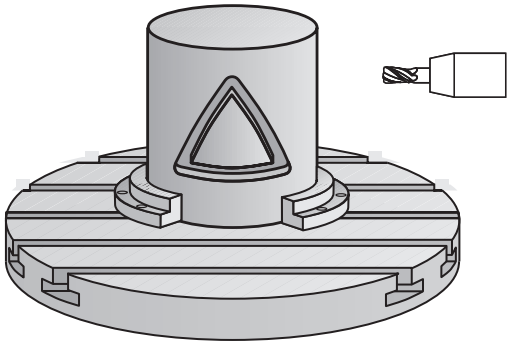
Com este ciclo, pode maquinar-se um contorno cilíndrico previamente programado segundo o desenvolvimento desse cilindro. Use o ciclo 28 se quiser fresar ranhuras de guia no cilindro.

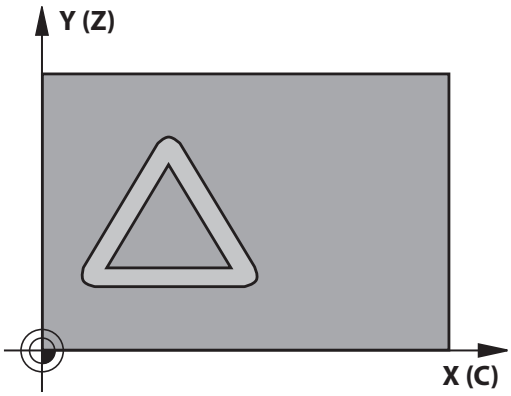
O contorno é descrito num subprograma determinado no ciclo 14 (CONTORNO).

No subprograma, descreva o contorno sempre com as coordenadas X e Y, independentemente dos eixos rotativos existentes na sua máquina. A descrição do contorno é também independente da configuração da sua máquina. Como funções de trajetória, estão disponíveis **L**, **CHF**, **CR**, **RND** e **CT**.

É possível introduzir as indicações no eixo angular (coordenadas X) tanto em graus como em mm (inch - polegadas) (determinar através de Q17 na definição de ciclo).

1. O comando posiciona a ferramenta sobre o ponto de penetração; para isso, tem-se em conta a medida excedente de acabamento lateral
2. Na primeira profundidade de passo, a ferramenta fresa ao longo do contorno programado com o avanço de fresagem Q12
3. No fim do contorno, o comando desloca a ferramenta para a distância de segurança e de regresso ao ponto de penetração
4. Repetem-se os passos de 1 a 3 até se ter atingido a profundidade de fresagem Q1
5. Finalmente, a ferramenta retorna para o eixo da ferramenta sobre a altura de segurança





Ter em atenção ao programar!

Consulte o manual da sua máquina!

A máquina e o comando devem ser preparados pelo fabricante da máquina para a interpolação de superfícies cilíndricas.

No primeiro bloco NC do programa de contorno programe sempre ambas as coordenadas da superfície lateral cilíndrica.

A memória de um ciclo SL é limitada. É possível programar um máximo de 16384 elementos de contorno num ciclo SL.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Utilizar uma fresa com dentado frontal cortante no centro (DIN 844).

O cilindro deve estar fixado no centro sobre a mesa rotativa. Defina o ponto de referência no centro da mesa rotativa.

O eixo do mandril deve encontrar-se na perpendicular sobre o eixo da mesa rotativa ao chamar-se o ciclo. Se não for assim, o comando emite uma mensagem de erro. Eventualmente, é necessária uma comutação da cinemática.

Também se pode executar este ciclo com plano de maquinagem inclinado.

A distância de segurança deve ser maior que o raio da ferramenta.

O tempo de maquinagem pode ser aumentado quando o contorno é composto por muitos elementos de contorno tangenciais.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

Parâmetros de ciclo

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (valor incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano do desenvolvimento do cilindro; a medida excedente atua na direção da correção de raio. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q6 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Raio do cilindro?**: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q17 Dimensoes? graus=0 MM/pol=1**: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)

Exemplo

```
63 CYCL DEF 27  CAPA CILINDRO
    Q1=-8        ;PROF. DE FRESAGEM
    Q3=+0        ;SOBRE-METAL LATERAL
    Q6=+0        ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q10=+3       ;INCREMENTO
    Q11=100      ;AVANCO INCREMENTO
    Q12=350      ;AVANCO PARA DESBASTE
    Q16=25       ;RAIO
    Q17=0        ;DIMENSOES
```

9.3 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de ranhuras (ciclo 28, DIN/ISO: G128, opção de software 1)

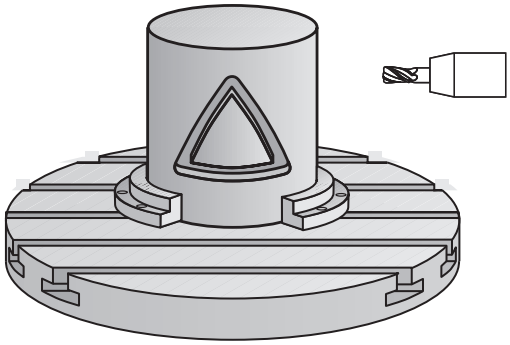
Execução do ciclo

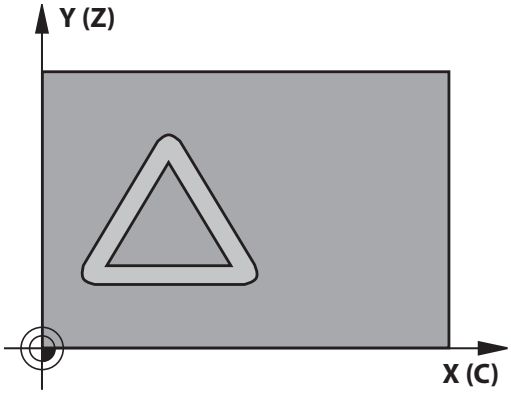
Com este ciclo pode-se transferir para a superfície de um cilindro uma ranhura de guia definida no desenvolvimento. Ao contrário do ciclo 27, neste ciclo o comando coloca a ferramenta de forma a que as paredes, mesmo com a correcção do raio activada, estejam quase paralelas entre si. Obtém paredes exatamente paralelas quando utilizar uma ferramenta que tem exatamente o tamanho da largura da ranhura.

Quanto mais pequena a ferramenta em relação à largura da ranhura tanto maior são as deformações que surgem nas trajetórias circulares e retas inclinadas. Para minimizar estas deformações devidas ao processo, pode definir o parâmetro Q21. Este parâmetro indica a tolerância com a qual o comando aproxima a ranhura em produção a uma ranhura que foi fabricada com uma ferramenta cujo diâmetro corresponde à largura da ranhura.

Programe a trajetória de ponto central do contorno indicando a correção do raio da ferramenta. Com a correção do raio, determina-se se o comando produz a ranhura em sentido sincronizado ou em sentido contrário.

1. O comando posiciona a ferramenta sobre o ponto de penetração
2. O comando desloca a ferramenta perpendicularmente à primeira profundidade de passo. O comportamento de aproximação é tangencial ou sobre uma reta com avanço de fresagem Q12. O comportamento de aproximação depende dos parâmetros **ConfigDatum CfgGeoCycle** (N.º 201000) **apprDepCylWall** (N.º 201004)
3. Na primeira profundidade de passo, a ferramenta fresa ao longo da parede da ranhura com o avanço de fresagem Q12, sendo tida em conta a medida excedente de acabamento
4. No fim do contorno, o contorno desloca a ferramenta junto à parede oposta da ranhura e desloca-se de regresso ao ponto de penetração
5. Repetem-se os passos de 2 a 3 até se ter atingido a profundidade de fresagem Q1
6. Se se tiver definido a tolerância Q21, o comando executa a pós-maquinagem para obter paredes de ranhura o mais paralelas possíveis.
7. Finalmente, a ferramenta regressa ao eixo da ferramenta sobre a altura de segurança





Ter em atenção ao programar!

Este ciclo executa uma maquinagem alinhada. Para poder executar este ciclo, o primeiro eixo da máquina sob a mesa da máquina deve ser um eixo rotativo. Além disso, a ferramenta deve poder ser posicionada perpendicularmente à superfície lateral.

Defina o comportamento de aproximação através de **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (N.º 201000), **apprDepCylWall** (N.º 201004)

- CircleTangential:
  Executar aproximação e saída tangenciais
- LineNormal: O movimento para o ponto inicial do contorno não se realiza tangencialmente, mas sim normal, ou seja, numa reta

No primeiro bloco NC do programa de contorno programe sempre ambas as coordenadas da superfície lateral cilíndrica.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Utilizar uma fresa com dentado frontal cortante no centro (DIN 844).

O cilindro deve estar fixado no centro sobre a mesa rotativa. Defina o ponto de referência no centro da mesa rotativa.

O eixo do mandril deve encontrar-se na perpendicular sobre o eixo da mesa rotativa ao chamar-se o ciclo.

Também se pode executar este ciclo com plano de maquinagem inclinado.

A distância de segurança deve ser maior que o raio da ferramenta.

O tempo de maquinagem pode ser aumentado quando o contorno é composto por muitos elementos de contorno tangenciais.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se o mandril não estiver ligado na chamada de ciclo, pode ocorrer uma colisão.

- Através do parâmetro **displaySpindleErr** (N.º 201002), definir on/off se o comando deve emitir uma mensagem de erro se o mandril não estiver ligado
- A função deve ser ajustada pelo fabricante da máquina.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

No final, o comando posiciona a ferramenta de volta na distância de segurança, quando introduzido na segunda distância de segurança. A posição final da ferramenta após o ciclo não pode coincidir com a posição inicial.

- Controlar os movimentos de deslocação da máquina
- Controlar a posição final da ferramenta após o ciclo na simulação
- Programar coordenadas absolutas após o ciclo (não incrementais)

Parâmetros de ciclo

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (valor incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente na parede da ranhura. A medida excedente de acabamento reduz a largura da ranhura em metade do valor introduzido. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q6 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Raio do cilindro?**: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q17 Dimensoes? graus=0 MM/pol=1**: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)
- **Q20 Largura ranhura?**: largura da ranhura a produzir. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q21 Tolerância?**: Quando se utiliza uma ferramenta que é mais pequena do que a largura da ranhura Q20 programada , ocorrem deformações condicionadas pelo procedimento na parede da ranhura no caso de círculos e de retas inclinadas. Quando definir a tolerância Q21, o comando aproxima a ranhura num processo de fresagem posterior como se tivesse fresado a ranhura com uma ferramenta exactamente do mesmo tamanho da largura da ranhura. Com Q21 pode definir o desvio permitido desta ranhura ideal. A quantidade de passos de pós-maquinagem depende do raio do cilindro, da ferramenta utilizada e da profundidade da ranhura. Quanto mais pequena for a definição da tolerância tanto maior a exatidão da ranhura, mas também mais demorada é a pós-maquinagem. Campo de introdução da tolerância 0,0001 a 9,9999
  Recomendação: aplicar uma tolerância de 0,02 mm.
  Função inativa: introduzir 0 (ajuste básico).

Exemplo

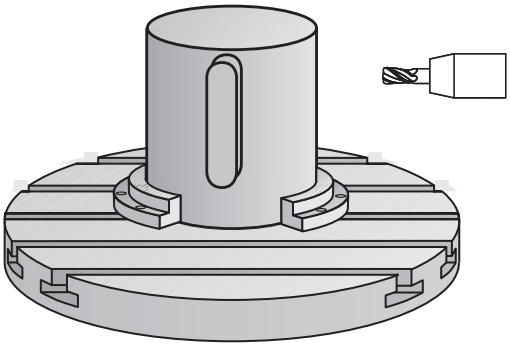
63 CYCL DEF 28 CAPA CILINDRO	
Q1=-8	;PROF. DE FRESAGEM
Q3=+0	;SOBRE-METAL LATERAL
Q6=+0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q10=+3	;INCREMENTO
Q11=100	;AVANCO INCREMENTO
Q12=350	;AVANCO PARA DESBASTE
Q16=25	;RAIO
Q17=0	;DIMENSOES
Q20=12	;LARGURA RANHURA
Q21=0	;TOLERANCIA

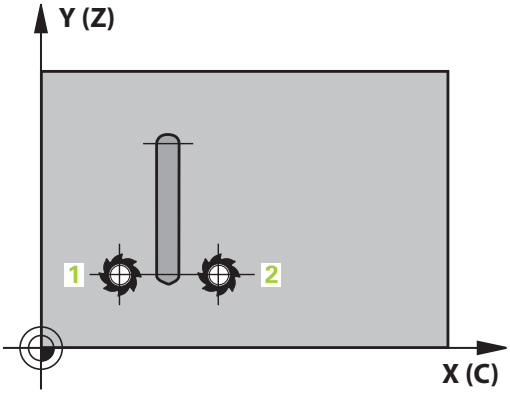
9.4 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de nervuras (ciclo 29, DIN/ISO: G129, opção de software 1)

Execução do ciclo

Com este ciclo, pode transferir-se para a superfície de um cilindro uma nervura definida no desenvolvimento. Neste ciclo, o comando coloca a ferramenta de forma a que as paredes, mesmo com a correção do raio ativada, estejam sempre paralelas entre si. Programe a trajetória de ponto central da nervura indicando a correção do raio da ferramenta. Com a correção do raio, determina-se se o comando produz a nervura em sentido sincronizado ou em sentido contrário.

Nas extremidades da nervura, o comando junta sempre um semicírculo, cujo raio corresponde a metade da largura da nervura.





1 O comando posiciona a ferramenta sobre o ponto inicial da maquinagem. O comando calcula o ponto inicial a partir da largura da nervura e do diâmetro da ferramenta. Este é metade da largura da nervura e do diâmetro da ferramenta deslocado ao lado do primeiro ponto definido no subprograma de contorno. A correção de raio determina se se inicia do lado esquerdo (1, RL=sincronizado) ou direito da nervura (2, RR=sentido contrário)
2 Depois de o comando ter posicionado para a primeira profundidade de corte, a ferramenta avança tangencial para a parede da nervura num arco de círculo com avanço de fresagem Q12. Eventualmente, é tida em conta a medida excedente lateral
3 Na primeira profundidade de passo, a ferramenta fresa ao longo da parede da nervura com o avanço de fresar Q12 até a ilha estar completamente produzida
4 De seguida, a ferramenta sai tangencialmente da parede da nervura de regresso ao ponto inicial da maquinagem
5 Repetem-se os passos de 2 a 4 até se ter atingido a profundidade de fresagem Q1
6 Finalmente, a ferramenta regressa ao eixo da ferramenta sobre a altura de segurança

Ter em atenção ao programar!

Este ciclo executa uma maquinagem alinhada. Para poder executar este ciclo, o primeiro eixo da máquina sob a mesa da máquina deve ser um eixo rotativo. Além disso, a ferramenta deve poder ser posicionada perpendicularmente à superfície lateral.

No primeiro bloco NC do programa de contorno programe sempre ambas as coordenadas da superfície lateral cilíndrica.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Utilizar uma fresa com dentado frontal cortante no centro (DIN 844).

O cilindro deve estar fixado no centro sobre a mesa rotativa. Defina o ponto de referência no centro da mesa rotativa.

O eixo do mandril deve encontrar-se na perpendicular sobre o eixo da mesa rotativa ao chamar-se o ciclo. Se não for assim, o comando emite uma mensagem de erro. Eventualmente, é necessária uma comutação da cinemática.

A distância de segurança deve ser maior que o raio da ferramenta.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

O parâmetro **CfgGeoCycle** (N.º 201000), **displaySpindleErr** (N.º 201002) on/off serve para definir se o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off) se, na chamada de ciclo, o mandril não funcionar. A função deve ser ajustada pelo fabricante da sua máquina.

Parâmetros de ciclo

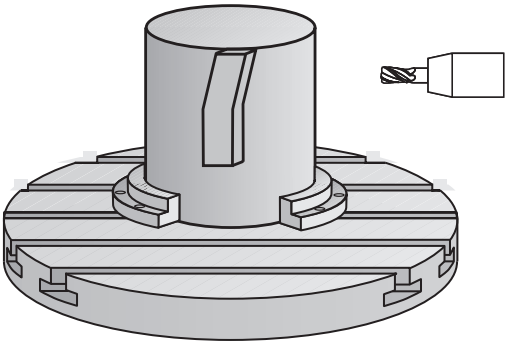
- **Q1 Profundidade de fresagem?** (valor incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente na parede da nervura. A medida excedente de acabamento aumenta a largura da nervura em metade do valor introduzido. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q6 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Raio do cilindro?**: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q17 Dimensoes? graus=0 MM/pol=1**: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)
- **Q20 Amplitude da ponte?**: largura da nervura a produzir. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

Exemplo

```
63 CYCL DEF 29  ALMA SUPERF. CILIND.
    Q1=-8          ;PROF. DE FRESAGEM
    Q3=+0          ;SOBRE-METAL LATERAL
    Q6=+0          ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q10=+3         ;INCREMENTO
    Q11=100        ;AVANCO INCREMENTO
    Q12=350        ;AVANCO PARA DESBASTE
    Q16=25         ;RAIO
    Q17=0          ;DIMENSOES
    Q20=12         ;AMPLITUDE PONTE
```

9.5 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA (ciclo 39, DIN/ISO: G139, opção de software 1)

Execução do ciclo



Com este ciclo, pode produzir um contorno sobre a superfície de um cilindro. Para isso, o contorno é definido sobre o desenvolvimento de um cilindro. Neste ciclo, o comando coloca a ferramenta de forma a que a parede do contorno fresado, mesmo com a correção do raio ativada, esteja em paralelo com o eixo do cilindro.

O contorno é descrito num subprograma determinado no ciclo 14 (CONTORNO).

No subprograma, descreva o contorno sempre com as coordenadas X e Y, independentemente dos eixos rotativos existentes na sua máquina. A descrição do contorno é também independente da configuração da sua máquina. Como funções de trajetória, estão disponíveis **L**, **CHF**, **CR**, **RND** e **CT**.

Ao contrário dos ciclos 28 e 29, no subprograma de contornos define o contorno que realmente deve ser produzido.

1 O comando posiciona a ferramenta sobre o ponto inicial da maquinagem. O comando coloca o ponto inicial deslocado pelo diâmetro da ferramenta ao lado do primeiro ponto definido no subprograma de contorno.
2 Em seguida, o comando desloca a ferramenta perpendicularmente à primeira profundidade de corte. O comportamento de aproximação é tangencial ou sobre uma reta com avanço de fresagem Q12. Eventualmente, é tida em conta a medida excedente lateral. O comportamento de aproximação depende dos parâmetros ConfigDatum, CfgGeoCycle (N.º 201000) apprDepCylWall (N.º 201004)
3 Na primeira profundidade de passo, a ferramenta fresa, com o avanço de fresar Q12, ao longo do contorno até o traço de contorno definido ter sido produzido
4 De seguida, a ferramenta sai tangencialmente da parede da nervura de regresso ao ponto inicial da maquinagem
5 Repetem-se os passos de 2 a 4 até se ter atingido a profundidade de fresagem Q1
6 Finalmente, a ferramenta regressa ao eixo da ferramenta sobre a altura de segurança

Ter em atenção ao programar!

Este ciclo executa uma maquinagem alinhada. Para poder executar este ciclo, o primeiro eixo da máquina sob a mesa da máquina deve ser um eixo rotativo. Além disso, a ferramenta deve poder ser posicionada perpendicularmente à superfície lateral.

No primeiro bloco NC do programa de contorno programe sempre ambas as coordenadas da superfície lateral cilíndrica.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

Certifique-se que a ferramenta tem espaço lateral suficiente para o movimento de aproximação e de saída.

O cilindro deve estar fixado no centro sobre a mesa rotativa. Defina o ponto de referência no centro da mesa rotativa.

O eixo do mandril deve encontrar-se na perpendicular sobre o eixo da mesa rotativa ao chamar-se o ciclo.

A distância de segurança deve ser maior que o raio da ferramenta.

O tempo de maquinagem pode ser aumentado quando o contorno é composto por muitos elementos de contorno tangenciais.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

Defina o comportamento de aproximação através de **ConfigDatum**, **CfgGeoCycle** (N.º 201000), **apprDepCylWall** (N.º 201004)

- CircleTangential:
  Executar aproximação e saída tangenciais
- LineNormal: O movimento para o ponto inicial do contorno não se realiza tangencialmente, mas sim normal, ou seja, numa reta

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se o mandril não estiver ligado na chamada de ciclo, pode ocorrer uma colisão.

- Através do parâmetro **displaySpindleErr** (N.º 201002), definir on/off se o comando deve emitir uma mensagem de erro se o mandril não estiver ligado
- A função deve ser ajustada pelo fabricante da máquina.

Parâmetros de ciclo

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (valor incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano do desenvolvimento do cilindro; a medida excedente atua na direção da correção de raio. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q6 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Raio do cilindro?**: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q17 Dimensoes? graus=0 MM/pol=1**: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)

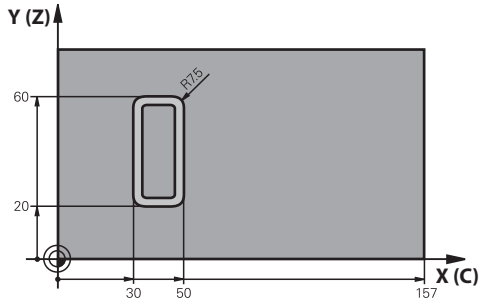
Exemplo

```
63 CYCL DEF 39  CONT. SUPERF. CILIN.
    Q1=-8        ;PROF. DE FRESAGEM
    Q3=+0        ;SOBRE-METAL LATERAL
    Q6=+0        ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q10=+3       ;INCREMENTO
    Q11=100      ;AVANCO INCREMENTO
    Q12=350      ;AVANCO PARA DESBASTE
    Q16=25       ;RAIO
    Q17=0        ;DIMENSOES
```

9.6 Exemplos de programação

Exemplo: superfície cilíndrica com ciclo 27

- Máquina com cabeça B e mesa C
- Cilindro fixo no centro da mesa rotativa
- O ponto de referência encontra-se no lado inferior, no centro da mesa rotativa

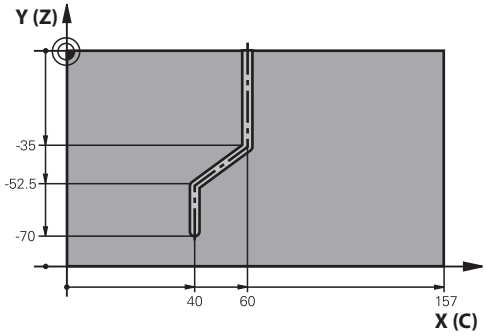


0 BEGIN PGM C27 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	Chamada de ferramenta, diâmetro 7
2 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
3 L X+50 Y0 R0 FMAX	Posicionamento prévio da ferramenta
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN MBMAX FMAX	Inclinar
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Determinar o subprograma de contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 27 CAPA CILINDRO	Estabelecer os parâmetros de maquinagem
Q1=-7 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q3=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q6=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q10=54 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=250 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q16=25 ;RAIO	
Q17=1 ;DIMENSOES	
8 L C+0 R0 FMAX M13 M99	Posicionar previamente a mesa rotativa, mandril ligado, chamar ciclo
9 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
10 PLANE RESET TURN FMAX	Anular a inclinação, suprimir a função PLANE
11 M2	Final do programa
12 LBL 1	Subprograma de contorno
13 L X+40 Y+20 RL	Indicações do eixo rotativo em mm (Q17=1)
14 L X+50	
15 RND R7.5	
16 L Y+60	
17 RN R7.5	
18 L IX-20	
19 RND R7.5	

20 L Y+20	
21 RND R7.5	
22 L X+40 Y+20	
23 LBL 0	
24 END PGM C27 MM	

Exemplo: superfície cilíndrica com ciclo 28

- Cilindro fixo no centro da mesa rotativa
- Máquina com cabeça B e mesa C
- O ponto de referência situa-se no centro da mesa rotativa
- Descrição da trajetória do ponto central no subprograma de contorno



0 BEGIN PGM C28 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	Chamada de ferramenta, eixo da ferramenta Z, diâmetro 7
2 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
3 L X+50 Y+0 R0 FMAX	Posicionamento prévio da ferramenta
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN FMAX	Inclinar
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Determinar o subprograma de contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 28 CAPA CILINDRO	Estabelecer os parâmetros de maquinagem
Q1=-7 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q3=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q6=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q10=-4 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=250 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q16=25 ;RAIO	
Q17=1 ;DIMENSOES	
Q20=10 ;LARGURA RANHURA	
Q21=0.02 ;TOLERANCIA	Pós-maquinagem ativa
8 L C+0 R0 FMAX M3 M99	Posicionar previamente a mesa rotativa, mandril ligado, chamar ciclo
9 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
10 PLANE RESET TURN FMAX	Anular a inclinação, suprimir a função PLANE
11 M2	Final do programa
12 LBL 1	Subprograma de contorno, descrição da trajetória do ponto central
13 L X+60 Y+0 RL	Indicações do eixo rotativo em mm (Q17=1)
14 L Y-35	
15 L X+40 Y-52.5	
16 L Y-70	
17 LBL 0	
18 END PGM C28 MM	

10

Ciclos de maquinagem: Caixa de contorno com fórmula de contorno

10.1 Ciclos SL com fórmula de contorno complexa

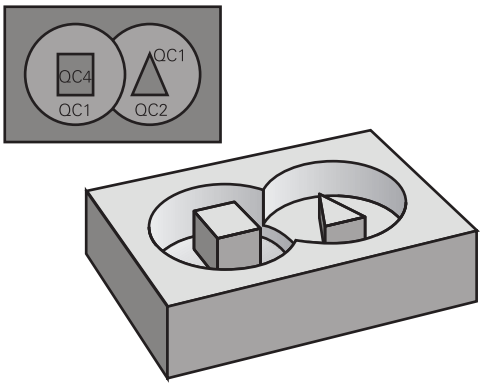
Princípios básicos

Com os ciclos SL e a fórmula de contorno mais complexa, é possível reunir contornos complexos de subcontornos (caixas ou ilhas). Os vários subcontornos (dados geométricos) são introduzidos como programas NC separados. Assim, todos os subcontornos podem reutilizar-se conforme se quiser. A partir dos subcontornos selecionados, ligados entre si por meio de uma fórmula de contorno, o comando calcula o contorno total.

A memória para um ciclo SL (todos os subprogramas de descrição de contorno) está limitada a um máximo de **128 contornos**. A quantidade de elementos de contorno possíveis depende do tipo de contorno (contorno interior/exterior) e da quantidade de descrições de contornos e ascende ao máximo de **16384** elementos de contorno.

Os ciclos SL com fórmula de contorno pressupõem uma estrutura de programa estruturada e dão a possibilidade de se colocar contornos sempre recorrentes em programas NC individuais. Com a fórmula de contorno, os subcontornos são ligados a um contorno total e determina-se se se trata de uma caixa ou de uma ilha.

A função de ciclos SL com fórmula de contorno está dividida em várias áreas na superfície de teclado do comando e serve de posição de base para outros desenvolvimentos.



Esquema: trabalhar com ciclos SL e fórmula de contorno complexa

```
0 BEGIN PGM  CONTORNO MM
...
5 SEL CONTOUR  "MODEL"
6  CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO
8 CYCL DEF 22 DESBASTAR ...
9 CYCL CALL
...
12 CYCL DEF 23 ACABAMENTO
   PROFUNDIDADE
13 CYCL CALL
...
16 CYCL DEF 24 ACABAMENTO LATERAL
17 CYCL CALL
63 L  Z+250 R0  FMAX M2
64 END PGM  CONTORNO MM
```

Características dos subcontornos

- O comando reconhece todos os contornos como caixa. Não programe nenhuma correção do raio
- O comando ignora avanços F e funções auxiliares M
- São permitidas conversões de coordenadas. Se forem programadas dentro de contornos parciais, ficam também ativadas nos subprogramas seguintes, mas não devem ser anuladas depois da chamada de ciclo
- Os subprogramas também podem conter coordenadas no eixo do mandril, mas estas são ignoradas
- No primeiro bloco de coordenadas do subprograma, determina-se o plano de maquinagem
- Se necessário, pode definir subcontornos com profundidades diferentes

Características dos ciclos de maquinagem

- O comando posiciona-se automaticamente antes de cada ciclo na distância de segurança
- Cada nível de profundidade é fresado sem levantamento da ferramenta; as ilhas são contornadas lateralmente
- O raio de „esquinas interiores" é programável: a ferramenta não para, evitam-se marcas de corte livre (válido para a trajetória mais exterior em desbaste e em acabamento lateral)
- No acabamento lateral, o comando aproxima ao contorno segundo uma trajetória circular tangente
- No acabamento em profundidade, o comando desloca a ferramenta também segundo uma trajetória circular tangente à peça (p. ex.: eixo da ferramenta Z: trajetória circular no plano Z/X)
- O comando maquina o contorno de forma contínua em sentido sincronizado ou em sentido contrário

As indicações de cotas para a maquinagem, como profundidade de fresagem, medidas excedentes e distância de segurança, são introduzidas de forma central no ciclo 20 como DADOS DO CONTORNO.

Esquema: cálculo dos subcontornos com fórmula de contorno

```
0 BEGIN PGM  MODEL MM
1 DECLARE CONTOUR  QC1 =
    "CIRCULO1"
2 DECLARE CONTOUR  QC2 =
    "CIRCULOXY"  DEPTH15
3 DECLARE CONTOUR  QC3 =
    "TRIANGULO"  DEPTH10
4 DECLARE CONTOUR  QC4 =
    "QUADRADO"  DEPTH5
5 QC10 =  ( QC1 | QC3 | QC4 ) \ QC2
6 END PGM  MODEL MM
```

```
0 BEGIN PGM  CIRCULO1 MM
1 CC  X+75 Y+50
2 LP  PR+45 PA+0
3 CP  IPA+360 DR+
4 END PGM  CIRCULO1 MM
```

```
0 BEGIN PGM  CIRCULO31XY MM
...
...
```

Selecionar programa NC com definições de contorno

Com a função **SEL CONTOUR**, selecione um programa NC com definições do contorno às quais o comando vai buscar as descrições de contorno:

SPEC FCT

- Mostrar barra de softkeys com funções especiais

MAQUINAÇÃO PONTO CONTORNO

- Menu para funções: premir a softkey de maquinagem de contorno e de pontos

SEL CONTOUR

- Premir a softkey **SEL CONTOUR**
- Introduzir o nome de programa completo do programa NC com as definições do contorno. Confirmar com a tecla **END**

> Programar bloco **SEL CONTOUR** antes dos ciclos SL. Já não é necessário o ciclo **14 KONTUR** quando se utiliza **SEL CONTOUR**.

Definir as descrições de contorno

Com a função **DECLARAR CONTORNO**, indica-se a um programa NC o caminho para os programas NC aos quais o comando vai buscar as descrições de contorno. É ainda possível selecionar uma profundidade independente para esta descrição de contorno (Função FCL-2):

SPEC FCT

- Mostrar barra de softkeys com funções especiais

MAQUINAÇÃO PONTO CONTORNO

- Menu para funções: premir a softkey de maquinagem de contorno e de pontos

DECLARE CONTOUR

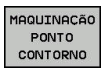
- Premir a softkey **DECLARE CONTOUR**
- Confirmar o número para o descritor de contorno **QC**. Confirmar com a tecla **ENT**
- Introduzir o nome completo do programa NC com as descrições de contorno. Confirmar com a tecla **END** ou quando o desejar
- Definir a profundidade independente para o contorno selecionado

> Com o descritor de contorno indicado **QC**, poderá calcular na fórmula de contorno os diferentes contornos entre si.
>
> Quando utilizar contornos com profundidade independente, deverá atribuir uma profundidade a todos os contornos parciais (se necessário, atribuir profundidade 0).

Introduzir fórmula de contorno mais complexa

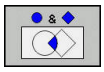
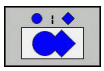
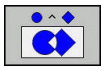
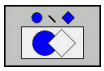
Com softkeys, podem reunir-se entre si variados contornos numa fórmula matemática:

- Mostrar barra de softkeys com funções especiais



- Menu para funções: premir a softkey de maquinagem de contorno e de pontos

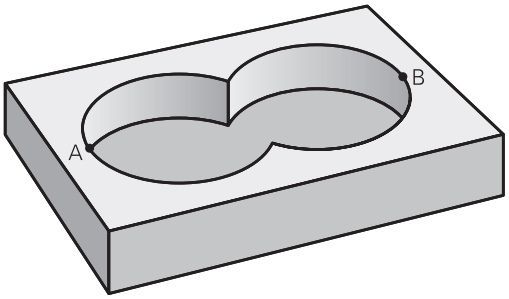
- Premir a softkey **FÓRMULA DE CONTORNO**: o comando mostra as seguintes softkeys:

Softkey	Função de operação lógica
	**cortado com** p. ex. **QC10 = QC1 & QC5**
	**reunido com** p. ex. **QC25 = QC7 | QC18**
	**reunido com, mas sem corte** p. ex. **QC12 = QC5 ^ QC25**
	**sem** p. ex. **QC25 = QC1 \ QC2**
(	**Parêntese aberto** p. ex. **QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)**
)	**Parêntese fechado** p. ex. **QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)**
	Definir contornos individuais p. ex. **QC12 = QC1**

Contornos sobrepostos

O comando considera um contorno programado como caixa. Com as funções da fórmula de contorno, tem-se a possibilidade de converter um contorno numa ilha.

Podem sobrepor-se caixas e ilhas num novo contorno. Assim, é possível aumentar uma superfície de caixa por meio de uma caixa sobreposta ou diminuir por meio de uma ilha.



Subprogramas: caixas sobrepostas

> Os seguintes exemplos são programas de descrição de contorno, que são definidos num programa de definição do contorno. O programa de definição de contorno deve ser de novo chamado no programa principal propriamente dito com a função **SEL CONTOUR**.

As caixas A e B sobrepõem-se.

O comando calcula os pontos de intersecção S1 e S2, pelo que não há que programá-los.

As caixas estão programadas como círculos completos.

Programa de descrição de contorno 1: caixa A

```
0 BEGIN PGM  CAIXA_A MM
1 L  X+10 Y+50  R0
2 CC  X+35 Y+50
3 C  X+10 Y+50  DR-
4 END PGM  CAIXA_A MM
```

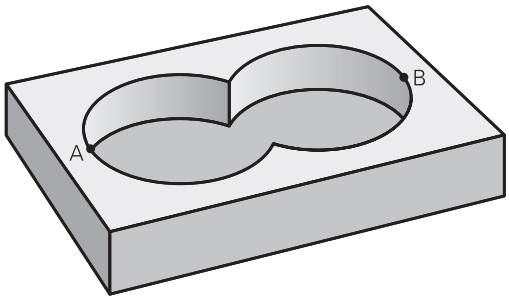
Programa de descrição do contorno 2: caixa B

```
0 BEGIN PGM  CAIXA_B MM
1 L  X+90 Y+50  R0
2 CC  X+65 Y+50
3 C  X+90 Y+50  DR-
4 END PGM  CAIXA_B MM
```

Superfície de „soma“

Maquinam-se ambas as superfícies parciais A e B incluindo a superfície coberta em comum:

- As superfícies A e B têm que estar programadas em programas NC separados sem correção do raio
- Na fórmula de contorno, as superfícies A e B são calculadas com a função “reunido com“



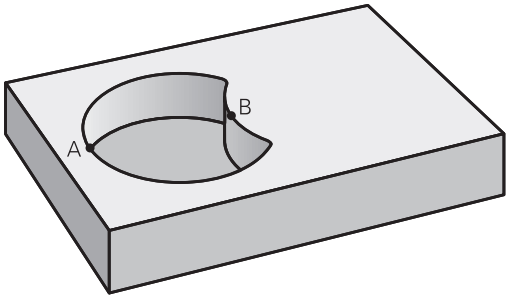
Programa de definição do contorno:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR  QC1 = "CAIXA_A.H"
53 DECLARE CONTOUR  QC2 = "CAIXA_B.H"
54 QC10 =  QC1 | QC2
55 ...
56 ...
```

Superfície de "diferença"

A superfície A deverá ser maquinada sem a parte coberta por B:

- As superfícies A e B têm que estar programadas em programas NC separados sem correção do raio
- Na fórmula de contorno, a superfície B é retirada pela superfície A com a função **sem**



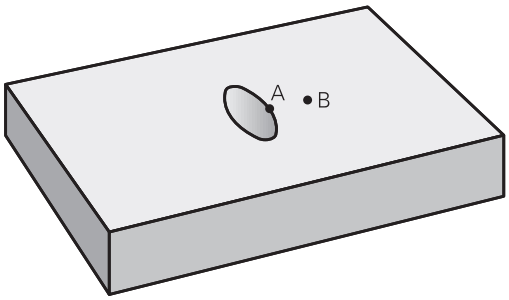
Programa de definição do contorno:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR  QC1 = "CAIXA_A.H"
53 DECLARE CONTOUR  QC2 = "CAIXA_B.H"
54 QC10 =  QC1 \ QC2
55 ...
56 ...
```

Superfície de "intersecção"

Deverá maquinar-se a superfície coberta por A e B (as superfícies não cobertas deverão, simplesmente, não ser maquinadas).

- As superfícies A e B têm que estar programadas em programas NC separados sem correção do raio
- Na fórmula de contorno, as superfícies A e B são calculadas com a função "cortado com"



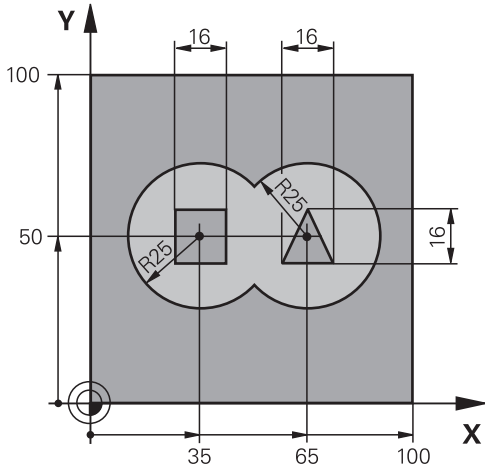
Programa de definição do contorno:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR  QC1 = "CAIXA_A.H"
53 DECLARE CONTOUR  QC2 = "CAIXA_B.H"
54 QC10 =  QC1 & QC2
55 ...
56 ...
```

Executar contorno com ciclos SL

A maquinagem do contorno total realiza-se com os ciclos SL 20 a 24 (ver "Resumo", Página 221).

Exemplo: desbastar e acabar contornos sobrepostos com fórmula de contorno



0 BEGIN PGM CONTORNO MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2500	Chamada de ferramenta de fresa de desbaste
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 SEL CONTOUR "MODEL"	Determinar o programa de definição de contorno
6 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO	Estabelecer os parâmetros gerais de maquinagem
Q1=-20 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q2=1 ;SOBREPOSICAO	
Q3=+0.5 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q4=+0.5 ;SOBRE-METAL FUNDO	
Q5=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q6=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q7=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q8=0.1 ;RAIO ARREDONDAMENTO	
Q9=-1 ;SENTIDO DE ROTACAO	

7 CYCL DEF 22 DESBASTE	Definição de ciclo Desbaste
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=350 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q18=0 ;FERRAM. PREDESBASTE	
Q19=150 ;AVANCO PENDULO	
Q401=100 ;FACTOR DE AVANCO	
Q404=0 ;ESTRATEGIA PROFUND.	
8 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo Desbaste
9 TOOL CALL 2 Z S5000	Chamada de ferramenta de fresa de acabamento
10 CYCL DEF 23 ACABAMENTO FUNDO	Definição de ciclo Acabamento em profundidade
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=200 ;AVANCO PARA DESBASTE	
11 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo Acabamento em profundidade
12 CYCL DEF 24 ACABAMENTO LATERAL	Definição de ciclo Acabamento lateral
Q9=+1 ;SENTIDO DE ROTACAO	
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=400 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q14=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
13 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo Acabamento lateral
14 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
15 END PGM KONTUR MM	

Programa de definição de contorno com fórmula de contorno

0 BEGIN PGM MODEL MM	Programa de definição do contorno
1 DECLARE CONTOUR QC1 = "CIRCULO1"	Definição do descritor de contorno para o programa NC "CÍRCULO1"
2 FN 0: Q1 =+35	Atribuição de valores a parâmetros utilizados no PGM "CÍRCULO31XY"
3 FN 0: Q2 =+50	
4 FN 0: Q3 =+25	
5 DECLARE CONTOUR QC2 = "CIRCULO31XY"	Definição do descritor de contorno para o programa NC "CÍRCULO31XY"
6 DECLARE CONTOUR QC3 = “TRIANGULO"	Definição do descritor de contorno para o programa NC "TRIÂNGULO"
7 DECLARE CONTOUR QC4 = "QUADRADO"	Definição do descritor de contorno para o programa NC "QUADRADO"
8 QC10 = (QC 1 | QC 2) \ QC 3 \ QC 4	Fórmula de contorno
9 END PGM MODEL MM	

Programas de descrição de contorno:

0 BEGIN PGM CIRCULO1 MM	Programa de descrição de contorno: círculo à direita
1 CC X+65 Y+50	
2 L PR+25 PA+0 R0	
3 CP IPA+360 DR+	
4 END PGM CIRCULO1 MM	

0 BEGIN PGM CIRCULO31XY MM	Programa de descrição de contorno: círculo à esquerda
1 CC X+Q1 Y+Q2	
2 LP PR+Q3 PA+0 R0	
3 CP IPA+360 DR+	
4 END PGM CIRCULO31XY MM	

0 BEGIN PGM TRIANGULO MM	Programa de descrição de contorno: triângulo à direita
1 L X+73 Y+42 R0	
2 L X+65 Y+58	
3 L X+58 Y+42	
4 L X+73	
5 END PGM TRIANGULO MM	

0 BEGIN PGM QUADRADO MM	Programa de descrição de contorno: quadrado à esquerda
1 L X+27 Y+58 R0	
2 L X+43	
3 L Y+42	
4 L X+27	
5 L Y+58	
6 END PGM QUADRADO MM	

10.2 Ciclos SL com fórmula de contorno simples

Princípios básicos

Com os ciclos SL e a fórmula de contorno mais simples, é possível reunir contornos de até nove subcontornos (caixas ou ilhas). Os vários subcontornos (dados geométricos) são introduzidos como programas NC separados. Assim, todos os subcontornos podem reutilizar-se conforme se quiser. A partir dos subcontornos parciais selecionados, o comando calcula o contorno total.

> A memória para um ciclo SL (todos os subprogramas de descrição de contorno) está limitada a um máximo de **128 contornos**. A quantidade de elementos de contorno possíveis depende do tipo de contorno (contorno interior/exterior) e da quantidade de descrições de contornos e ascende ao máximo de **16384** elementos de contorno.

Esquema: trabalhar com ciclos SL e fórmula de contorno complexa

```
0 BEGIN PGM  CONTDEF MM
...
5 CONTOUR DEF  P1= “POCK1.H“ I2 =
    “ISLE2.H“ DEPTH5  I3 “ISLE3.H“
    DEPTH7.5
6  CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO
8 CYCL DEF 22 DESBASTAR ...
9 CYCL CALL
...
12 CYCL DEF 23 ACABAMENTO
    PROFUNDIDADE
13 CYCL CALL
...
16 CYCL DEF 24 ACABAMENTO LATERAL
17 CYCL CALL
63 L  Z+250 R0  FMAX M2
64 END PGM  CONTDEF MM
```

Características dos subcontornos

- Não programe nenhuma correção do raio
- O comando ignora avanços F e funções auxiliares M
- São permitidas conversões de coordenadas. Se forem programadas dentro de contornos parciais, ficam também ativadas nos subprogramas seguintes, mas não devem ser anuladas depois da chamada de ciclo
- Os subprogramas também podem conter coordenadas no eixo do mandril, mas estas são ignoradas
- No primeiro bloco de coordenadas do subprograma, determina-se o plano de maquinagem

Características dos ciclos de maquinagem

- O comando posiciona-se automaticamente antes de cada ciclo na distância de segurança
- Cada nível de profundidade é fresado sem levantamento da ferramenta; as ilhas são contornadas lateralmente
- O raio de „esquinas interiores" é programável: a ferramenta não para, evitam-se marcas de corte livre (válido para a trajetória mais exterior em desbaste e em acabamento lateral)
- No acabamento lateral, o comando aproxima ao contorno segundo uma trajetória circular tangente
- No acabamento em profundidade, o comando desloca a ferramenta também segundo uma trajetória circular tangente à peça (p. ex.: eixo da ferramenta Z: trajetória circular no plano Z/X)
- O comando maquina o contorno de forma contínua em sentido sincronizado ou em sentido contrário

As indicações de cotas para a maquinagem, como profundidade de fresagem, medidas excedentes e distância de segurança, são introduzidas de forma central no ciclo 20 como DADOS DO CONTORNO.

Introduzir fórmula de contorno simples

Com softkeys, podem conjugar-se entre si variados contornos numa fórmula matemática:

SPEC FCT

- Mostrar barra de softkeys com funções especiais

MAQUINAÇÃO PONTO CONTORNO

- Menu para funções: premir a softkey de maquinagem de contorno e de pontos

CONTOUR DEF

- Premir a softkey **CONTOUR DEF**: o comando inicia a introdução da fórmula de contorno
- Introduzir o nome do primeiro subcontorno. O primeiro subcontorno deve ser sempre a caixa mais profunda, confirmar com a tecla **ENT**

ILHA

- Determinar com a softkey se o próximo contorno é uma caixa ou uma ilha, confirmar com a tecla **ENT**
- Introduzir o nome do segundo subcontorno. Confirmar com a tecla **ENT**
- Se necessário, introduzir a profundidade do segundo contorno parcial e confirmar com a tecla **ENT**
- Continuar o diálogo como descrito anteriormente até ter introduzido todos os contornos parciais

Iniciar a lista dos subcontornos sempre com a caixa mais profunda!

Quando o contorno é definido como ilha, o comando interpreta a profundidade introduzida como altura da ilha. O valor introduzido sem sinal, refere-se então à superfície da peça de trabalho!

Quando é introduzida uma profundidade 0, a profundidade definida no ciclo 20 atua nas caixas e as ilhas elevam-se então até à superfície da peça de trabalho!

Executar contorno com ciclos SL

A maquinagem do contorno total realiza-se com os ciclos SL 20 a 24 (ver "Resumo", Página 221).

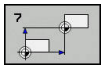
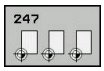
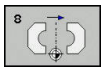
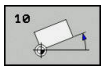
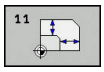
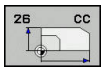
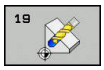
11

Ciclos: Conversões de coordenadas

11.1 Princípios básicos

Resumo

Com as conversões de coordenadas, o comando pode executar um contorno programado uma vez em diversos pontos da peça de trabalho com posição e dimensão modificadas. O comando disponibiliza os seguintes ciclos de conversão de coordenadas:

Softkey	Ciclo	Página
	7 PONTO ZERO Deslocar contornos diretamente no programa NC ou de tabelas de pontos zero	295
	247 Definir ponto de referência Definir o ponto de referência durante a execução do programa	301
	8 ESPELHAR Espelhar contornos	302
	10 ROTAÇÃO Rodar contornos no plano de maquinagem	303
	11 FATOR DE ESCALA Reduzir ou ampliar contornos	305
	26 FATOR DE ESCALA ESPECÍFICO DE CADA EIXO Reduzir ou ampliar contornos com fatores de escala específicos dos eixos	306
	19 Plano de maquinagem Executar maquinagens no sistema de coordenadas inclinado para máquinas com ferramenta basculante e/ou mesas rotativas	308

Atuação das conversões de coordenadas

Início da atuação: uma conversão de coordenadas atua a partir da sua definição – não é, portanto, chamada. A conversão atua até ser anulada ou definida uma nova.

Restaurar a conversão de coordenadas:

- Definir o ciclo com os valores para o comportamento básico, p. ex. fator de escala 1.0
- Executar as funções auxiliares M2, M30 ou o bloco NC END PGM (estas funções M dependem de parâmetros da máquina)
- Selecionar o programa NC novo

11.2 PONTO ZERO (ciclo 7, DIN/ISO: G54)

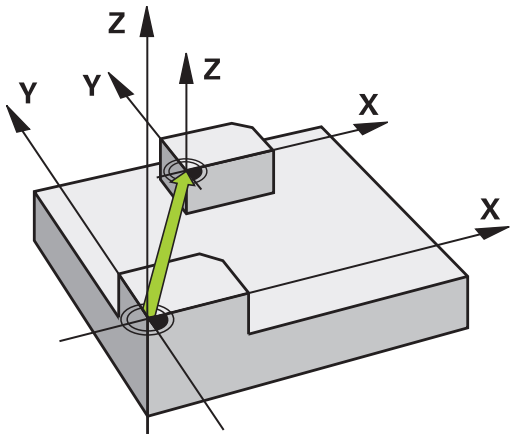
Ativação

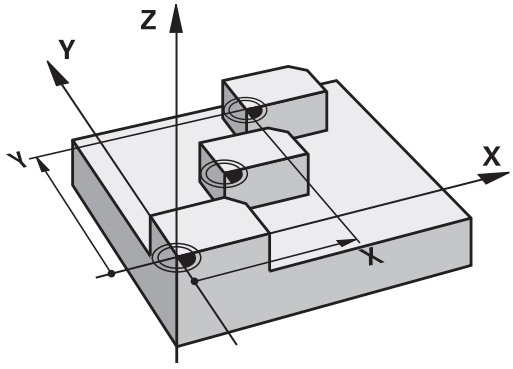
Com a deslocação do ponto zero, é possível repetir maquinagens em qualquer ponto da peça de trabalho.

Após uma definição de ciclo Deslocação do ponto zero, todas as introduções de coordenadas referem-se ao novo ponto zero. O comando visualiza a deslocação em cada eixo na visualização adicional de estados. É também permitida a introdução de eixos rotativos

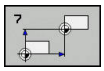
Anular

- Chamar a deslocação para as coordenadas X=0; Y=0, etc., mediante nova definição de ciclo
- Chamar a deslocação a partir da tabela de pontos zero para as coordenadas X=0; Y=0, etc.





Parâmetros de ciclo



- **deslocamento**: introduzir as coordenadas do novo ponto zero; os valores absolutos referem-se ao ponto zero da peça de trabalho determinado através da definição do ponto de referência; os valores incrementais referem-se sempre ao último ponto zero válido – este pode já ser deslocado. Campo de introdução até 6 eixos NC, respetivamente, de -99999,9999 a 99999,9999

Exemplo

```
13 CYCL DEF 7.0  PONTO ZERO
14 CYCL DEF 7.1  X+60
15 CYCL DEF 7.2  Y+40
16 CYCL DEF 7.3  Z-5
```

Ter em atenção ao programar

Consulte o manual da sua máquina!

O cálculo da deslocação do ponto zero nos eixos rotativos é definido pelo fabricante da máquina no parâmetro **presetToAlignAxis** (N.º 300203).

Com o parâmetro de máquina opcional **CfgDisplayCoordSys** (N.º 127501), é possível escolher em que sistema de coordenadas a visualização de estado mostra uma deslocação do ponto zero ativo.

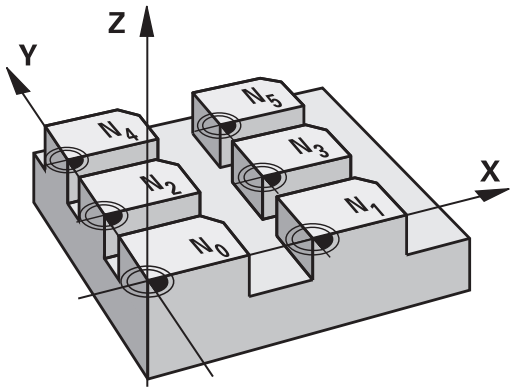
11.3 PONTO ZERO com tabelas de ponto zero (ciclo 7, DIN/ISO: G53)

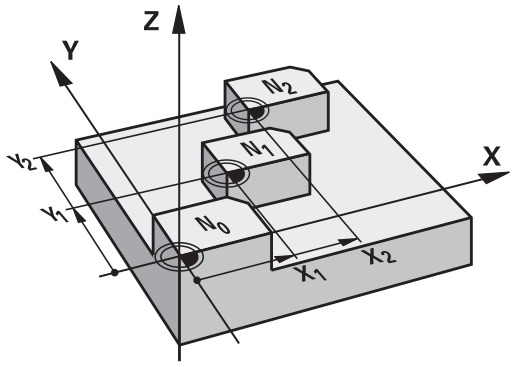
Atuação

Definir tabelas de pontos zero, p. ex., em

- passos de maquinagem que se repetem com frequência em diferentes posições da peça de trabalho ou
- utilização frequente da mesma deslocação do ponto zero

Dentro dum programa NC, podem programar-se pontos zero diretamente na definição do ciclo, como também chamá-los de uma tabela de pontos zero.





Anular

- Chamar a deslocação a partir da tabela de pontos zero para as coordenadas X=0; Y=0, etc.
- Chamar a deslocação para as coordenadas X=0; Y=0, etc., diretamente com uma definição de ciclo

Visualizações de estado

Na visualização de estado suplementar, são visualizados os seguintes dados a partir da tabela de pontos zero:

- Nome e caminho da tabela de pontos zero ativa
- Número do ponto zero ativo
- Comentário a partir da coluna DOC do número do ponto zero ativo

Ter em atenção ao programar!

Os pontos zero da tabela de pontos zero referem-se **sempre e exclusivamente** ao ponto de referência atual.

Se aplicar deslocações de ponto zero com tabelas de pontos zero, utilize a função **SEL TABLE**, para ativar a tabela de pontos zero pretendida a partir do programa NC.

Com o parâmetro de máquina opcional **CfgDisplayCoordSys** (N.º 127501), é possível escolher em que sistema de coordenadas a visualização de estado mostra uma deslocação do ponto zero ativo.

Quando trabalhar sem **SEL-TABLE**, então necessita de ativar a tabela de pontos zero pretendida antes do teste de programa ou da execução do programa (aplica-se também para o gráfico de programação):

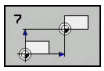
- Selecionar a tabela pretendida para o teste de programa no modo de funcionamento **Teste de programa** através da gestão de ficheiros: a tabela recebe o estado S
- Selecionar a tabela pretendida para o teste de programa nos modos de funcionamento **Execucao passo a passo** e **Execucao continua** através da gestão de ficheiros: a tabela recebe o estado M

Os valores das coordenadas das tabelas de pontos zero são exclusivamente absolutos.

Só é possível acrescentar novas linhas no fim da tabela.

Ao criar tabelas de pontos zero, o nome do ficheiro deve começar por uma letra.

Parâmetros de ciclo



- **deslocamento**: introduzir o número do ponto zero a partir da tabela de pontos zero, ou o parâmetro Q; se se utilizar um parâmetro Q, o comando ativa o número de ponto zero desse parâmetro Q. Campo de introdução de 0 a 9999

Exemplo

```
77 CYCL DEF 7.0  PONTO ZERO
78 CYCL DEF 7.1  #5
```

Selecionar a tabela de pontos zero no programa NC

Com a função **SEL TABLE**, seleciona-se a tabela de pontos zero à qual o comando vai buscar os pontos zero:

PGM CALL

- Selecionar as funções para a chamada do programa: premir a tecla **PGM CALL**

TAB. Pº.ZEROS

- Premir a softkey **TAB. Pº.ZEROS**
- Introduzir o nome completo do caminho da tabela de pontos zero ou selecionar o ficheiro com a softkey **SELECC.**. Confirmar com a tecla **END**

> Programar o bloco **SEL TABLE** antes do ciclo 7 de deslocação do ponto zero.
>
> Uma tabela de pontos zero selecionada com **SEL TABLE** permanece ativa até se selecionar outra tabela de pontos zero com **SEL TABLE** ou com **PGM MGT**.

Editar a tabela de pontos zero no modo de funcionamento Programar

> Depois de ter alterado um valor numa tabela de pontos zero, tem que memorizar as alterações com a tecla **ENT**. Caso contrário, as alterações podem não ser consideradas na maquinagem de um programa NC.

A tabela de pontos zero é selecionada no modo de funcionamento **Programar**

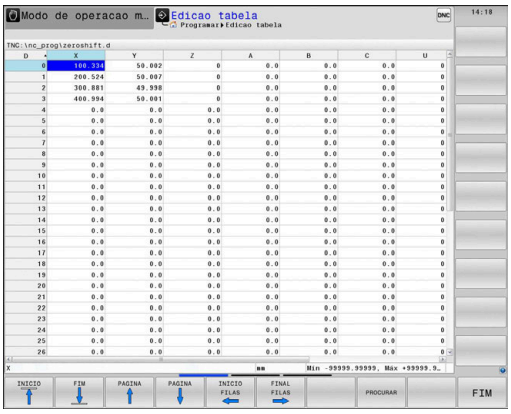
PGM MGT

- Chamar a Gestão de Ficheiros: premir a tecla **PGM MGT**
- Visualizar tabelas de pontos zero: premir as softkeys **SELECCI. TIPO** e **MOSTRAR .D**
- Selecionar a tabela pretendida ou introduzir um novo nome de ficheiro
- Editar um ficheiro A barra de softkeys indica, entre outras coisas as seguintes funções:

Softkey	Função
INICIO	Selecionar o início da tabela
FIM	Selecionar o fim da tabela
PAGINA	Passar para a página de trás
PAGINA	Passar para a página da frente
INSERIR LINHA	Inserir linha (só é possível no final da tabela)
APAGAR LINHA	Apagar linha
PROCURAR	Procurar
INICIO FILAS	Cursor para o início da linha
FINAL FILAS	Cursor para o fim da linha
COPIAR VALOR ACTUAL	Copiar os valores atuais
INSERIR VALOR COPIADO	Introduzir os valores atuais
ADICIONAR N LINHAS NO FIM	Acrescentar a quantidade de linhas (pontos zero) possíveis de se introduzir no fim da tabela

Configurar tabela de pontos zero

Se não quiser definir nenhum ponto zero para um eixo ativo, prima a tecla **DEL**. O comando apaga então o valor numérico do respectivo campo de introdução.



> É possível alterar as propriedades de tabelas. Para isso, introduza o número de código 555343 no menu MOD. O comando disponibiliza então a softkey **EDITAR FORMATO**, se estiver selecionada uma tabela. Ao premir esta softkey, o comando abre uma janela sobreposta em que são apresentadas as colunas da tabela selecionada com as respetivas propriedades. As alterações só se aplicam à tabela aberta.

Sair da tabela de pontos zero

Visualizar outros tipos de ficheiro na gestão de ficheiros. Selecionar o ficheiro pretendido.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

O comando tem em conta as alterações na tabela de pontos zero apenas se os valores estiverem guardados.

- Confirmar as alterações na tabela imediatamente com a tecla **ENT**
- Fazer correr o programa NC com cuidado após uma alteração da tabela de pontos zer

Visualizações de estado

Na visualização de estado suplementar, o comando mostra os valores da deslocação do ponto zero ativa.

11.4 FIXAR P.REFERENCIA (ciclo 247, DIN/ISO: G247)

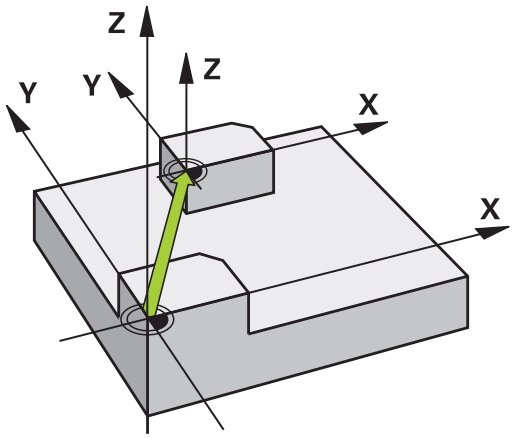
Atuação

Com o ciclo Definir ponto de referência, é possível ativar como novo ponto de referência um ponto de referência definido na tabela de pontos de referência.

Depois duma definição do ciclo Definir ponto de referência, todas as introduções de coordenadas e deslocações do ponto zero (absolutas e incrementais) referem-se ao novo ponto de referência.

Visualização de estado

Na visualização de estado, o comando mostra o número do ponto de referência ativo a seguir ao símbolo de ponto de referência.



Ter em atenção antes de programar!

Ao ativar um ponto de referência da tabela de pontos de referência, o comando anula a deslocação de ponto zero, o espelhamento, a rotação, o fator de escala e o fator de escala específico do eixo.

Se ativar o ponto de referência com o número 0 (linha 0), então ative o ponto de referência que tenha definido em último lugar no modo de funcionamento **Modo de operacao manual** ou **Volante electronico**.

O ciclo 247 atua também no modo de funcionamento Teste do programa.

Parâmetros de ciclo

- **Numero para ponto de referencia?**: indique o número do ponto de referência desejado a partir da tabela de pontos de referência. Em alternativa, também pode selecionar o ponto de referência desejado diretamente a partir da tabela de pontos de referência com a softkey **SELECC.**. Campo de introdução 0 a 65 535

Exemplo

```
13 CYCL DEF 247  FIXAR P.REFERENCIA
    Q339=4       ;NUMERO PONTO REFER.
```

Visualizações de estado

Na visualização de estado adicional (**ESTADO POS.**), o comando mostra o número de preset ativo atrás do diálogo **Pto.ref.**.

11.5 ESPELHAR (ciclo 8, DIN/ISO: G28)

Atuação

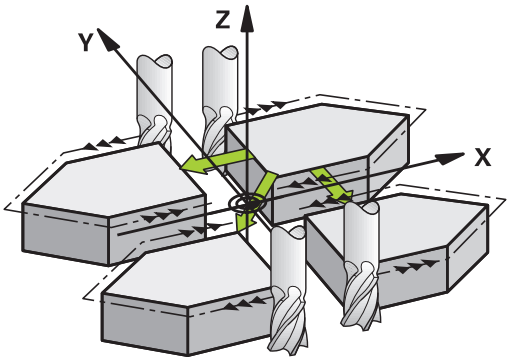
O comando pode realizar uma maquinagem de espelhamento no plano de maquinagem.

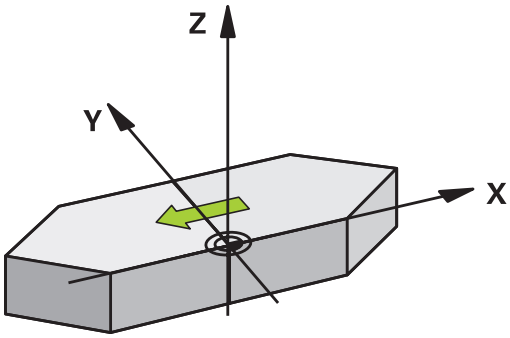
O espelhamento atua a partir da sua definição no programa NC. Também atua no modo de funcionamento **Posicionam.c/ introd. manual**. O comando mostra na visualização de estado adicional os eixos espelhados ativados

- Se se espelhar só um eixo, modifica-se o sentido de deslocação da ferramenta. Isto não é válido nos ciclos SL
- Se se espelharem dois eixos, não se modifica o sentido de deslocação

O resultado do reflexo depende da posição do ponto zero:

- O ponto zero situa-se sobre o contorno a espelhar: o elemento é espelhado diretamente no ponto zero
- O ponto zero situa-se fora do contorno que se pretende espelhar: o elemento desloca-se adicionalmente





Anular

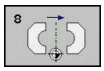
Programar de novo o ciclo REFLECTIR com a introdução **NO ENT**.

Ter em atenção ao programar!

Se trabalhar com o ciclo 8 estando o sistema inclinado, recomenda-se o seguinte procedimento:

- Programe, **em primeiro lugar**, o movimento de inclinação e defina **depois** o ciclo 8 ESPELHAMENTO!

Parâmetros de ciclo



- **Eixo espelhado?**: introduzir os eixos que devem ser espelhados; pode espelhar todos os eixos, incluindo eixos rotativos, à exceção do eixo do mandril e do correspondente eixo secundário. É permitido introduzir, no máximo, três eixos. Campo de introdução até três eixos NC **X**, **Y**, **Z**, **U**, **V**, **W**, **A**, **B**, **C**

Exemplo

```
79 CYCL DEF 8.0  ESPELHAR
80 CYCL DEF 8.1  X Y  Z
```

11.6 ROTAÇÃO (Ciclo 10, DIN/ISO: G73)

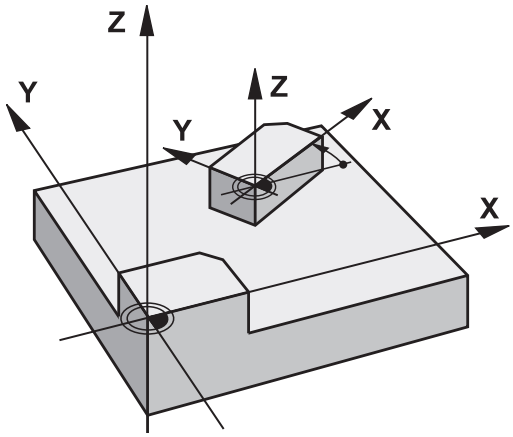
Atuação

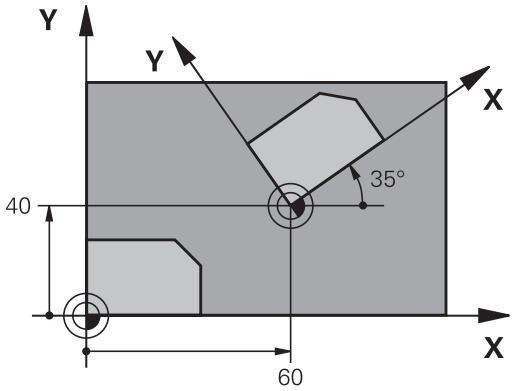
Dentro dum programa NC, o comando pode rodar o sistema de coordenadas no plano de maquinagem segundo o ponto zero ativo.

A ROTAÇÃO ativa-se a partir da sua definição no programa NC. Também atua no modo de funcionamento Posicionamento com Introdução Manual. O comando visualiza o ângulo de rotação ativado na visualização de estado adicional.

Eixo de referência para o ângulo de rotação:

- Plano X/Y eixo X
- Plano Y/Z eixo Y
- Plano Z/X eixo Z





Anular

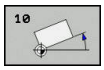
Programa-se de novo o ciclo ROTAÇÃO indicando o ângulo de rotação.

Ter em atenção ao programar!

O comando anula uma correção de raio ativada através da definição do ciclo 10. Se necessário, programar de novo a correção do raio.

Depois de ter definido o ciclo 10, desloque os dois eixos do plano de maquinagem para poder ativar a rotação.

Parâmetros de ciclo



- **Rotação**: introduzir o ângulo de rotação em graus (°). Campo de introdução -360.000° a +360.000° (valor absoluto ou incremental)

Exemplo

```
12 CALL LBL 1
13 CYCL DEF 7.0  PONTO ZERO
14 CYCL DEF 7.1  X+60
15 CYCL DEF 7.2  Y+40
16 CYCL DEF 10.0  ROTACAO
17 CYCL DEF 10.1  ROT+35
18 CALL LBL 1
```

11.7 FATOR DE ESCALA (Ciclo 11, DIN/ISO: G72)

Atuação

O comando pode ampliar ou reduzir contornos dentro dum programa NC. Assim, é possível considerar, p. ex., fatores de diminuição ou aumento do tamanho.

O FATOR DE ESCALA fica ativado a partir da sua definição no programa NC. Também atua no modo de funcionamento **Posicionam.c/ introd. manual**. O comando mostra o fator de escala ativo na visualização de estado adicional.

O fator de escala atua

- simultaneamente nos três eixos de coordenadas
- nas cotas indicadas nos ciclos

Condições

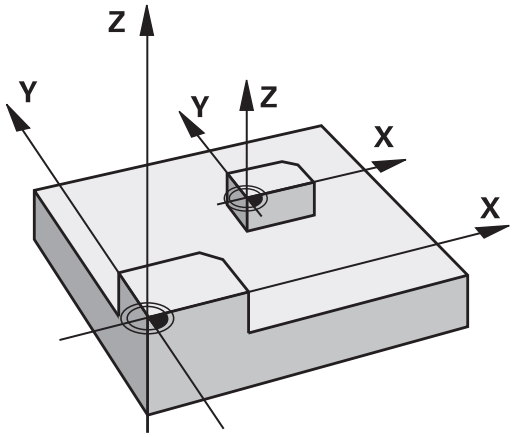
Antes da ampliação ou redução, o ponto zero deve ser deslocado para um lado ou esquina do contorno.

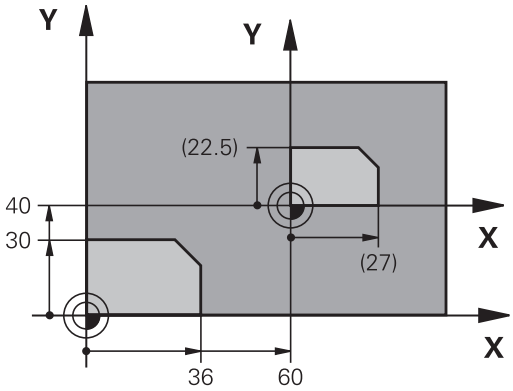
Ampliar: SCL maior do que 1 a 99,999 999

Reduzir: SCL menor do que 1 a 0,000 001

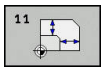
Anular

Programar de novo o ciclo FATOR DE ESCALA com fator de escala 1





Parâmetros de ciclo



- **Factor?**: introduzir o fator SCL (em inglês: scaling); o comando multiplica as coordenadas e raios pelo fator SCL (tal como descrito em "Ativação"). Campo de introdução 0.000001 a 99.999999

Exemplo

```
11 CALL LBL 1
12 CYCL DEF 7.0  PONTO ZERO
13 CYCL DEF 7.1  X+60
14 CYCL DEF 7.2  Y+40
15 CYCL DEF 11.0  FACTOR ESCALA
16 CYCL DEF 11.1  SCL 0.75
17 CALL LBL 1
```

11.8 FATOR DE ESCALA ESPECÍF. EIXO (Ciclo 26)

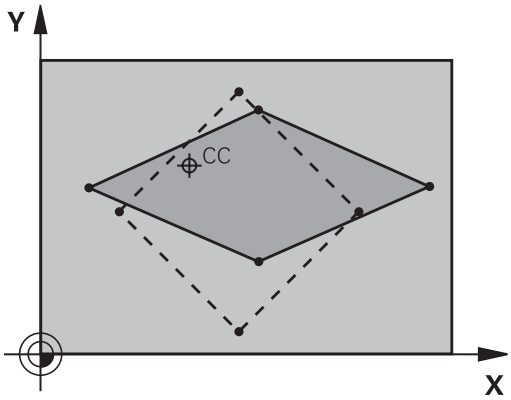
Atuação

Com o ciclo 26, pode ter em consideração os fatores de diminuição ou aumento específicos ao eixo.

O FATOR DE ESCALA fica ativado a partir da sua definição no programa NC. Também atua no modo de funcionamento **Posicionam.c/ introd. manual**. O comando mostra o fator de escala ativo na visualização de estado adicional.

Anular

Programar de novo o ciclo FACTOR DE ESCALA com factor 1 para o eixo respectivo



Ter em atenção ao programar!

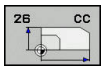
Não é possível prolongar ou reduzir com diferentes escalas os eixos de coordenadas com posições para trajetórias circulares.

Pode-se introduzir para cada eixo de coordenadas um fator de escala específico de cada eixo

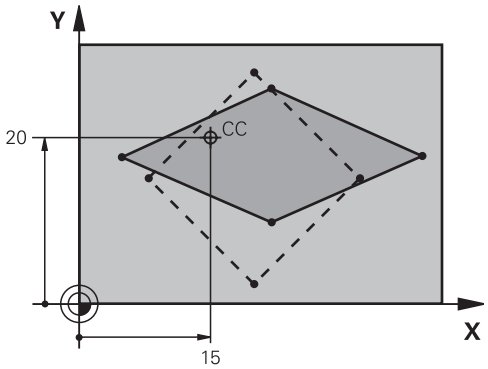
Além disso, também se pode programar as coordenadas dum centro para todos os fatores de escala.

O contorno é prolongado a partir do centro, ou reduzido em direcção a este, quer dizer, não é necessário realizá-lo com o ponto zero actual, como no ciclo 11 FACTOR ESCALA.

Parâmetros de ciclo



- **Eixo e fator**: selecionar o(s) eixo(s) de coordenadas por softkey. Introduzir o(s) fator(es) de ampliação ou redução específicos de cada eixo. Campo de introdução 0.000001 a 99.999999
- **Coordenadas do centro**: centro da ampliação ou redução específica de cada eixo. Campo de introdução de -99999,9999 a 99999,9999



Exemplo

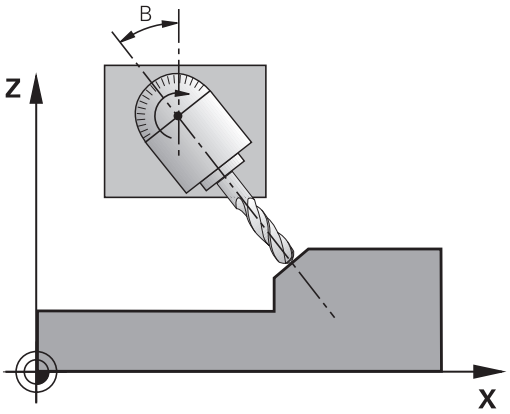
```
25 CALL LBL 1
26 CYCL DEF 26.0  FATOR ESCALA EIXO
27 CYCL DEF 26.1  X 1.4  Y 0.6  CCX+15
   CCY+20
28 CALL LBL 1
```

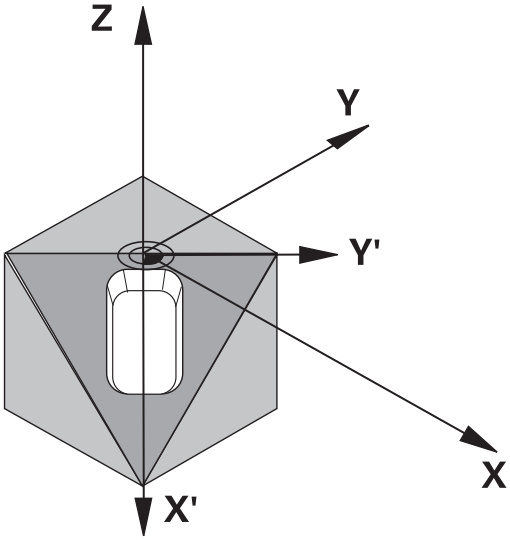
11.9 PLANO DE TRABALHO (ciclo19, DIN/ISO: G80, opção de software 1)

Atuação

No ciclo 19, define-se a posição do plano de maquinagem – ou seja, a posição do eixo da ferramenta referente ao sistema de coordenadas fixo da máquina – com a introdução de ângulos de inclinação. Pode determinar-se a posição do plano de maquinagem de duas maneiras:

- Introduzir diretamente a posição dos eixos basculantes
- Descrever a posição do plano de maquinagem com um máx. de três rotações (ângulo sólido) do sistema de coordenadas **fixo da máquina** Obtém-se o ângulo sólido que se vai introduzir, fixando um corte perpendicular através do plano de maquinagem inclinado, e considerando o corte a partir do eixo em redor do qual se pretende bascular. Com dois ângulos sólidos. já está claramente definida no espaço qualquer uma das posições da ferr.ta.





> Tenha em atenção que a posição do sistema de coordenadas inclinado e, assim, também os movimentos de deslocação no sistema inclinado dependem da forma como se descreveu o plano inclinado.

Quando se programa a posição do plano de maquinagem por meio de um ângulo sólido, o comando calcula automaticamente as posições angulares necessárias dos eixos basculantes, e guarda-as nos parâmetros de Q120 (eixo A) até Q122 (eixo C). Se forem possíveis duas soluções, o comando escolhe o caminho mais curto – partindo da posição atual dos eixos rotativos.

A sequência das rotações para o cálculo da posição do plano é fixa: o comando roda primeiro o eixo A, depois o eixo B, e finalmente o eixo C.

O ciclo 19 ativa-se a partir da sua definição no programa NC. Logo que se desloca um eixo no sistema inclinado, ativa-se a correção para esse eixo. Para se ativar a compensação em todos os eixos, é necessário deslocá-los todos.

Se tiver fixado a função **Inclinação na execução do programa** no modo de funcionamento manual em **ativo**, o valor angular programado do ciclo 19 Plano de maquinagem será sobrescrito.

Ter em atenção ao programar!

As funções para **Inclinar plano de trabalho** são adaptadas ao comando e à máquina pelo fabricante da máquina.

O fabricante da máquina determina, igualmente, se os ângulos programados são interpretados pelo comando como coordenadas dos eixos rotativos (ângulos axiais) ou como componentes angulares de um plano inclinado (ângulos sólidos).

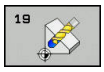
Dado que valores de eixo rotativo são sempre interpretados como valores inalterados, deve definir sempre os três ângulos no espaço mesmo quando um ou mais ângulos forem igual a 0.

A inclinação do plano de maquinagem realiza-se sempre em redor do ponto zero ativado.

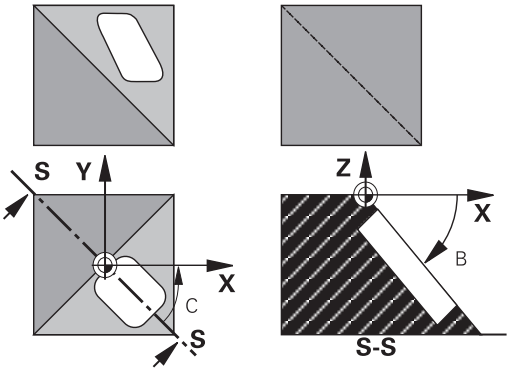
Quando se utiliza o ciclo 19 com o M120 activo, o comando anula automaticamente a correção do raio e também a função M120.

Com o parâmetro de máquina opcional **CfgDisplayCoordSys** (N.º 127501), é possível escolher em que sistema de coordenadas a visualização de estado mostra uma deslocação do ponto zero ativo.

Parâmetros de ciclo



- **Eixo e angulo de rotacao?**: introduzir eixo rotativo com respetivo ângulo de rotação; programar os eixos de rotação A, B e C com softkeys. Campo de introdução -360,000 a 360,000



Se o comando posicionar automaticamente os eixos rotativos, é possível introduzir ainda os seguintes parâmetros:

- **Avanço? F=**: velocidade de deslocação do eixo rotativo em posicionamento automático. Campo de introdução de 0 a 99999,999
- **Distancia de seguranca?** (incremental): o comando posiciona a cabeça basculante de forma a que não se modifique relativamente à peça de trabalho a posição resultante do prolongamento da ferramenta na distância de segurança. Campo de introdução de 0 a 99999,9999

Anular

Para se anularem os ângulos de inclinação, definir novamente o ciclo Plano de maquinagem. Introduzir 0° para todos os eixos rotativos Por fim, definir outra vez o ciclo plano de maquinagem. Confirmar a pergunta de diálogo com a tecla **NO ENT**. Desta forma, a função fica inativa.

Posicionar eixos rotativos

Consulte o manual da sua máquina!

O fabricante da máquina determina se o ciclo 19 posiciona automaticamente os eixos rotativos, ou se é preciso posicionar manualmente com antecedência os eixos rotativos no programa NC.

Posicionar os eixos rotativos manualmente

Quando o ciclo 19 não posiciona automaticamente os eixos rotativos, estes devem ser posicionados com um bloco L separado de acordo com a definição do ciclo.

Se se trabalhar com ângulos de eixo, é possível definir os valores dos eixos diretamente no bloco L. Caso se trabalhe com ângulos sólidos, utilizar os parâmetros Q descritos pelo ciclo 19 **Q120** (valor do eixo A), **Q121** (valor do eixo B) e **Q122** (valor do eixo C).

No posicionamento manual, utilize sempre, por princípio, as posições de eixo rotativo guardadas nos parâmetros Q Q120 a Q122!

Evite funções como M94 (redução de ângulo), para não obter inconsistências entre as posições reais e nominais dos eixos rotativos durante as chamadas múltiplas.

Exemplo

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 CYCL DEF 19.0 PLANO DE TRABALHO	Definir o ângulo sólido para o cálculo da correção
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0	
14 L A+Q120 C+Q122 R0 F1000	Posicionar os eixos rotativos com os valores calculados pelo ciclo 19
15 L Z+80 R0 FMAX	Ativar a correção do eixo do mandril
16 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	Ativar a correção plano de maquinagem

Posicionar automaticamente os eixos rotativos

Quando o ciclo 19 posiciona automaticamente os eixos rotativos, é válido:

- O comando só pode posicionar automaticamente eixos controlados.
- Na definição do ciclo, é ainda preciso introduzir para além dos ângulos de inclinação a distância de segurança e o avanço com que são posicionados os eixos de inclinação.
- Utilizar apenas ferramentas previamente ajustadas (o comprimento total das ferramentas deve estar definido).
- No processo de inclinação, a posição do extremo da ferramenta permanece invariável em relação à peça de trabalho.
- O comando efetua o processo de inclinação com o último avanço programado. O máximo avanço possível depende da complexidade da cabeça basculante (mesa basculante).

Exemplo

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 CYCL DEF 19.0 PLANO DE TRABALHO	Definir o ângulo para o cálculo da correção
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0 F5000 DIST50	Definir adicionalmente avanço e distância
14 L Z+80 R0 FMAX	Ativar a correção do eixo do mandril
15 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	Ativar a correção plano de maquinagem

Visualização de posições num sistema inclinado

As posições visualizadas (**NOMINAL** e **REAL**) e a visualização do ponto zero na visualização de estado adicional, depois da ativação do ciclo 19, referem-se ao sistema de coordenadas inclinado. A posição visualizada já não coincide, depois da definição do ciclo com as coordenadas da última posição programada antes do ciclo 19.

Supervisão do espaço de trabalho

O comando verifica, no sistema de coordenadas inclinado, apenas os limites dos eixos que se estão a mover. Eventualmente, o comando emite uma mensagem de erro.

Posicionamento no sistema inclinado

Com a função auxiliar M130, também se podem alcançar posições no sistema inclinado que se refiram ao sistema de coordenadas não inclinado.

Também os posicionamentos com blocos lineares que se referem ao sistema de coordenadas da máquina (blocos NC com M91 ou M92), podem ser executados em plano de maquinagem inclinado. Limitações:

- O posicionamento realiza-se sem correção do comprimento
- O posicionamento realiza-se sem correção da geometria da máquina
- Não é permitida a correção do raio da ferramenta

Combinação com outros ciclos de conversão de coordenadas

Em caso de combinação de ciclos de conversão de coordenadas, há que ter-se em conta que a inclinação do plano de maquinagem tem lugar sempre no ponto zero ativo. É possível realizar uma deslocação do ponto zero antes de se ativar o ciclo 19: neste caso, desloca-se o "sistema de coordenadas fixo da máquina".

Se se deslocar o ponto zero antes de se ativar o ciclo 19, está-se a deslocar o "sistema de coordenadas inclinado".

Importante: ao anular os ciclos, proceda na ordem inversa da utilizada na definição:

Furo Activar deslocação de ponto zero

2º Ativar a inclinação do plano de maquinagem

3º Ativar a rotação

...

Maquinagem da peça de trabalho

...

Furo Restaurar a rotação

2º Anular a inclinação do plano de maquinagem

3º Restaurar a deslocação do ponto zero

Normas para trabalhar com o ciclo 19 Plano de maquinagem

1 Criar programa NC

- Definir a ferramenta (prescindível, se estiver ativado TOOL.T), e introduzir o comprimento total da ferramenta
- Chamada da ferramenta
- Retirar o eixo do mandril de forma a que, ao inclinar, não se possa produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo de fixação)
- Se necessário, posicionar o(s) eixo(s) rotativo(s) com a frase L no respectivo valor angular (depende de um parâmetro de máquina)
- Se necessário, ativar a deslocação do ponto zero
- Definir o ciclo 19 Plano de maquinagem; introduzir os valores angulares dos eixos rotativos
- Deslocar todos os eixos principais (X, Y, Z) para ativar a correção
- Programar a maquinagem como se fosse para ser efetuada no plano não inclinado
- Eventualmente, definir o ciclo 19 Plano de maquinagem com outros ângulos, para se executar a maquinagem numa outra posição de eixo. Neste caso, não é necessário anular o ciclo 19. É possível definir diretamente as novas posições angulares
- Anular o ciclo 10 Plano de maquinagem; introduzir 0° para todos os eixos rotativos
- Desativar a função Plano de maquinagem; definir de novo o ciclo 19. Confirmar a pergunta de diálogo com a tecla **NO ENT**
- Se necessário, restaurar a deslocação do ponto zero
- Se necessário, posicionar os eixos rotativos na posição 0°

2 Fixar a peça de trabalho

3 Definição de ponto de referência

- De forma manual por apalpação
- Comandada com um apalpador 3D HEIDENHAIN,

  Mais informações: Manual do Utilizador Preparar, testar e executar programas NC
- Automaticamente com um apalpador 3D HEIDENHAIN
  Mais informações: "Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente", Página 561)

4 Iniciar o programa NC no modo de funcionamento Execução Contínua do Programa

5 Modo de funcionamento manual

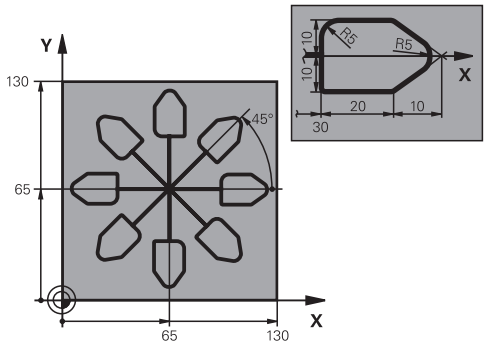
Fixar a função Inclinar plano de maquinagem com a softkey 3D-ROT em INACTIVO. Para todos os eixos rotativos, registar no menu o valor angular 0°.

11.10 Exemplos de programação

Exemplo: ciclos de conversão de coordenadas

Execução do programa

- Conversões de coordenadas no programa principal
- Maquinagem no subprograma



0 BEGIN PGM CONVCOORD MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+130 X+130 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	Chamada de ferramenta
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 7.0 PONTO ZERO	Deslocação do ponto zero para o centro
6 CYCL DEF 7.1 X+65	
7 CYCL DEF 7.2 Y+65	
8 CALL LBL 1	Chamada da fresagem
9 LBL 10	Fixar uma marca para a repetição parcial do programa
10 CYCL DEF 10.0 ROTACAO	Rotação a 45° em incremental
11 CYCL DEF 10.1 IROT+45	
12 CALL LBL 1	Chamada da fresagem
13 CALL LBL 10 REP 6/6	Retrocesso ao LBL 10; seis vezes no total
14 CYCL DEF 10.0 ROTACAO	Anular a rotação
15 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
16 CYCL DEF 7.0 PONTO ZERO	Anular a deslocação do ponto zero
17 CYCL DEF 7.1 X+0	
18 CYCL DEF 7.2 Y+0	
19 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
20 LBL 1	Subprograma 1
21 L X+0 Y+0 R0 FMAX	Determinação da fresagem
22 L Z+2 R0 FMAX M3	
23 L Z-5 R0 F200	
24 L X+30 RL	
25 L IY+10	
26 RND R5	
27 L IX+20	
28 L IX+10 IY-10	

29 RND R5	
30 L IX-10 IY-10	
31 L IX-20	
32 L IY+10	
33 L X+0 Y+0 R0 F5000	
34 L Z+20 R0 FMAX	
35 LBL 0	
36 END PGM CONVCOORD MM	

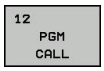
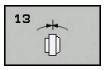
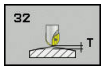
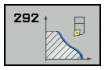
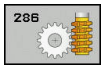
12

Ciclos: Funções especiais

12.1 Princípios básicos

Resumo

O comando disponibiliza diferentes ciclos para as seguintes aplicações especiais:

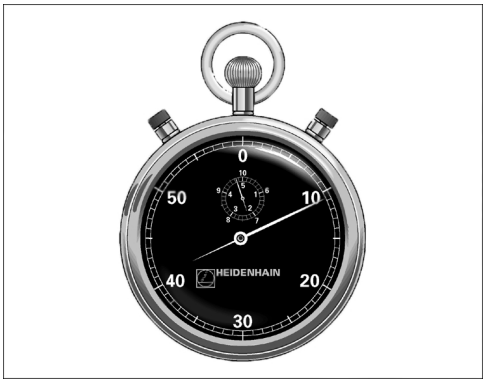
Softkey	Ciclo	Página
	9 TEMPO DE ESPERA	319
	12 Chamada do programa	320
	13 Orientação do mandril	321
	32 TOLERÂNCIA	322
	225 GRAVAÇÃO de textos	344
	291 TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO DE ACOPLA-MENTO	337
	292 TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO DE ACABA-MENTO DE CONTORNO	326
	232 FRESAGEM TRANS-VERSAL	350
	239 DETERMINAR CARGA	355
	285 DEFINIÇÃO DE ENGRE-NAGEM	361
	286 FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM	364
	287 APARAR ENGRENAGEM	369

12.2 TEMPO DE ESPERA (Ciclo 9, DIN/ISO: G04)

Função

A execução do programa é parada durante o **TEMPO DE ESPERA**. Um tempo de espera pode servir, p. ex, para a rotura de apara

O ciclo atua a partir da sua definição no programa NC. Não afeta os estados (permanentes) que atuam de forma modal, como p. ex. a rotação do mandril.



Exemplo

```
89 CYCL DEF 9.0  TEMPO DE ESPERA
90 CYCL DEF 9.1  TEMPO 1.5
```

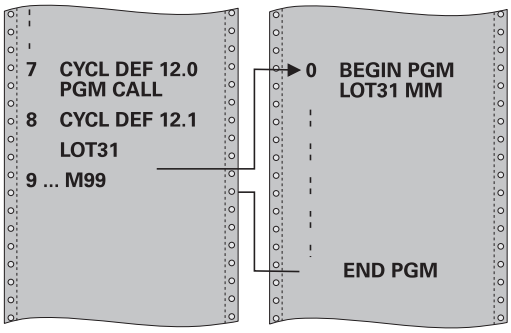
Parâmetros de ciclo

- **Tempo de espera em segundos**: introduzir o tempo de espera em segundos. Campo de introdução de 0 a 3 600 s (1 hora) em passos de 0,001 s

12.3 CHAMADA DO PROGRAMA (ciclo 12, DIN/ISO: G39)

Função do ciclo

Podem atribuir-se quaisquer programas NC como, p. ex. ciclos especiais de furar ou módulos geométricos a um ciclo de maquinagem. Este programa NC é chamado como se fosse um ciclo.



Ter em atenção ao programar!

O programa NC chamado tem que estar guardado na memória interna do comando.

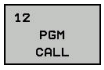
Se introduzir só o nome do programa, o programa NC declarado para o ciclo deve estar no mesmo diretório que o programa NC chamado.

Se o programa NC declarado para o ciclo não estiver no mesmo diretório que o programa NC que pretende chamar, introduza o nome do caminho completo, p. ex. **TNC:\KLAR35\FK1\50.H**.

Se se quiser declarar um programa DIN/ISO para o ciclo, deve-se indicar o tipo de ficheiro .I a seguir ao nome do programa.

Por princípio, numa chamada de programa com o ciclo 12, os parâmetros Q atuam globalmente. Tenha atenção a que as modificações em parâmetros Q no programa NC chamado atuem também, se necessário, no programa NC que se pretende chamar.

Parâmetros de ciclo



- **Nome do programa**: nome do programa NC que se pretende chamar; se necessário, indicando o caminho em que se encontra o programa NC, ou
- Através da softkey **SELECC.**, ativar o diálogo File-Select. Selecionar o programa NC a chamar

O programa NC é aberto com:

- **CYCL CALL** (bloco NC separado) ou
- M99 (bloco a bloco) ou
- M89 (executado após cada bloco de posicionamento)

Declarar o programa NC 50.h como ciclo e chamá-lo com M99

```
55 CYCL DEF 12.0  PGM CALL
56 CYCL DE 12.1  PGM TNC:
   \KLAR35\FK1\50.H
57 L  X+20 Y+50  FMAX M99
```

12.4 ORIENTAÇÃO DO MANDRIL (Ciclo 13, DIN/ISO: G36)

Função do ciclo

A máquina e o comando devem ser preparados pelo fabricante da máquina.

O comando pode controlar a ferramenta principal duma máquina-ferramenta e rodá-la numa posição determinada segundo um ângulo.

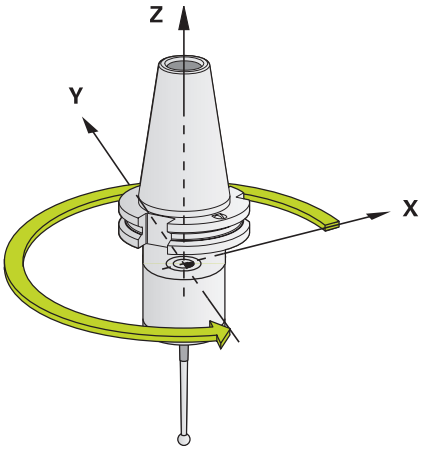
A orientação do mandril é necessária, p. ex.,

- em sistemas de troca de ferramenta com uma determinada posição para a troca da ferramenta
- para ajustar a janela de envio e receção do apalpador 3D com transmissão de infravermelhos

O comando posiciona a posição angular definida no ciclo com a programação de M19 ou M120 (dependente da máquina).

Se se programar M19 ou M120 sem se ter definido primeiro o ciclo 13, o comando posiciona o mandril principal num valor angular que é determinado pelo fabricante da máquina.

Mais informações: Manual da máquina



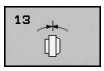
Exemplo

```
93 CYCL DEF 13.0  ORIENTACAO
94 CYCL DEF 13.1  ANGULO 180
```

Ter em atenção ao programar!

Nos ciclos de maquinagem 202, 204 e 209 é utilizado internamente o ciclo 13. Repare que, no seu programa NC, poderá ser necessário ter que programar de novo o ciclo 13 depois de um dos ciclos de maquinagem atrás apresentados.

Parâmetros de ciclo

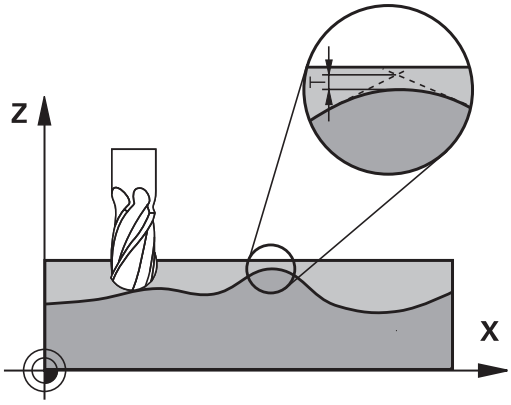


- **Ângulo de orientação**: introduzir o ângulo de orientação referente ao eixo de referência angular do plano de maquinagem. Campo de introdução: de 0,0000° a 360,0000°

12.5 TOLERÂNCIA (Ciclo 32, DIN/ISO: G62)

Função do ciclo

A máquina e o comando devem ser preparados pelo fabricante da máquina.



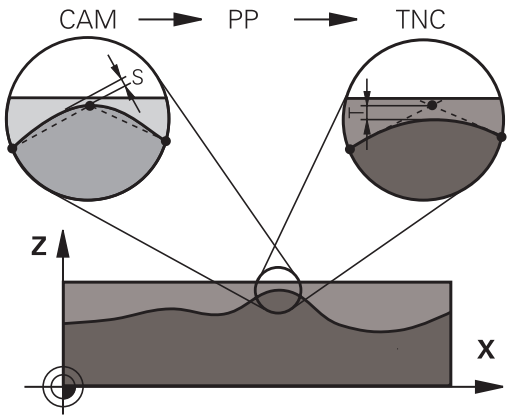
Através das indicações no ciclo 32, pode influenciar o resultado da maquinagem HSC, no que diz respeito à precisão, qualidade da superfície e velocidade, desde que o comando tenha sido adaptado às características específicas da máquina.

O comando rectifica automaticamente o contorno entre quaisquer elementos de contorno (não corrigidos ou corrigidos). A ferramenta desloca-se, assim, de forma contínua sobre a superfície da peça de trabalho, poupando a mecânica da máquina. Além disso, a tolerância definida no ciclo atua também em movimentos de deslocação sobre arcos de círculo.

Se necessário, o comando reduz automaticamente o avanço programado, de forma a que o programa seja executado sempre "sem solavancos" com a máxima velocidade possível. **Mesmo quando o comando se desloca a velocidade não reduzida, a tolerância definida por si é, em princípio, sempre respeitada**. Quanto maior for a tolerância definida, mais rapidamente se pode deslocar o comando.

Do alisamento do contorno resulta um desvio. O valor deste desvio de contorno (**valor de tolerância**) está determinado num parâmetro de máquina pelo fabricante da sua máquina. Com o ciclo **32**, é possível modificar o valor de tolerância ajustado previamente e selecionar diferentes ajustes de filtro, com a condição de o fabricante da sua máquina aproveitar estas possibilidades de ajuste.

Influências na definição geométrica no sistema CAM



O fator de influência mais importante na elaboração de um programa NC externo é o erro de cordão S definível no sistema CAM. Através do erro de cordão, define-se a distância de pontos máxima de um programa NC criado através de um processador posterior (PP). Se o erro de cordão for igual ou inferior ao valor de tolerância **T** seleccionado no ciclo 32, então o comando pode alisar os pontos de contorno, desde que o avanço programado não seja limitado através de ajustes especiais da máquina.

Obtém-se um excelente alisamento do contorno, se no ciclo 32 selecionar um valor de tolerância multiplicado por entre 1,1 e 2 vezes o erro de cordão CAM.

Ter em atenção ao programar!

Com valores de tolerância muito baixos, a máquina pode deixar de processar o contorno sem solavancos. Os solavancos não se devem a uma insuficiente capacidade de cálculo do comando, mas ao facto de o comando, para se aproximar exactamente das transições dos contornos, dever reduzir a velocidade de deslocação, eventualmente, também de forma drástica.

O ciclo 32 ativa-se com DEF, quer dizer, atua a partir da sua definição no programa NC.

O comando retira o ciclo 32, se

- definir novamente o ciclo 32 e confirmar a pergunta do diálogo pedindo o **valor de tolerância** com **NO ENT**.
- selecionar um novo programa NC através da tecla **PGM MGT**

Depois de ter anulado o ciclo 32, o comando ativa novamente a tolerância pré-definida através dos parâmetros da máquina.

O valor de tolerância **T** introduzido é interpretado pelo comando em mm num programa MM e em polegadas num programa de Polegadas.

Se se importar um programa NC com o ciclo 32 que, como parâmetro de ciclo, contenha apenas o **Valor de tolerância T**, o comando acrescenta, se necessário, os dois parâmetros restantes com o valor 0.

Com tolerância crescente, o diâmetro do círculo diminui, em geral, em movimentos circulares, salvo se estiverem filtros HSC ativos na sua máquina (definições do fabricante da máquina).

Quando o ciclo 32 está ativado, o comando mostra na visualização de estado adicional, separador **CYC**, os parâmetros definidos do ciclo 32.

Providenciar a que os programas NC para maquinagens simultâneas de 5 eixos com fresagem esférica se desenvolvam, de preferência, no centro da esfera. Regra geral, desta maneira, os dados NC são mais uniformes. Além disso, no , pode ajustar uma tolerância de eixo rotativo **TA** mais elevada (p. ex., entre 1° e 3°) para uma evolução do avanço no ponto de referência da ferramenta (TCP) ainda mais regular

Nos programas NC para maquinagens simultâneas de 5 eixos com fresagem toroidal ou esférica, em caso de saída NC sobre o polo sul da esfera, deverá selecionar uma tolerância de eixo rotativo menor. Um valor comum é, por exemplo, 0.1°. Para a tolerância do eixo rotativo, é determinante o dano no contorno máximo permitido. Este dano no contorno depende da possível inclinação da ferramenta, do raio da ferramenta e da profundidade de trabalho da ferramenta.
Na fresagem envolvente de 5 eixos com uma fresa de haste, é possível calcular o dano no contorno T máximo possível diretamente a partir do comprimento de trabalho da fresa L e a tolerância de contorno TA permitida:
T ~ K x L x TA K = 0.0175 [1/°]
Exemplo: L = 10 mm, TA = 0.1°: T = 0.0175 mm

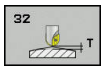
Exemplo de fórmula para fresa toroidal:

Ao trabalhar com fresa toroidal, a tolerância angular assume uma maior importância.

$$Tw = \frac{180}{\Pi * R} T_{32}$$

T_w: tolerância angular em graus
π
R: raio médio do toro em mm
T_{32}: tolerância de maquinagem em mm

Parâmetros de ciclo



- **Valor de tolerância T**: desvio do contorno admissível em mm (ou polegadas, em caso de programas em polegadas). Campo de introdução 0,0000 a 10,0000
  >0: com uma introdução maior que zero, o comando aplica o desvio máximo admissível indicado pelo utilizador
  0: com uma introdução de zero, ou caso se prima a tecla **NO ENT** ao programar, o comando aplica um valor configurado pelo fabricante da máquina
- **HSC-MODE, Acabamento=0, Desbaste=1**: Ativar filtro:
  - Valor de introdução 0:**Fresar com maior precisão de contorno**. O comando utiliza definições de filtro de desbaste estabelecidas internamente
  - Valor de introdução 1:**Fresar com velocidade de avanço mais alta**. O comando utiliza definições de filtro de desbaste estabelecidas internamente
- **Tolerância para eixos rotativos TA**: desvio de posição admissível de eixos rotativos em graus com M128 ativado (FUNCTION TCPM). O comando reduz o avanço de trajectória sempre de forma a que, com movimentos de vários eixos, o eixo mais lento se desloque com o seu avanço máximo. Em regra, os eixos rotativos são mais lentos do que os eixos lineares. Introduzindo uma grande tolerância (p. ex., 10°), pode-se reduzir consideravelmente o tempo de maquinagem com programas NC de vários eixos, dado que o comando nem sempre pode deslocar o(s) eixo(s) rotativo(s) com precisão para a posição nominal indicada previamente. A orientação da ferramenta (posição do eixo rotativo em relação à superfície da peça de trabalho) é ajustada. A posição no **T**ool **C**enter **P**oint (TCP) é corrigida automaticamente. Isso não tem quaisquer efeitos negativos no contorno, por exemplo, no caso de uma fresa esférica que tenha sido medida no centro e esteja programada para uma trajetória de ponto central. Campo de introdução 0,0000 a 10,0000
  >0: com uma introdução maior que zero, o comando aplica o desvio máximo admissível indicado pelo utilizador
  0: com uma introdução de zero, ou caso se prima a tecla **NO ENT** ao programar, o comando aplica um valor configurado pelo fabricante da máquina

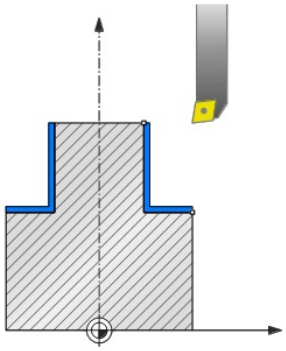
Exemplo

```
95 CYCL DEF 32.0  TOLERANCIA
96 CYCL DEF 32.1  T0.05
97 CYCL DEF 32.2  HSC-MODE:1 TA5
```

12.6 ACABAMENTO DO CONTORNO DE TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO (ciclo 292, DIN/ISO: G292, opção de software 96)

Execução do ciclo

O ciclo 292 TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO DE ACABAMENTO DE CONTORNO acopla o mandril da ferramenta à posição dos eixos lineares. Com este ciclo, pode produzir determinados contornos de rotação simétrica no plano de maquinagem ativo. Também pode executar este ciclo no plano de maquinagem inclinado. O centro de rotação é o ponto inicial no plano de maquinagem ao chamar o ciclo. O ciclo 292 TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO DE ACABAMENTO DE CONTORNO é executado no modo de fresagem e ativado por CALL. Depois de o comando ter executado este ciclo, é desativado também o acoplamento do mandril.



Se trabalhar com o ciclo 292, defina previamente o contorno desejado num subprograma e atribua-o com o ciclo 14 ou SEL CONTOUR a este contorno. Programe o contorno com coordenadas monotonamente decrescentes ou ascendentes. A produção de indentações não é possível com este ciclo. Introduzindo Q560=1, pode tornear o contorno; a orientação de uma lâmina é alinhada com o centro de um círculo. Se introduzir Q560=0, pode fresar o contorno, mas o mandril não é orientado.

Execução do ciclo, Q560=1: tornear contorno

1 O comando alinha o mandril da ferramenta com o centro de rotação indicado. Nessa operação é tido em conta o ângulo Q336 indicado. Se estiver definido, também é considerado o valor "ORI" da tabela de ferramentas de tornear (toolturn.trn).

2 O mandril da ferramenta está agora acoplado à posição dos eixos lineares. O mandril respeita a posição nominal dos eixos principais

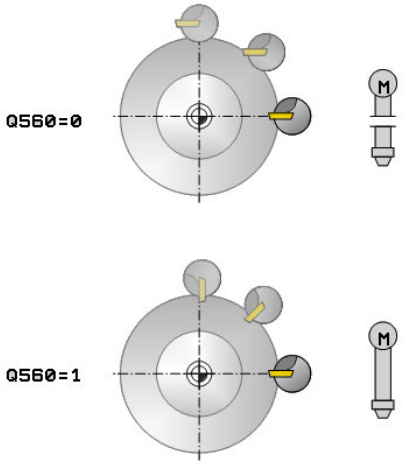
3 O comando posiciona a ferramenta no raio do início de contorno Q491 tendo em consideração o tipo de maquinagem Externo/Interno Q529 e a distância de segurança lateral Q357. O contorno descrito não é prolongado automaticamente com uma distância de segurança. O prolongamento do contorno deve ser programado no subprograma. Para iniciar a maquinagem, o comando posiciona em marcha rápida sobre o ponto inicial do contorno na direção do eixo da ferramenta! **Não pode encontrar-se material no ponto inicial do contorno!**

4 O comando cria o contorno definido mediante torneamento de interpolação. Com isso, os eixos lineares do plano de maquinagem descrevem um movimento circular, enquanto que o eixo do mandril é reposicionado perpendicularmente à superfície.

5 No ponto final do contorno, o comando eleva a ferramenta perpendicularmente à distância de segurança

6 Para terminar, o comando posiciona a ferramenta à altura segura

7 O comando anula o acoplamento do mandril da ferramenta aos eixos lineares automaticamente



Execução do ciclo, Q560=0: fresar contorno

1 A função M3/M4 que programou antes da chamada de ciclo permanece ativa

2 Não se realiza nenhuma paragem de mandril nem **nenhuma** orientação de mandril. Q336 não é tido em consideração

3 O comando posiciona a ferramenta no raio do início de contorno Q491 tendo em consideração o tipo de maquinagem Externo/Interno Q529 e a distância de segurança lateral Q357. O contorno descrito não é prolongado automaticamente com uma distância de segurança. O prolongamento do contorno deve ser programado no subprograma. Para iniciar a maquinagem, o comando posiciona em marcha rápida sobre o ponto inicial do contorno na direção do eixo da ferramenta! **Não pode encontrar-se material no ponto inicial do contorno!**

4 O comando cria o contorno definido com o mandril a rodar (M3/M4). Com isso, os eixos principais do plano de maquinagem descrevem um movimento circular, enquanto que o mandril da ferramenta é reposicionado

5 No ponto final do contorno, o comando eleva a ferramenta perpendicularmente à distância de segurança

6 Para terminar, o comando posiciona a ferramenta à altura segura

Ter em atenção ao programar!

No final deste capítulo, encontra-se um exemplo, ver Página 377.

Consulte o manual da sua máquina!

Esta função deve ser ativada e ajustada pelo fabricante da máquina.

Ciclo aplicável apenas a máquinas com mandril regulado.

A opção de software 96 deve estar ativada.

Em caso de Q560=1, o comando não verifica se o ciclo é executado com mandril a rodar ou parado. (Independentemente de **CfgGeoCycle** (N.º 201000) - **displaySpindleError** (N.º 201002))

Eventualmente, o comando monitoriza se não é possível posicionar em avanço com o mandril parado. Contacte o fabricante da máquina a este propósito.

O fabricante da máquina define uma função M para orientação do mandril no parâmetro de máquina **CfgGeoCycle/mStrobeOrient** (N.º 201005).
Se se introduzir >0, emite-se este número M (função de PLC do fabricante da máquina) que executa a orientação do mandril. O comando aguarda até que a orientação do mandril esteja concluída.
Se se introduzir -1, o comando executa a orientação do mandril.
Introduzindo-se 0, não se realiza nenhuma ação.
Em nenhum caso é emitido um M5 previamente.

Tenha em mente que as medidas excedentes programadas através da função **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS(WPL)** não são possíveis. Programe a medida excedente do contorno diretamenta através do ciclo ou da correção de ferramenta (DXL, DZL, DRS) da tabela de ferramentas.

Ao programar, tenha o cuidado de utilizar somente valores de raio positivos.

Programe o seu contorno de torneamento sem correção do raio da ferramenta (RR/RL) nem movimentos APPR ou DEP.

Tenha em conta ao programar que nem o centro do mandril nem a placa de corte podem movimentar-se no centro do contorno de torneamento.

Programe os contornos exteriores com um raio maior que 0.

Programe os contornos interiores com um raio maior que o raio da ferramenta.

O ciclo não permite maquinagens de desbaste com vários cortes.

Para que a sua máquina possa alcançar elevadas velocidades de trajetória, defina uma grande tolerância com o ciclo 32 antes da chamada de ciclo. Programe o ciclo 32 com filtro HSC=1.

Numa maquinagem interior, o comando verifica se o raio da ferramenta ativo é menor que metade do diâmetro do início de contorno Q491 mais a distância de segurança lateral Q357. Caso se constate com esta verificação que a ferramenta é grande demais, o programa NC é cancelado.

Por favor, tenha em conta que o ângulo axial tem que ser igual ao ângulo de inclinação antes da chamada de ciclo! Só assim é possível efetuar um acoplamento correto dos eixos.

Se o ciclo **8 ESPELHAMENTO** estiver ativo, o comando **não** executa o ciclo de torneamento de interpolação.

Se o ciclo **26 FATOR ESCALA EIXO** estiver ativo e o fator de escala num eixo for diferente de 1, o comando **não** executa o ciclo de torneamento de interpolação.

AVISO

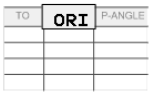
Atenção, perigo de colisão!

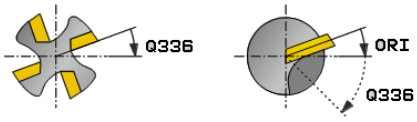
Pode ocorrer uma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho. O comando não prolonga o contorno descrito automaticamente com uma distância de segurança! Para iniciar a maquinagem, o comando posiciona em marcha rápida FMAX sobre o ponto inicial do contorno!

- Programe um prolongamento do contorno no subprograma
- Não pode encontrar-se material no ponto inicial do contorno
- O centro do contorno de torneamento é o ponto inicial no plano de maquinagem ao chamar o ciclo

Parâmetros de ciclo

- **Q560 Acoplar mandril(0=desl/1=lig)?**: determinar se se realiza um acoplamento do mandril.
  0: acoplamento do mandril desligado (fresar contorno)
  1: acoplamento do mandril ligado (tornear contorno)
- **Q336 Angulo orientaçao cabeçote?** : o comando alinha a ferramenta antes da maquinagem sobre este ângulo. Se trabalhar com uma ferramenta de fresagem, indique o ângulo de forma a que uma lâmina fique alinhada com o centro de rotação. Caso trabalhe com uma ferramenta de tornear e tenha definido o valor "ORI" na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.trn), também este é tido em consideração na orientação do mandril. Campo de introdução 0.000 a 360.000
- **Q546 Direção rot.ferr.ta (3=M3/4=M4)?**: direção de rotação do mandril:
  3: ferramenta com rotação em sentido horário (M3)
  4: ferramenta com rotação em sentido anti-horário (M4)
- **Q529 Modo de maquinagem (0/1)?**: determinar se é executada uma maquinagem interior ou exterior:
  +1: maquinagem interior
  0: maquinagem exterior
- **Q221 Medida exced. sobre superfície?**: medida excedente no plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99,9999





Exemplo

63 CYCL DEF 292 TORN.INTERP.CONTORNO	
Q560=1	;ACOPLAR MANDRIL
Q336=0	;ANGULO CABECOTE
Q546=3	;DIR.ROT.FERRAMENTA
Q529=0	;MODO DE MAQUINAGEM
Q221=0	;MEDIDA EXCED.SUPERF.
Q441=0.5	;PASSO DE APROXIMACAO
Q449=2000	;AVANCO
Q491=0	;RAIO DO INICIO CONT.

- **Q441 Passo aproxim.por rot. [mm/rpm]?**: medida pela qual o comando avança a ferramenta numa rotação. Campo de introdução 0.001 a 99.999
- **Q449 Avanço / veloc. de corte?** (mm/min): avanço referido ao ponto inicial do contorno **Q491**. Campo de introdução 0,1 a 99999,9 O avanço da trajetória de ponto central da ferramenta é ajustado em função do raio da ferramenta e de **Q529 MODO DE MAQUINAGEM**. Daí resulta a velocidade de corte que programou no diâmetro do ponto inicial do contorno.
  Q529=1: o avanço da trajetória de ponto central da ferramenta diminui na maquinagem interior
  Q529=0: o avanço da trajetória de ponto central da ferramenta aumenta na maquinagem exterior
- **Q491 Ponto inicial contorno (raio)?** (valor absoluto): raio do ponto inicial do contorno (p. ex., coordenada X, com eixo da ferramenta Z). Campo de introdução 0,9999 a 99999,9999
- **Q357 Distancia seguranca lateral?** Q357 (incremental): distância lateral da ferramenta à peça de trabalho na aproximação à primeira profundidade de passo Campo de introdução 0 a 99999,9
- **Q445 Altura de seguranca?** (absoluto): altura absoluta à qual não pode produzir-se nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho; a ferramenta retrai-se para esta posição no final do ciclo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

```
Q357=2      ;DIST. SEGUR. LATERAL
Q445=50     ;ALTURA DE SEGURANCA
```

Variantes de maquinagem

Se trabalhar com o ciclo 292, deve definir previamente o contorno de torneamento desejado num subprograma e atribuí-lo com o ciclo 14 ou SEL CONTOUR a este contorno. Descreva o contorno de torneamento sobre a secção transversal de um corpo de rotação simétrica. Neste caso, em função do eixo da ferramenta, o contorno de torneamento é descrito com as coordenadas seguintes:

Eixo da ferramenta utilizado	Coordenada axial	Coordenada radial
Z	Z	X
X	X	Y
Y	Y	Z

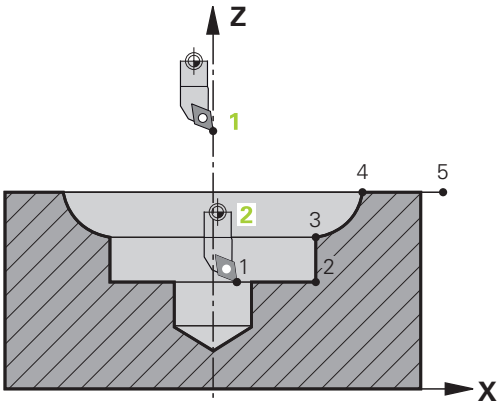
Exemplo: Se utilizar o eixo da ferramenta Z, programe o contorno de torneamento na direção axial em Z e o raio do contorno em X.

Com este ciclo, pode executar uma maquinagem exterior e uma maquinagem interior. Abaixo esclarecem-se algumas recomendações do capítulo "Ter em atenção ao programar". Além disso, encontra um exemplo em "Exemplo de torneamento de interpolação, ciclo 292", Página 377

Maquinagem interior

- O centro de rotação é a posição da ferramenta ao chamar o ciclo no plano de maquinagem **1**
- **A partir do início do ciclo, nem a placa de corte nem o centro do mandril podem movimentar-se no centro de rotação.** Deve ter este facto em mente, ao descrever o contorno! **2**
- O contorno descrito não é prolongado automaticamente com uma distância de segurança. O prolongamento do contorno deve ser programado no subprograma. Para iniciar a maquinagem, o comando posiciona em marcha rápida sobre o ponto inicial do contorno na direção do eixo da ferramenta! **Não pode encontrar-se material no ponto inicial do contorno!**

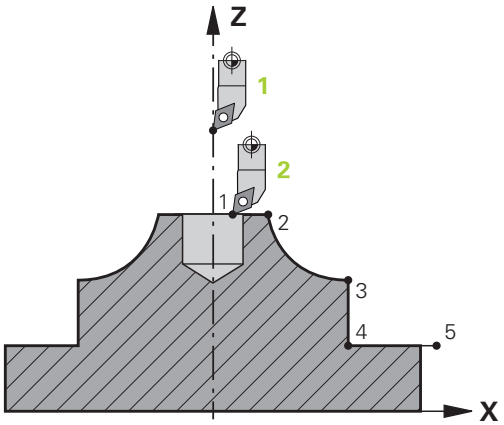
  Tenha em consideração outros pontos na programação do contorno interior:
  - Programe coordenadas radiais e axiais monotonamente ascendentes, p. ex., 1 a 5
  - Ou programe coordenadas radiais e axiais monotonamente decrescentes, p. ex., 5 a 1
  - Programe os contornos interiores com um raio maior que o raio da ferramenta.



Maquinagem exterior

- O centro de rotação é a posição da ferramenta ao chamar o ciclo no plano de maquinagem **1**
- **A partir do início do ciclo, nem a placa de corte nem o centro do mandril podem movimentar-se no centro de rotação.** Deve ter este facto em mente, ao descrever o contorno! **2**
- O contorno descrito não é prolongado automaticamente com uma distância de segurança. O prolongamento do contorno deve ser programado no subprograma. Para iniciar a maquinagem, o comando posiciona em marcha rápida sobre o ponto inicial do contorno na direção do eixo da ferramenta! **Não pode encontrar-se material no ponto inicial do contorno!**

  Tenha em consideração outros pontos na programação do contorno exterior:
  - Programe coordenadas radiais monotonamente ascendentes e coordenadas axiais monotonamente decrescentes, p. ex., 1 a 5
  - Ou programe coordenadas radiais monotonamente decrescentes e coordenadas axiais monotonamente ascendentes, p. ex., 5 a 1
  - Programe os contornos exteriores com um raio maior que 0.



Definir a ferramenta

Resumo

Dependendo da introdução no parâmetro Q560, pode fresar (Q560=0) ou tornear (Q560=1) o contorno. Para cada uma das maquinagens, tem à disposição várias possibilidades para definir a ferramenta na tabela de ferramentas. Estas possibilidades são explicadas seguidamente:

Acoplamento do mandril desligado, Q560=0

Fresar: defina a ferramenta de fresagem como habitualmente na tabela de ferramentas, com comprimento, raio, raio da esquina, etc.

Acoplamento do mandril ligado, Q560=1

Tornear: os dados geométricos da ferramenta de tornear são transferidos para os dados de uma ferramenta de fresagem. Daí resultam as três possibilidades seguintes:

- Definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas (tool.t) como ferramenta de fresagem
- Definir a ferramenta de fresagem na tabela de ferramentas (tool.t) como ferramenta de fresagem (para a utilizar como ferramenta de tornear em seguida)
- Definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.t)

Encontra abaixo algumas indicações sobre estas três possibilidades de definição da ferramenta:

- **Definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas (tool.t) como ferramenta de fresagem**

  Se trabalhar sem a opção 50, defina a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas (tool.t) como ferramenta de fresagem. Neste caso, são tidos em consideração os dados seguintes (incluindo valores delta) da tabela de ferramentas: Comprimento (L), Raio (R) e Raio da ferramenta (R2). Alinhe a ferramenta de tornear com o centro do mandril. Introduza este ângulo de orientação do mandril no ciclo no parâmetro Q336. Numa maquinagem exterior, o alinhamento do mandril corresponde a Q336, enquanto numa maquinagem interior o alinhamento do mandril é calculado com Q336+180.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Com maquinagens interiores, pode ocorrer uma colisão entre o suporte de ferramenta e a peça de trabalho. O suporte de ferramenta não é supervisionado. Se, devido ao suporte de ferramenta, resultar um diâmetro de rotação maior do que com a lâmina, existe perigo de colisão.

- Selecionar um suporte de ferramenta que não dê origem a um diâmetro de rotação maior do que com a lâmina

- **Definir a ferramenta de fresagem na tabela de ferramentas (tool.t) como ferramenta de fresagem (para a utilizar como ferramenta de tornear em seguida)**

  Pode fazer torneamento de interpolação com uma ferramenta de fresagem. Neste caso, são tidos em consideração os dados seguintes (incluindo valores delta) da tabela de ferramentas: Comprimento (L), Raio (R) e Raio da ferramenta (R2). Para esse efeito, oriente uma lâmina da ferramenta de fresagem para o centro do mandril. Indique este ângulo no parâmetro Q336. Numa maquinagem exterior, o alinhamento do mandril corresponde a Q336, enquanto numa maquinagem interior o alinhamento do mandril é calculado com Q336+180.

- **Definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.t)**

  Se trabalhar com a opção 50, pode definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.trn). Neste caso, o alinhamento do mandril com o centro de rotação realiza-se tendo em conta os dados específicos da ferramenta, como o tipo de maquinagem (TO na tabela de ferramentas de tornear), o ângulo de orientação (ORI na tabela de ferramentas de tornear) e o parâmetro Q336.

  Descreve-se seguidamente como calcular o alinhamento do mandril:

Maquinagem	TO	Alinhamento do mandril
Torneamento de interpolação, exterior	1	ORI + Q336
Torneamento de interpolação, interior	7	ORI + Q336 + 180
Torneamento de interpolação, exterior	7	ORI + Q336 + 180
Torneamento de interpolação, interior	1	ORI + Q336
Torneamento de interpolação, exterior	8,9	ORI + Q336
Torneamento de interpolação, interior	8,9	ORI + Q336

Pode utilizar os seguintes tipos de ferramenta para o torneamento de interpolação:

- TYPE: ROUGH, com as direções de maquinagem TO: 1 ou 7
- TYPE: FINISH, com as direções de maquinagem TO: 1 ou 7
- TYPE: BUTTON, com as direções de maquinagem TO: 1 ou 7

Numa maquinagem interior, o comando verifica se o raio da ferramenta ativo é menor que metade do diâmetro do início de contorno Q491 mais a distância de segurança lateral Q357. Caso se constate com esta verificação que a ferramenta é grande demais, o programa NC é cancelado.

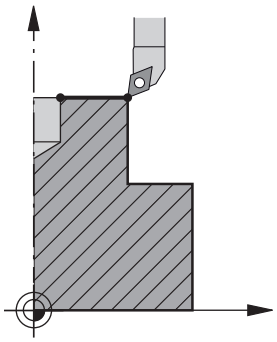
Os seguintes tipos de ferramenta não podem ser utilizados no torneamento de interpolação: (aparece a mensagem de erro: Função impossível com este tipo de ferramenta)

- TYPE: ROUGH, com as direções de maquinagem TO: 2 a 6
- TYPE: FINISH, com as direções de maquinagem TO: 2 a 6
- TYPE: BUTTON, com as direções de maquinagem TO: 2 a 6
- TYPE: RECESS
- TYPE: RECTURN
- TYPE: THREAD

12.7 ACOPLAMENTO DE TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO (ciclo 291, DIN/ISO: G291, opção de software 96)

Execução do ciclo

O ciclo **291 TORN.INTERPOL.ACOPL.** acopla o mandril da ferramenta à posição dos eixos lineares ou suprime novamente este acoplamento do mandril. No torneamento de interpolação, a orientação da lâmina é alinhada com o centro de um círculo. O ponto central de rotação é indicado no ciclo com as coordenadas Q216 e Q217. O ciclo **291 TORN.INTERPOL.ACOPL.** é executado no modo de fresagem e ativado por CALL.



Execução do ciclo, se Q560=1:

1 O comando executa, em primeiro lugar, uma paragem do mandril (M5)

2 O comando alinha o mandril da ferramenta com o centro de rotação indicado. Nessa operação é tido em conta o ângulo de orientação do mandril Q336 indicado. Se estiver definido, também é considerado o valor "ORI" que esteja eventualmente indicado na tabela de ferramentas

3 O mandril da ferramenta está agora acoplado à posição dos eixos lineares. O mandril respeita a posição nominal dos eixos principais

4 Para que termine, o acoplamento tem de ser suprimido pelo operador. (Através do ciclo 291 ou mediante final do programa/paragem interna)

Execução do ciclo, se Q560=0:

1 O comando suprime o acoplamento do mandril

2 O mandril da ferramenta deixa de estar acoplado à posição dos eixos lineares

3 A maquinagem com o ciclo 291 Torneamento de interpolação está terminada

4 Se Q560=0, os parâmetros Q336, Q216 e Q217 não são relevantes

Ter em atenção ao programar!

Após a definição do ciclo 291 e de **CYCL CALL**, programe a maquinagem desejada. Para descrever o movimento circular dos eixos lineares, utilize, por exemplo, blocos lineares/polares. No final deste capítulo, encontra-se um exemplo, ver Página 374.

Esta função deve ser ativada e ajustada pelo fabricante da máquina.

Ciclo aplicável apenas a máquinas com mandril regulado.

Eventualmente, o comando monitoriza se não é possível posicionar em avanço com o mandril parado. Contacte o fabricante da máquina a este propósito.

A opção de software 96 deve estar ativada.

O fabricante da máquina define uma função M para orientação do mandril no parâmetro de máquina **CfgGeoCycle/mStrobeOrient** (N.º 201005).
Se se introduzir >0, emite-se este número M (função de PLC do fabricante da máquina) que executa a orientação do mandril. O comando aguarda até que a orientação do mandril esteja concluída.
Se se introduzir -1, o comando executa a orientação do mandril.
Introduzindo-se 0, não se realiza nenhuma ação.
Em nenhum caso é emitido um M5 previamente.

O ciclo 291 é ativado por CALL

Não é necessária a programação de M3/M4. Para descrever o movimento circular dos eixos lineares, utilize, por exemplo, blocos **CC** e **C**.

Se definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.trn), é recomendável trabalhar com o parâmetro Q561 = 1. Dessa forma, os dados da ferramenta de tornear são convertidos em dados de uma ferramenta de fresagem, o que permite simplificar a programação significativamente. Pode trabalhar com Q561=1 na programação com uma correção de raio **RR** ou **RL**. (Se, pelo contrário, programar o parâmetro Q561=0, terá de prescindir de uma correção de raio **RR** ou **RL** na descrição do contorno. Além disso, durante a programação, deverá ter o cuidado de programar o movimento do ponto central da ferramenta **TCP** sem acoplamento do mandril. Este tipo de programação é incomparavelmente mais trabalhoso!)

Se tiver programado o parâmetro Q560=1, para concluir a maquinagem de torneamento de interpolação, necessita de programar o seguinte:

- R0, suprime novamente a correção de raio
- O ciclo 291 com parâmetro Q560=0 e Q561=0 suprime o novamente acoplamento do mandril
- **CYCL CALL**, para chamar o ciclo 291
- **TOOL CALL** suprime novamente a conversão do parâmetro Q561

Tenha em conta ao programar que nem o centro do mandril nem a placa de corte podem movimentar-se no centro do contorno de torneamento.

Programe os contornos exteriores com um raio maior que 0.

Programe os contornos interiores com um raio maior que o raio da ferramenta.

Também se pode executar este ciclo com plano de maquinagem inclinado.

Para que a sua máquina possa alcançar elevadas velocidades de trajetória, defina uma grande tolerância com o ciclo 32 antes da chamada de ciclo. Programe o ciclo 32 com filtro HSC=1.

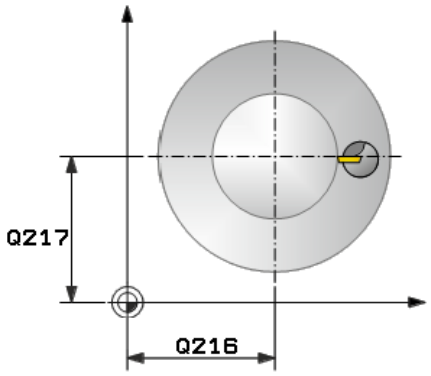
Se o ciclo **8 ESPELHAMENTO** estiver ativo, o comando **não** executa o ciclo de torneamento de interpolação.

Se o ciclo **26 FATOR ESCALA EIXO** estiver ativo e o fator de escala num eixo for diferente de 1, o comando **não** executa o ciclo de torneamento de interpolação.

Por favor, tenha em conta que o ângulo axial tem que ser igual ao ângulo de inclinação antes da chamada de ciclo! Só assim é possível efetuar um acoplamento correto dos eixos.

Parâmetros de ciclo

- **Q560 Acoplar mandril(0=desl/1=lig)?** Q560: determinar se o mandril da ferramenta é acoplado à posição dos eixos lineares. Com o acoplamento do mandril ativo, a orientação de uma lâmina da ferramenta é alinhada com o centro de rotação.
  0: acoplamento do mandril desligado
  1: acoplamento do mandril ligado
- **Q336 Angulo orientaçao cabeçote?** : o comando alinha a ferramenta antes da maquinagem sobre este ângulo. Se trabalhar com uma ferramenta de fresagem, indique o ângulo de forma a que uma lâmina fique alinhada com o centro de rotação. Caso trabalhe com uma ferramenta de tornear e tenha definido o valor "ORI" na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.trn), também este é tido em consideração na orientação do mandril. Campo de introdução 0.000 a 360.000
- **Q216 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : centro de rotação do círculo teórico no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q217 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : centro de rotação do círculo teórico no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q561 Transformar ferramenta de tornear** (0/1): Relevante somente se descrever a ferramenta na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.trn). Este parâmetro permite-lhe decidir se o valor XL da ferramenta de tornear é interpretado como raio R de uma ferramenta de fresagem.
  0: Nenhuma alteração - a ferramenta de tornear é interpretada tal como está descrita na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.trn). Neste caso, não se pode utilizar a correção de raio **RR** ou **RL.** Além disso, durante a programação, é necessário programar o movimento do ponto central da ferramenta **TCP** sem acoplamento do mandril. Este tipo de programação apresenta muito mais dificuldades.
  1: O valor XL da tabela de ferramentas de tornear (toolturn.trn) é interpretado como um raio R de uma ferramenta de fresagem. Desta forma, tem a possibilidade de utilizar uma correção de raio **RR** ou **RL** na programação do contorno. Recomenda-se este tipo de programação.



Exemplo

```
64 CYCL DEF 291
   TORN.INTERPOL.ACOPL.
   Q560=1      ;ACOPLAR MANDRIL
   Q336=0      ;ANGULO CABECOTE
   Q216=50     ;CENTRO DO 1. EIXO
   Q217=50     ;CENTRO DO 2. EIXO
   Q561=1      ;FERR.TORN. CONVERTER
```

Definir a ferramenta

Resumo

Dependendo da introdução no parâmetro Q560, pode ativar (Q560=1) ou desativar (Q560=0) o ciclo de torneamento de interpolação de acoplamento.

Acoplamento do mandril desligado, Q560=0

O mandril da ferramenta não é acoplado à posição dos eixos lineares.

> Q560=0: Desativar ciclo **Torneamento de interpolação de acoplamento**!

Acoplamento do mandril ligado, Q560=1

Ao executar uma maquinagem de torneamento, o mandril da ferramenta é acoplado à posição dos eixos lineares. Se introduzir o parâmetro Q560=1, tem à disposição várias possibilidades para definir a ferramenta na tabela de ferramentas. Estas possibilidades são explicadas seguidamente:

- Definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas (tool.t) como ferramenta de fresagem
- Definir a ferramenta de fresagem na tabela de ferramentas (tool.t) como ferramenta de fresagem (para a utilizar como ferramenta de tornear em seguida)
- Definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.t)

Encontra abaixo algumas indicações sobre estas três possibilidades de definição da ferramenta:

- **Definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas (tool.t) como ferramenta de fresagem**

  Se trabalhar sem a opção 50, defina a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas (tool.t) como ferramenta de fresagem. Neste caso, são tidos em consideração os dados seguintes (incluindo valores delta) da tabela de ferramentas: Comprimento (L), Raio (R) e Raio da ferramenta (R2). Os dados geométricos da ferramenta de tornear são transferidos para os dados de uma ferramenta de fresagem. Alinhe a ferramenta de tornear com o centro do mandril. Introduza este ângulo de orientação do mandril no ciclo no parâmetro Q336. Numa maquinagem exterior, o alinhamento do mandril corresponde a Q336, enquanto numa maquinagem interior o alinhamento do mandril é calculado com Q336+180.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Com maquinagens interiores, pode ocorrer uma colisão entre o suporte de ferramenta e a peça de trabalho. O suporte de ferramenta não é supervisionado. Se, devido ao suporte de ferramenta, resultar um diâmetro de rotação maior do que com a lâmina, existe perigo de colisão.

- Selecionar um suporte de ferramenta que não dê origem a um diâmetro de rotação maior do que com a lâmina

- **Definir a ferramenta de fresagem na tabela de ferramentas (tool.t) como ferramenta de fresagem (para a utilizar como ferramenta de tornear em seguida)**

  Pode fazer torneamento de interpolação com uma ferramenta de fresagem. Neste caso, são tidos em consideração os dados seguintes (incluindo valores delta) da tabela de ferramentas: Comprimento (L), Raio (R) e Raio da ferramenta (R2). Para esse efeito, oriente uma lâmina da ferramenta de fresagem para o centro do mandril. Indique este ângulo no parâmetro Q336. Numa maquinagem exterior, o alinhamento do mandril corresponde a Q336, enquanto numa maquinagem interior o alinhamento do mandril é calculado com Q336+180.

- **Definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.t)**

  Se trabalhar com a opção 50, pode definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.trn). Neste caso, o alinhamento do mandril com o centro de rotação realiza-se tendo em conta os dados específicos da ferramenta, como o tipo de maquinagem (TO na tabela de ferramentas de tornear), o ângulo de orientação (ORI na tabela de ferramentas de tornear), o parâmetro Q336 e o parâmetro Q561.

Se definir a ferramenta de tornear na tabela de ferramentas de tornear (toolturn.trn), é recomendável trabalhar com o parâmetro Q561 = 1. Dessa forma, os dados da ferramenta de tornear são convertidos em dados de uma ferramenta de fresagem, o que permite simplificar a programação significativamente. Pode trabalhar com Q561=1 na programação com uma correção de raio **RR** ou **RL**. (Se, pelo contrário, programar o parâmetro Q561=0, terá de prescindir de uma correção de raio **RR** ou **RL** na descrição do contorno. Além disso, durante a programação, deverá ter o cuidado de programar o movimento do ponto central da ferramenta **TCP** sem acoplamento do mandril. Este tipo de programação é incomparavelmente mais trabalhoso!)

Se tiver programado o parâmetro Q560=1, para concluir a maquinagem de torneamento de interpolação, necessita de programar o seguinte:

- R0, suprime novamente a correção de raio
- O ciclo 291 com parâmetro Q560=0 e Q561=0 suprime o novamente acoplamento do mandril
- **CYCL CALL**, para chamar o ciclo 291
- **TOOL CALL** suprime novamente a conversão do parâmetro Q561

Se tiver programado o parâmetro Q560=1, pode utilizar somente os seguintes tipos de ferramenta:

- TYPE: ROUGH, FINISH, BUTTON com as direções de maquinagem TO: 1 ou 8, XL>=0
- TYPE: ROUGH, FINISH, BUTTON com a direção de maquinagem TO: 7: XL<=0

Descreve-se seguidamente como calcular o alinhamento do mandril:

Maquinagem	TO	Alinhamento do mandril
Torneamento de interpolação, exterior	1	ORI + Q336
Torneamento de interpolação, interior	7	ORI + Q336 + 180
Torneamento de interpolação, exterior	7	ORI + Q336 + 180
Torneamento de interpolação, interior	1	ORI + Q336
Torneamento de interpolação, exterior	8	ORI + Q336
Torneamento de interpolação, interior	8	ORI + Q336

Pode utilizar os seguintes tipos de ferramenta para o torneamento de interpolação:

- TYPE: ROUGH, com as direções de maquinagem TO: 1, 7, 8
- TYPE: FINISH, com as direções de maquinagem TO: 1, 7, 8
- TYPE: BUTTON, com as direções de maquinagem TO: 1, 7, 8

Os seguintes tipos de ferramenta não podem ser utilizados no torneamento de interpolação: (aparece a mensagem de erro: Função impossível com este tipo de ferramenta)

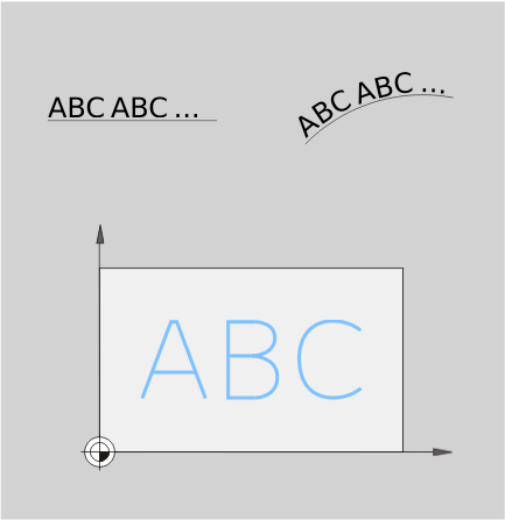
- TYPE: ROUGH, com as direções de maquinagem TO: 2 a 6
- TYPE: FINISH, com as direções de maquinagem TO: 2 a 6
- TYPE: BUTTON, com as direções de maquinagem TO: 2 a 6
- TYPE: RECESS
- TYPE: RECTURN
- TYPE: THREAD

12.8 GRAVAÇÃO (Ciclo 225, DIN/ISO: G225)

Execução do ciclo

Com este ciclo, é possível gravar textos sobre uma superfície plana da peça de trabalho. Os textos podem ser dispostos ao longo de uma reta ou sobre um arco de círculo.

1 O comando posiciona o plano de maquinagem no ponto inicial do primeiro caráter.
2 A ferramenta afunda perpendicularmente à base de gravação e fresa o caráter. O comando executa os movimentos de elevação necessários entre os carateres na distância de segurança. Após a maquinagem do caráter, a ferramenta encontra-se na distância de segurança sobre a superfície
3 Este processo repete-se para todos os carateres a gravar
4 Para terminar, o comando posiciona a ferramenta na 2.ª distância de segurança



Ter em atenção ao programar!

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se programar a profundidade = 0, o comando não executa o ciclo.

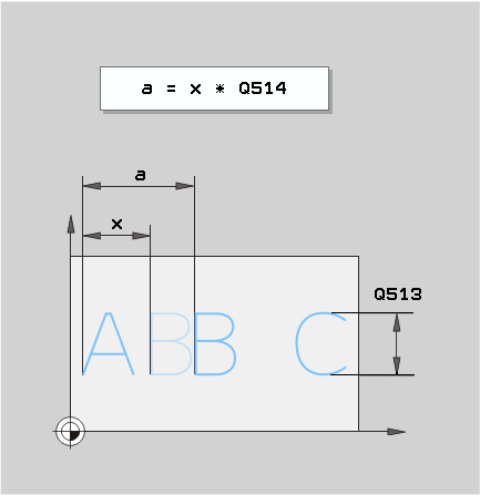
O texto a gravar também pode ser transmitido através de uma variável de string (**QS**).

O parâmetro Q374 permite influenciar a posição de rotação das letras.
Se Q374=0° até 180°: A direção da escrita é da esquerda para a direita.
Se Q374 maior que 180°: A direção da escrita é invertida.

O ponto inicial de uma gravura numa trajetória circular encontra-se à esquerda, em baixo, sobre o primeiro caráter a gravar. (Eventualmente, com versões de software mais antigas, realiza-se um posicionamento prévio sobre o centro do círculo.)

Parâmetros de ciclo

- **QS500 Texto de gravação?**: Texto a gravar entre aspas. Carateres de introdução permitida: 255 carateres. Atribuição de uma variável de string através da tecla **Q** do bloco numérico; a tecla **Q** no teclado alfabético corresponde à introdução de texto normal. ver "Gravar variáveis do sistema", Página 348
- **Q513 Altura de carateres?** (absoluta): altura dos carateres a gravar em mm. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q514 Fator distância entre carateres?**: com o tipo de letra utilizado, trata-se de um chamado tipo de letra proporcional. Em conformidade, cada caráter tem a sua própria largura, que o comando grava correspondentemente, caso a definição de Q514=0. Se a definição de Q514 for diferente de 0, o comando aplica uma escala à distância entre os carateres. Campo de introdução 0 a 9,9999
- **Q515 Tipo de letra?**: Por norma, usa-se o tipo de letra **DeJaVuSans**
- **Q516 Texto sobre reta/círculo (0/1)?**:
  Gravar texto ao longo de uma reta: Introdução = 0
  Gravar texto sobre um arco de círculo: Introdução = 1
  Gravar texto sobre um arco de círculo, contínuo (não necessariamente legível pela parte de baixo): Introdução =2
- **Q374 Angulo de rotacao?**: ângulo do ponto central, quando o texto deve ser disposto sobre um círculo. Ângulo de gravação com disposição linear do texto. Campo de introdução -360,0000 a 360,0000º
- **Q517 Raio no texto sobre círculo?** (absoluto): raio do arco de círculo em mm sobre o qual o comando deve dispor o texto. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q201 Profundidade?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base de gravação
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**



Exemplo

62 CYCL DEF 225 GRAVACAO	
QS500=“A“	;TEXTO DE GRAVACAO
Q513=10	;ALTURA DE CARATERES
Q514=0	;FATOR DISTANCIA
Q515=0	;TIPO DE LETRA
Q516=0	;DISPOSICAO DO TEXTO
Q374=0	;ANGULO DE ROTACAO
Q517=0	;RAIO DO CIRCULO
Q207=750	;AVANCO FRESAGEM
Q201=-0,5	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+20	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q367=+0	;POSICAO DO TEXTO
Q574=+0	;COMPRIMENTO DO TEXTO

- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q367 Ref. para posição do texto (0-6)?** Indique aqui a referência para a posição do texto. Dependendo de o texto ser gravado sobre um círculo ou uma reta (parâmetro Q516), realizam-se as seguintes introduções:
  Gravura sobre uma trajetória circular, a posição do texto refere-se ao ponto seguinte:
  0 = Centro do círculo
  1 = À esquerda em baixo
  2 = Ao centro em baixo
  3 = À direita em baixo
  4 = À direita em cima
  5 = Ao centro em cima
  6 = À esquerda em cima
  Gravura sobre uma reta, a posição do texto refere-se ao ponto seguinte:
  0 = À esquerda em baixo
  1 = À esquerda em baixo
  2 = Ao centro em baixo
  3 = À direita em baixo
  4 = À direita em cima
  5 = Ao centro em cima
  6 = À esquerda em cima
- **Q574 Comprimento máximo do texto?** (mm/polegada): Indique aqui o comprimento máximo do texto. O comando tem em consideração adicionalmente o parâmetro Q513 Altura dos carateres Se Q513 = 0, o comando grava o comprimento de texto exatamente conforme indicado no parâmetro Q574. A altura dos caracteres é escalonada proporcionalmente. Se Q513 for maior que zero, o comando verifica se o comprimento de texto efetivo excede o comprimento máximo do texto de Q574. Dando-se o caso, o comando emite uma mensagem de erro.

Carateres de gravação permitida

Para além de minúsculas, maiúsculas e algarismos, são permitidos os seguintes carateres especiais:

! # $ % & ‘ ( ) * + , - . / : ; < = > ? @ [\ ] _ ß CE

> O comando utiliza os carateres especiais **%** e **** para funções particulares. Quando se desejar gravar estes carateres, é necessário indicá-los em duplicado no texto a gravar, p. ex., **%%**.

Para gravar tremas, ß, ø, @ ou o caráter CE, comece a introdução com um caráter %:

Caracteres	Introdução
ä	%ae
ö	%oe
ü	%ue
Ä	%AE
Ö	%OE
Ü	%UE
ß	%ss
ø	%D
@	%at
CE	%CE

Caracteres que não podem ser impressos

Adicionalmente a texto, também é possível definir alguns carateres que não podem ser impressos, para fins de formatação. A indicação dos carateres que não podem ser impressos começa com o caráter especial ****.

Existem as seguintes possibilidades:

Caracteres	Introdução
Quebra de linha	\n
Tabulação horizontal (a distância de tabulação é sempre de 8 carateres)	\t
Tabulação vertical (a distância de tabulação é sempre de 1 linha)	\v

Gravar variáveis do sistema

A par dos carateres fixos, é possível gravar o conteúdo de determinadas variáveis do sistema. A indicação de uma variável do sistema começa com **%**.

É possível gravar a data atual ou a hora atual. Para isso, introduza **%time<x>**. **<x>** define o formato, por exemplo, 08 para DD.MM.AAAA. (idêntico à função **SYSSTR ID321**)

> Tenha em conta que, ao introduzir os formatos de data 1 a 9, é necessário indicar primeiro um 0, p. ex., **time08**.

Caracteres	Introdução
DD.MM.AAAA hh:mm:ss	%time00
D.MM.AAAA h:mm:ss	%time01
D.MM.AAAA h:mm	%time02
D.MM.AA h:mm	%time03
AAAA-MM-DD hh:mm:ss	%time04
AAAA-MM-DD hh:mm	%time05
AAAA-MM-DD h:mm	%time06
AA-MM-DD h:mm	%time07
DD.MM.AAAA	%time08
D.MM.AAAA	%time09
D.MM.AA	%time10
AAAA-MM-DD	%time11
AA-MM-DD	%time12
hh:mm:ss	%time13
h:mm:ss	%time14
h:mm	%time15

Gravar o estado do contador

O estado atual do contador, que se encontra no menu MOD, pode ser gravado com o ciclo 225.

Para isso, programe o ciclo 225 como habitual e, como texto a gravar, p. ex., indique o seguinte: **%count2**

O número a seguir a **%count** indica quantas casas grava o comando. Admitem-se, no máximo, nove casas.

Exemplo: se programar **%count9** no ciclo, com um estado atual do contador de 3, então o comando grava o seguinte: 000000003.

> No modo de funcionamento Teste do programa, o comando simula somente o estado do contador que se introduziu diretamente no programa NC. O estado do contador do menu MOD é ignorado.
>
> Nos modos de funcionamento FRASE A FRASE e CONTÍNUO, o comando considera o estado do contador do menu MOD.

12.9 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 232, DIN/ISO: G232)

Execução do ciclo

Com o ciclo 232 pode efetuar a fresagem horizontal de uma superfície plana em vários cortes respeitando uma medida excedente de acabamento. Estão à disposição três estratégias de maquinagem:

- **Estratégia Q389=0**: Executar em forma de meandro, passo lateral fora da superfície a trabalhar
- **Estratégia Q389=1**: Executar em forma de meandro, corte lateral na borda da superfície a trabalhar
- **Estratégia Q389=2**: Executar linha a linha, retrocesso e corte lateral em avanço de posicionamento

1 O comando posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** desde a posição atual com lógica de posicionamento no ponto inicial**1**: Se a posição atual no eixo do mandril for maior que a 2.ª distância de segurança, o comando coloca primeiramente a ferramenta no plano de maquinagem e de seguida no eixo do mandril, senão primeiro na 2.ª distância de segurança e de seguida no plano de maquinagem. O ponto inicial no plano de maquinagem encontra-se deslocado segundo o raio da ferramenta e segundo a distância de segurança lateral ao lado da peça de trabalho

2 De seguida, a ferramenta desloca-se com avanço de posicionamento no eixo do mandril para a primeira profundidade de passo calculada pelo comando

Estratégia Q389=0

3 Depois, a ferramenta desloca-se com avanço de fresagem programado sobre o ponto final **2**. O ponto final encontra-se **fora** da área, o comando calcula o ponto final a partir do ponto inicial programado, do comprimento programado, da distância de segurança lateral programada e do raio da ferramenta programado

4 O comando desloca a ferramenta com avanço de posicionamento prévio transversal para o ponto inicial da linha seguinte; o comando calcula esta deslocação a partir da largura programada, do raio da ferramenta e do fator de sobreposição de trajetória máximo

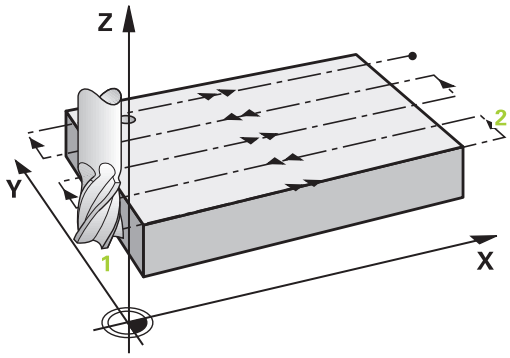
5 Depois, a ferramenta retira-se novamente na direção do ponto inicial **1**

6 O procedimento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada. No fim da última trajetória ocorre o corte para a profundidade de maquinagem seguinte

7 Para evitar percursos vazios, a superfície é de seguida maquinada em ordem inversa.

8 Este processo repete-se até todos os passos terem sido executados. No último corte apenas se fresa a medida excedente de acabamento introduzida no avanço de acabamento

9 No fim, o comando desloca a ferramenta com **FMAX** de volta para a 2.ª distância de segurança



Estratégia Q389=1

3 Depois, a ferramenta desloca-se com avanço de fresagem programado sobre o ponto final **2**. O ponto final encontra-se **na borda** da área, o comando calcula-o a partir do ponto inicial programado, do comprimento programado e do raio da ferramenta

4 O comando desloca a ferramenta com avanço de posicionamento prévio transversal para o ponto inicial da linha seguinte; o comando calcula esta deslocação a partir da largura programada, do raio da ferramenta e do fator de sobreposição de trajetória máximo

5 Depois, a ferramenta retira-se novamente na direção do ponto inicial **1**. A deslocação para a linha seguinte ocorre novamente na borda da peça de trabalho

6 O procedimento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada. No fim da última trajetória ocorre o corte para a profundidade de maquinagem seguinte

7 Para evitar percursos vazios, a superfície é de seguida maquinada em ordem inversa.

8 Este processo repete-se até todos os passos terem sido executados. No último corte é fresada a medida excedente de acabamento introduzida no avanço de acabamento

9 No fim, o comando desloca a ferramenta com **FMAX** de volta para a 2.ª distância de segurança

Estratégia Q389=2

3 Depois, a ferramenta desloca-se com avanço de fresagem programado sobre o ponto final **2**. O ponto final encontra-se fora da área, o comando calcula o ponto final a partir do ponto inicial programado, do comprimento programado, da distância de segurança lateral programada e do raio da ferramenta programado

4 O comando retira a ferramenta no eixo do mandril para a distância de segurança através da profundidade de passo atual e desloca-se no avanço de posicionamento prévio diretamente de volta para o ponto inicial da próxima linha. O comando calcula o desvio a partir da largura programada, do raio da ferramenta e do fator de sobreposição de trajetória máximo

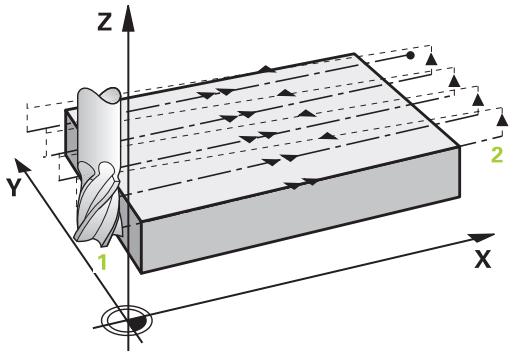
5 Depois, a ferramenta desloca-se novamente para a profundidade de passo atual e, em seguida, de novo em direção ao ponto final **2**

6 O procedimento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada. No fim da última trajetória ocorre o corte para a profundidade de maquinagem seguinte

7 Para evitar percursos vazios, a superfície é de seguida maquinada em ordem inversa.

8 Este processo repete-se até todos os passos terem sido executados. No último corte apenas se fresa a medida excedente de acabamento introduzida no avanço de acabamento

9 No fim, o comando desloca a ferramenta com **FMAX** de volta para a 2.ª distância de segurança



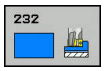
Ter em atenção ao programar!

Introduzir **Q204 2. DIST. SEGURANCA** de forma a que não se possa produzir nenhuma colisão com a peça de trabalho ou com os dispositivos tensores.

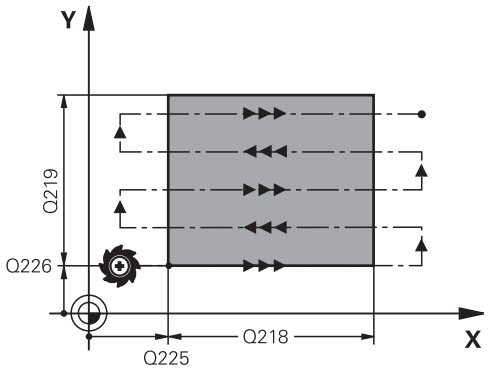
Se **Q227 PTO. INICIAL 3. EIXO** e **Q386 PONTO FINAL 3. EIXO** forem introduzidos iguais, o comando não executa o ciclo (profundidade programada = 0).

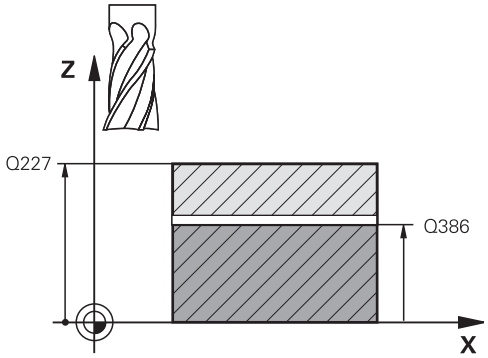
Programe Q227 maior que Q386. De outro modo, o comando emite uma mensagem de erro.

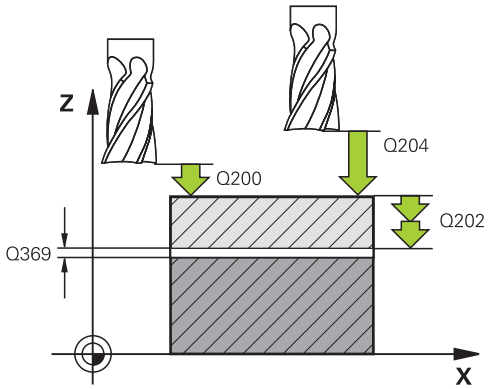
Parâmetros de ciclo



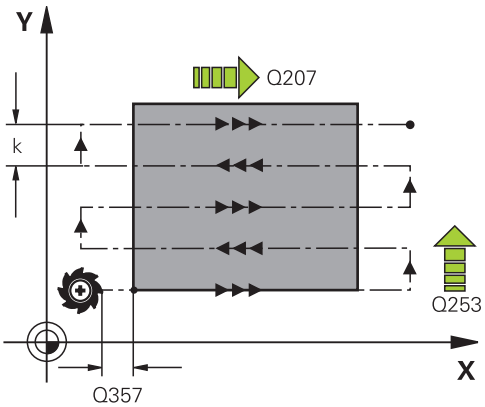
- **Q389 Estratégia mecanizado (0/1/2)?**: determinar de que forma o comando deverá maquinar a superfície:
  0: Maquinar em forma de meandro, passo lateral em avanço de posicionamento fora da superfície a maquinar
  1: Maquinar em forma de meandro, passo lateral em avanço de fresagem na borda da superfície a maquinar
  2: Executar linha a linha, retração e passo lateral em avanço de posicionamento
- **Q225 Ponto inicial do 1. eixo?** (absoluto): coordenada do ponto inicial na superfície a maquinar no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q226 Ponto inicial do 2. eixo?** (absoluto): coordenada do ponto inicial na superfície a maquinar no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q227 Ponto inicial 3. eixo?** (absoluto) : coordenada da superfície da peça de trabalho a partir da qual devem ser calculados os passos. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q386 Ponto final no 3º eixo?** (absoluto) : coordenada no eixo do mandril sobre a qual a superfície deve ser fresada de forma transversal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q218 Comprimento do primeiro lado?** (incremental): comprimento da superfície a maquinar no eixo principal do plano de maquinagem. Através do sinal, é possível determinar a direção da primeira trajetória de fresagem com referência ao **ponto inicial do 1º eixo**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999







- **Q219 Comprimento do segundo lado?** (incremental): comprimento da superfície a maquinar no eixo secundário do plano de maquinagem. Através do sinal, pode-se determinar a direção do primeiro passo transversal com referência ao **PTO. INICIAL 2. EIXO**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 MAX. PROFUNDIDADE EXCEDIDA?** (incremental): medida **máxima** segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. O comando calcula a profundidade de passo real a partir da diferença entre o ponto final e o ponto inicial no eixo da ferramenta, tendo em conta a medida excedente de acabamento, de modo a que a maquinagem seja feita com as mesmas profundidades de passo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (incremental): valor com o qual deve ser deslocado o último passo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q370 Máx. factor sobrep. traject.?**: passo lateral **máximo** k. O comando calcula o passo lateral real a partir do 2.º comprimento lateral (Q219) e do raio da ferramenta de modo a que a maquinagem seja feita com passo lateral constante. Se introduziu na tabela de ferramentas um raio R2 (p. ex., raio da placa na utilização de uma fresa composta), o comando diminui correspondentemente o passo lateral. Campo de introdução 0.1 a 1.9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar o último passo em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar-se da posição inicial e na deslocação para a linha seguinte em mm/min; quando se desloca transversalmente no material (Q389=1), o comando desloca o passo transversal com avanço de fresagem Q207. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a extremidade da ferramenta e a posição inicial no eixo da ferramenta Se fresar com estratégia de maquinagem Q389=2, o comando desloca-se na distância de segurança sobre a profundidade de passo atual para o ponto inicial na linha seguinte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999



Exemplo

71 CYCL DEF 232 FRESADO PLANO	
Q389=2	;STRATEGY
Q225=+10	;PTO. INICIAL 1. EIXO
Q226=+12	;PTO. INICIAL 2. EIXO
Q227=+2.5	;PTO. INICIAL 3. EIXO
Q386=-3	;PONTO FINAL 3. EIXO
Q218=150	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q219=75	;COMPRIMENTO 2. LADO
Q202=2	;MAX. PROF. EXCEDIDA
Q369=0.5	;SOBRE-METAL FUNDO
Q370=1	;MAX. SOBREPOSICAO
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q385=800	;AVANCO ACABADO
Q253=2000	;AVANCO PRE-POSICION.
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q357=2	;DIST. SEGUR. LATERAL
Q204=2	;2. DIST. SEGURANCA

- **Q357 Distancia seguranca lateral?** (incremental)
  O parâmetro Q357 influencia as seguintes situações:
  Aproximação à primeira profundidade de passo: Q357 é a distância lateral entre a ferramenta e a peça de trabalho
  Desbaste com a estratégia de fresagem Q389=0-3: a superfície a maquinar é aumentada em **Q350** DIRECAO DE FRESAGEM pelo valor de Q357, desde que não esteja definida nenhuma limitação nesta direção
  Acabamento lateral: as trajetórias são prolongadas pelo valor de Q357 em **Q350** DIRECAO DE FRESAGEM
  Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**

12.10 DETERMINAR CARGA (ciclo 239 DIN/ISO: G239, opção de software 143)

Execução do ciclo

O comportamento dinâmico da máquina pode alterar-se, se a mesa da máquina for carregada com componentes de pesos diferentes. Uma carga variável tem influência nas forças de atrito, acelerações, binários de paragem e fricções estáticas dos eixos da mesa. Com a opção #143 LAC (Load Adaptive Control) e o ciclo 239 DETERMINAR CARGA, o comando tem condições para determinar e ajustar automaticamente o momento de inércia atual da carga, as forças de atrito atuais e a aceleração máxima do eixo, ou de restaurar parâmetros de pré-comando e regulação. Desta forma, pode reagir da melhor forma a grandes modificações na carga. O comando executa a chamada operação de pesagem, para avaliar o peso com que os eixos estão carregados. Nesta operação de pesagem, os eixos devem percorrer um determinado caminho, cujos movimentos exatos são definidos pelo fabricante da máquina. Antes da operação de pesagem, se necessário, os eixos são colocados em posição, para evitar uma colisão durante a mesma. É o fabricante da máquina que define esta posição.

Com a opção LAC, além do ajuste de parâmetros de regulação, também é ajustada a aceleração máxima em função do peso. Dessa maneira, a dinâmica pode ser aumentada de acordo com a carga baixa, o que melhora a produtividade.

Parâmetro Q570 = 0

1 Não tem lugar nenhum movimento físico dos eixos
2 O comando anula a LAC
3 São ativados parâmetros de pré-comando e, eventualmente, de regulação que permitem o movimento seguro do(s) eixo(s), independentemente do estado da carga - os parâmetros definidos com Q570=0 são **independentes** da carga atual
4 Durante o equipamento ou após a conclusão de um programa NC, pode ser vantajoso recorrer a estes parâmetros

Parâmetro Q570 = 1

1 O comando executa uma operação de pesagem, movimentando vários eixos, se necessário. Os eixos que se movimentam dependem da estrutura da máquina e dos acionamentos dos eixos
2 A extensão do movimento dos eixos é determinada pelo fabricante da máquina
3 Os parâmetros de pré-comando e regulação determinados pelo comando **dependem** da carga atual
4 O comando ativa os parâmetros detetados

Ter em atenção ao programar!

O fabricante da máquina deve preparar a máquina para este ciclo.

O ciclo 239 funciona somente com a opção #143 LAC (Load Adaptive Control).

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Na marcha rápida, o ciclo pode executar movimentos extensivos em vários eixos!

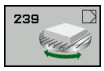
- Peça informações ao fabricante da sua máquina acerca do tipo e extensão dos movimentos do ciclo 239 antes de utilizar este ciclo
- Se necessário, antes do início do ciclo, o comando aproxima a uma posição segura. Esta posição é determinada pelo fabricante da máquina
- Ajuste o potenciómetro de override de avanço e marcha rápida para 50%, no mínimo, para permitir uma determinação correta da carga

O ciclo 239 atua imediatamente após a definição.

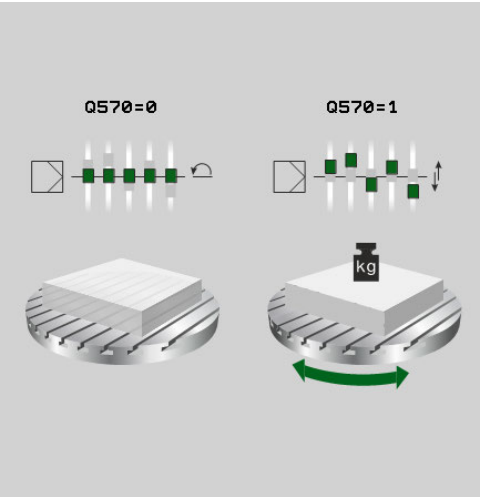
Se, ao executar um processo de bloco, o comando não ler bem o ciclo 239, o comando ignora este ciclo e a operação de pesagem não se realiza.

O ciclo 239 suporta a determinação da carga de eixos compostos, se estes dispuserem de um único encoder de posição comum (regulador master-slave de binários).

Parâmetros de ciclo



- **Q570 Carga(0=apagar/1=determinar)?**: determinar se o comando deve executar uma operação de pesagem LAC (Load adaptive control) ou restaurar os parâmetros de pré-comando e regulação dependentes da carga determinados em último lugar:
  0: restaurar LAC; os valores definidos em último lugar pelo comando são restaurados, o comando trabalha com parâmetros de pré-comando e regulação independentes da carga
  1: executar a operação de pesagem; o comando move os eixos e determina, desta maneira, os parâmetros de pré-comando e regulação em função da carga atual; os valores determinados são ativados imediatamente



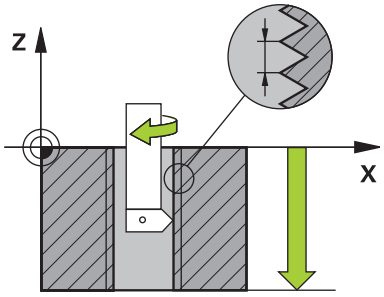
Exemplo

```
62 CYCL DEF 239  DETERMINAR CARGA
    Q570=+0     ;DETERMINACAO DA CRG.
```

12.11 ROSCAGEM À LÂMINA (ciclo 18, DIN/ISO: G18)

Execução do ciclo

O ciclo **18** ROSCA RIGIDA II desloca a ferramenta com mandril regulado desde a posição atual com as rotações ativas para a profundidade indicada. Na base do furo tem lugar uma paragem do mandril. Os movimentos de aproximação e afastamento devem ser programados separadamente.



Ter em atenção ao programar!

Existe a possibilidade de efetuar os ajustes seguintes através do parâmetro **CfgThreadSpindle** (N.º 113600):

- **sourceOverride** (N.º 113603): Spindle Potentiometer (o override do avanço não está ativo) e FeedPotentiometer (o override da velocidade não está ativo). Em seguida, o comando ajusta a velocidade em conformidade
- **thrdWaitingTime** (N.º 113601): Este é o tempo de espera na base da rosca após a paragem do mandril
- **thrdPreSwitch** (N.º 113602): O mandril é parado este tempo antes de alcançar a base da rosca
- **limitSpindleSpeed** (N.º 113604): Limitação da velocidade do mandril
  True: (com baixas profundidades de rosca, a velocidade do mandril é limitada de modo a que o mandril funcione aprox. 1/3 do tempo a velocidade constante)
  False: (sem limitação)

O potenciómetro da velocidade do mandril não está ativo.

Antes do início do ciclo, programe uma paragem do mandril! (p. ex., com M5). O comando liga o mandril automaticamente no início do ciclo e desliga-o de novo no final.

O sinal do parâmetro Profundidade de Rosca determina a direção da maquinagem.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se não for programado um posicionamento prévio antes da chamada do ciclo 18, pode ocorrer uma colisão. O ciclo 18 não executa movimentos de aproximação e afastamento.

- Pré-posicionar a ferramenta antes do início do ciclo
- Após a chamada de ciclo, a ferramenta desloca-se da posição atual para a profundidade indicada

AVISO

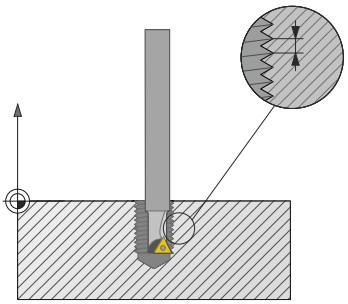
Atenção, perigo de colisão!

Se o mandril estiver ligado antes do início do ciclo, o ciclo 18 desliga o mandril e o ciclo funciona com o mandril parado! No final, o ciclo 18 liga novamente o mandril, se este estava ligado antes do início do ciclo.

- Antes do início do ciclo, programe uma paragem do mandril! (p. ex., com M5)
- Depois de o ciclo 18 terminar, é restaurado o estado do mandril antes do início do ciclo. Se o mandril estava desligado antes do início do ciclo, o comando desliga novamente o mandril após o final do ciclo 18.

Parâmetros de ciclo

- prof.furo (incremental): partindo da posição atual, indique a profundidade de rosca. Campo de introdução: -99999 ... +99999
- Passo da rosca: indique o passo da rosca. O sinal que aqui se indique determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita (M3 com profundidade de furação negativa)
  - = roscagem à esquerda (M4 com profundidade de furação negativa)



Exemplo

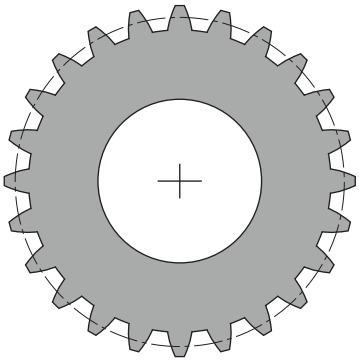
```
25 CYCL DEF 18.0  ROSCA RIGIDA II
26 CYCL DEF 18.1 PROFUNDIDADE = -20
27 CYCL DEF 18.2 PASSO = +1
```

12.12 PRINCÍPIOS BÁSICOS PARA A PRODUÇÃO DE DENTEAÇÕES (opção de software 157)

Princípios básicos

Consulte o manual da sua máquina!

Esta função deve ser ativada e ajustada pelo fabricante da máquina.



Os ciclos requerem a opção #157 Gear Cutting. Se utilizar estes ciclos no modo de torneamento, necessita adicionalmente da opção #50. No modo de fresagem, o mandril da ferramenta é o mandril mestre e, no modo de torneamento, o mandril da peça de trabalho. Os outros mandris são designados de mandris slave. Dependendo do modo de funcionamento, as rotações ou a velocidade de corte são programadas com uma **TOOL CALL S** ou **FUNCTION TURNDATA SPIN**.

Para a orientação do sistema de coordenadas I-CS, os ciclos 286 e 287 utilizam o ângulo de precessão, que também é influenciado pelos ciclos 800 e 801 no modo de torneamento. No final do ciclo é restaurado o ângulo de precessão que estava ativo no início do ciclo. O ângulo de precessão também é restaurado em caso de interrupção destes ciclos.

O ângulo entre a peça de trabalho e a ferramenta é designado de ângulo de interseção dos eixos. É calculado a partir do ângulo de obliquidade da ferramenta e do ângulo de obliquidade da engrenagem. Com base no ângulo de interseção dos eixos necessário, os ciclos 286 e 287 calculam a posição do eixo rotativo requerida na máquina. Assim, os ciclos posicionam sempre o primeiro eixo rotativo a partir da ferramenta.

Primeiro, a engrenagem é descrita no ciclo 285 **DEFINIÇÃO DE ENGRENAGEM**. Em seguida, programa-se o ciclo 286 **FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM** ou 287 **APARAR ENGRENAGEM**.

Programe, antes de uma chamada de ciclo:

- A chamada de ferramenta **TOOL CALL**
- A seleção do modo de torneamento ou de fresagem **FUNCTION MODE TURN / MILL**
- No modo de torneamento, a seleção das rotações/velocidade de corte **FUNCTION TURNDATA SPIN** ou, no modo de fresagem, **TOOL CALL S**
- O sentido de rotação do mandril, p. ex., **M3** ou **M303**
- Eventualmente, a chamada de ciclo **CYCL DEF 801 RESTAURAR SIST. TORNEAMENTO**
- Pré-posicione o ciclo de acordo com a sua seleção **MILL** ou **TURN**
- A chamada de ciclo **CYCL DEF 285 DEFINIR ENGRENAGEM**
- A chamada de ciclo **CYCL DEF 286 FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM** ou **CYCL DEF 287 APARAR ENGRENAGEM**

Ter em atenção ao programar!

Antes da chamada de ciclo, defina o ponto de referência no centro de rotação do mandril da peça de trabalho.

Certifique-se de que o mandril slave não continua a rodar após o final do ciclo. Se desejar parar o mandril antes do final do programa, deve-se programar a função M correspondente.

Os avanços de maquinagem referem-se todos à unidade mm/R do mandril da ferramenta.

Os ciclos definem automaticamente a direção e o percurso para um **LiftOff**. Isso deve ser ativado pelo fabricante da máquina. Além disso, o **LiftOff** deve ser permitido para a ferramenta.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se não posicionar previamente a ferramenta numa posição segura, ao inclinar, pode produzir-se uma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor).

- Pré-posicionar a ferramenta numa Posição Segura

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

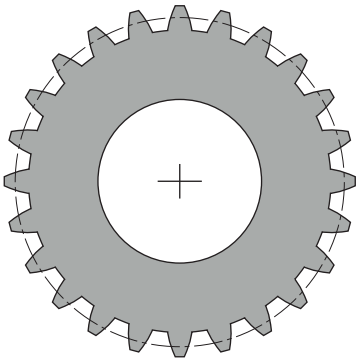
Se a peça de trabalho for fixada exiguamente no dispositivo tensor, pode ocorrer uma colisão entre a ferramenta e o dispositivo tensor durante a execução. O ponto inicial Z e o ponto final em Z são prolongados com a distância de segurança Q200!

- Desprenda a peça de trabalho do dispositivo tensor a uma distância suficiente para que não se possa produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e o dispositivo tensor

12.13 DEFINIR ENGRENAGEM (ciclo 285, DIN/ ISO: G285, opção de software 157)

Execução do ciclo

Com o ciclo 285 **DEFINIR ENGRENAGEM**, descreve-se a geometria da denteação. A ferramenta descreve-se no ciclo 286 **FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM** ou no ciclo 287 **APARAR ENGRENAGEM**, assim como na tabela de ferramentas (TOOL.T).



Ter em atenção ao programar!

São necessárias as indicações do módulo e da quantidade de dentes. Se o diâmetro do círculo de cabeça e a altura dos dentes forem definidos com 0, é produzida uma roda de coroa normal (DIN 3960). Caso se produzam denteações divergentes desta norma, é possível definir a geometria correspondente com o diâmetro do círculo de cabeça **Q542** e a altura dos dentes **Q563**.

Defina a ferramenta na tabela de ferramentas como ferramenta de fresagem.

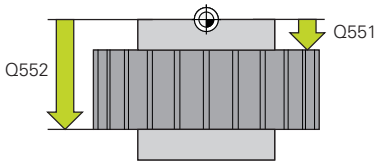
Caso os sinais dos dois parâmetros de introdução **Q541** e **Q542** sejam contraditórios, ocorre uma interrupção com mensagem de erro.

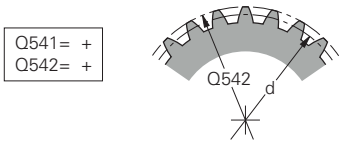
Este ciclo é ativado por DEF. Os valores destes parâmetros Q só serão lidos ao executar um ciclo de maquinagem ativado por CALL. Se estes parâmetros de introdução forem sobrescritos após a definição de ciclo e antes da chamada de um ciclo de maquinagem, a geometria da denteação modifica-se.

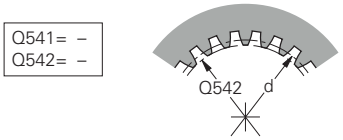
Os dois parâmetros de ciclo **Q541 NUMERO DE DENTES** e **Q542 DIAM.CIRCULO CABECA** têm de ter o mesmo sinal. Se não for esse o caso, emite-se uma mensagem de erro.

Parâmetros de ciclo

- **Q551 Ponto inicial em Z?**: ponto inicial do processo de envolvimento em Z. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q552 Ponto final em Z?**: ponto final do processo de envolvimento em Z. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q540 Módulo?**: descrever engrenagem: módulo da engrenagem. Campo de introdução de 0 a 99,9999
- **Q541 Número de dentes?**: quantidade de dentes. Este parâmetro depende de **Q542**.
  +: Se o número de dentes é positivo e o parâmetro **Q542** é, simultaneamente, positivo, trata-se de uma denteação exterior
  -: Se o número de dentes é negativo e o parâmetro **Q542** é, simultaneamente, negativo, trata-se de uma denteação interior
  Campo de introdução -9999,9999 a +9999,9999
- **Q542 Diâmetro do círculo de cabeça?**: diâmetro do círculo de cabeça da engrenagem. Este parâmetro depende de **Q541**.
  +: Se o diâmetro do círculo de cabeça é positivo e o parâmetro **Q541** é, simultaneamente, positivo, trata-se de uma denteação exterior
  -: Se o diâmetro do círculo de cabeça é negativo e o parâmetro **Q541** é, simultaneamente, negativo, trata-se de uma denteação interior
  Campo de introdução -9999,9999 a +9999,9999



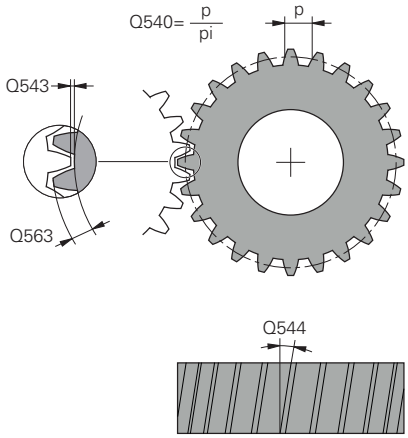




$Q541 = \frac{d}{Q540}$

Q542= Q540x(Q541+2)

- **Q563 Altura dos dentes** Distância da aresta inferior do dente à aresta superior do dente. Campo de introdução de 0 a 999,9999
- **Q543 Folga na base do dente?**: descrever engrenagem: distância entre o círculo de cabeça da engrenagem a produzir e o círculo inferior da roda conjugada. Campo de introdução 0 a 9,9999
- **Q544 Ângulo de hélice?**: descrever engrenagem: ângulo com que os dentes de um denteado oblíquo estão inclinados relativamente à direção dos eixos. (Num denteado reto, este ângulo é de 0º) Campo de introdução -60 a +60



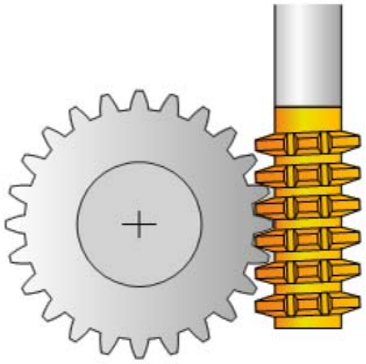
Exemplo

```
63 CYCL DEF 285  DEFINIR
   ENGRENAGEM
   Q551=0       ;PONTO INICIAL EM Z
   Q552=-10     ;PONTO FINAL EM Z
   Q540=1       ;MODULO
   Q541=+10     ;NUMERO DE DENTES
   Q542=0       ;DIAM.CIRCULO CABECA
   Q563=0       ;ALTURA DOS DENTES
   Q543=+0.17;FOLGA BASE DENTE
   Q544=0       ;ANGULO DE HELICE
```

12.14 FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM (ciclo 286, DIN/ISO: G286, opção de software 157)

Execução do ciclo

O ciclo 286 **FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM** permite produzir engrenagens cilíndricas ou denteações oblíquas com quaisquer ângulos. O ciclo permite escolher tanto a estratégia de maquinagem, como o lado de maquinagem. O processo de produção da fresagem envolvente realiza-se através de um movimento rotativo sincronizado do mandril da ferramenta e do mandril da peça de trabalho. Além disso, a fresa desloca-se em direção axial ao longo da peça de trabalho.



Execução do ciclo:

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo da ferramenta à altura segura **Q260** com o avanço **FMAX**. Se a ferramenta já se encontrar num valor do eixo da ferramenta que é maior que **Q260**, não se realiza nenhum movimento

2 Antes da inclinação do plano de maquinagem, o comando posiciona a ferramenta X numa coordenada segura com o avanço **FMAX**. Se a ferramenta já se encontrar sobre uma coordenada no plano de maquinagem que é maior que a coordenada calculada, não se realiza nenhum movimento

3 Agora, o comando inclina o plano de maquinagem com o avanço **Q253**

4 O comando posiciona a ferramenta sobre o ponto inicial do plano de maquinagem com o avanço **FMAX**

5 Em seguida, o comando desloca a ferramenta no eixo da ferramenta para a distância de segurança **Q200** com o avanço **Q253**

6 O comando rola a ferramenta sobre a peça de trabalho a dentear na direção longitudinal com o avanço definido **Q478** (para desbaste) ou **Q505** (para acabamento). Para isso, a área de maquinagem é delimitada pelo ponto inicial em Z **Q551**+**Q200** e pelo ponto final em Z **Q552**+**Q200** (**Q551** e **Q552** são definidos no ciclo 285)

   Mais informações: "DEFINIR ENGRENAGEM (ciclo 285, DIN/ISO: G285, opção de software 157)", Página 361

7 Quando se encontrar no ponto final, o comando retrai a ferramenta com o avanço **Q253** e posiciona-a novamente no ponto inicial

8 O TNC repete o processo 5 a 7 até que a engrenagem definida esteja produzida

9 Para terminar, o comando posiciona a ferramenta à altura segura **Q260** com o avanço **FMAX**

10 Nas denteações oblíquas, as inclinações dos eixos rotativos mantêm-se após o final do ciclo

11 Mova espontaneamente a ferramenta para uma altura segura e, se necessário, volte a colocar o plano de maquinagem na posição original

Ter em atenção ao programar!

O ciclo 286 pode ser usado no modo de fresagem e de torneamento. O ciclo é ativado por CALL.

Para manter uma lâmina de ferramenta em ação num denteado oblíquo, defina um percurso pequeno no parâmetro de ciclo **Q554 DESLOC.SINCRONIZADA**.

No modo de torneamento, antes de chamar o ciclo 286, deve programar o ciclo 801 **RESTAURAR SIST. TORNEAMENTO** .

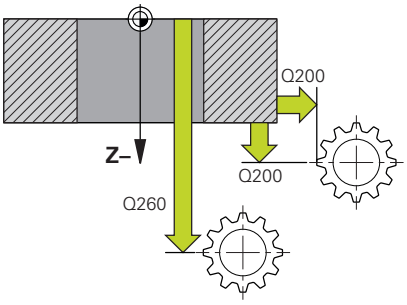
Evite rotações do mandril mestre inferiores a seis r.p.m. no modo de torneamento, para poder usar fiavelmente um avanço em mm/R. Neste caso, use o ciclo no modo de fresagem, em lugar do modo de torneamento.

Antes do início do ciclo, programe a direção de rotação do mandril mestre (mandril de canal).

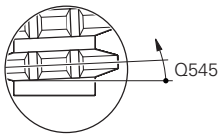
Se programar **FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:OFF S15**, a velocidade da ferramenta é calculada da seguinte forma: **Q541** x S. Com **Q541**=238 e S=15, obtém-se uma velocidade da ferramenta de 3570 r.p.m.

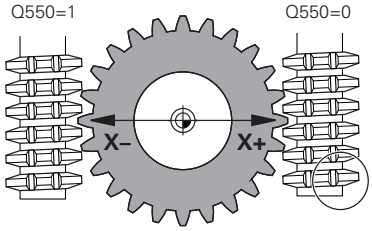
Parâmetros de ciclo

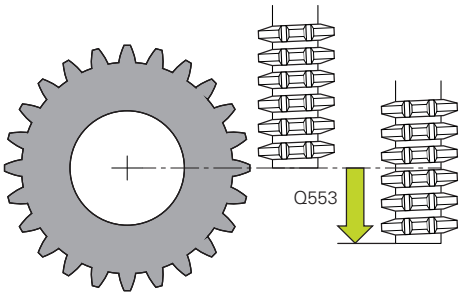
- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluta) : altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q545 Ângulo de inclinação ferramenta?**: descrever ferramenta: ângulo dos flancos da fresa envolvente. Indique este valor de forma decimal. (P. ex., 0°47'=0,7833) Campo de introdução: -60,0000 a +60,0000

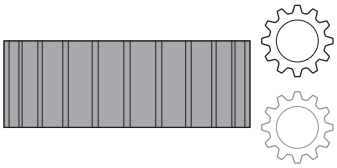


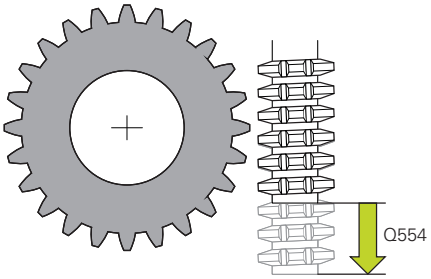
- **Q546 Inverter direção rot. mandril?**: alterar a direção de rotação do mandril slave:
  0: a direção de rotação não é alterada
  1: a direção de rotação é alterada
  Mais informações: "Verificar e alterar as direções de rotação dos mandris", Página 368
- **Q547 Offset angular na engrenagem?**: ângulo segundo o qual o comando roda a peça de trabalho no início do ciclo. Campo de introdução: -180,0000 a +180,0000
- **Q550 Lado maquinagem (0=pos./1=neg.)?**: determinar de que lado se realiza a maquinagem.
  0: lado de maquinagem positivo do eixo principal em I-CS
  1: lado de maquinagem negativo em I-CS
- **Q533 Direção prefer. âng. incidência?**: Seleção de possibilidades de incidência alternativas. A partir do ângulo de incidência definido por si, o comando tem de calcular a respetiva posição adequada do eixo basculante existente na máquina. Em regra, obtêm-se sempre duas possibilidades de solução. Através do parâmetro Q533, define-se qual a possibilidade de solução que o comando deve utilizar:
  0: Solução que está menos afastada da posição atual
  -1: Solução que se encontra no intervalo entre 0° e -179,9999°
  +1: Solução que se encontra no intervalo entre 0° e +180°
  -2: Solução que se encontra no intervalo entre -90° e -179,9999°
  +2: Solução que se encontra entre +90° +180°
- **Q530 Maquinagem alinhada?**: posicionar eixos basculantes para a maquinagem alinhada:
  1: posicionar automaticamente o eixo basculante, guiando a extremidade da ferramenta (MOVE). A posição relativa entre a peça de trabalho e a ferramenta não é alterada. O comando executa um movimento de compensação com os eixos lineares
  2: Posicionar automaticamente o eixo basculante sem guiar a extremidade da ferramenta (TURN)
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao inclinar e ao posicionar previamente, assim como ao posicionar o eixo da ferramenta entre os passos individuais. Indicação em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**











Exemplo

63 CYCL DEF 286 FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM	
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM
Q200=+2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+100	;ALTURA DE SEGURANCA
Q545=0	;ANG.INCLIN.FERRAMENT
Q546=0	;ALTERAR DIR. ROTACAO
Q547=0	;OFFSET ANGULAR
Q550=1	;LADO DE MAQUINAGEM
Q533=0	;DIRECAO PREFERIDA
Q530=2	;MAQUINAGEM ALINHADA
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.

- **Q553 F.ta: offset L início maquinag.?** (incremental): determinar a partir de que desvio longitudinal (L-OFFSET) a ferramenta deve estar em ação. A ferramenta é deslocada na direção longitudinal segundo este valor. Campo de introdução de 0 a 999,9999
- **Q554 Curso de deslocação Deslocação?**: determinar o percurso segundo o qual a fresa é deslocada na respetiva direção axial durante a maquinagem. O desgaste da ferramenta que ocorra pode, assim, ser distribuído por esta área das lâminas da ferramenta. No caso de denteações oblíquas, dessa maneira, é possível limitar as lâminas de ferramenta utilizadas. Se estiver definido 0, a deslocação sincronizada fica inativa.
  Campo de introdução -99,9999 a +99,9999
- **Q548 Deslocação para desbaste?**: número de lâminas segundo o qual o comando desloca a ferramenta na respetiva direção axial ao desbastar. A deslocação faz-se de forma incremental para o parâmetro **Q553**. Introduzindo-se 0, a deslocação fica inativa. Campo de introdução -99 a +99
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q488 Avanço de afundamento**: velocidade de avanço do movimento de passo da ferramenta. O comando interpreta o avanço em milímetros por rotação. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **PREDEF**
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. O comando interpreta o avanço em milímetros por rotação. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa**FAUTO**, **PREDEF**
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. O comando interpreta o avanço em milímetros por rotação. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa**FAUTO**, **PREDEF**
- **Q549 Deslocação para acabamento?**: número de lâminas segundo o qual o comando desloca a ferramenta na direção longitudinal ao fazer o acabamento. A deslocação faz-se de forma incremental para o parâmetro **Q553**. Introduzindo-se 0, a deslocação fica inativa. Campo de introdução -99 a +99

Q553=10	;OFFSET L FERRAMENTA
Q554=0	;DESLOC.SINCRONIZADA
Q548=0	;DESLOC.DESBASTE
Q463=1	;PROFUNDIDADE CORTE MAX.
Q488=0.3	;AVANCO AFUNDAMENTO
Q478=0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q505=0.2	;AVANCO ACABADO
Q549=0	;DESLOC.ACABAMENTO

Verificar e alterar as direções de rotação dos mandris

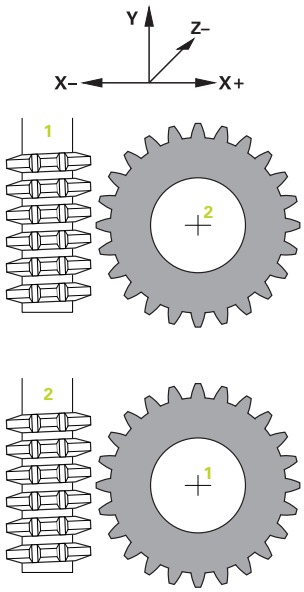
Antes de executar uma maquinagem, verifique se as direções de rotação dos dois mandris estão corretas.

Alteração da direção de rotação no modo de fresagem:

- Mandril mestre **1**: o mandril da ferramenta é comutado para mandril mestre com M3 ou M4. Dessa maneira, determina-se a direção de rotação. A alteração do mandril mestre não interfere na direção de rotação do mandril slave
- Mandril slave **2**: ajuste o valor do parâmetro de introdução **Q546**, para alterar a direção do mandril slave

Alteração da direção de rotação no modo de torneamento:

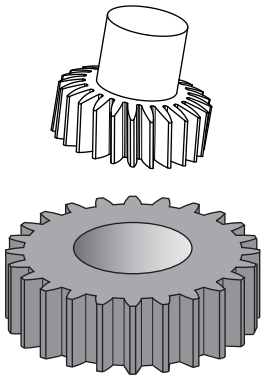
- Mandril mestre **1**: o mandril da peça de trabalho é comutado para mandril mestre com uma função M. Esta função M é específica do fabricante da máquina (M303, M304, ...) Dessa maneira, determina-se a direção de rotação. A alteração do mandril mestre não interfere na direção de rotação do mandril slave
- Mandril slave **2**: ajuste o valor do parâmetro de introdução **Q546**, para alterar a direção do mandril slave



> Em determinadas circunstâncias, defina rotações baixas, para poder avaliar a direção visualmente com segurança.

12.15 APARAR ENGRENAGEM (ciclo 287, DIN/ ISO: G287, opção de software 157)

Execução do ciclo



O ciclo 287 **APARAR ENGRENAGEM** permite produzir engrenagens cilíndricas ou denteações oblíquas com quaisquer ângulos. A formação de aparas resulta, por um lado, do avanço axial da ferramenta e, por outro, do movimento envolvente.

O ciclo permite escolher o lado de maquinagem. O processo de produção para aparar realiza-se através de um movimento rotativo sincronizado do mandril da ferramenta e do mandril da peça de trabalho. Além disso, a fresa desloca-se em direção axial ao longo da peça de trabalho.

Execução do ciclo:

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo da ferramenta à altura segura **Q260** com o avanço **FMAX**. Se a ferramenta já se encontrar num valor do eixo da ferramenta que é maior que **Q260**, não se realiza nenhum movimento

2 Antes da inclinação do plano de maquinagem, o comando posiciona a ferramenta X numa coordenada segura com o avanço **FMAX**. Se a ferramenta já se encontrar sobre uma coordenada no plano de maquinagem que é maior que a coordenada calculada, não se realiza nenhum movimento

3 Agora, o comando inclina o plano de maquinagem com o avanço **Q253**

4 O comando posiciona a ferramenta sobre o ponto inicial do plano de maquinagem com o avanço **FMAX**

5 Em seguida, o comando desloca a ferramenta no eixo da ferramenta para a distância de segurança **Q200** com o avanço **Q253**

6 O comando aproxima ao percurso de implementação. Este percurso é calculado pelo comando. O percurso de implementação é a distância desde a primeira raspagem até se alcançar a profundidade de afundamento completa

7 O comando rola a ferramenta sobre a peça de trabalho a dentear na direção longitudinal com o avanço definido. No primeiro passo do corte **Q586**, o comando desloca com o primeiro avanço **Q588**. Depois, o comando executa valores intermédios nos cortes seguintes, seja como passo ou como avanço. O próprio comando calcula estes valores. No entanto, os valores intermédios do avanço dependem do fator de adaptação do avanço **Q580**. Quando o comando tiver chegado ao último passo **Q587**, no último corte, executa o avanço **Q589**

8 Para isso, a área de maquinagem é delimitada pelo ponto inicial em Z **Q551**+**Q200** e pelo ponto final em Z **Q552** (**Q551** e **Q552** são definidos no ciclo 285). Ao ponto inicial junta-se adicionalmente o percurso de implementação. Este serve para não afundar sobre o diâmetro de maquinagem na peça de trabalho. O próprio comando calcula este percurso.

9 No final da maquinagem, o comando aproxima ao percurso de sobreposição. O percurso de sobreposição serve para acabar de produzir a denteação até ao ponto final. Também este percurso é calculado pelo comando.
10 Quando se encontrar no ponto final, o comando retrai a ferramenta com o avanço **Q253** e posiciona-a novamente no ponto inicial
11 Para terminar, o comando posiciona a ferramenta à altura segura **Q260** com o avanço FMAX
12 Nas denteações oblíquas, as inclinações dos eixos rotativos mantêm-se após o final do ciclo
13 Mova espontaneamente a ferramenta para uma altura segura e volte a inclinar o plano de maquinagem

Ter em atenção ao programar!

O ciclo 287 pode ser usado no modo de fresagem e de torneamento. O ciclo é ativado por CALL.

Caso se encontre em modo de torneamento, antes de chamar o ciclo 287, deve programar o ciclo 801 **RESTAURAR SIST. TORNEAMENTO**.

Antes do início do ciclo, programe a direção de rotação do mandril mestre (mandril de canal).

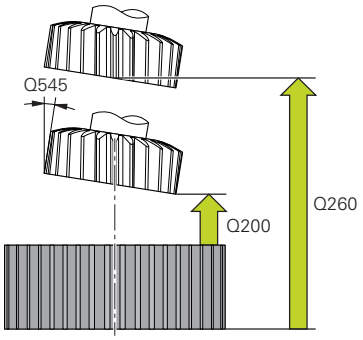
Quanto maior for o fator em **Q580** ADAPTACAO AVANCO, maior é a possibilidade de adaptação ao avanço do último corte. Valor recomendado é de 0,2.

Indique à ferramenta o número de lâminas na tabela de ferramentas.

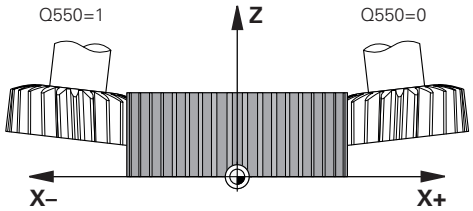
Da quantidade de dentes da engrenagem e da quantidade de lâminas da ferramenta resulta a relação de rotações entre a ferramenta e a peça de trabalho.

Parâmetros de ciclo

- **Q240 Quantidade de cortes?** Quantidade de cortes até à profundidade final
  0: a quantidade de cortes mínima necessária é determinada automaticamente
  1: um corte
  2: dois cortes, sendo aqui considerado apenas o passo no primeiro corte **Q586**. O passo no último corte **Q587** não é aqui tido em consideração
  3-99999: quantidade de cortes programada
- **Q584 Número do primeiro corte?**: determinar o número do corte que o comando executa como primeiro. Campo de introdução 1 a 999



- **Q585 Número do último corte?**: determinar o número em que se pretende que o comando faça o último corte. Campo de introdução 1 a 999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluta) : altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q545 Ângulo de inclinação ferramenta?**: descrever ferramenta: ângulo dos flancos da ferramenta de aparar. Indique este valor de forma decimal. (P. ex., 0°47'=0,7833) Campo de introdução: -60,0000 a +60,0000
- **Q546 Inverter direção rot. mandril?**: alterar a direção de rotação do mandril slave:
  0: a direção de rotação não é alterada
  1: a direção de rotação é alterada
  Mais informações: "Verificar e alterar as direções de rotação dos mandris", Página 373
- **Q547 Offset angular na engrenagem?**: ângulo segundo o qual o comando roda a peça de trabalho no início do ciclo. Campo de introdução: -180,0000 a +180,0000
- **Q550 Lado maquinagem (0=pos./1=neg.)?**: determinar de que lado se realiza a maquinagem.
  0: lado de maquinagem positivo do eixo principal em I-CS
  1: lado de maquinagem negativo em I-CS
- **Q533 Direção prefer. âng. incidência?**: Seleção de possibilidades de incidência alternativas. A partir do ângulo de incidência definido por si, o comando tem de calcular a respetiva posição adequada do eixo basculante existente na máquina. Em regra, obtêm-se sempre duas possibilidades de solução. Através do parâmetro Q533, define-se qual a possibilidade de solução que o comando deve utilizar:
  0: Solução que está menos afastada da posição atual
  -1: Solução que se encontra no intervalo entre 0° e -179,9999°
  +1: Solução que se encontra no intervalo entre 0° e +180°
  -2: Solução que se encontra no intervalo entre -90° e -179,9999°
  +2: Solução que se encontra entre +90° +180°



Exemplo

```
63 CYCL DEF 287 APARAR ENGRENAGEM
  Q240=0      ;QUANTIDADE DE CORTES
  Q584=+1     ;N.O PRIMEIRO CORTE
  Q585=+999   ;N.O ULTIMO CORTE
  Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
  Q260=+100   ;ALTURA DE SEGURANCA
  Q545=0      ;ANG.INCLIN.FERRAMENT
  Q546=0      ;ALTERAR DIR. ROTACAO
  Q547=0      ;OFFSET ANGULAR
  Q550=+1     ;LADO DE MAQUINAGEM
  Q533=0      ;DIRECAO PREFERIDA
  Q530=+2     ;MAQUINAGEM ALINHADA
  Q253=+750   ;AVANCO PRE-POSICION.
  Q586=+1     ;PRIMEIRO PASSO
  Q587=+0.1   ;ULTIMO PASSO
  Q588=+0.2   ;PRIMEIRO AVANCO
  Q589=+0.05;ULTIMO AVANCO
  Q580=+0.2   ;ADAPTACAO AVANCO
```

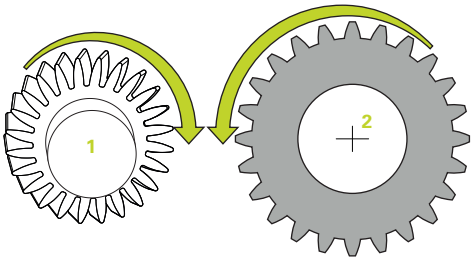
- **Q530 Maquinagem alinhada?**: posicionar eixos basculantes para a maquinagem alinhada:
  1: posicionar automaticamente o eixo basculante, guiando a extremidade da ferramenta (MOVE). A posição relativa entre a peça de trabalho e a ferramenta não é alterada. O comando executa um movimento de compensação com os eixos lineares
  2: Posicionar automaticamente o eixo basculante sem guiar a extremidade da ferramenta (TURN)
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao inclinar e ao posicionar previamente, assim como ao posicionar o eixo da ferramenta entre os passos individuais. Indicação em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Q586 Passo no primeiro corte?** (incremental): medida do passo da ferramenta no primeiro corte. Campo de introdução 0.001 a 99.999
- **Q587 Passo no último corte?** (incremental): medida do passo da ferramenta no último corte. Campo de introdução 0.001 a 99.999
- **Q588 Avanço no primeiro corte?**: velocidade de avanço no primeiro corte. O comando interpreta o avanço em milímetros por rotação. Campo de introdução 0.001 a 99.999
- **Q589 Avanço no último corte?**: velocidade de avanço no último corte. O comando interpreta o avanço em milímetros por rotação. Campo de introdução 0.001 a 99.999
- **Q580 Fator de adaptação do avanço?**: este fator define a redução do avanço. É que o avanço deve diminuir com o aumento do número de cortes. Quanto maior o valor, mais rapidamente se realiza a adaptação dos avanços ao último avanço. Campo de introdução 0.000 a 1.000

Verificar e alterar as direções de rotação dos mandris

Antes de executar uma maquinagem, verifique se as direções de rotação dos dois mandris estão corretas.

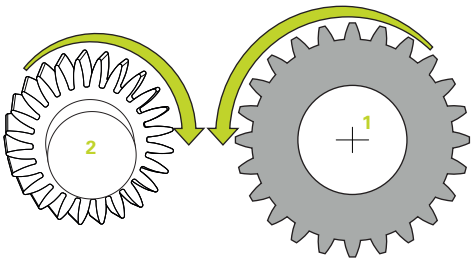
Alteração da direção de rotação no modo de fresagem:

- Mandril mestre **1**: o mandril da ferramenta é comutado para mandril mestre com M3 ou M4. Dessa maneira, determina-se a direção de rotação. A alteração do mandril mestre não interfere na direção de rotação do mandril slave
- Mandril slave **2**: ajuste o valor do parâmetro de introdução Q546, para alterar a direção do mandril slave



Alteração da direção de rotação no modo de torneamento:

- Mandril mestre **1**: o mandril da peça de trabalho é comutado para mandril mestre com uma função M. Esta função M é específica do fabricante da máquina (M303, M304, ...) Dessa maneira, determina-se a direção de rotação. A alteração do mandril mestre não interfere na direção de rotação do mandril slave
- Mandril slave **2**: ajuste o valor do parâmetro de introdução Q546, para alterar a direção do mandril slave

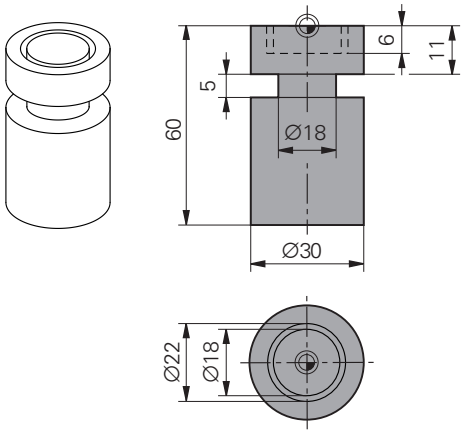


> Em determinadas circunstâncias, defina rotações baixas, para poder avaliar a direção visualmente com segurança.

12.16 Exemplos de programação

Exemplo de torneamento de interpolação, ciclo 291

No programa NC seguinte, utiliza-se o ciclo **291 TORN.INTERPOL.ACOPL.**. Este exemplo ilustra a produção de um recesso axial e radial.



Execução do programa

- Ferramenta de tornear, definida em toolturn.trn: ferramenta N.º 10: TO:1, ORI:0, TYPE:ROUGH, ferramenta para recesso axial
- Ferramenta de tornear, definida em toolturn.trn: ferramenta N.º 11: TO:8, ORI:0, TYPE:ROUGH, ferramenta para recesso radial

Execução do programa

- Chamada de ferramenta: ferramenta para recesso axial
- Início do torneamento de interpolação: descrição e chamada do ciclo 291; Q560=1
- Fim do torneamento de interpolação: descrição e chamada do ciclo 291; Q560=0
- Chamada de ferramenta: ferramenta de punção para recesso radial
- Início do torneamento de interpolação: descrição e chamada do ciclo 291; Q560=1
- Fim do torneamento de interpolação: descrição e chamada do ciclo 291; Q560=0

> Através da conversão do parâmetro Q561, a ferramenta de tornear é representada no gráfico de simulação como ferramenta de fresagem.

0 BEGIN PGM 1 MM	
1 BLK FORM CYLINDER Z R15 L60	Definição do bloco de cilindro
2 TOOL CALL 10	Chamada de ferramenta: ferramenta para recesso axial
3 CC X+0 Y+0	
4 LP PR+30 PA+0 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 291 TORN.INTERPOL.ACOPL.	Ativar torneamento de interpolação
Q560=+1 ;ACOPLAR MANDRIL	
Q336=+0 ;ANGULO CABECOTE	
Q216=+0 ;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+0 ;CENTRO DO 2. EIXO	
Q561=+1 ;FERR.TORN. CONVERTER	
6 CYCL CALL	Chamada do ciclo
7 LP PR+9 PA+0 RR FMAX	Posicionar a ferramenta no plano de maquinagem
8 L Z+10 FMAX	
9 L Z+0.2 F2000	Posicionar a ferramenta no eixo do mandril

10 LBL 1	Puncionar em superfície transversal, corte 0,2 mm, profundidade: 6 mm
11 CP IPA+360 IZ-0.2 DR+ F10000	
12 CALL LBL 1 REP 30	
13 LBL 2	Retirar do recesso, passo: 0,4 mm
14 CP IPA+360 IZ+0.4 DR+	
15 CALL LBL 2 REP15	
16 L Z+200 R0 FMAX	Elevar à distância de segurança, desligar a correção de raio
17 CYCL DEF 291 TORN.INTERPOL.ACOPL.	Finalizar torneamento de interpolação
Q560=+0 ;ACOPLAR MANDRIL	
Q336=+0 ;ANGULO CABECOTE	
Q216=+0 ;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+0 ;CENTRO DO 2. EIXO	
Q561=+0 ;FERR.TORN. CONVERTER	
18 CYCL CALL	Chamada do ciclo
19 TOOL CALL 11	Chamada de ferramenta: ferramenta para recesso radial
20 CC X+0 Y+0	
21 LP PR+25 PA+0 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
22 CYCL DEF 291 TORN.INTERPOL.ACOPL.	Ativar torneamento de interpolação
Q560=+1 ;ACOPLAR MANDRIL	
Q336=+0 ;ANGULO CABECOTE	
Q216=+0 ;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+0 ;CENTRO DO 2. EIXO	
Q561=+1 ;FERR.TORN. CONVERTER	
23 CYCL CALL	Chamada do ciclo
24 LP PR+15.2 PA+0 RR FMAX	Posicionar a ferramenta no plano de maquinagem
25 L Z+10 FMAX	
26 L Z-11 F7000	Posicionar a ferramenta no eixo do mandril
27 LBL 3	Puncionar em superfície lateral, corte 0,2 mm, profundidade: 6 mm
28 CC X+0.1 Y+0	
29 CP IPA+180 DR+ F10000	
30 CC X-0.1 Y+0	
31 CP IPA+180 DR+	
32 CALL LBL 3 REP15	
33 LBL 4	Retirar do recesso, passo: 0,4 mm
34 CC X-0.2 Y+0	
35 CP IPA+180 DR+	
36 CC X+0.2 Y+0	
37 CP IPA+180 DR+	
38 CALL LBL 4 REP8	
39 LP PR+50 FMAX	
40 L Z+200 R0 FMAX	Elevar à distância de segurança, desligar a correção de raio

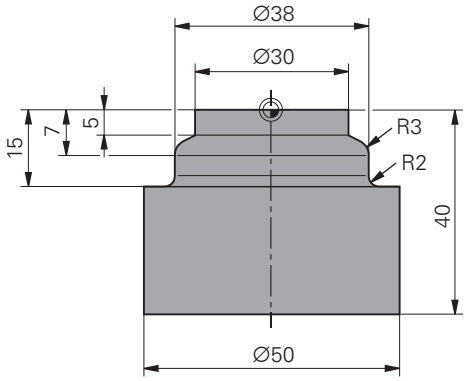
41 CYCL DEF 291 TORN.INTERPOL.ACOPL.	Finalizar torneamento de interpolação
Q560=+0 ;ACOPLAR MANDRIL	
Q336=+0 ;ANGULO CABECOTE	
Q216=+0 ;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+0 ;CENTRO DO 2. EIXO	
Q561=+0 ;FERR.TORN. CONVERTER	
42 CYCL CALL	Chamada do ciclo
43 TOOL CALL 11	Nova **TOOL CALL**, para restaurar a conversão do parâmetro Q561
44 M30	
45 END PGM 1 MM	

Exemplo de torneamento de interpolação, ciclo 292

No programa NC seguinte, utiliza-se o ciclo **292 TORN.INTERP.CONTORNO**. Este exemplo refere-se à produção de um contorno exterior com mandril porta-fresa a rodar.

Execução do programa

- Chamada de ferramenta: fresa D20
- Ciclo 32 Tolerância
- Remissão para o contorno com ciclo 14
- Ciclo 292, Torneamento de interpolação de contorno



0 BEGIN PGM 2 MM	
1 BLK FORM CYLINDER Z R25 L40	Definição do bloco de cilindro
2 TOOL CALL "D20" Z S111	Chamada de ferramenta: fresa de haste D20
3 CYCL DEF 32.0 TOLERÂNCIA	Determinar a tolerância com o ciclo 32
4 CYCL DEF 32.1 T0.05	
5 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1	
6 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Remeter para o contorno em LBL1 com o ciclo 14
7 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTORNO1	
8 CYCL DEF 292 TORN.INTERP.CONTORNO	Definir o ciclo 292
Q560=+1 ;ACOPLAR MANDRIL	
Q336=+0 ;ANGULO CABECOTE	
Q546=+3 ;DIR.ROT.FERRAMENTA	
Q529=+0 ;MODO DE MAQUINAGEM	
Q221=+0 ;MEDIDA EXCED.SUPERF.	
Q441=+1 ;PASSO DE APROXIMACAO	
Q449=+15000 ;AVANCO	
Q491=+15 ;RAIO DO INICIO CONT.	
Q357=+2 ;DIST. SEGUR. LATERAL	
Q445=+50 ;ALTURA DE SEGURANCA	
9 L Z+50 R0 FMAX M3	Posicionamento prévio no eixo da ferramenta, mandril ligado
10 L X+0 Y+0 R0 FMAX M99	Posicionamento prévio sobre o ponto central de rotação no plano de maquinagem, chamada de ciclo
11 LBL 1	LBL1 contém o contorno
12 L Z+2 X+15	
13 L Z-5	
14 L Z-7 X+19	
15 RND R3	
16 L Z-15	
17 RND R2	
18 L X+27	

19 LBL 0	
20 M30	Final do programa
21 END PGM 2 MM	

Exemplo de fresagem envolvente

No programa NC seguinte, utiliza-se o ciclo 286 **FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM**. Este exemplo de programa mostra a produção de uma denteação de chaveta com módulo=1 (diferente da DIN 3960).

Execução do programa

- Chamada da ferramenta: fresa envolvente
- Iniciar o modo de torneamento
- Restaurar o sistema de coordenadas com o ciclo 801
- Aproximar à posição segura
- Definir o ciclo 285
- Chamada do ciclo 286
- Restaurar o sistema de coordenadas com o ciclo 801

0 BEGIN PGM 5 MM	
1 BLK FORM CYLINDER Z D90 L35 DIST+0 DI+58	Definição do bloco de cilindro
2 TOOL CALL "ABWAELZFRAESER"	Chamada da ferramenta
3 FUNCTION MODE TURN	Activar o modo de torneamento
4 CYCL DEF 801 KOORDINATEN-SYSTEM ZURUECKSETZEN	Restaurar o sistema de coordenadas
5 M145	Eliminar um M144 ainda eventualmente ativo
6 FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:OFF S50	Velocidade de corte constante DESLIGADA
7 M140 MB MAX	Retirar a ferramenta
8 L A+0 R0 FMAX	Colocar o eixo rotativo em 0
9 L X0 Y0 R0 FMAX	Posicionar previamente a ferramenta no centro da maquinagem
10 Z+50 R0 FMAX	Posicionar previamente a ferramenta no eixo do mandril
11 CYCL DEF 285 ZAHNRAD DEFINIEREN	Definir o ciclo 285
Q551=+0 ;PONTO INICIAL EM Z	
Q552=-11 ;PONTO FINAL EM Z	
Q540=+1 ;MODULO	
Q541=+90 ;NUMERO DE DENTES	
Q542=+90 ;DIAM.CIRCULO CABECA	
Q563=+1 ;ALTURA DOS DENTES	
Q543=+0.05 ;FOLGA BASE DENTE	
Q544=-10 ;ANGULO DE HELICE	
12 CYCL DEF 286 ZAHNRAD WAELZFRAESEN	Definir o ciclo 286
Q215=+0 ;TIPO DE USINAGEM	
Q200=+2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q260=+30 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q545=+1.6 ;ANG.INCLIN.FERRAMENT	
Q546=+0 ;ALTERAR DIR. ROTACAO	
Q547=+0 ;OFFSET ANGULAR	

Q550=+1	;LADO DE MAQUINAGEM	
Q533=+1	;DIRECAO PREFERIDA	
Q530=+2	;MAQUINAGEM ALINHADA	
Q253=+2222	;AVANCO PRE-POSICION.	
Q553=+5	;OFFSET L FERRAMENTA	
Q554=+10	;DESLOC.SINCRONIZADA	
Q548=+1	;DESLOC.DESBASTE	
Q463=+1	;PROFUNDIDADE CORTE MAX.	
Q488=+0.3	;AVANCO AFUNDAMENTO	
Q478=+0.3	;AVANCO AFUNDAMENTO	
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO	
Q505=+0.2	;AVANCO ACABADO	
Q549=+3	;DESLOC.ACABAMENTO	
13 CYCL CALL M303		Chamar o ciclo, mandril ligado
14 FUNCTION MODE MILL		Ativar o modo de fresagem
15 M140 MB MAX		Retirar a ferramenta no eixo da ferramenta
16 L A+0 C+0 R0 FMAX		Anular a rotação
17 M30		Final do programa
18 END PGM 5 MM		

Exemplo de aparar

No programa NC seguinte, utiliza-se o ciclo 287 **APARAR ENGRENAGEM**. Este exemplo de programa mostra a produção de uma denteação de chaveta com módulo=1 (diferente da DIN 3960).

Execução do programa

- Chamada da ferramenta: fresa de coroa planetária
- Iniciar o modo de torneamento
- Restaurar o sistema de coordenadas com o ciclo 801
- Aproximar à posição segura
- Definir o ciclo 285
- Chamada do ciclo 287
- Restaurar o sistema de coordenadas com o ciclo 801

0 BEGIN PGM 5 MM	
1 BLK FORM CYLINDER Z D90 L35 DIST+0 DI+58	Definição do bloco de cilindro
2 TOOL CALL "Hohlradfraeser"	Chamada da ferramenta
3 FUNCTION MODE TURN	Activar o modo de torneamento
4 CYCL DEF 801 KOORDINATEN-SYSTEM ZURUECKSETZEN	Restaurar o sistema de coordenadas
5 M145	Eliminar um M144 ainda eventualmente ativo
6 FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:OFF S50	Velocidade de corte constante DESLIGADA
7 M140 MB MAX	Retirar a ferramenta
8 L A+0 R0 FMAX	Colocar o eixo rotativo em 0
9 L X0 Y0 R0 FMAX	Posicionar previamente a ferramenta no centro da maquinagem
10 Z+50 R0 FMAX	Posicionar previamente a ferramenta no eixo do mandril
11 CYCL DEF 285 ZAHNRAD DEFINIEREN	Definir o ciclo 285
Q551=+0 ;PONTO INICIAL EM Z	
Q552=-11 ;PONTO FINAL EM Z	
Q540=+1 ;MODULO	
Q541=+90 ;NUMERO DE DENTES	
Q542=+90 ;DIAM.CIRCULO CABECA	
Q563=+1 ;ALTURA DOS DENTES	
Q543=+0.05 ;FOLGA BASE DENTE	
Q544=-10 ;ANGULO DE HELICE	
12 CYCL DEF 287 ZAHNRAD WAELZSCHAELEN	Definir o ciclo 287
Q240=+5 ;QUANTIDADE DE CORTES	
Q584=+1 ;N.O PRIMEIRO CORTE	
Q585=+5 ;N.O ULTIMO CORTE	
Q200=+2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q260=+50 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q545=+20 ;ANG.INCLIN.FERRAMENT	

Q546=+0 ;ALTERAR DIR. ROTACAO	
Q547=+0 ;OFFSET ANGULAR	
Q550=+1 ;LADO DE MAQUINAGEM	
Q533=+1 ;DIRECAO PREFERIDA	
Q530=+2 ;MAQUINAGEM ALINHADA	
Q253=+2222 ;AVANCO PRE-POSICION.	
Q586=+0,4 ;PRIMEIRO PASSO	
Q587=+0,1 ;ULTIMO PASSO	
Q588=+0,4 ;PRIMEIRO AVANCO	
Q589=+0,25 ;ULTIMO AVANCO	
Q580=+0,2 ;ADAPTACAO AVANCO	
13 CYCL CALL M303	Chamar o ciclo, mandril ligado
14 FUNCTION MODE MILL	Activar o modo de fresagem
15 M140 MB MAX	Retirar a ferramenta no eixo da ferramenta
16 L A+0 C+0 R0 FMAX	Anular a rotação
17 M30	Final do programa
18 END PGM 5 MM	

13

Ciclos: Torneamento

13.1 Ciclos de torneamento (opção de software 50)

Resumo

Definir ciclos de torneamento:

- A barra de softkeys mostra os diferentes grupos de ciclos

- Menu para grupo de ciclos: premir a softkey **Tornear**
- Selecionar o grupo de ciclos, p. ex., ciclos para o levantamento de aparas longitudinal
- Selecionar o ciclo, p. ex., TORNEAR ESCALÃO LONGITUDINAL

Para as maquinagens de torneamento, o comando disponibiliza os seguintes ciclos:

Softkey	Grupo de ciclos	Ciclo	Página
CICLOS ESPECIAIS	**Ciclos especiais**		
800		ADAPTAR SISTEMA DE COORDENAdAS (ciclo 800, DIN/ISO: G800)	390
801		RESTAURAR SISTEMA DE COORDENADAS(ciclo 801, DIN/ISO: G801)	396
880		FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM (ciclo 880, DIN/ISO: G880)	492
892		VERIFICAR DESEQUILÍBRIO (ciclo 892, DIN/ISO: G892)	498
LONGITUD	**Ciclos para o levantamento de aparas longitudinal**		398
811		TORNEAR ESCALÃO LONGITUDINAL(ciclo 811, DIN/ISO: G811)	399
812		TORNEAR ESCALÃO LONGITUDINALAVANÇADO (ciclo 812, DIN/ISO: G812)	401
813		TORNEAR AFUNDAMENTO LONGITUDINAL (ciclo 813, DIN/ISO: G813)	404
814		TORNEAR AFUNDAMENTO LONGITUDINAL AVANÇADO(ciclo 814, DIN/ISO: G814)	407
810		TORNEAR CONTORNO LONGITUDINAL (ciclo 810, DIN/ISO: G810)	410
815		TORNEAR PARALELAMENTE AO CONTORNO(ciclo 815, DIN/ISO: G815)	414

Softkey	Grupo de ciclos	Ciclo	Página
TRANSVERS	**Ciclos para o levantamento de aparas transversal**		398
821		TORNEAR ESCALÃO TRANSVERSAL(ciclo 821, DIN/ISO: G821)	417
822		TORNEAR ESCALÃO TRANSVERSALAVANÇADO(ciclo 822, DIN/ISO: G822)	419
823		TORNEAR AFUNDAMENTO TRANSVERSAL(ciclo 823, DIN/ISO: G823)	422
824		TORNEAR AFUNDAMENTO TRANSVERSAL AVANÇADO (ciclo 824, DIN/ISO: G824)	425
820		TORNEAR CONTORNO TRANSVERSAL (ciclo 820, DIN/ISO: G820)	428
810		TORNEAR PARALELAMENTE AO CONTORNO(ciclo 815, DIN/ISO: G815)	414
TORN.	**Ciclos para torneamento de corte**		
841		TORNEAMENTO DE CORTE SIMPLES RADIAL (Ciclo 841, DIN/ISO: G841)	432
842		TORNEAMENTO DE CORTE RADIAL AVANÇADO(Ciclo 842, DIN/ISO: G842)	435
840		TORNEAMENTO DE CORTE DE CONTORNO RADIAL(Ciclo 840, DIN/ISO: G840)	439
851		TORNEAMENTO DE CORTE SIMPLES AXIAL (ciclo 851, DIN/ISO: G851)	443
852		TORNEAMENTO DE CORTE AXIAL AVANÇADO(Ciclo 852, DIN/ISO: G852)	446
850		TORNEAMENTO DE CORTE DE CONTORNO AXIAL(Ciclo 850, DIN/ISO: G850)	450

Softkey	Grupo de ciclos	Ciclo	Página
PUNCIONAR	**Ciclos para o puncionamento**		
861		PUNCIONAMENTO RADIAL (Ciclo 861, DIN/ISO: G861)	453
862		PUNCIONAMENTO RADIAL AVANÇADO (Ciclo 862, DIN/ISO: G862)	456
860		PUNCIONAMENTO DE CONTORNO RADIAL (Ciclo 860, DIN/ISO: G860)	460
871		PUNCIONAMENTO AXIAL (ciclo 871, DIN/ISO: G871)	464
872		PUNCIONAMENTO AXIAL AVANÇADO (Ciclo 872, DIN/ISO: G872)	467
870		PUNCIONAMENTO DE CONTORNO AXIAL (Ciclo 870, DIN/ISO: G870)	471
ROSCADO	**Ciclos para a roscagem**		
831		ROSCA LONGITUDINAL (Ciclo 831, DIN/ISO: G831)	476
832		ROSCA AVANÇADA (Ciclo 832, DIN/ISO: G832)	480
830		ROSCA PARALELA AO CONTORNO(Ciclo 830, DIN/ISO: G830)	484
	Ciclo para torneamento simultâneo		
883		TORNEAR ACABAMENTO SIMULTANEO (ciclo 883, DIN/ISO: G883), (opção de software #158)	488

Trabalhar com ciclos de torneamento

Só pode utilizar os ciclos de torneamento no modo de torneamento **FUNCTION MODE TURN**.

Em ciclos de torneamento, o comando tem em conta a geometria da lâmina (**TO, RS, P-ANGLE, T-ANGLE**) da ferramenta, a fim de evitar a ocorrência de danos nos elementos de contorno definidos. O comando emite um aviso, caso não seja possível executar a maquinagem completa do contorno com a ferramenta ativa.

Pode utilizar os ciclos de torneamento tanto com a maquinagem exterior como com a maquinagem interior. Dependendo do respetivo ciclo o comando deteta a posição de maquinagem (maquinagem exterior/interior) com base na posição inicial ou na posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Em alguns ciclos, também pode introduzir a posição de maquinagem diretamente no ciclo. Após uma mudança da posição de maquinagem, verifique a posição da ferramenta e a direção de torneamento.

Se programar **M136** antes de um ciclo, o comando interpreta valores de avanço no ciclo em mm/rotação, sem **M136** em mm/min.

Se executar ciclos de torneamento durante uma maquinagem alinhada (**M144**), os ângulos da ferramenta alteram-se relativamente ao contorno. O comando tem em conta automaticamente estas alterações e pode monitorizar também a maquinagem no estado alinhado para danos no contorno.

Alguns ciclos maquinam contornos descritos por si num subprograma. Pode programar estes contornos com funções de trajetória Klartext ou funções FK. Antes da chamada de ciclo, tem de programar o ciclo **14 CONTORNO** para definir o número do subprograma.

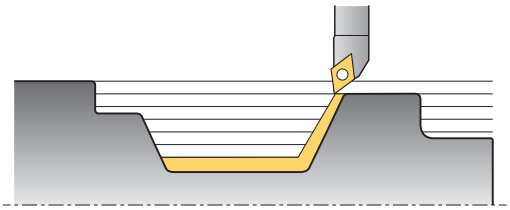
Os ciclos de torneamento 81x - 87x e também o 880 têm de ser chamados com **CYCL CALL** ou **M99**. Em qualquer caso, antes de uma chamada de ciclo, programe o seguinte:

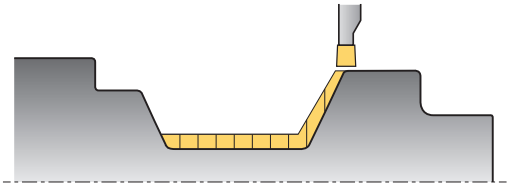
- Modo de torneamento **FUNCTION MODE TURN**
- Chamada de ferramenta **TOOL CALL**
- Sentido de rotação do mandril de torneamento, p. ex. **M303**
- Seleção das rotações/velocidade de corte **FUNCTION TURNDATA SPIN**
- Utilizar avanços por rotação mm/U, **M136**
- Posicionamento da ferramenta no ponto inicial adequado, p. ex., **L X+130 Y+0 R0 FMAX**
- Adaptação do sistema de coordenadas e alinhamento da ferramenta **CYCL DEF 800 ADAPTAR SIST.ROTATIV**

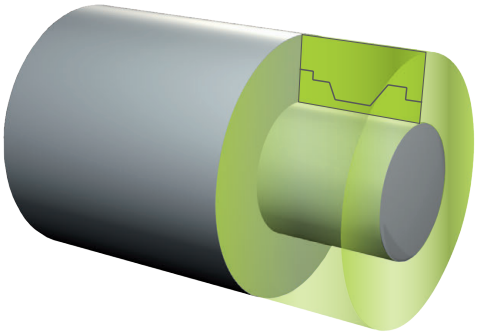
Seguimento do bloco (FUNCTION TURNDATA)

Na maquinagem de torneamento, frequentemente, é necessário maquinar as peças de trabalho com várias ferramentas. Muitas vezes, não é possível acabar de maquinar um elemento de contorno com uma ferramenta, porque a forma da ferramenta não o permite (p. ex., numa indentação). Nesse caso, diferentes áreas da peça devem ser novamente maquinadas com outras ferramentas. Graças ao seguimento do bloco, o comando reconhece as áreas já maquinadas e ajusta todos os percursos de aproximação e afastamento à situação de maquinagem atual. Devido a percursos de levantamento de aparas mais curtos, evitam-se cortes em vazio e reduz-se claramente o tempo de maquinagem.

Para ativar o seguimento do bloco, programe a função **TURNDATA BLANK** e associe-a a um programa NC ou subprograma com uma descrição do bloco. O bloco definido em **TURNDATA BLANK** determina a área onde se deve maquinar tendo em consideração o seguimento do bloco. Para desligar o seguimento do bloco, programe **TURNDATA BLANK OFF**.







AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Com o seguimento do bloco, o comando otimiza áreas de maquinagem e movimentos de aproximação. O comando tem em consideração os movimentos de aproximação e e afastamento do respetivo bloco seguido. A peça de trabalho e a ferramenta podem ficar danificadas, caso áreas da peça pronta sobressaiam do bloco.

- Definir o bloco maior que a peça pronta

O seguimento do bloco só é possível na maquinagem de ciclo em modo de torneamento (**FUNCTION MODE TURN**).

Para o seguimento do bloco, é necessário definir um contorno fechado como bloco (pos. inicial = pos. final). O bloco corresponde à secção transversal de um corpo rotacionalmente simétrico.

Para definir o bloco, o comando oferece diferentes possibilidades:

Softkey	Definição do bloco
BLANK OFF	Desligar o seguimento do bloco **TURNDATA BLANK OFF**: sem introdução
BLANK <FILE>	Definição do bloco num programa NC: introduzir o nome do ficheiro
BLANK <FILE>=QS	Definição do bloco num programa NC: introduzir o parâmetro string com o nome do programa
BLANK LBL NR	Definição do bloco num subprograma: introduzir o número do subprograma
BLANK LBL NAME	Definição do bloco num subprograma: introduzir o nome do subprograma
BLANK LBL QS	Definição do bloco num subprograma: introduzir o parâmetro string com o nome do subprograma

Ativar o seguimento do bloco e definir o bloco:

SPEC FCT
- Mostrar barra de softkeys com funções especiais

FUNCÕES BÁSICAS TORNEAR
- Menu: premir a softkey **FUNÇÕES BÁSICAS TORNEAR**

FUNCTION TURNDATA
- Premir a softkey **FUNÇÕES BÁSICAS**

TURNDATA BLANK
- Selecionar a função para a definição do bloco

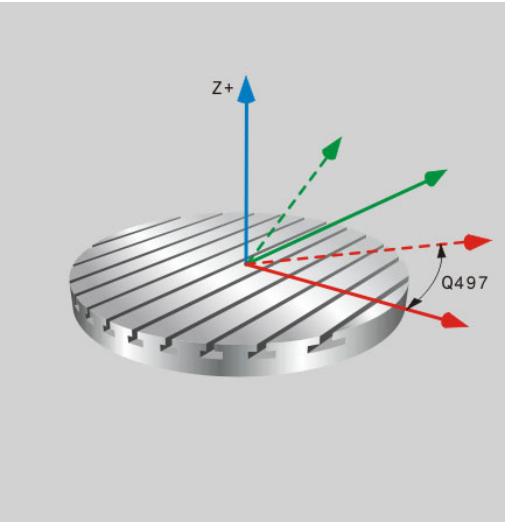
Exemplo

```
11 FUNCTION TURNDATABLANK LBL 20
```

13.2 ADAPTAR SISTEMA DE COORDENAdAS (ciclo 800, DIN/ISO: G800)

Aplicação

Esta função deverá ser ajustada pelo fabricante da máquina.



Para poder executar uma maquinagem de torneamento, deve colocar a ferramenta na posição adequada ao mandril de torneamento. Para isso, pode utilizar o ciclo **800 ADAPTAR SISTEMA DE TORNEAMENTO**.

Na maquinagem de torneamento, o ângulo de incidência entre a ferramenta e o mandril de torneamento é importante para, p. ex., maquinar contornos com cortes traseiros. No ciclo 800 estão disponíveis várias possibilidades de ajuste do sistema de coordenadas a uma maquinagem alinhada:

- Se o eixo basculante já estiver posicionado para uma maquinagem alinhada, é possível ajustar o sistema de coordenadas à posição dos eixos basculantes com o ciclo 800 (**Q530=0**)
- O ciclo 800 calcula o ângulo do eixo basculante necessário com base no ângulo de incidência Q531. Dependendo da estratégia selecionada no parâmetro **MAQUINAGEM ALINHADA Q530**, o comando posiciona o eixo basculante com (**Q530=1**) ou sem movimento de compensação (**Q530=2**)
- O ciclo 800 calcula o ângulo do eixo basculante necessário com base no ângulo de incidência **Q531**, mas não executa o posicionamento do eixo basculante (**Q530=3**). O próprio operador deve posicionar o eixo basculante para os valores calculados Q120 (Eixo A), Q121 (Eixo B) e Q122 (Eixo C).

Caso modifique uma posição do eixo basculante, deverá executar novamente o ciclo 800, para alinhar o sistema de coordenadas.

Estando o eixo do mandril porta-fresa e o eixo do mandril de torneamento alinhados paralelamente um ao outro, pode definir uma rotação qualquer do sistema de coordenadas em torno do eixo do mandril (Eixo Z) com o **Ângulo de precessão Q497**. Isto pode ser necessário se, por falta de espaço, tenha de colocar a ferramenta numa determinada posição ou quando deseje observar melhor um processo de maquinagem. Se os eixos do mandril de torneamento e do mandril porta-fresa não estiverem alinhados paralelamente, são plausíveis apenas dois ângulos de precessão para a maquinagem. O comando seleciona o ângulo mais próximo do valor de introdução **Q497**.

O ciclo 800 posiciona o mandril porta-fresa de modo a que a lâmina da ferramenta fique alinhada ao contorno de torneamento. Aqui também é possível utilizar a ferramenta espelhada (**INVERTER FERRAMENTA Q498**), pelo que o mandril porta-fresa é posicionado com uma deslocação de 180º. Deste modo, pode-se utilizar uma ferramenta tanto para maquinagens interiores como para exteriores. Posicione a lâmina da ferramenta no centro do mandril de torneamento com um bloco de deslocação, p. ex., **L Y+0 R0 FMAX**.

Torneamento excêntrico

Por vezes, não é possível fixar uma peça de trabalho de modo a que o eixo do centro de rotação fique alinhado com o eixo do mandril de torneamento. É o que acontece, p. ex., em peças de trabalho grandes ou rotacionalmente assimétricas. Não obstante, com a função Torneamento excêntrico **Q535** no ciclo 800, é possível executar maquinagens de torneamento.

No torneamento excêntrico, são acoplados vários eixos lineares ao mandril de torneamento. O comando compensa a excentricidade através de um movimento de compensação circular com eixos lineares acoplados.

Esta função deve ser ativada e ajustada pelo fabricante da máquina.

Com elevadas rotações e grande excentricidade, são necessários altos avanços dos eixos lineares para executar os movimentos sincronizadamente. Se não for possível respeitar estes avanços, o contorno ficará danificado. Por isso, o comando emite um aviso, caso se excedam 80 % da velocidade ou aceleração máximas de um eixo. Neste caso, diminua as rotações.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante o acoplamento e o desacoplamento, o comando realiza movimentos de compensação. Preste atenção a eventuais colisões.

- Efetuar o acoplamento ou desacoplamento somente com o mandril de torneamento parado

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

No torneamento excêntrico, a supervisão de colisão DCM não está ativa. Durante o torneamento excêntrico, o comando mostra a respetiva mensagem de aviso.

- Prestar atenção a eventuais colisões

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Através da rotação da peça de trabalho formam-se forças centrífugas que podem causar trepidações (vibrações de ressonância) em função do desequilíbrio. Com isso, o processo de maquinagem é influenciado negativamente e o tempo de vida da ferramenta diminuído.

- Selecionar os dados tecnológicos de modo a que não ocorram trepidações (vibrações de ressonância)

Execute um corte de teste antes da maquinagem propriamente dita, para se assegurar de que é possível alcançar as velocidades necessárias.

O comando mostra as posições resultantes da compensação dos eixos lineares somente na visualização de posição do valor REAL.

Atuação

Com o ciclo 800 **ADAPTAR SIST.ROTATIV**, o comando alinha o sistema de coordenadas da peça de trabalho e orienta a ferramenta de forma correspondente. O ciclo 800 atua até ser anulado pelo ciclo 801 ou até que o ciclo 800 seja definido novamente. Além disso, algumas funções do ciclo 800 são anuladas por outros fatores:

- O espelhamento dos dados de ferramenta (**Q498 INVERTER FERRAMENTA**) é anulado por uma chamada de ferramenta **TOOL CALL**.
- A função **TORNEAMENTO EXCENTR. Q535** é anulada no final do programa ou por um cancelamento do programa (paragem interna).

Ter em atenção ao programar!

Consulte o manual da sua máquina!

O ciclo 800 **ADAPTAR SIST.ROTATIV** depende da máquina. Consulte o manual da sua máquina!

A opção de software #50 deve estar ativada.

A opção de software #135 deve estar ativada.

O fabricante da máquina determina a configuração da sua máquina. Caso o mandril da ferramenta tenha sido definido como eixo na cinemática nesta configuração, o potenciómetro de avanço atua em movimentos com o ciclo 800.

O fabricante da máquina pode determinar com que exatidão o ângulo de precessão alinha a ferramenta.

A ferramenta tem de ser fixa e medida na posição correta.

Só é possível espelhar os dados de ferramenta (**Q498 INVERTER FERRAMENTA**) se estiver selecionada uma ferramenta de tornear.

Antes da maquinagem, verifique a orientação da ferramenta.

Para restaurar o ciclo 800, programe o ciclo 801 **RESTAURAR SIST. TORNEAMENTO**.

O ciclo 800 limita a velocidade máxima permitida no torneamento excêntrico. Esta resulta de uma configuração dependente da máquina (que o fabricante da máquina realiza) e da dimensão da excentricidade. É possível que, antes da programação do ciclo 800, se tenha programado um limite de rotações com **FUNCTION TURNDATA SMAX**. Se o valor deste limite de rotações for inferior ao limite de rotações calculado pelo ciclo 800, atua o valor menor. Para restaurar o ciclo 800, programe o ciclo 801. Dessa forma, restaura-se também o limite de rotações definido pelo ciclo. Em seguida, atua novamente o limite de rotações que se tenha programado antes da chamada de ciclo com **FUNCTION TURNDATA SMAX**.

Se, no parâmetro **Q530 Maquinagem alinhada**, forem utilizadas as definições 1: MOVE, 2: TURN und 3: STAY, o comando (consoante a configuração da máquina) ativa a função **M144** ou TCPM (**Mais informações:** Manual do Utilizador Preparar, testar e executar programas NC)

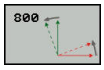
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Quando **Q498**=1 e se programe para isso a função **FUNCTION LIFTOFF ANGLE TCS**, podem obter-se dois resultados diferentes, dependendo da configuração. Se o mandril da ferramenta estiver definido como eixo, o **LIFTOFF** roda em conjunto com a inversão da ferramenta. Se o mandril da ferramenta estiver definido como transformação cinemática, o **LIFTOFFnão** roda em conjunto ao inverter a ferramenta.

- Testar o programa NC ou a secção de programa **Execucao passo a passo** com cuidado
- Se necessário, mudar o sinal do ângulo SPB definido

Parâmetros de ciclo



- **Q497 Ângulo de precessão?**: Ângulo pelo qual o comando alinha a ferramenta. Campo de introdução de 0 a 359,9999
- **Q498 Inverter ferr.ta (0=não/1=sim)?**: Espelhar a ferramenta para maquinagem interior/exterior. Campo de introdução 0 e 1
- **Q530 Maquinagem alinhada?**: posicionar eixos basculantes para a maquinagem alinhada:
  0: Posição do eixo basculante mantida (o eixo deve ter sido previamente posicionado)
  1: Posicionar automaticamente o eixo basculante, guiando a extremidade da ferramenta (MOVE). A posição relativa entre a peça de trabalho e a ferramenta não é alterada. O comando executa um movimento de compensação com os eixos lineares
  2: Posicionar automaticamente o eixo basculante sem guiar a extremidade da ferramenta (TURN)
  3: Não posicionar o eixo basculante. Posicione os eixos basculantes num bloco de posicionamento seguinte e separado (STAY). O comando memoriza os valores de posição nos parâmetros Q120 (Eixo A), Q121 (Eixo B) e Q122 (Eixo C)
- **Q531 Ângulo de incidência?**: Ângulo de incidência para alinhamento da ferramenta. Campo de introdução: de -180° a +180°
- **Q532 Posicionamento do avanço?**: Velocidade de deslocação do eixo basculante no posicionamento automático. Campo de introdução de 0,001 a 99999,999

- **Q533 Direção prefer. âng. incidência?**: Seleção de possibilidades de incidência alternativas.
  A partir do ângulo de incidência definido pelo operador, o comando tem de calcular a respetiva posição adequada do eixo basculante existente na máquina. Em regra, obtêm-se sempre duas possibilidades de solução. Através do parâmetro Q533, define-se qual a possibilidade de solução que o comando deve utilizar:
  0: Solução que está menos afastada da posição atual
  -1: Solução que se encontra no intervalo entre 0° e -179,9999°
  +1: Solução que se encontra no intervalo entre 0° e +180°
  -2: Solução que se encontra no intervalo entre -90° e -179,9999°
  +2: Solução que se encontra entre +90° +180°
- **Q535 Torneamento excêntrico?**: acoplar os eixos para a maquinagem de torneamento excêntrico:
  0: Suprimir acoplamentos de eixos
  1: Ativar acoplamentos de eixos. O centro de rotação encontra-se no ponto de referência ativo
  2: Ativar acoplamentos de eixos. O centro de rotação encontra-se no ponto zero ativo
  3: Não modificar os acoplamentos de eixos
- **Q536 Torneamento excêntr sem paragem?**: Interromper a execução do programa antes do acoplamento de eixos:
  0: Paragem antes de um novo acoplamento de eixos. Estando parado, o comando abre uma janela na qual se visualizam o valor da excentricidade e a deflexão máxima dos vários eixos. Em seguida, pode continuar a maquinagem com **NC-Start** ou interrompê-la com a softkey **CANCELAR**
  1: Acoplamento de eixos sem paragem prévia

13.3 RESTAURAR SISTEMA DE COORDENADAS (ciclo 801, DIN/ISO: G801)

Ter em atenção ao programar!

O ciclo 801 **RESTAURAR SIST. TORNEAMENTO** depende da máquina. Consulte o manual da sua máquina!

Com o ciclo 801 **RESTAURAR SIST. TORNEAMENTO**, é possível restaurar configurações que tenham sido efetuadas com o ciclo 800 **ADAPTAR SIST.ROTATIV**.

Para restaurar o ciclo 800, programe o ciclo 801 **RESTAURAR SIST. TORNEAMENTO**.

O ciclo 800 limita a velocidade máxima permitida no torneamento excêntrico. Esta resulta de uma configuração dependente da máquina (que o fabricante da máquina realiza) e da dimensão da excentricidade. É possível que, antes da programação do ciclo 800, se tenha programado um limite de rotações com **FUNCTION TURNDATA SMAX**. Se o valor deste limite de rotações for inferior ao limite de rotações calculado pelo ciclo 800, atua o valor menor. Para restaurar o ciclo 800, programe o ciclo 801. Dessa forma, restaura-se também o limite de rotações definido pelo ciclo. Em seguida, atua novamente o limite de rotações que se tenha programado antes da chamada de ciclo com **FUNCTION TURNDATA SMAX**.

Atuação

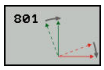
O ciclo 801 restaura definições seguintes que se tenham programado com o ciclo 800:

- Ângulo de precessão Q497
- Inverter ferramenta Q498

Se tiver executado a função de torneamento excêntrico com o ciclo 800, tenha em conta o seguinte: O ciclo 800 limita a velocidade máxima permitida no torneamento excêntrico. Esta resulta de uma configuração dependente da máquina (que o fabricante da máquina realiza) e da dimensão da excentricidade. É possível que, antes da programação do ciclo 800, se tenha programado um limite de rotações com **FUNCTION TURNDATA SMAX**. Se o valor deste limite de rotações for inferior ao limite de rotações calculado pelo ciclo 800, atua o valor menor. Para restaurar o ciclo 800, programe o ciclo 801. Dessa forma, restaura-se também o limite de rotações definido pelo ciclo. Em seguida, atua novamente o limite de rotações que se tenha programado antes da chamada de ciclo com **FUNCTION TURNDATA SMAX**.

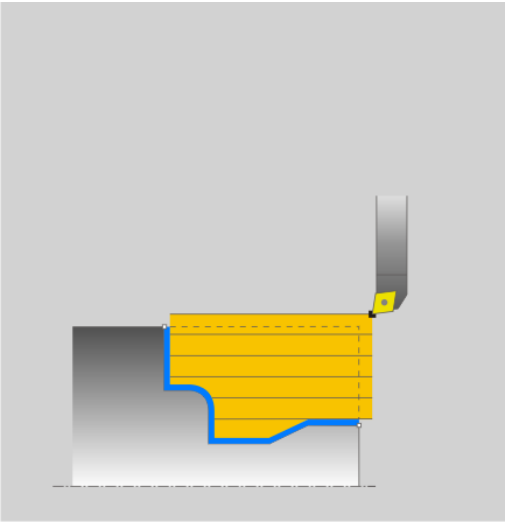
Com o ciclo 801, a ferramenta não é orientada para a posição de saída. Caso uma ferramenta tenha sido orientada com o ciclo 800, a ferramenta permanece nesta posição também depois do restauro.

Parâmetros de ciclo



- O ciclo 801 não possui qualquer parâmetro de ciclo. Termine a introdução de ciclo com a tecla **END**

13.4 Noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas



O posicionamento prévio da ferramenta influencia de forma determinante a área de trabalho do ciclo e, deste modo, também o tempo de maquinagem. Ao desbastar, o ponto inicial dos ciclos corresponde à posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. No cálculo da área de levantamento de aparas ou do contorno definido no ciclo, o comando tem em conta o ponto inicial e o ponto final definido no ciclo. Se o ponto inicial se encontrar dentro da área de levantamento de aparas, o comando posiciona previamente a ferramenta em alguns ciclos à distância de segurança.

A direção de levantamento de aparas é longitudinal, nos ciclos 81x, relativamente ao eixo rotativo e transversal, nos ciclos 82x, relativamente ao eixo rotativo. No ciclo 815, os movimentos ocorrem paralelamente ao contorno.

Pode utilizar os ciclos para as maquinagens interior e exterior. O comando obtém as informações relativas a este assunto a partir da posição da ferramenta ou da definição no ciclo (ver "Trabalhar com ciclos de torneamento", Página 387).

Em ciclos em que o contorno definido tenha sido maquinado (ciclos 810, 820 e 815), a direção de programação do contorno decide a direção de maquinagem.

Nos ciclos para levantamento de aparas, pode optar entre as estratégias de maquinagem desbaste, acabamento e maquinagem completa.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Na operação de acabamento, os ciclos de remoção de aparas posicionam a ferramenta automaticamente no ponto inicial. A estratégia de aproximação é influenciada pela posição da ferramenta ao chamar o ciclo. Neste caso, é determinante se a ferramenta se encontra dentro ou fora de um contorno de envelope quando o ciclo é chamado. O contorno de envelope é um contorno programado e ampliado à distância de segurança. Se a ferramenta se encontra dentro do contorno de envelope, o ciclo posiciona a ferramenta com o avanço definido no percurso direto para a posição inicial. Com isso, podem ocorrer danos no contorno.

- Pré-posicione a ferramenta de modo a que a aproximação ao ponto inicial possa ser feita sem danos no contorno
- Se a ferramenta se encontra fora do contorno de envelope, o posicionamento realiza-se em marcha rápida até ao contorno de envelope e no avanço programado dentro do contorno de envelope.

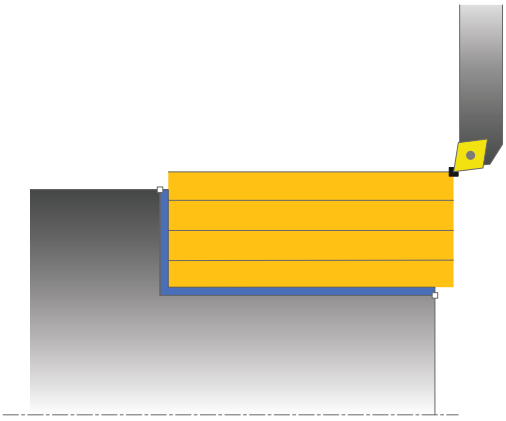
13.5 TORNEAR ESCALÃO LONGITUDINAL (ciclo 811, DIN/ISO: G811)

Aplicação

Com este ciclo, pode tornear longitudinalmente escalões retangulares.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se, durante a chamada de ciclo, a ferramenta se encontrar fora do contorno a maquinar, o ciclo realiza uma maquinagem exterior. Se a ferramenta se encontrar dentro do contorno a maquinar, o ciclo realiza uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

O ciclo maquina a área desde a posição da ferramenta até ao ponto final definido no ciclo.

1 O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2 O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção longitudinal com o avanço definido **Q478**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo o valor de corte.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5 O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

1 O comando desloca a ferramenta na coordenada Z à distância de segurança **Q460**. O movimento ocorre em marcha rápida.
2 O comando realiza, em marcha rápida, o movimento de corte paralelo ao eixo.
3 O comando desbasta o contorno da peça pronta com o avanço definido Q505.
4 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

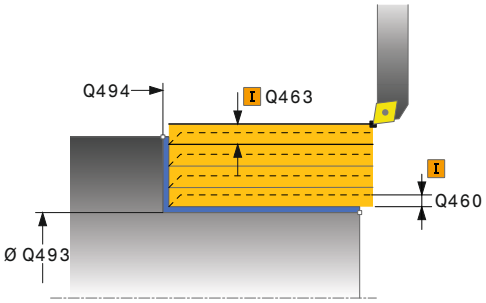
Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

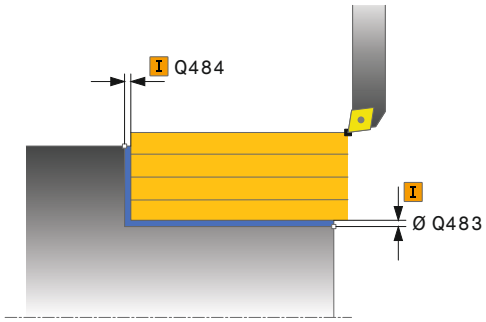
A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q506 Alisamento do contorno (0/1/2)?**:
  0: após cada corte ao longo do contorno (dentro da área de passo)
  1: alisamento do contorno após o último corte (todo o contorno); suprimir abaixo de 45°
  2: sem alisamento do contorno; suprimir abaixo de 45°





Exemplo

```
11 CYCL DEF 811  ESCALAO
   LONGITUDINAL
      Q215=+0      ;TIPO DE USINAGEM
      Q460=+2      ;SAFETY CLEARANCE
      Q493=+50     ;FIM DE CONTORNO X
      Q494=-55     ;FIM DE CONTORNO Z
      Q463=+3      ;PROFUNDIDADE CORTE
                   MAX.
      Q478=+0.3    ;AVANCO DESBASTE
      Q483=+0.4    ;MEDIDA EXCEDENTE
                   DIAMETRO
      Q484=+0.2    ;MEDIDA EXCEDENTE Z
      Q505=+0.2    ;AVANCO ACABADO
      Q506=+0      ;ALISAMENTO DO
                   CONTORNO
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.6 TORNEAR ESCALÃO LONGITUDINAL AVANÇADO (ciclo 812, DIN/ISO: G812)

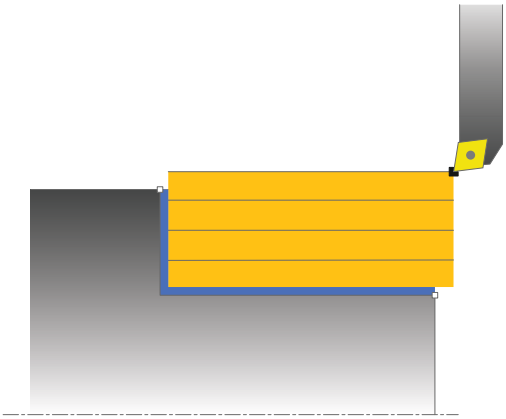
Aplicação

Com este ciclo, pode tornear longitudinalmente escalões. Gama de funções avançada:

- No início e no final do contorno, pode inserir um chanfre ou arredondamento
- No ciclo, pode definir o ângulo para a superfície transversal e periférica
- Na esquina de contorno, pode inserir um raio

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for superior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o diâmetro inicial Q491 for inferior ao diâmetro final Q493, o ciclo executa uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso o ponto inicial se encontre dentro da área de levantamento de aparas, o comando posiciona a ferramenta na coordenada X e, seguidamente, na coordenada Z, à distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

1. O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2. O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção longitudinal com o avanço definido **Q478**.
3. O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo o valor de corte.
4. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5. O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

Caso o ponto inicial se encontre dentro da área de levantamento de aparas, o comando posiciona previamente a ferramenta na coordenada Z à distância de segurança.

1 O comando realiza, em marcha rápida, o movimento de corte paralelo ao eixo.
2 O comando desbasta o contorno da peça pronta (desde o ponto inicial do contorno até ao ponto final do contorno) com o avanço definido Q505.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

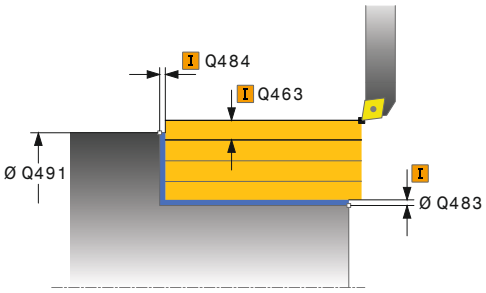
Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para uma posição segura com correção de raio **R0**.

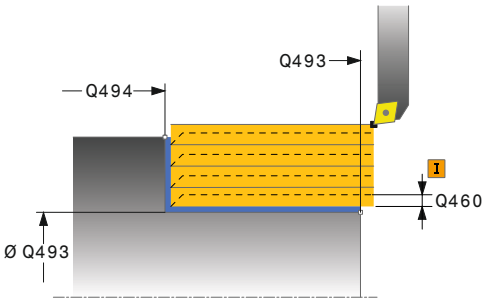
A posição da ferramenta na chamada do ciclo (ponto inicial do ciclo) influencia a área de levantamento de aparas

Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q493 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial do contorno
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q495 Ângulo superfície periférica?**: ângulo entre a superfície periférica e o eixo rotativo





- **Q501 Tipo elemento inicial (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no início de contorno (superfície periférica):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q502 Tamanho do elemento inicial?**: tamanho do elemento inicial (secção do chanfro)
- **Q500 Raio da esquina do contorno?**: raio da esquina interior do contorno. Se não for indicado um raio, obtém-se o raio da placa de corte.
- **Q496 Ângulo superfície transversal?**: ângulo entre a superfície transversal e o eixo rotativo
- **Q503 Tipo do elemento final (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no final do contorno (superfície transversal):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q504 Tamanho do elemento final?**: tamanho do elemento final (secção do chanfro)
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q506 Alisamento do contorno (0/1/2)?**:
  0: após cada corte ao longo do contorno (dentro da área de passo)
  1: alisamento do contorno após o último corte (todo o contorno); suprimir abaixo de 45°
  2: sem alisamento do contorno; suprimir abaixo de 45°

Exemplo

```
11 CYCL DEF 812  ESCALAO LONGIT. AV.
   Q215=+0      ;TIPO DE USINAGEM
   Q460=+2      ;SAFETY CLEARANCE
   Q491=+75     ;INICIO CONTORNO
                DIAMETRO
   Q492=+0      ;INICIO DE CONTORNO Z
   Q493=+50     ;FIM DE CONTORNO X
   Q494=-55     ;FIM DE CONTORNO Z
   Q495=+5      ;ANGULO SUPERF.
                PERIFERICA
   Q501=+1      ;TIPO DE ELEMENTO
                INICIAL
   Q502=+0.5    ;TAMANHO ELEMENTO
                INICIAL
   Q500=+1.5    ;RAIO ESQUINA DE
                CONTORNO
   Q496=+0      ;ANGULO
                SUPERF.TRANSVERSAL
   Q503=+1      ;TIPO DE ELEMENTO
                FINAL
   Q504=+0.5    ;TAMANHO ELEMENTO
                FINAL
   Q463=+3      ;PROFUNDIDADE CORTE
                MAX.
   Q478=+0.3    ;AVANCO DESBASTE
   Q483=+0.4    ;MEDIDA EXCEDENTE
                DIAMETRO
   Q484=+0.2    ;MEDIDA EXCEDENTE Z
   Q505=+0.2    ;AVANCO ACABADO
   Q506=+0      ;ALISAMENTO DO
                CONTORNO
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX M303
13 CYCL CALL
```

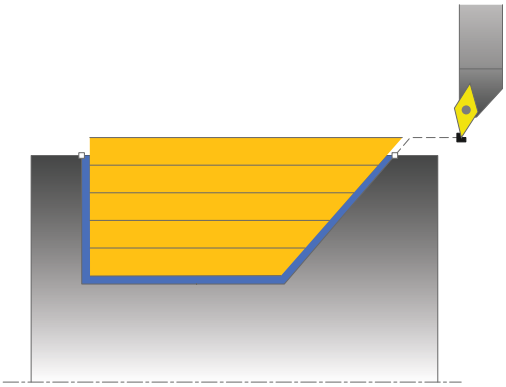
13.7 TORNEAR AFUNDAMENTO LONGITUDINAL (ciclo 813, DIN/ISO: G813)

Aplicação

Com este ciclo, pode tornear longitudinalmente escalões com elementos de afundamento (cortes traseiros).

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for superior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for inferior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao **Q492 Início de contorno Z**, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, na distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

Dentro dos cortes traseiros, o comando realiza o passo com o avanço **Q478**. Os movimentos de retração ocorrem à respetiva distância de segurança.

1 O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2 O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção longitudinal com o avanço definido **Q478**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo o valor de corte.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5 O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

1 O comando realiza o movimento de corte em marcha rápida.
2 O comando desbasta o contorno da peça pronta (desde o ponto inicial do contorno até ao ponto final do contorno) com o avanço definido **Q505**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para uma posição segura com correção de raio **R0**.

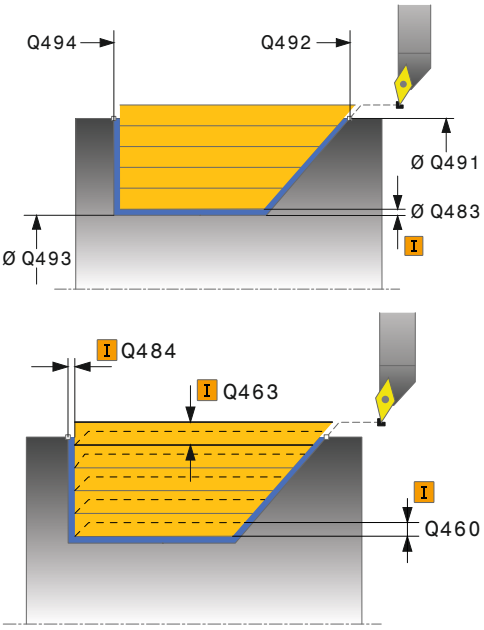
A posição da ferramenta na chamada do ciclo (ponto inicial do ciclo) influencia a área de levantamento de aparas

O comando tem em conta a geometria da lâmina da ferramenta, a fim de evitar a ocorrência de danos nos elementos de contorno. Se não for possível uma maquinagem completa com a ferramenta ativa, o comando emite um aviso.

Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q493 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial do percurso de afundamento
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q495 Ângulo do flanco?**: ângulo do flanco afundável. O ângulo de referência é o perpendicular ao eixo rotativo.
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q506 Alisamento do contorno (0/1/2)?**:
  0: após cada corte ao longo do contorno (dentro da área de passo)
  1: alisamento do contorno após o último corte (todo o contorno); suprimir abaixo de 45°
  2: sem alisamento do contorno; suprimir abaixo de 45°



Exemplo

11 CYCL DEF 813 TORNEAR AFUNDAR LONGITUDINAL	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q491=+75	;INICIO CONTORNO DIAMETRO
Q492=-10	;INICIO DE CONTORNO Z
Q493=+50	;FIM DE CONTORNO X
Q494=-55	;FIM DE CONTORNO Z
Q495=+70	;ANGULO FLANCO
Q463=+3	;PROFUNDIDADE CORTE MAX.
Q478=+0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2	;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2	;AVANCO ACABADO
Q506=+0	;ALISAMENTO DO CONTORNO
12 L X+75 Y+0 Z+2 FMAX M303	
13 CYCL CALL	

13.8 TORNEAR AFUNDAMENTO LONGITUDINAL AVANÇADO (ciclo 814, DIN/ISO: G814)

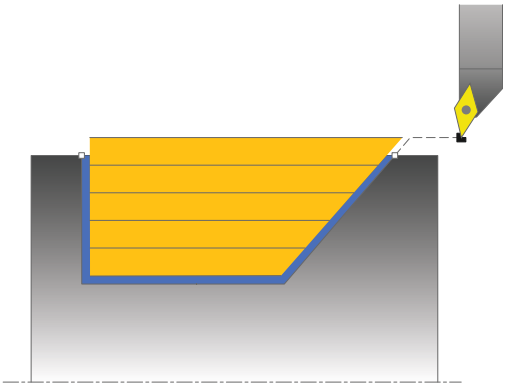
Aplicação

Com este ciclo, pode tornear longitudinalmente escalões com elementos de afundamento (cortes traseiros). Gama de funções avançada:

- No início e no final do contorno, pode inserir um chanfre ou arredondamento
- No ciclo, pode definir o ângulo para a superfície transversal e um raio para a esquina de contorno

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for superior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for inferior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao **Q492 Início de contorno Z**, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, na distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

Dentro dos cortes traseiros, o comando realiza o passo com o avanço **Q478**. Os movimentos de retração ocorrem à respetiva distância de segurança.

1. O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2. O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção longitudinal com o avanço definido **Q478**.
3. O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo o valor de corte.
4. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5. O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

1 O comando realiza o movimento de corte em marcha rápida.
2 O comando desbasta o contorno da peça pronta (desde o ponto inicial do contorno até ao ponto final do contorno) com o avanço definido **Q505**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para uma posição segura com correção de raio **R0**.

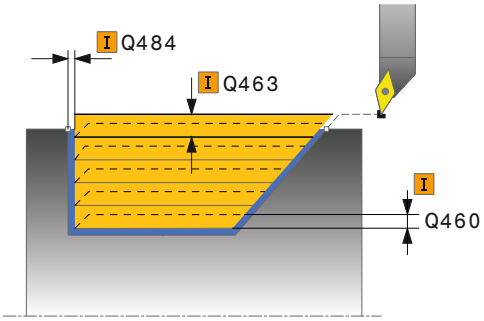
A posição da ferramenta na chamada do ciclo (ponto inicial do ciclo) influencia a área de levantamento de aparas

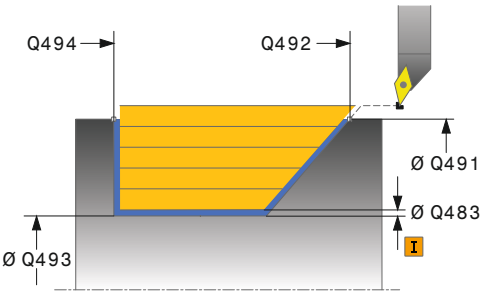
O comando tem em conta a geometria da lâmina da ferramenta, a fim de evitar a ocorrência de danos nos elementos de contorno. Se não for possível uma maquinagem completa com a ferramenta ativa, o comando emite um aviso.

Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q493 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial do percurso de afundamento
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q495 Ângulo do flanco?**: ângulo do flanco afundável. O ângulo de referência é o perpendicular ao eixo rotativo.





- **Q501 Tipo elemento inicial (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no início de contorno (superfície periférica):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q502 Tamanho do elemento inicial?**: tamanho do elemento inicial (secção do chanfro)
- **Q500 Raio da esquina do contorno?**: raio da esquina interior do contorno. Se não for indicado um raio, obtém-se o raio da placa de corte.
- **Q496 Ângulo superfície transversal?**: ângulo entre a superfície transversal e o eixo rotativo
- **Q503 Tipo do elemento final (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no final do contorno (superfície transversal):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q504 Tamanho do elemento final?**: tamanho do elemento final (secção do chanfro)
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q506 Alisamento do contorno (0/1/2)?**:
  0: após cada corte ao longo do contorno (dentro da área de passo)
  1: alisamento do contorno após o último corte (todo o contorno); suprimir abaixo de 45°
  2: sem alisamento do contorno; suprimir abaixo de 45°

Exemplo

```
11 CYCL DEF 814  TORNEAR AFUNDAR
   LONGIT. AVANCADO
   Q215=+0      ;TIPO DE USINAGEM
   Q460=+2      ;SAFETY CLEARANCE
   Q491=+75     ;INICIO CONTORNO
                DIAMETRO
   Q492=-10     ;INICIO DE CONTORNO Z
   Q493=+50     ;FIM DE CONTORNO X
   Q494=-55     ;FIM DE CONTORNO Z
   Q495=+70     ;ANGULO FLANCO
   Q501=+1      ;TIPO DE ELEMENTO
                INICIAL
   Q502=+0.5    ;TAMANHO ELEMENTO
                INICIAL
   Q500=+1.5    ;RAIO ESQUINA DE
                CONTORNO
   Q496=+0      ;ANGULO
                SUPERF.TRANSVERSAL
   Q503=+1      ;TIPO DE ELEMENTO
                FINAL
   Q504=+0.5    ;TAMANHO ELEMENTO
                FINAL
   Q463=+3      ;PROFUNDIDADE CORTE
                MAX.
   Q478=+0.3    ;AVANCO DESBASTE
   Q483=+0.4    ;MEDIDA EXCEDENTE
                DIAMETRO
   Q484=+0.2    ;MEDIDA EXCEDENTE Z
   Q505=+0.2    ;AVANCO ACABADO
   Q506=+0      ;ALISAMENTO DO
                CONTORNO
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

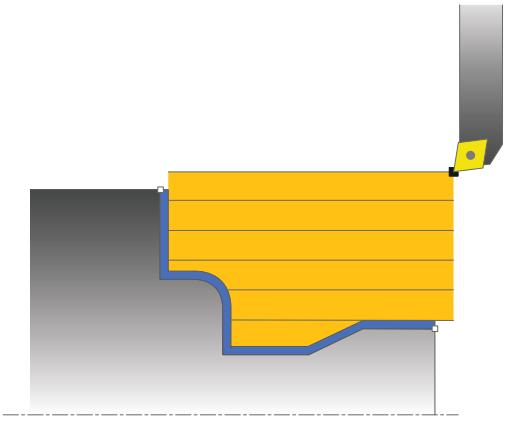
13.9 TORNEAR CONTORNO LONGITUDINAL (ciclo 810, DIN/ISO: G810)

Aplicação

Com este ciclo, pode tornear longitudinalmente peças de trabalho com quaisquer contornos de torneamento. A descrição de contorno é efetuada num subprograma.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o ponto inicial for superior ao ponto final do contorno, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o ponto inicial do contorno for inferior ao ponto final, o ciclo executa uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, na distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2 O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final, na direção longitudinal. O corte longitudinal é efetuado paralelamente ao eixo e ocorre com o avanço definido **Q478**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo o valor de corte.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5 O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, na distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando realiza o movimento de corte em marcha rápida.
2 O comando desbasta o contorno da peça pronta (desde o ponto inicial do contorno até ao ponto final do contorno) com o avanço definido **Q505**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão

O limite de corte restringe a área de contorno a maquinar. Os percursos de aproximação e afastamento podem passar por cima do limite de corte. A posição da ferramenta antes da chamada de ciclo influencia a execução da limitação de corte. O TNC 640 faz o levantamento de aparas do material no lado do limite de corte sobre o qual se encontra a ferramenta antes da chamada de ciclo.

- Posicione a ferramenta antes da chamada de ciclo de maneira a que já se encontre no lado do limite de corte sobre o qual se deverá executar o levantamento de aparas

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para uma posição segura com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada do ciclo (ponto inicial do ciclo) influencia a área de levantamento de aparas

O comando tem em conta a geometria da lâmina da ferramenta, a fim de evitar a ocorrência de danos nos elementos de contorno. Se não for possível uma maquinagem completa com a ferramenta ativa, o comando emite um aviso.

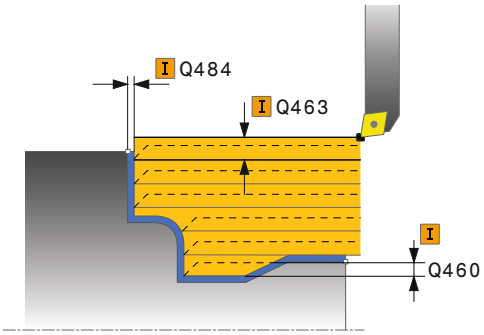
Antes da chamada de ciclo, tem de programar o ciclo **14 CONTORNO** ou **SEL CONTOUR** para definir o número do subprograma.

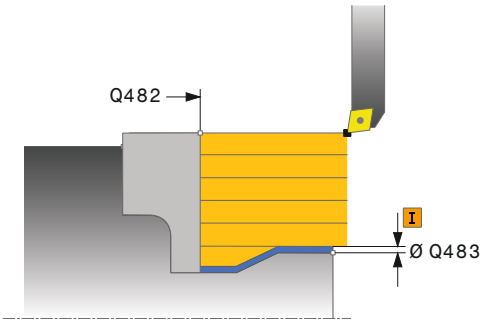
Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q499 Inverter contorno (0-2)?**: determinar a direção de maquinagem do contorno:
  0: o contorno é maquinado na direção programada
  1: o contorno é maquinado na direção inversa à programada
  2: o contorno é maquinado na direção inversa à programada; além disso, a posição da ferramenta é ajustada
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q487 Permitir afundamento (0/1)?**: permitir a maquinagem de elementos de afundamento:
  0: não maquinar elementos de afundamento
  1: maquinar elementos de afundamento
- **Q488 Avanço afundamento (0=autom.)?**: velocidade de avanço na maquinagem de elementos de afundamento Este valor de introdução é opcional. Se não for programado, aplica-se o avanço definido para a maquinagem de torneamento.





Exemplo

9 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	
10 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO2	
11 CYCL DEF 810 TORNEAR CONTORN LONG	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q499=+0	;INVERTER CONTORNO
Q463=+3	;PROFUNDIDADE CORTE MAX.
Q478=+0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2	;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2	;AVANCO ACABADO
Q487=+1	;PUNCAR
Q488=+0	;AVANCO AFUNDAMENTO
Q479=+0	;LIMITE DE CORTE
Q480=+0	;VALOR LIMITE DIAMETRO
Q480=+0	;VALOR LIMITE Z

- **Q479 Limites de maquinagem (0/1)?**: Ativar limite de corte:
  0: nenhum limite de corte ativo
  1: limite de corte (**Q480/Q482**)
- **Q480 Valor da limitação de diâmetro?**: valor X para limitação do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q482 Valor da limitação de corte Z?**: valor Z para limitação do contorno
- **Q506 Alisamento do contorno (0/1/2)?**:
  0: após cada corte ao longo do contorno (dentro da área de passo)
  1: alisamento do contorno após o último corte (todo o contorno); suprimir abaixo de 45°
  2: sem alisamento do contorno; suprimir abaixo de 45°

```
Q506=+0     ;ALISAMENTO DO CONTORNO
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
14 M30
15 LBL 2
16 L  X+60 Z+0
17 L  Z-10
18  RND R5
19 L  X+40 Z-35
20  RND R5
21 L  X+50 Z-40
22 L  Z-55
23 CC  X+60 Z-55
24 C  X+60 Z-60
25 L  X+100
26 LBL 0
```

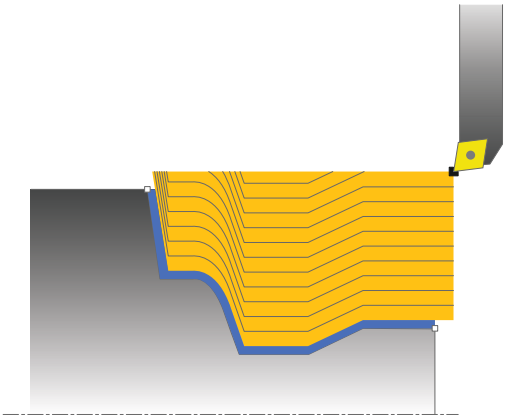
13.10 TORNEAR PARALELAMENTE AO CONTORNO (ciclo 815, DIN/ISO: G815)

Aplicação

Com este ciclo, pode maquinar peças de trabalho com quaisquer contornos de torneamento. A descrição de contorno é efetuada num subprograma.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao contorno.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o ponto inicial for superior ao ponto final do contorno, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o ponto inicial do contorno for inferior ao ponto final, o ciclo executa uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, na distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2 O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final. O corte é efetuado paralelamente ao contorno e ocorre com o avanço definido **Q478**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, para a posição inicial, na coordenada X.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5 O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, na distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando realiza o movimento de corte em marcha rápida.
2 O comando desbasta o contorno da peça pronta (desde o ponto inicial do contorno até ao ponto final do contorno) com o avanço definido **Q505**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para uma posição segura com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada do ciclo (ponto inicial do ciclo) influencia a área de levantamento de aparas

O comando tem em conta a geometria da lâmina da ferramenta, a fim de evitar a ocorrência de danos nos elementos de contorno. Se não for possível uma maquinagem completa com a ferramenta ativa, o comando emite um aviso.

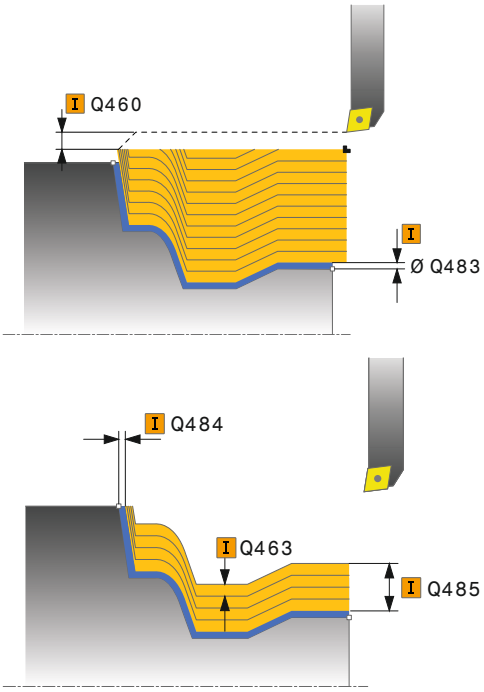
Antes da chamada de ciclo, tem de programar o ciclo **14 CONTORNO** ou **SEL CONTOUR** para definir o número do subprograma.

Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q485 Medida excedente para bloco?** (incremental): medida excedente paralelo ao contorno para o contorno definido
- **Q486 Tipo das linhas de corte (0/1)?**: determinar o tipo das linhas de corte:
  0: cortes com secção transversal de levantamento de aparas constante
  1: distribuição de cortes equidistante
- **Q499 Inverter contorno (0-2)?**: determinar a direção de maquinagem do contorno:
  0: o contorno é maquinado na direção programada
  1: o contorno é maquinado na direção inversa à programada
  2: o contorno é maquinado na direção inversa à programada; além disso, a posição da ferramenta é ajustada
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.



Exemplo

11 CYCL DEF 815 TORN.PARAL. CONTORNO	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q485=+5	;MEDIDA EXCEDENTE BLOCO
Q486=+0	;LINHAS DE CORTE
Q499=+0	;INVERTER CONTORNO
Q463=+3	;PROFUNDIDADE CORTE MAX.
Q478=0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2	;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2	;AVANCO ACABADO
12 L X+75 Y+0 Z+2 FMAX M303	
13 CYCL CALL	

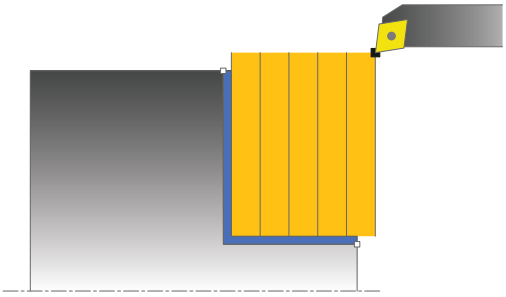
13.11 TORNEAR ESCALÃO TRANSVERSAL (ciclo 821, DIN/ISO: G821)

Aplicação

Com este ciclo, pode tornear transversalmente escalões retangulares.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se, durante a chamada de ciclo, a ferramenta se encontrar fora do contorno a maquinar, o ciclo realiza uma maquinagem exterior. Se a ferramenta se encontrar dentro do contorno a maquinar, o ciclo realiza uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

O ciclo maquina a área desde o ponto inicial do ciclo até ao ponto final definido no ciclo.

1 O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2 O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção transversal com o avanço definido **Q478**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo o valor de corte.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5 O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

1 O comando desloca a ferramenta na coordenada Z à distância de segurança **Q460**. O movimento ocorre em marcha rápida.
2 O comando realiza, em marcha rápida, o movimento de corte paralelo ao eixo.
3 O comando desbasta o contorno da peça pronta com o avanço definido **Q505**.
4 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

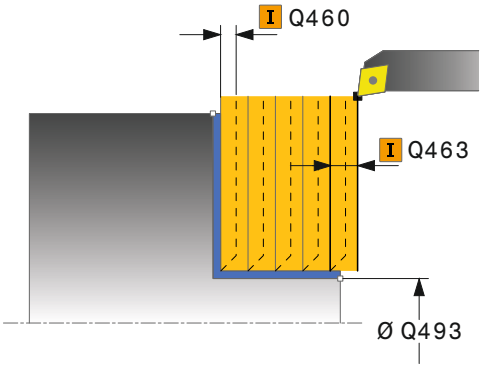
Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

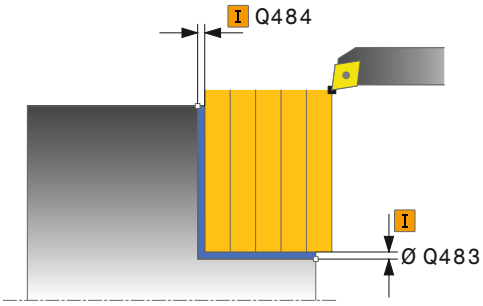
A posição da ferramenta na chamada do ciclo (ponto inicial do ciclo) influencia a área de levantamento de aparas

Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo na direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados.
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q506 Alisamento do contorno (0/1/2)?**:
  0: após cada corte ao longo do contorno (dentro da área de passo)
  1: alisamento do contorno após o último corte (todo o contorno); suprimir abaixo de 45°
  2: sem alisamento do contorno; suprimir abaixo de 45°





Exemplo

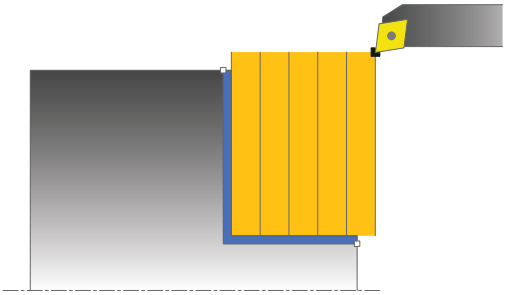
```
11 CYCL DEF 821  ESCALAO PLANO
    Q215=+0      ;TIPO DE USINAGEM
    Q460=+2      ;SAFETY CLEARANCE
    Q493=+30     ;FIM DE CONTORNO X
    Q494=-5      ;FIM DE CONTORNO Z
    Q463=+3      ;PROFUNDIDADE CORTE
                 MAX.
    Q478=+0.3    ;AVANCO DESBASTE
    Q483=+0.4    ;MEDIDA EXCEDENTE
                 DIAMETRO
    Q484=+0.2    ;MEDIDA EXCEDENTE Z
    Q505=+0.2    ;AVANCO ACABADO
    Q506=+0      ;ALISAMENTO DO
                 CONTORNO
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.12 TORNEAR ESCALÃO TRANSVERSAL AVANÇADO (ciclo 822, DIN/ISO: G822)

Aplicação

Com este ciclo, pode tornear transversalmente escalões. Gama de funções avançada:

- No início e no final do contorno, pode inserir um chanfre ou arredondamento
- No ciclo, pode definir o ângulo para a superfície transversal e periférica
- Na esquina de contorno, pode inserir um raio



Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for superior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for inferior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem interior.

Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso o ponto inicial se encontre dentro da área de levantamento de aparas, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z e, seguidamente, na coordenada X, à distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

1. O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2. O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção transversal com o avanço definido **Q478**.
3. O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo o valor de corte.
4. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5. O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

1 O comando realiza, em marcha rápida, o movimento de corte paralelo ao eixo.
2 O comando desbasta o contorno da peça pronta (desde o ponto inicial do contorno até ao ponto final do contorno) com o avanço definido **Q505**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

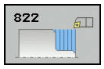
Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

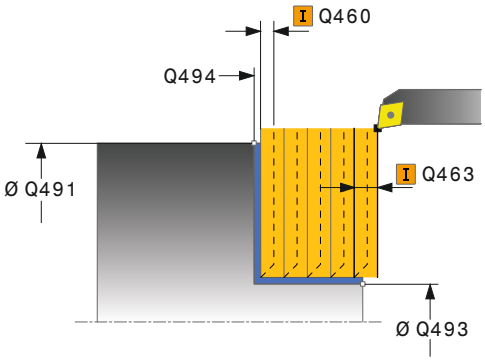
A posição da ferramenta na chamada do ciclo (ponto inicial do ciclo) influencia a área de levantamento de aparas

Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

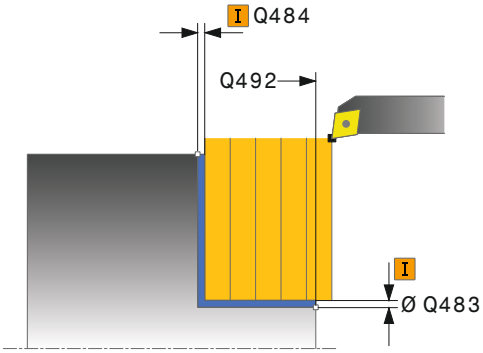
Parâmetros de ciclo



- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q493 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial do contorno
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q495 Ângulo superf. transversal?**: ângulo entre a superfície transversal e o eixo rotativo



- **Q501 Tipo elemento inicial (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no início de contorno (superfície periférica):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q502 Tamanho do elemento inicial?**: tamanho do elemento inicial (secção do chanfro)
- **Q500 Raio da esquina do contorno?**: raio da esquina interior do contorno. Se não for indicado um raio, obtém-se o raio da placa de corte.
- **Q496 Ângulo superfície periférica?**: ângulo entre a superfície periférica e o eixo rotativo
- **Q503 Tipo do elemento final (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no final do contorno (superfície transversal):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q504 Tamanho do elemento final?**: tamanho do elemento final (secção do chanfro)
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo na direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados.
- **Q478 Avanço de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q506 Alisamento do contorno (0/1/2)?**:
  0: após cada corte ao longo do contorno (dentro da área de passo)
  1: alisamento do contorno após o último corte (todo o contorno); suprimir abaixo de 45°
  2: sem alisamento do contorno; suprimir abaixo de 45°

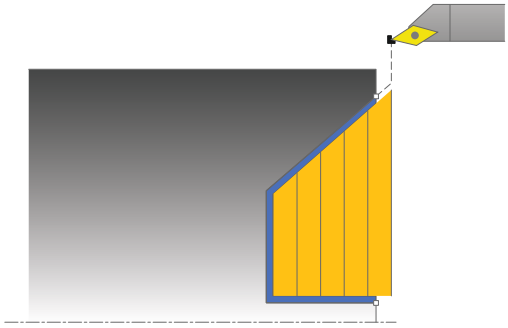


Exemplo

```
11 CYCL DEF 822  ESCALAO PLANO AV.
    Q215=+0      ;TIPO DE USINAGEM
    Q460=+2      ;SAFETY CLEARANCE
    Q491=+75     ;INICIO CONTORNO
                 DIAMETRO
    Q492=+0      ;INICIO DE CONTORNO Z
    Q493=+30     ;FIM DE CONTORNO X
    Q494=-15     ;FIM DE CONTORNO Z
    Q495=+0      ;ANGULO
                 SUPERF.TRANSVERSAL
    Q501=+1      ;TIPO DE ELEMENTO
                 INICIAL
    Q502=+0.5    ;TAMANHO ELEMENTO
                 INICIAL
    Q500=+1.5    ;RAIO ESQUINA DE
                 CONTORNO
    Q496=+5      ;ANGULO SUPERF.
                 PERIFERICA
    Q503=+1      ;TIPO DE ELEMENTO
                 FINAL
    Q504=+0.5    ;TAMANHO ELEMENTO
                 FINAL
    Q463=+3      ;PROFUNDIDADE CORTE
                 MAX.
    Q478=+0.3    ;AVANCO DESBASTE
    Q483=+0.4    ;MEDIDA EXCEDENTE
                 DIAMETRO
    Q484=+0.2    ;MEDIDA EXCEDENTE Z
    Q505=+0.2    ;AVANCO ACABADO
    Q506=+0      ;ALISAMENTO DO
                 CONTORNO
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.13 TORNEAR AFUNDAMENTO TRANSVERSAL (ciclo 823, DIN/ISO: G823)

Aplicação



Com este ciclo, pode tornear transversalmente elementos de afundamento (cortes traseiros).

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for superior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for inferior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem interior.

Execução do ciclo Desbaste

Dentro dos cortes traseiros, o comando realiza o passo com o avanço **Q478**. Os movimentos de retração ocorrem à respetiva distância de segurança.

1 O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2 O comando faz o levantamento de aparas na área entre a posição inicial e o ponto final, na direção transversal, com o avanço definido.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido **Q478**, segundo o valor de corte.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5 O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, na distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando realiza o movimento de corte em marcha rápida.
2 O comando desbasta o contorno da peça pronta (desde o ponto inicial do contorno até ao ponto final do contorno) com o avanço definido **Q505**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

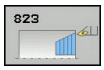
Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para uma posição segura com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada do ciclo (ponto inicial do ciclo) influencia a área de levantamento de aparas

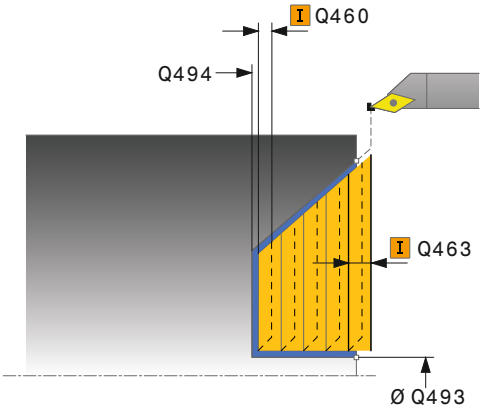
O comando tem em conta a geometria da lâmina da ferramenta, a fim de evitar a ocorrência de danos nos elementos de contorno. Se não for possível uma maquinagem completa com a ferramenta ativa, o comando emite um aviso.

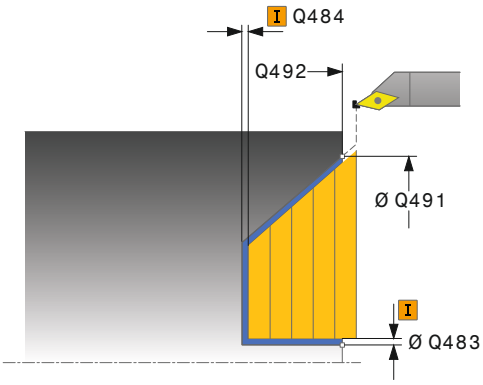
Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

Parâmetros de ciclo



- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q493 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial do percurso de afundamento
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q495 Ângulo do flanco?**: ângulo do flanco afundável. O ângulo de referência é o paralelo ao eixo rotativo
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo na direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados.
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q506 Alisamento do contorno (0/1/2)?**:
  0: após cada corte ao longo do contorno (dentro da área de passo)
  1: alisamento do contorno após o último corte (todo o contorno); suprimir abaixo de 45°
  2: sem alisamento do contorno; suprimir abaixo de 45°





Exemplo

11 CYCL DEF 823 TORNEAR AFUNDAR TRANSVERSAL	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q491=+75	;INICIO CONTORNO DIAMETRO
Q492=+0	;INICIO DE CONTORNO Z
Q493=+20	;FIM DE CONTORNO X
Q494=-5	;FIM DE CONTORNO Z
Q495=+60	;ANGULO FLANCO
Q463=+3	;PROFUNDIDADE CORTE MAX.
Q478=+0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2	;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2	;AVANCO ACABADO
Q506=+0	;ALISAMENTO DO CONTORNO
12 L X+75 Y+0 Z+2 FMAX M303	
13 CYCL CALL	

13.14 TORNEAR AFUNDAMENTO TRANSVERSAL AVANÇADO (ciclo 824, DIN/ISO: G824)

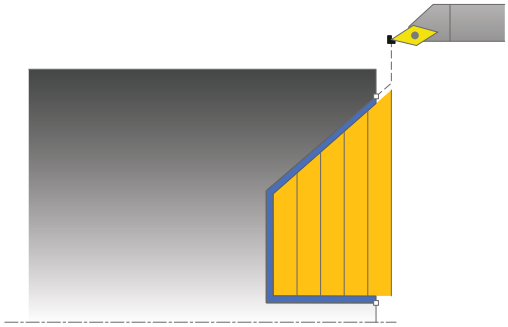
Aplicação

Com este ciclo, pode tornear transversalmente elementos de afundamento (cortes traseiros). Gama de funções avançada:

- No início e no final do contorno, pode inserir um chanfre ou arredondamento
- No ciclo, pode definir o ângulo para a superfície transversal e um raio para a esquina de contorno

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for superior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for inferior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

Dentro dos cortes traseiros, o comando realiza o passo com o avanço **Q478**. Os movimentos de retração ocorrem à respetiva distância de segurança.

1. O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2. O comando faz o levantamento de aparas na área entre a posição inicial e o ponto final, na direção transversal, com o avanço definido.
3. O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido **Q478**, segundo o valor de corte.
4. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5. O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, na distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando realiza o movimento de corte em marcha rápida.
2 O comando desbasta o contorno da peça pronta (desde o ponto inicial do contorno até ao ponto final do contorno) com o avanço definido **Q505**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

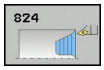
Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para uma posição segura com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada do ciclo (ponto inicial do ciclo) influencia a área de levantamento de aparas

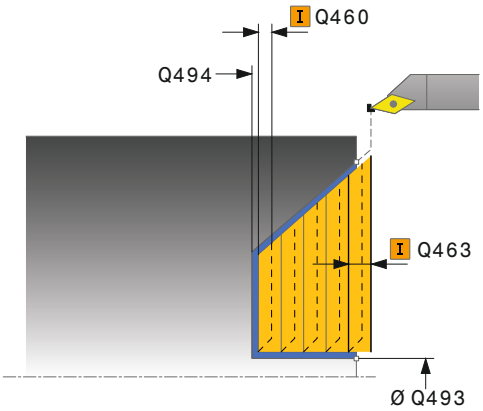
O comando tem em conta a geometria da lâmina da ferramenta, a fim de evitar a ocorrência de danos nos elementos de contorno. Se não for possível uma maquinagem completa com a ferramenta ativa, o comando emite um aviso.

Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

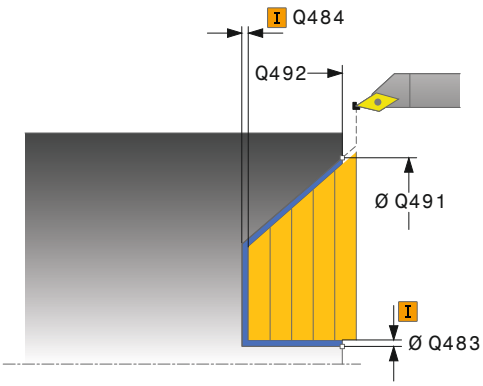
Parâmetros de ciclo



- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q491 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do percurso de afundamento (indicação do diâmetro)



- **Q494 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial do percurso de afundamento
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q495 Ângulo do flanco?**: ângulo do flanco afundável. O ângulo de referência é o paralelo ao eixo rotativo
- **Q501 Tipo elemento inicial (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no início de contorno (superfície periférica):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q502 Tamanho do elemento inicial?**: tamanho do elemento inicial (secção do chanfro)
- **Q500 Raio da esquina do contorno?**: raio da esquina interior do contorno. Se não for indicado um raio, obtém-se o raio da placa de corte.
- **Q503 Tipo do elemento final (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no final do contorno (superfície transversal):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q504 Tamanho do elemento final?**: tamanho do elemento final (secção do chanfro)
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo na direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados.
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q506 Alisamento do contorno (0/1/2)?**:
  0: após cada corte ao longo do contorno (dentro da área de passo)
  1: alisamento do contorno após o último corte (todo o contorno); suprimir abaixo de 45°
  2: sem alisamento do contorno; suprimir abaixo de 45°



Exemplo

11 CYCL DEF 824 TORNEAR AFUNDAR TRANSV. AVANCADO	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q491=+75	;INICIO CONTORNO DIAMETRO
Q492=+0	;INICIO DE CONTORNO Z
Q493=+20	;FIM DE CONTORNO X
Q494=-10	;FIM DE CONTORNO Z
Q495=+70	;ANGULO FLANCO
Q501=+1	;TIPO DE ELEMENTO INICIAL
Q502=+0.5	;TAMANHO ELEMENTO INICIAL
Q500=+1.5	;RAIO ESQUINA DE CONTORNO
Q496=+0	;ANGULO SUPERF.TRANSVERSAL
Q503=+1	;TIPO DE ELEMENTO FINAL
Q504=+0.5	;TAMANHO ELEMENTO FINAL
Q463=+3	;PROFUNDIDADE CORTE MAX.
Q478=+0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2	;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2	;AVANCO ACABADO
Q506=+0	;ALISAMENTO DO CONTORNO
12 L X+75 Y+0 Z+2 FMAX M303	
13 CYCL CALL	

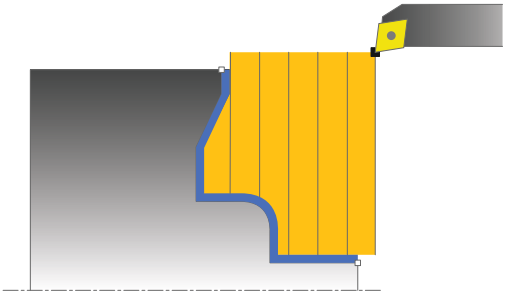
13.15 TORNEAR CONTORNO TRANSVERSAL (ciclo 820, DIN/ISO: G820)

Aplicação

Com este ciclo, pode tornear transversalmente peças de trabalho com quaisquer contornos de torneamento. A descrição de contorno é efetuada num subprograma.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o ponto inicial for superior ao ponto final do contorno, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o ponto inicial do contorno for inferior ao ponto final, o ciclo executa uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, no ponto inicial do contorno, e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando realiza, em marcha rápida, um movimento de corte paralelo ao eixo. O comando calcula o valor de corte com base em **Q463 PROFUNDIDADE DE CORTE MÁX**.
2 O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final, na direção transversal. O corte transversal é efetuado paralelamente ao eixo e ocorre com o avanço definido **Q478**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo o valor de corte.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5 O comando repete este processo (1 a 4) até atingir o contorno pronto.
6 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, na distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando realiza o movimento de corte em marcha rápida.
2 O comando desbasta o contorno da peça pronta (desde o ponto inicial do contorno até ao ponto final do contorno) com o avanço definido **Q505**.
3 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão

O limite de corte restringe a área de contorno a maquinar. Os percursos de aproximação e afastamento podem passar por cima do limite de corte. A posição da ferramenta antes da chamada de ciclo influencia a execução da limitação de corte. O TNC 640 faz o levantamento de aparas do material no lado do limite de corte sobre o qual se encontra a ferramenta antes da chamada de ciclo.

- Posicione a ferramenta antes da chamada de ciclo de maneira a que já se encontre no lado do limite de corte sobre o qual se deverá executar o levantamento de aparas

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para uma posição segura com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada do ciclo (ponto inicial do ciclo) influencia a área de levantamento de aparas

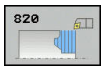
O comando tem em conta a geometria da lâmina da ferramenta, a fim de evitar a ocorrência de danos nos elementos de contorno. Se não for possível uma maquinagem completa com a ferramenta ativa, o comando emite um aviso.

Antes da chamada de ciclo, tem de programar o ciclo **14 CONTORNO** ou **SEL CONTOUR** para definir o número do subprograma.

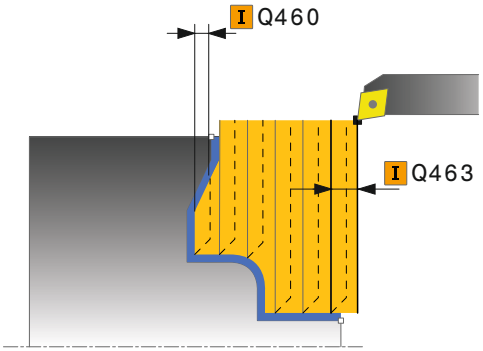
Tenha em consideração também as noções básicas sobre os ciclos de remoção de aparas (ver Página 398).

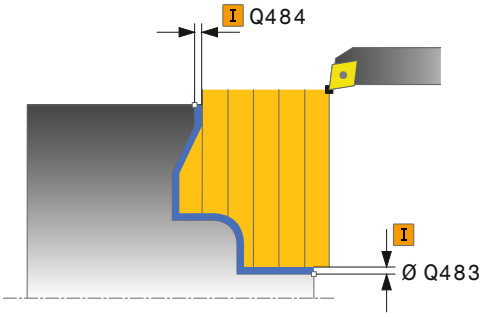
Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

Parâmetros de ciclo



- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q499 Inverter contorno (0-2)?**: determinar a direção de maquinagem do contorno:
  0: o contorno é maquinado na direção programada
  1: o contorno é maquinado na direção inversa à programada
  2: o contorno é maquinado na direção inversa à programada; além disso, a posição da ferramenta é ajustada
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo na direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados.
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q487 Permitir afundamento (0/1)?**: permitir a maquinagem de elementos de afundamento:
  0: não maquinar elementos de afundamento
  1: maquinar elementos de afundamento
- **Q488 Avanço afundamento (0=autom.)?**: velocidade de avanço na maquinagem de elementos de afundamento Este valor de introdução é opcional. Se não for programado, aplica-se o avanço definido para a maquinagem de torneamento.





Exemplo

```
9 CYCL DEF 14.0 CONTORNO
10 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO2
11 CYCL DEF 820 TORNEAR CONT.
   TRANSV
   Q215=+0     ;TIPO DE USINAGEM
   Q460=+2     ;SAFETY CLEARANCE
   Q499=+0     ;INVERTER CONTORNO
   Q463=+3     ;PROFUNDIDADE CORTE
               MAX.
   Q478=+0.3   ;AVANCO DESBASTE
   Q483=+0.4   ;MEDIDA EXCEDENTE
               DIAMETRO
   Q484=+0.2   ;MEDIDA EXCEDENTE Z
   Q505=+0.2   ;AVANCO ACABADO
   Q487=+1     ;PUNCAR
   Q488=+0     ;AVANCO AFUNDAMENTO
   Q479=+0     ;LIMITE DE CORTE
   Q480=+0     ;VALOR LIMITE DIAMETRO
```

- **Q479 Limites de maquinagem (0/1)?**: Ativar limite de corte:
  0: nenhum limite de corte ativo
  1: limite de corte (**Q480/Q482**)
- **Q480 Valor da limitação de diâmetro?**: valor X para limitação do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q482 Valor da limitação de corte Z?**: valor Z para limitação do contorno
- **Q506 Alisamento do contorno (0/1/2)?**:
  0: após cada corte ao longo do contorno (dentro da área de passo)
  1: alisamento do contorno após o último corte (todo o contorno); suprimir abaixo de 45°
  2: sem alisamento do contorno; suprimir abaixo de 45°

```
Q480=+0     ;VALOR LIMITE Z
Q506=+0     ;ALISAMENTO DO
            CONTORNO
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
14 M30
15 LBL 2
16 L  X+75 Z-20
17  L X+50
18  RND R2
19 L  X+20 Z-25
20  RND R2
21 L  Z+0
22 LBL 0
```

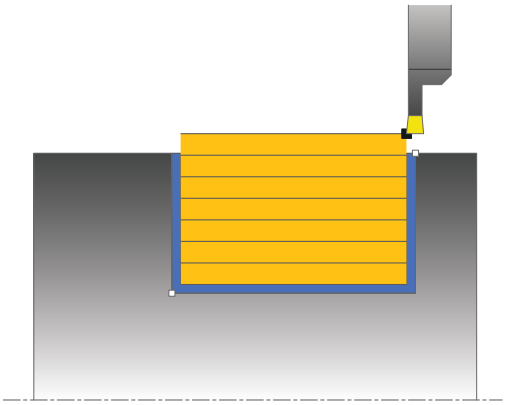
13.16 TORNEAMENTO DE CORTE SIMPLES RADIAL (Ciclo 841, DIN/ISO: G841)

Aplicação

Com este ciclo, pode executar o torneamento de corte de ranhuras retangulares na direção longitudinal. Ao fazer o torneamento de corte, realizam-se alternadamente um movimento de punção à profundidade de corte e, em seguida, um movimento de desbaste. Deste modo, a maquinagem é feita com um mínimo de movimentos de elevação e avanço.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se, durante a chamada de ciclo, a ferramenta se encontrar fora do contorno a maquinar, o ciclo realiza uma maquinagem exterior. Se a ferramenta se encontrar dentro do contorno a maquinar, o ciclo realiza uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. O ciclo maquina somente a área desde o ponto inicial do ciclo até ao ponto final definido no ciclo.

1 A partir do ponto inicial do ciclo, o comando executa um movimento de punção até à primeira profundidade de corte.
2 O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção longitudinal com o avanço definido **Q478**.
3 Caso o parâmetro de introdução **Q488** tenha sido definido no ciclo, os elementos de afundamento são maquinados com este avanço de afundamento.
4 Caso no ciclo se tenha selecionado uma só direção de maquinagem **Q507=1**, o comando eleva a ferramenta até à distância de segurança, regressa em marcha rápida e aproxima novamente ao contorno com o avanço definido. Na direção de maquinagem **Q507=0**, o passo é executado dos dois lados.
5 A ferramenta punciona até à profundidade de corte seguinte.
6 O comando repete este processo (2 a 4) até alcançar a profundidade de ranhura programada.
7 O comando posiciona a ferramenta novamente à distância de segurança e executa um movimento de punção nas duas paredes laterais.
8 O comando desloca a ferramenta, em marcha rápida, de volta para o ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando acaba o fundo da ranhura com o avanço definido.
4 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no segundo lado da ranhura.
6 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
7 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

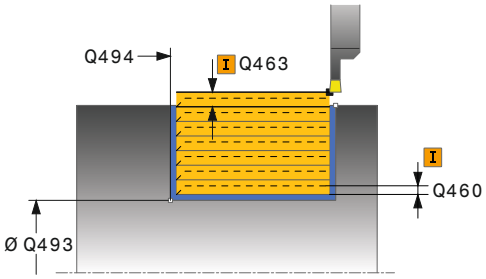
Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

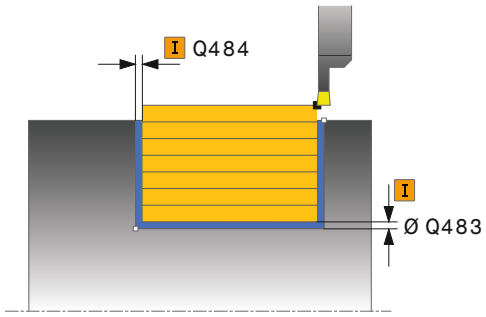
A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

A partir do segundo passo, o comando reduz cada movimento de corte seguinte em 0,1 mm. Deste modo, diminui-se a pressão lateral sobre a ferramenta. Caso no ciclo se tenha introduzido uma largura de desvio **Q508**, o comando reduz o movimento de corte por esse valor. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. O comando envia uma mensagem de erro quando o desvio lateral é superior a 80% da largura efetiva da lâmina (largura efetiva da lâmina = largura da lâmina – 2 x raio da lâmina).

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q507 Direção (0=bidir. / 1=unidir.)?**: direção do levantamento de aparas:
  0: bidirecional (nos dois sentidos)
  1: unidirecional (na direção do contorno)
- **Q508 Largura do desvio?**: redução do comprimento de corte. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. Se necessário, o comando limita a largura de desvio programada.
- **Q509 Correção profundid. acabamento?**: dependendo do material, da velocidade de avanço, etc., a lâmina "inclina-se" na maquinagem de torneamento. O erro de passo daí resultante é corrigido com a correção da profundidade de torneamento.
- **Q488 Avanço afundamento (0=autom.)?**: velocidade de avanço na maquinagem de elementos de afundamento Este valor de introdução é opcional. Se não for programado, aplica-se o avanço definido para a maquinagem de torneamento.



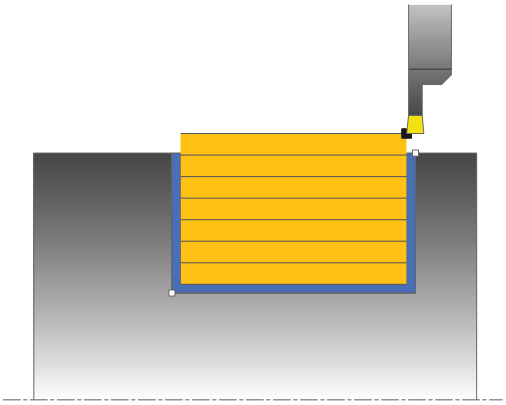


Exemplo

```
11 CYCL DEF 841  SIMPLE REC. TURNG.,
   RADIAL DIR.
   Q215=+0     ;TIPO DE USINAGEM
   Q460=+2     ;SAFETY CLEARANCE
   Q493=+50    ;FIM DE CONTORNO X
   Q494=-50    ;FIM DE CONTORNO Z
   Q478=+0.3   ;AVANCO DESBASTE
   Q483=+0.4   ;MEDIDA EXCEDENTE
               DIAMETRO
   Q484=+0.2   ;MEDIDA EXCEDENTE Z
   Q505=+0.2   ;AVANCO ACABADO
   Q463=+2     ;PROFUNDIDADE CORTE
               MAX.
   Q507=+0     ;DIRECAO DE
               MAQUINAGEM
   Q508=+0     ;LARGURA DO DESVIO
   Q509=+0     ;CORRECAO
               PROFUNDIDADE
   Q488=+0     ;AVANCO AFUNDAMENTO
12 L  X+75 Y+0  Z-25 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.17 TORNEAMENTO DE CORTE RADIAL AVANÇADO (Ciclo 842, DIN/ISO: G842)

Aplicação



Com este ciclo, pode executar o torneamento de corte de ranhuras retangulares na direção longitudinal. Ao fazer o torneamento de corte, realizam-se alternadamente um movimento de punção à profundidade de corte e, em seguida, um movimento de desbaste. Deste modo, a maquinagem é feita com um mínimo de movimentos de elevação e avanço. Gama de funções avançada:

- No início e no final do contorno, pode inserir um chanfre ou arredondamento
- No ciclo, pode definir o ângulo para as paredes laterais da ranhura
- Nas esquinas de contorno, pode inserir raios

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for superior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for inferior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem interior.

Execução do ciclo Desbaste

O comando utiliza a posição da ferramenta como ponto inicial do ciclo na chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao **Q491 Início de contorno DIÂMETRO**, o comando posiciona a ferramenta na coordenada X, em **Q491**, e inicia o ciclo a partir daí.

1. A partir do ponto inicial do ciclo, o comando executa um movimento de punção até à primeira profundidade de corte.
2. O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção longitudinal com o avanço definido **Q478**.
3. Caso o parâmetro de introdução **Q488** tenha sido definido no ciclo, os elementos de afundamento são maquinados com este avanço de afundamento.
4. Caso no ciclo se tenha selecionado uma só direção de maquinagem **Q507=1**, o comando eleva a ferramenta até à distância de segurança, regressa em marcha rápida e aproxima novamente ao contorno com o avanço definido. Na direção de maquinagem **Q507=0**, o passo é executado dos dois lados.
5. A ferramenta punciona até à profundidade de corte seguinte.
6. O comando repete este processo (2 a 4) até alcançar a profundidade de ranhura programada.
7. O comando posiciona a ferramenta novamente à distância de segurança e executa um movimento de punção nas duas paredes laterais.
8. O comando desloca a ferramenta, em marcha rápida, de volta para o ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

O comando utiliza a posição da ferramenta como ponto inicial do ciclo na chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao **Q491 Início de contorno DIÂMETRO**, o comando posiciona a ferramenta na coordenada X, em **Q491**, e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido Q505.
3 O comando acaba o fundo da ranhura com o avanço definido. Caso se tenha introduzido um raio para as esquinas de contorno Q500, o comando completa o acabamento de toda a ranhura numa passagem.
4 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no segundo lado da ranhura.
6 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
7 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

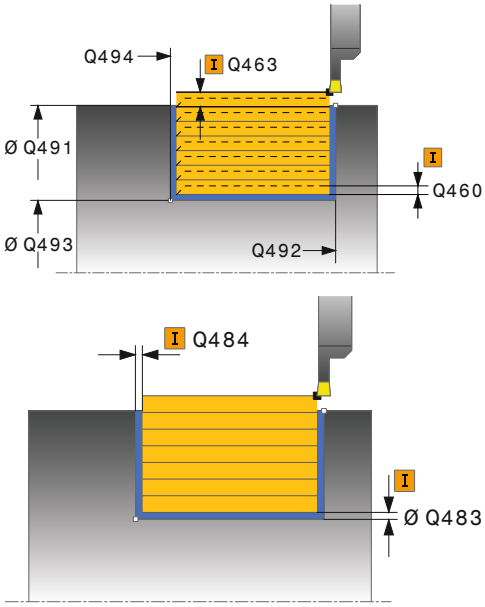
Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

A partir do segundo passo, o comando reduz cada movimento de corte seguinte em 0,1 mm. Deste modo, diminui-se a pressão lateral sobre a ferramenta. Caso no ciclo se tenha introduzido uma largura de desvio **Q508**, o comando reduz o movimento de corte por esse valor. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. O comando envia uma mensagem de erro quando o desvio lateral é superior a 80% da largura efetiva da lâmina (largura efetiva da lâmina = largura da lâmina – 2 x raio da lâmina).

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q493 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial do contorno
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q495 Ângulo do flanco?**: ângulo entre o flanco no ponto inicial do contorno e as verticais relativamente ao eixo rotativo
- **Q501 Tipo elemento inicial (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no início de contorno (superfície periférica):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q502 Tamanho do elemento inicial?**: tamanho do elemento inicial (secção do chanfro)
- **Q500 Raio da esquina do contorno?**: raio da esquina interior do contorno. Se não for indicado um raio, obtém-se o raio da placa de corte.
- **Q496 Ângulo do segundo flanco?**: ângulo entre o flanco no ponto final do contorno e as verticais relativamente ao eixo rotativo
- **Q503 Tipo do elemento final (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no final do contorno :
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q504 Tamanho do elemento final?**: tamanho do elemento final (secção do chanfro)



Exemplo

11 CYCL DEF 842 PUNCION. AVAN. RAD.	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q491=+75	;INICIO CONTORNO DIAMETRO
Q492=-20	;INICIO DE CONTORNO Z
Q493=+50	;FIM DE CONTORNO X
Q494=-50	;FIM DE CONTORNO Z
Q495=+5	;ANGULO FLANCO
Q501=+1	;TIPO DE ELEMENTO INICIAL
Q502=+0.5	;TAMANHO ELEMENTO INICIAL
Q500=+1.5	;RAIO ESQUINA DE CONTORNO
Q496=+5	;ANGULO DO FLANCO
Q503=+1	;TIPO DE ELEMENTO FINAL

- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q507 Direção (0=bidir. / 1=unidir.)?**: direção do levantamento de aparas:
  0: bidirecional (nos dois sentidos)
  1: unidirecional (na direção do contorno)
- **Q508 Largura do desvio?**: redução do comprimento de corte. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. Se necessário, o comando limita a largura de desvio programada.
- **Q509 Correção profundid. acabamento?**: dependendo do material, da velocidade de avanço, etc., a lâmina "inclina-se" na maquinagem de torneamento. O erro de passo daí resultante é corrigido com a correção da profundidade de torneamento.
- **Q488 Avanço afundamento (0=autom.)?**: velocidade de avanço na maquinagem de elementos de afundamento Este valor de introdução é opcional. Se não for programado, aplica-se o avanço definido para a maquinagem de torneamento.

```
Q504=+0.5  ;TAMANHO ELEMENTO FINAL
Q478=+0.3  ;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4  ;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2  ;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2  ;AVANCO ACABADO
Q463=+2    ;PROFUNDIDADE CORTE MAX.
Q507=+0    ;DIRECAO DE MAQUINAGEM
Q508=+0    ;LARGURA DO DESVIO
Q509=+0    ;CORRECAO PROFUNDIDADE
Q488=+0    ;AVANCO AFUNDAMENTO
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

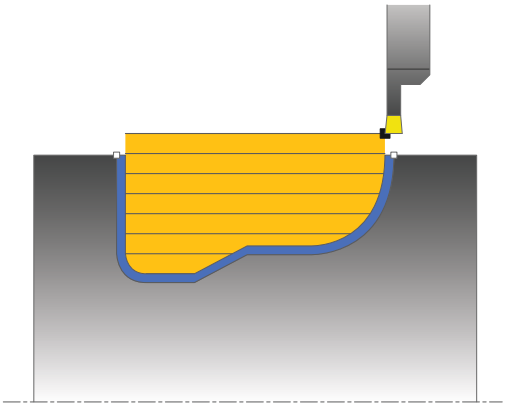
13.18 TORNEAMENTO DE CORTE DE CONTORNO RADIAL (Ciclo 840, DIN/ISO: G840)

Aplicação

Com este ciclo, pode executar o torneamento de corte de ranhuras com uma forma qualquer na direção longitudinal. Ao fazer o torneamento de corte, realizam-se alternadamente um movimento de punção à profundidade de passo e, em seguida, um movimento de desbaste.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o ponto inicial for superior ao ponto final do contorno, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o ponto inicial do contorno for inferior ao ponto final, o ciclo executa uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada X do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada X, no ponto inicial do contorno, e inicia o ciclo a partir daí.

1. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, na coordenada Z (primeira posição de recesso).
2. O comando executa um movimento de punção até à primeira profundidade de corte.
3. O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção longitudinal com o avanço definido **Q478**.
4. Caso o parâmetro de introdução **Q488** tenha sido definido no ciclo, os elementos de afundamento são maquinados com este avanço de afundamento.
5. Caso no ciclo se tenha selecionado uma só direção de maquinagem **Q507=1**, o comando eleva a ferramenta até à distância de segurança, regressa em marcha rápida e aproxima novamente ao contorno com o avanço definido. Na direção de maquinagem **Q507=0**, o passo é executado dos dois lados.
6. A ferramenta punciona até à profundidade de corte seguinte.
7. O comando repete este processo (2 a 4) até alcançar a profundidade de ranhura programada.
8. O comando posiciona a ferramenta novamente à distância de segurança e executa um movimento de punção nas duas paredes laterais.
9. O comando desloca a ferramenta, em marcha rápida, de volta para o ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba as paredes laterais da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando acaba o fundo da ranhura com o avanço definido.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão

O limite de corte restringe a área de contorno a maquinar. Os percursos de aproximação e afastamento podem passar por cima do limite de corte. A posição da ferramenta antes da chamada de ciclo influencia a execução da limitação de corte. O TNC 640 faz o levantamento de aparas do material no lado do limite de corte sobre o qual se encontra a ferramenta antes da chamada de ciclo.

- Posicione a ferramenta antes da chamada de ciclo de maneira a que já se encontre no lado do limite de corte sobre o qual se deverá executar o levantamento de aparas

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

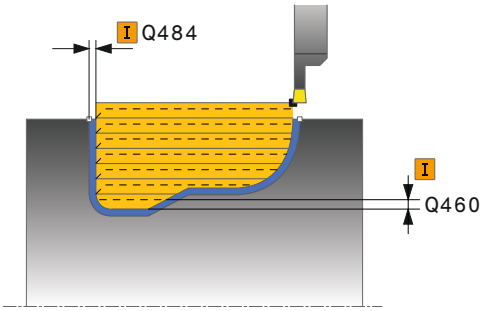
Antes da chamada de ciclo, tem de programar o ciclo **14 CONTORNO** ou **SEL CONTOUR** para definir o número do subprograma.

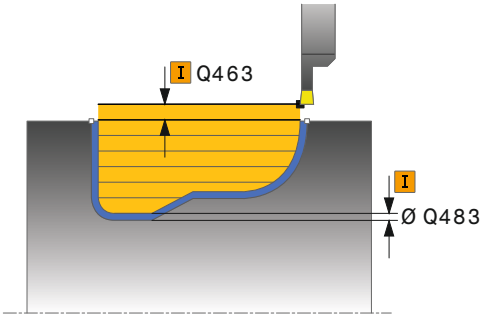
Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

A partir do segundo passo, o comando reduz cada movimento de corte seguinte em 0,1 mm. Deste modo, diminui-se a pressão lateral sobre a ferramenta. Caso no ciclo se tenha introduzido uma largura de desvio **Q508**, o comando reduz o movimento de corte por esse valor. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. O comando envia uma mensagem de erro quando o desvio lateral é superior a 80% da largura efetiva da lâmina (largura efetiva da lâmina = largura da lâmina – 2 x raio da lâmina).

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q488 Avanço afundamento (0=autom.)?**: velocidade de avanço na maquinagem de elementos de afundamento Este valor de introdução é opcional. Se não for programado, aplica-se o avanço definido para a maquinagem de torneamento.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q479 Limites de maquinagem (0/1)?**: Ativar limite de corte:
  0: nenhum limite de corte ativo
  1: limite de corte (**Q480/Q482**)
- **Q480 Valor da limitação de diâmetro?**: valor X para limitação do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q482 Valor da limitação de corte Z?**: valor Z para limitação do contorno
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q507 Direção (0=bidir. / 1=unidir.)?**: direção do levantamento de aparas:
  0: bidirecional (nos dois sentidos)
  1: unidirecional (na direção do contorno)





Exemplo

```
9 CYCL DEF 14.0  CONTORNO
10  CYCL DEF 14.1  LABEL CONTORNO2
11 CYCL DEF 840
   TORN.PUNC.CONT.RAD.
     Q215=+0      ;TIPO DE USINAGEM
     Q460=+2      ;SAFETY CLEARANCE
     Q478=+0.3    ;AVANCO DESBASTE
     Q488=+0      ;AVANCO AFUNDAMENTO
     Q483=+0.4    ;MEDIDA EXCEDENTE
                  DIAMETRO
     Q484=+0.2    ;MEDIDA EXCEDENTE Z
     Q505=+0.2    ;AVANCO ACABADO
     Q479=+0      ;LIMITE DE CORTE
     Q480=+0      ;VALOR LIMITE DIAMETRO
     Q480=+0      ;VALOR LIMITE Z
     Q463=+2      ;PROFUNDIDADE CORTE
                  MAX.
     Q507=+0      ;DIRECAO DE
                  MAQUINAGEM
     Q508=+0      ;LARGURA DO DESVIO
```

- **Q508 Largura do desvio?**: redução do comprimento de corte. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. Se necessário, o comando limita a largura de desvio programada.
- **Q509 Correção profundid. acabamento?**: dependendo do material, da velocidade de avanço, etc., a lâmina "inclina-se" na maquinagem de torneamento. O erro de passo daí resultante é corrigido com a correção da profundidade de torneamento.
- **Q499 Inverter contorno (0=não/1=sim)?**: direção de maquinagem:
  0: maquinagem na direção do contorno
  1: maquinagem contra a direção do contorno

```
Q509=+0      ;CORRECAO PROFUNDIDADE
Q499=+0      ;INVERTER CONTORNO
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
14 M30
15 LBL  2
16 L  X+60 Z-10
17 L  X+40 Z-15
18 RND  R3
19 CR  X+40 Z-35  R+30 DR+
18 RND  R3
20 L  X+60 Z-40
21 LBL  0
```

13.19 TORNEAMENTO DE CORTE SIMPLES AXIAL (ciclo 851, DIN/ISO: G851)

Aplicação

Com este ciclo, pode executar o torneamento de corte de ranhuras retangulares na direção transversal. Ao fazer o torneamento de corte, realizam-se alternadamente um movimento de punção à profundidade de corte e, em seguida, um movimento de desbaste. Deste modo, a maquinagem é feita com um mínimo de movimentos de elevação e avanço.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se, durante a chamada de ciclo, a ferramenta se encontrar fora do contorno a maquinar, o ciclo realiza uma maquinagem exterior. Se a ferramenta se encontrar dentro do contorno a maquinar, o ciclo realiza uma maquinagem interior.

Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. O ciclo maquina a área desde o ponto inicial do ciclo até ao ponto final definido no ciclo.

1. A partir do ponto inicial do ciclo, o comando executa um movimento de punção até à primeira profundidade de corte.
2. O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção transversal com o avanço definido **Q478**.
3. Caso o parâmetro de introdução **Q488** tenha sido definido no ciclo, os elementos de afundamento são maquinados com este avanço de afundamento.
4. Caso no ciclo se tenha selecionado uma só direção de maquinagem **Q507=1**, o comando eleva a ferramenta até à distância de segurança, regressa em marcha rápida e aproxima novamente ao contorno com o avanço definido. Na direção de maquinagem **Q507=0**, o passo é executado dos dois lados.
5. A ferramenta punciona até à profundidade de corte seguinte.
6. O comando repete este processo (2 a 4) até alcançar a profundidade de ranhura programada.
7. O comando posiciona a ferramenta novamente à distância de segurança e executa um movimento de punção nas duas paredes laterais.
8. O comando desloca a ferramenta, em marcha rápida, de volta para o ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando acaba o fundo da ranhura com o avanço definido.
4 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no segundo lado da ranhura.
6 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido Q505.
7 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

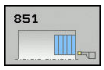
Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

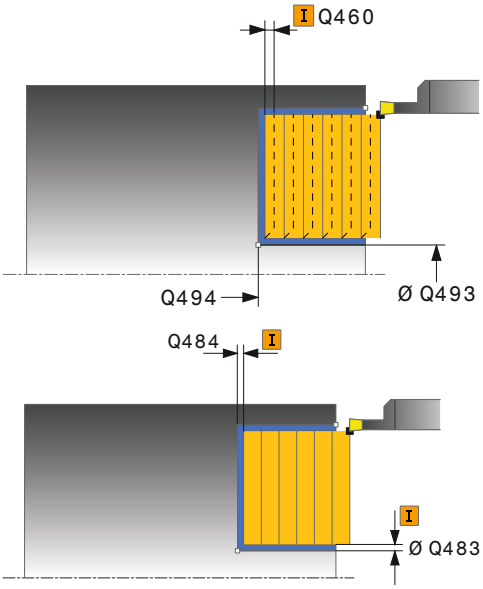
A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

A partir do segundo passo, o comando reduz cada movimento de corte seguinte em 0,1 mm. Deste modo, diminui-se a pressão lateral sobre a ferramenta. Caso no ciclo se tenha introduzido uma largura de desvio **Q508**, o comando reduz o movimento de corte por esse valor. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. O comando envia uma mensagem de erro quando o desvio lateral é superior a 80% da largura efetiva da lâmina (largura efetiva da lâmina = largura da lâmina – 2 x raio da lâmina).

Parâmetros de ciclo



- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q507 Direção (0=bidir. / 1=unidir.)?**: direção do levantamento de aparas:
  0: bidirecional (nos dois sentidos)
  1: unidirecional (na direção do contorno)
- **Q508 Largura do desvio?**: redução do comprimento de corte. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. Se necessário, o comando limita a largura de desvio programada.
- **Q509 Correção profundid. acabamento?**: dependendo do material, da velocidade de avanço, etc., a lâmina "inclina-se" na maquinagem de torneamento. O erro de passo daí resultante é corrigido com a correção da profundidade de torneamento.
- **Q488 Avanço afundamento (0=autom.)?**: velocidade de avanço na maquinagem de elementos de afundamento Este valor de introdução é opcional. Se não for programado, aplica-se o avanço definido para a maquinagem de torneamento.

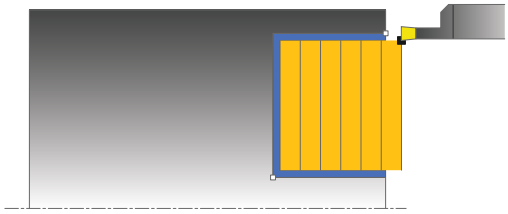


Exemplo

```
11 CYCL DEF 851  TORN.CORTE SIMPL
   AX.
   Q215=+0     ;TIPO DE USINAGEM
   Q460=+2     ;SAFETY CLEARANCE
   Q493=+50    ;FIM DE CONTORNO X
   Q494=-10    ;FIM DE CONTORNO Z
   Q478=+0.3   ;AVANCO DESBASTE
   Q483=+0.4   ;MEDIDA EXCEDENTE
               DIAMETRO
   Q484=+0.2   ;MEDIDA EXCEDENTE Z
   Q505=+0.2   ;AVANCO ACABADO
   Q463=+2     ;PROFUNDIDADE CORTE
               MAX.
   Q507=+0     ;DIRECAO DE
               MAQUINAGEM
   Q508=+0     ;LARGURA DO DESVIO
   Q509=+0     ;CORRECAO
               PROFUNDIDADE
   Q488=+0     ;AVANCO AFUNDAMENTO
12 L  X+65 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.20 TORNEAMENTO DE CORTE AXIAL AVANÇADO (Ciclo 852, DIN/ISO: G852)

Aplicação



Com este ciclo, pode executar o torneamento de corte de ranhuras retangulares na direção transversal. Ao fazer o torneamento de corte, realizam-se alternadamente um movimento de punção à profundidade de corte e, em seguida, um movimento de desbaste. Deste modo, a maquinagem é feita com um mínimo de movimentos de elevação e avanço. Gama de funções avançada:

- No início e no final do contorno, pode inserir um chanfre ou arredondamento
- No ciclo, pode definir o ângulo para as paredes laterais da ranhura
- Nas esquinas de contorno, pode inserir raios

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for superior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o diâmetro inicial Q491 for inferior ao diâmetro final Q493, o ciclo executa uma maquinagem interior.

Execução do ciclo Desbaste

O comando utiliza a posição da ferramenta como ponto inicial do ciclo na chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja menor que **Q492 Início de contorno Z**, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z em **Q492** e inicia o ciclo a partir daí.

1. A partir do ponto inicial do ciclo, o comando executa um movimento de punção até à primeira profundidade de corte.
2. O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção transversal com o avanço definido **Q478**.
3. Caso o parâmetro de introdução **Q488** tenha sido definido no ciclo, os elementos de afundamento são maquinados com este avanço de afundamento.
4. Caso no ciclo se tenha selecionado uma só direção de maquinagem **Q507=1**, o comando eleva a ferramenta até à distância de segurança, regressa em marcha rápida e aproxima novamente ao contorno com o avanço definido. Na direção de maquinagem **Q507=0**, o passo é executado dos dois lados.
5. A ferramenta punciona até à profundidade de corte seguinte.
6. O comando repete este processo (2 a 4) até alcançar a profundidade de ranhura programada.
7. O comando posiciona a ferramenta novamente à distância de segurança e executa um movimento de punção nas duas paredes laterais.
8. O comando desloca a ferramenta, em marcha rápida, de volta para o ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

O comando utiliza a posição da ferramenta como ponto inicial do ciclo na chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja menor que **Q492 Início de contorno Z**, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z em **Q492** e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando acaba o fundo da ranhura com o avanço definido. Caso se tenha introduzido um raio para as esquinas de contorno **Q500**, o comando completa o acabamento de toda a ranhura numa passagem.
4 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no segundo lado da ranhura.
6 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
7 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

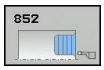
Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

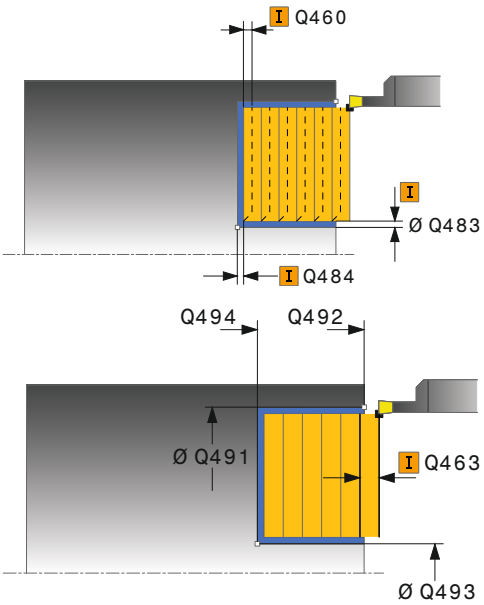
A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

A partir do segundo passo, o comando reduz cada movimento de corte seguinte em 0,1 mm. Deste modo, diminui-se a pressão lateral sobre a ferramenta. Caso no ciclo se tenha introduzido uma largura de desvio **Q508**, o comando reduz o movimento de corte por esse valor. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. O comando envia uma mensagem de erro quando o desvio lateral é superior a 80% da largura efetiva da lâmina (largura efetiva da lâmina = largura da lâmina – 2 x raio da lâmina).

Parâmetros de ciclo



- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q493 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial do contorno
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q495 Ângulo do flanco?**: ângulo entre o flanco no ponto inicial do contorno e as paralelas relativamente ao eixo rotativo
- **Q501 Tipo elemento inicial (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no início de contorno (superfície periférica):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q502 Tamanho do elemento inicial?**: tamanho do elemento inicial (secção do chanfro)
- **Q500 Raio da esquina do contorno?**: raio da esquina interior do contorno. Se não for indicado um raio, obtém-se o raio da placa de corte.
- **Q496 Ângulo do segundo flanco?**: ângulo entre o flanco no ponto final do contorno e as paralelas relativamente ao eixo rotativo
- **Q503 Tipo do elemento final (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no final do contorno :
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q504 Tamanho do elemento final?**: tamanho do elemento final (secção do chanfro)



Exemplo

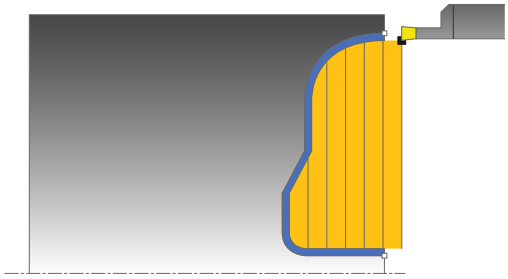
11 CYCL DEF 852 TORN.CORTE AV. AXIAL	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q491=+75	;INICIO CONTORNO DIAMETRO
Q492=-20	;INICIO DE CONTORNO Z
Q493=+50	;FIM DE CONTORNO X
Q494=-50	;FIM DE CONTORNO Z
Q495=+5	;ANGULO FLANCO
Q501=+1	;TIPO DE ELEMENTO INICIAL
Q502=+0.5	;TAMANHO ELEMENTO INICIAL
Q500=+1.5	;RAIO ESQUINA DE CONTORNO
Q496=+5	;ANGULO DO FLANCO
Q503=+1	;TIPO DE ELEMENTO FINAL

- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q507 Direção (0=bidir. / 1=unidir.)?**: direção do levantamento de aparas:
  0: bidirecional (nos dois sentidos)
  1: unidirecional (na direção do contorno)
- **Q508 Largura do desvio?**: redução do comprimento de corte. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. Se necessário, o comando limita a largura de desvio programada.
- **Q509 Correção profundid. acabamento?**: dependendo do material, da velocidade de avanço, etc., a lâmina "inclina-se" na maquinagem de torneamento. O erro de passo daí resultante é corrigido com a correção da profundidade de torneamento.
- **Q488 Avanço afundamento (0=autom.)?**: velocidade de avanço na maquinagem de elementos de afundamento Este valor de introdução é opcional. Se não for programado, aplica-se o avanço definido para a maquinagem de torneamento.

```
Q504=+0.5  ;TAMANHO ELEMENTO FINAL
Q478=+0.3  ;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4  ;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2  ;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2  ;AVANCO ACABADO
Q463=+2    ;PROFUNDIDADE CORTE MAX.
Q507=+0    ;DIRECAO DE MAQUINAGEM
Q508=+0    ;LARGURA DO DESVIO
Q509=+0    ;CORRECAO PROFUNDIDADE
Q488=+0    ;AVANCO AFUNDAMENTO
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.21 TORNEAMENTO DE CORTE DE CONTORNO AXIAL (Ciclo 850, DIN/ISO: G850)

Aplicação



Com este ciclo, pode executar o torneamento de corte de ranhuras com uma forma qualquer na direção longitudinal. Ao fazer o torneamento de corte, realizam-se alternadamente um movimento de punção à profundidade de passo e, em seguida, um movimento de desbaste.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o ponto inicial for superior ao ponto final do contorno, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o ponto inicial do contorno for inferior ao ponto final, o ciclo executa uma maquinagem interior.

Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, no ponto inicial do contorno, e inicia o ciclo a partir daí.

1. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, na coordenada X (primeira posição de recesso).
2. O comando executa um movimento de punção até à primeira profundidade de corte.
3. O comando faz o levantamento de aparas na área entre o ponto inicial e o ponto final na direção transversal com o avanço definido **Q478**.
4. Caso o parâmetro de introdução **Q488** tenha sido definido no ciclo, os elementos de afundamento são maquinados com este avanço de afundamento.
5. Caso no ciclo se tenha selecionado uma só direção de maquinagem **Q507=1**, o comando eleva a ferramenta até à distância de segurança, regressa em marcha rápida e aproxima novamente ao contorno com o avanço definido. Na direção de maquinagem **Q507=0**, o passo é executado dos dois lados.
6. A ferramenta punciona até à profundidade de corte seguinte.
7. O comando repete este processo (2 a 4) até alcançar a profundidade de ranhura programada.
8. O comando posiciona a ferramenta novamente à distância de segurança e executa um movimento de punção nas duas paredes laterais.
9. O comando desloca a ferramenta, em marcha rápida, de volta para o ponto inicial do ciclo.

Execução do ciclo Acabamento

O comando utiliza a posição da ferramenta como ponto inicial do ciclo na chamada de ciclo.

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba as paredes laterais da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando acaba o fundo da ranhura com o avanço definido.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

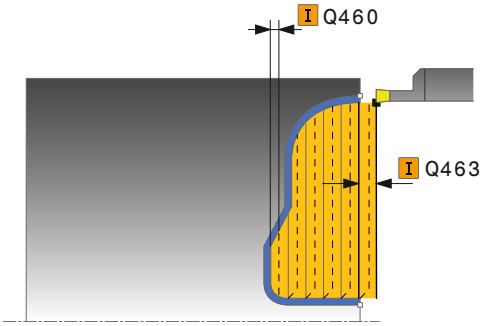
Antes da chamada de ciclo, tem de programar o ciclo **14 CONTORNO** ou **SEL CONTOUR** para definir o número do subprograma.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

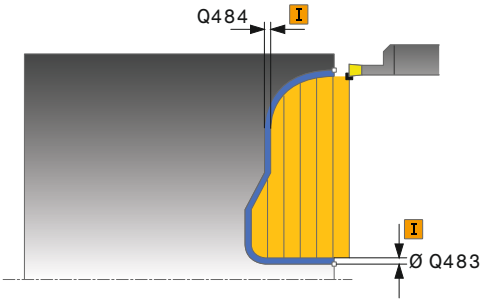
A partir do segundo passo, o comando reduz cada movimento de corte seguinte em 0,1 mm. Deste modo, diminui-se a pressão lateral sobre a ferramenta. Caso no ciclo se tenha introduzido uma largura de desvio **Q508**, o comando reduz o movimento de corte por esse valor. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. O comando envia uma mensagem de erro quando o desvio lateral é superior a 80% da largura efetiva da lâmina (largura efetiva da lâmina = largura da lâmina – 2 x raio da lâmina).

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.



- **Q488 Avanço afundamento (0=autom.)?**: velocidade de avanço na maquinagem de elementos de afundamento Este valor de introdução é opcional. Se não for programado, aplica-se o avanço definido para a maquinagem de torneamento.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q479 Limites de maquinagem (0/1)?**: Ativar limite de corte:
  0: nenhum limite de corte ativo
  1: limite de corte (**Q480/Q482**)
- **Q480 Valor da limitação de diâmetro?**: valor X para limitação do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q482 Valor da limitação de corte Z?**: valor Z para limitação do contorno
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q507 Direção (0=bidir. / 1=unidir.)?**: direção do levantamento de aparas:
  0: bidirecional (nos dois sentidos)
  1: unidirecional (na direção do contorno)
- **Q508 Largura do desvio?**: redução do comprimento de corte. No final do pré-puncionamento, faz-se um levantamento de aparas no material restante com um movimento de puncionamento. Se necessário, o comando limita a largura de desvio programada.
- **Q509 Correção profundid. acabamento?**: dependendo do material, da velocidade de avanço, etc., a lâmina "inclina-se" na maquinagem de torneamento. O erro de passo daí resultante é corrigido com a correção da profundidade de torneamento.
- **Q499 Inverter contorno (0=não/1=sim)?**: direção de maquinagem:
  0: maquinagem na direção do contorno
  1: maquinagem contra a direção do contorno



Exemplo

```
9 CYCL DEF 14.0 CONTORNO
10 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO2
11 CYCL DEF 850
   TORN.PUNC.CONT.AXIAL
   Q215=+0     ;TIPO DE USINAGEM
   Q460=+2     ;SAFETY CLEARANCE
   Q478=+0.3   ;AVANCO DESBASTE
   Q488=0      ;AVANCO AFUNDAMENTO
   Q483=+0.4   ;MEDIDA EXCEDENTE
               DIAMETRO
   Q484=+0.2   ;MEDIDA EXCEDENTE Z
   Q505=+0.2   ;AVANCO ACABADO
   Q479=+0     ;LIMITE DE CORTE
   Q480=+0     ;VALOR LIMITE DIAMETRO
   Q480=+0     ;VALOR LIMITE Z
   Q463=+2     ;PROFUNDIDADE CORTE
               MAX.
   Q507=+0     ;DIRECAO DE
               MAQUINAGEM
   Q508=+0     ;LARGURA DO DESVIO
   Q509=+0     ;CORRECAO
               PROFUNDIDADE
   Q499=+0     ;INVERTER CONTORNO
12 L X+75 Y+0 Z+2 FMAX M303
13 CYCL CALL
14 M30
15 LBL 2
16 L X+60 Z+0
17 L Z-10
18 RND R5
19 L X+40 Z-15
20 L Z+0
21 LBL 0
```

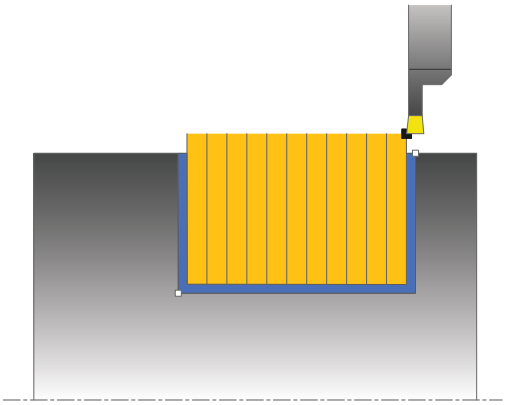
13.22 PUNCIONAMENTO RADIAL (Ciclo 861, DIN/ISO: G861)

Aplicação

Com este ciclo, pode puncionar radialmente ranhuras retangulares.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

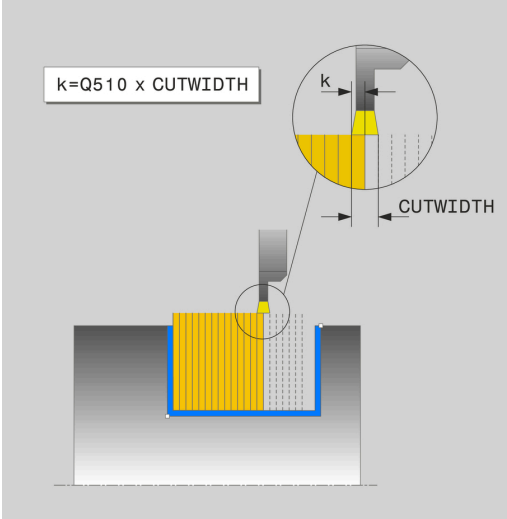
Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se, durante a chamada de ciclo, a ferramenta se encontrar fora do contorno a maquinar, o ciclo realiza uma maquinagem exterior. Se a ferramenta se encontrar dentro do contorno a maquinar, o ciclo realiza uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

O ciclo maquina somente a área desde o ponto inicial do ciclo até ao ponto final definido no ciclo.

1 No primeiro recesso, o comando movimenta completamente a ferramenta com o avanço reduzido **Q511** à profundidade do recesso + medida excedente.
2 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida
3 O comando desloca a ferramenta lateralmente pelo valor de **Q510** x largura da ferramenta (**Cutwidth**)
4 No avanço **Q478** o comando produz um novo recesso
5 Dependendo do parâmetro **Q462**, o comando recolhe a ferramenta
6 O comando faz o levantamento de aparas na área entre a posição inicial e o ponto final, repetindo os passos 2 a 4.
7 Assim que a largura da ranhura é alcançada, o comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo



Execução do ciclo Acabamento

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando acaba metade da largura da ranhura com o avanço definido.
4 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no segundo lado da ranhura.
6 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
7 O comando acaba metade da largura da ranhura com o avanço definido.
8 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

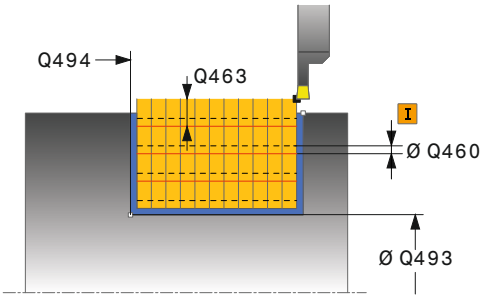
Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

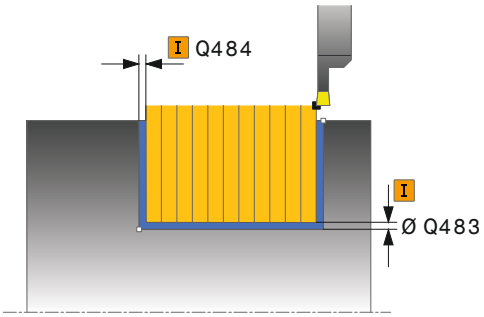
A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

Através de **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS:Z/X DCW** e/ou de um registo na coluna DCW da tabela de ferramentas de tornear, é possível definir uma medida excedente na largura da ferramenta de punção. DCW pode aceitar valores positivos e negativos e é adicionado à largura da ferramenta de punção: CUTWIDTH + DCWTab + FUNCTION TURNDATA CORR TCS: Z/X DCW. Enquanto um DCW registado na tabela estiver ativo no gráfico, um DCW programado através de **FUNCTION TURNDATA CORR TCS** não é visível.

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q463 Limite da profundidade de passo?**: profundidade de puncionamento máx. por corte
- **Q510 Sobrepos. largura puncionamento?** O fator Q510 permite influenciar o passo lateral da ferramenta ao desbastar. Q510 é multiplicado pela largura **CUTWIDTH** da ferramenta. Daí resulta o passo lateral "k". Campo de introdução de 0.001 a 1





Exemplo

11 CYCL DEF 861 PUNCION. SIMPL. RAD.	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q493=+50	;FIM DE CONTORNO X
Q494=-50	;FIM DE CONTORNO Z
Q478=+0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2	;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2	;AVANCO ACABADO

- **Q511 Fator de avanço em %?** Com o fator Q511, é possível influenciar o avanço no recesso completo, ou seja, no recesso com a largura total da ferramenta **CUTWIDTH**. Se utilizar o fator de avanço, pode criar excelentes condições de corte durante o restante processo de desbaste. Dessa forma, pode definir o avanço de desbaste Q478 de tal forma grande, que este oferece excelentes condições de corte na correspondente sobreposição da largura de puncionamento. No recesso completo, o comando reduz então o avanço conforme o fator Q511. No geral, daí pode resultar um tempo de maquinagem mais curto. Campo de introdução de 0.001 a 150
- **Q462 Comportamento de retração (0/1)?** Com Q462 define-se o comportamento de retração após o recesso.
  0: O comando retrai a ferramenta ao longo do contorno
  1: O comando começa por afastar a ferramenta obliquamente do contorno, retraindo-a em seguida
- **Q211 Duração da permanência / 1/min?** Indique uma duração de permanência em rotações do mandril da ferramenta que retarda a retração após o puncionamento na base. A retração só se realiza depois de a ferramenta ter permanecido durante as rotações de **Q211**. Campo de introdução de 0 a 999,9999

```
Q463=+0      ;LIMITE PASSO
Q510=+0.8    ;SOBREPOS. PUNCION.
Q511=+100    ;FATOR DE AVANCO
Q462=0       ;MODO RETRACAO
Q211=3       ;DUR. PERMAN. ROT.
12 L  X+75 Y+0  Z-25 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.23 PUNCIONAMENTO RADIAL AVANÇADO (Ciclo 862, DIN/ISO: G862)

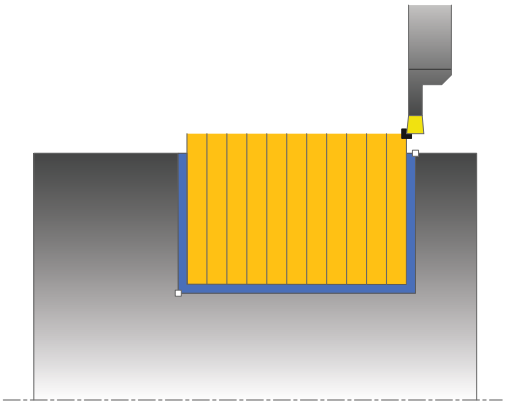
Aplicação

Com este ciclo, pode puncionar radialmente ranhuras. Gama de funções avançada:

- No início e no final do contorno, pode inserir um chanfre ou arredondamento
- No ciclo, pode definir o ângulo para as paredes laterais da ranhura
- Nas esquinas de contorno, pode inserir raios

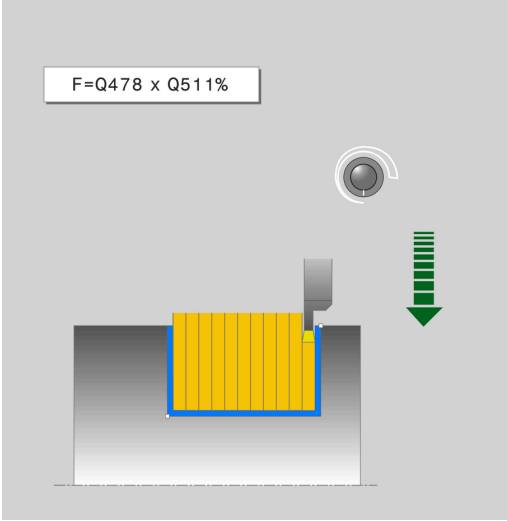
Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for superior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o diâmetro inicial **Q491** for inferior ao diâmetro final **Q493**, o ciclo executa uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

1. No primeiro recesso, o comando movimenta completamente a ferramenta com o avanço reduzido **Q511** à profundidade do recesso + medida excedente.
2. O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida
3. O comando desloca a ferramenta lateralmente pelo valor de **Q510** x largura da ferramenta (**Cutwidth**)
4. No avanço **Q478** o comando produz um novo recesso
5. Dependendo do parâmetro **Q462**, o comando recolhe a ferramenta
6. O comando faz o levantamento de aparas na área entre a posição inicial e o ponto final, repetindo os passos 2 a 4.
7. Assim que a largura da ranhura é alcançada, o comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo



Execução do ciclo Acabamento

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando acaba metade da largura da ranhura com o avanço definido.
4 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no segundo lado da ranhura.
6 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
7 O comando acaba metade da largura da ranhura com o avanço definido.
8 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

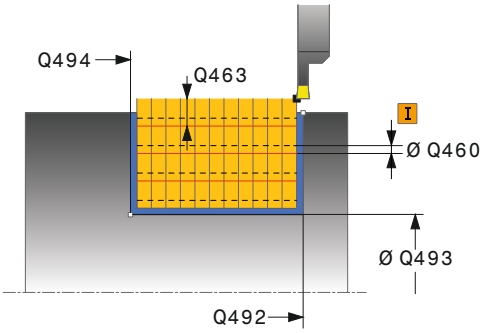
Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

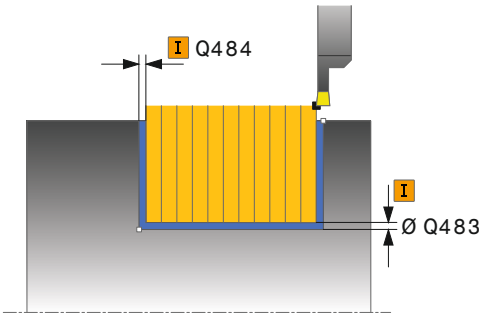
A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

Através de **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS:Z/X DCW** e/ou de um registo na coluna DCW da tabela de ferramentas de tornear, é possível definir uma medida excedente na largura da ferramenta de punção. DCW pode aceitar valores positivos e negativos e é adicionado à largura da ferramenta de punção: CUTWIDTH + DCWTab + FUNCTION TURNDATA CORR TCS: Z/X DCW. Enquanto um DCW registado na tabela estiver ativo no gráfico, um DCW programado através de **FUNCTION TURNDATA CORR TCS** não é visível.

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q493 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial do contorno
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q495 Ângulo do flanco?**: ângulo entre o flanco no ponto inicial do contorno e as verticais relativamente ao eixo rotativo
- **Q501 Tipo elemento inicial (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no início de contorno (superfície periférica):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q502 Tamanho do elemento inicial?**: tamanho do elemento inicial (secção do chanfro)
- **Q500 Raio da esquina do contorno?**: raio da esquina interior do contorno. Se não for indicado um raio, obtém-se o raio da placa de corte.
- **Q496 Ângulo do segundo flanco?**: ângulo entre o flanco no ponto final do contorno e as verticais relativamente ao eixo rotativo
- **Q503 Tipo do elemento final (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no final do contorno :
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q504 Tamanho do elemento final?**: tamanho do elemento final (secção do chanfro)





Exemplo

11 CYCL DEF 862 PUNCION. AVAN. RAD.	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q491=+75	;INICIO CONTORNO DIAMETRO
Q492=-20	;INICIO DE CONTORNO Z
Q493=+50	;FIM DE CONTORNO X
Q494=-50	;FIM DE CONTORNO Z
Q495=+5	;ANGULO FLANCO
Q501=+1	;TIPO DE ELEMENTO INICIAL
Q502=+0.5	;TAMANHO ELEMENTO INICIAL
Q500=+1.5	;RAIO ESQUINA DE CONTORNO
Q496=+5	;ANGULO DO FLANCO

- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q463 Limite da profundidade de passo?**: profundidade de puncionamento máx. por corte
- **Q510 Sobrepos. largura puncionamento?** O fator Q510 permite influenciar o passo lateral da ferramenta ao desbastar. Q510 é multiplicado pela largura **CUTWIDTH** da ferramenta. Daí resulta o passo lateral "k". Campo de introdução de 0.001 a 1
- **Q511 Fator de avanço em %?** Com o fator Q511, é possível influenciar o avanço no recesso completo, ou seja, no recesso com a largura total da ferramenta **CUTWIDTH**. Se utilizar o fator de avanço, pode criar excelentes condições de corte durante o restante processo de desbaste. Dessa forma, pode definir o avanço de desbaste Q478 de tal forma grande, que este oferece excelentes condições de corte na correspondente sobreposição da largura de puncionamento. No recesso completo, o comando reduz então o avanço conforme o fator Q511. No geral, daí pode resultar um tempo de maquinagem mais curto. Campo de introdução de 0.001 a 150
- **Q462 Comportamento de retração (0/1)?** Com Q462 define-se o comportamento de retração após o recesso.
  0: O comando retrai a ferramenta ao longo do contorno
  1: O comando começa por afastar a ferramenta obliquamente do contorno, retraindo-a em seguida
- **Q211 Duração da permanência / 1/min?** Indique uma duração de permanência em rotações do mandril da ferramenta que retarda a retração após o puncionamento na base. A retração só se realiza depois de a ferramenta ter permanecido durante as rotações de **Q211**. Campo de introdução de 0 a 999,9999

```
Q503=+1     ;TIPO DE ELEMENTO FINAL
Q504=+0.5   ;TAMANHO ELEMENTO FINAL
Q478=+0.3   ;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4   ;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2   ;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2   ;AVANCO ACABADO
Q463=+0     ;LIMITE PASSO
Q510=0.8    ;SOBREPOS. PUNCION.
Q511=+100   ;FATOR DE AVANCO
Q462=+0     ;MODO RETRACAO
Q211=3      ;DUR. PERMAN. ROT.
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

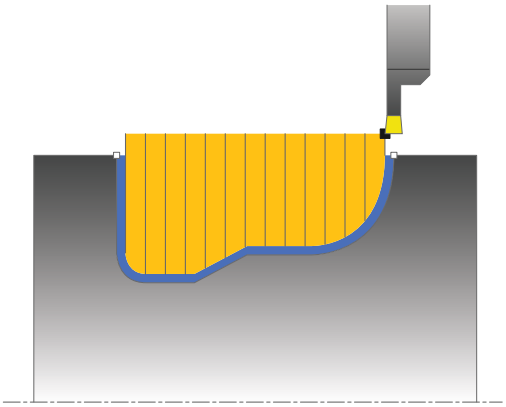
13.24 PUNCIONAMENTO DE CONTORNO RADIAL (Ciclo 860, DIN/ISO: G860)

Aplicação

Com este ciclo, pode puncionar radialmente ranhuras com qualquer forma.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior. Se o ponto inicial for superior ao ponto final do contorno, o ciclo executa uma maquinagem exterior. Se o ponto inicial do contorno for inferior ao ponto final, o ciclo executa uma maquinagem interior.



Execução do ciclo Desbaste

1 No primeiro recesso, o comando movimenta completamente a ferramenta com o avanço reduzido **Q511** à profundidade do recesso + medida excedente.
2 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida
3 O comando desloca a ferramenta lateralmente pelo valor de **Q510** x largura da ferramenta (**Cutwidth**)
4 No avanço **Q478** o comando produz um novo recesso
5 Dependendo do parâmetro **Q462**, o comando recolhe a ferramenta
6 O comando faz o levantamento de aparas na área entre a posição inicial e o ponto final, repetindo os passos 2 a 4.
7 Assim que a largura da ranhura é alcançada, o comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo

Execução do ciclo Acabamento

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando desbasta uma metade da ranhura com o avanço definido.
4 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no segundo lado da ranhura.
6 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
7 O comando desbasta a outra metade da ranhura com o avanço definido.
8 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão

O limite de corte restringe a área de contorno a maquinar. Os percursos de aproximação e afastamento podem passar por cima do limite de corte. A posição da ferramenta antes da chamada de ciclo influencia a execução da limitação de corte. O TNC 640 faz o levantamento de aparas do material no lado do limite de corte sobre o qual se encontra a ferramenta antes da chamada de ciclo.

- Posicione a ferramenta antes da chamada de ciclo de maneira a que já se encontre no lado do limite de corte sobre o qual se deverá executar o levantamento de aparas

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

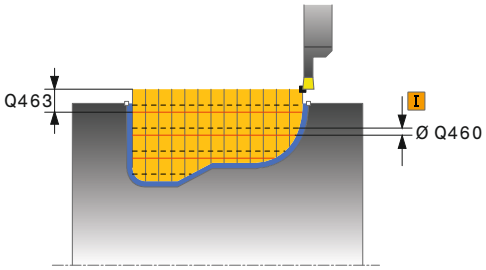
Antes da chamada de ciclo, tem de programar o ciclo **14 CONTORNO** ou **SEL CONTOUR** para definir o número do subprograma.

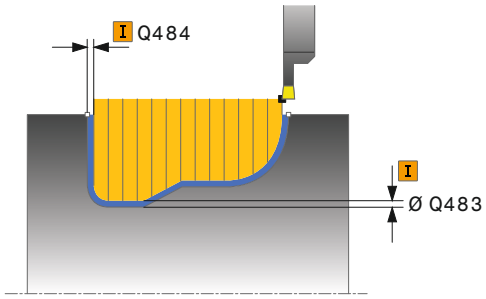
Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

Através de **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS:Z/X DCW** e/ou de um registo na coluna DCW da tabela de ferramentas de tornear, é possível definir uma medida excedente na largura da ferramenta de punção. DCW pode aceitar valores positivos e negativos e é adicionado à largura da ferramenta de punção: CUTWIDTH + DCWTab + FUNCTION TURNDATA CORR TCS: Z/X DCW. Enquanto um DCW registado na tabela estiver ativo no gráfico, um DCW programado através de **FUNCTION TURNDATA CORR TCS** não é visível.

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q479 Limites de maquinagem (0/1)?**: Ativar limite de corte:
  0: nenhum limite de corte ativo
  1: limite de corte (**Q480/Q482**)
- **Q480 Valor da limitação de diâmetro?**: valor X para limitação do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q482 Valor da limitação de corte Z?**: valor Z para limitação do contorno
- **Q463 Limite da profundidade de passo?**: profundidade de puncionamento máx. por corte





Exemplo

9 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	
10 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO2	
11 CYCL DEF 860 PUNC. CONTORNO RAD.	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q478=+0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2	;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2	;AVANCO ACABADO

- **Q510 Sobrepos. largura puncionamento?** O fator Q510 permite influenciar o passo lateral da ferramenta ao desbastar. Q510 é multiplicado pela largura **CUTWIDTH** da ferramenta. Daí resulta o passo lateral "k". Campo de introdução de 0.001 a 1
- **Q511 Fator de avanço em %?** Com o fator Q511, é possível influenciar o avanço no recesso completo, ou seja, no recesso com a largura total da ferramenta **CUTWIDTH**. Se utilizar o fator de avanço, pode criar excelentes condições de corte durante o restante processo de desbaste. Dessa forma, pode definir o avanço de desbaste Q478 de tal forma grande, que este oferece excelentes condições de corte na correspondente sobreposição da largura de puncionamento. No recesso completo, o comando reduz então o avanço conforme o fator Q511. No geral, daí pode resultar um tempo de maquinagem mais curto. Campo de introdução de 0.001 a 150
- **Q462 Comportamento de retração (0/1)?** Com Q462 define-se o comportamento de retração após o recesso.
  0: O comando retrai a ferramenta ao longo do contorno
  1: O comando começa por afastar a ferramenta obliquamente do contorno, retraindo-a em seguida
- **Q211 Duração da permanência / 1/min?** Indique uma duração de permanência em rotações do mandril da ferramenta que retarda a retração após o puncionamento na base. A retração só se realiza depois de a ferramenta ter permanecido durante as rotações de **Q211**. Campo de introdução de 0 a 999,9999

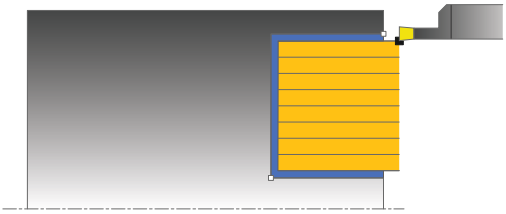
```
Q479=+0     ;LIMITE DE CORTE
Q480=+0     ;VALOR LIMITE DIAMETRO
Q480=+0     ;VALOR LIMITE Z
Q463=+0     ;LIMITE PASSO
Q510=0.08   ;SOBREPOS. PUNCION.
Q511=+100   ;FATOR DE AVANCO
Q462=+0     ;MODO RETRACAO
Q211=3      ;DUR. PERMAN. ROT.
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
14 M30
15 LBL 2
16 L  X+60 Z-20
17 L  X+45
18  RND R2
19 L  X+40 Z-25
20 L  Z+0
21 LBL 0
```

13.25 PUNCIONAMENTO AXIAL (ciclo 871, DIN/ISO: G871)

Aplicação

Com este ciclo, pode puncionar axialmente (puncionar transversalmente) ranhuras retangulares.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.



Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. O ciclo maquina somente a área desde o ponto inicial do ciclo até ao ponto final definido no ciclo.

1 No primeiro recesso, o comando movimenta completamente a ferramenta com o avanço reduzido **Q511** à profundidade do recesso + medida excedente.
2 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida
3 O comando desloca a ferramenta lateralmente pelo valor de **Q510** x largura da ferramenta (**Cutwidth**)
4 No avanço **Q478** o comando produz um novo recesso
5 Dependendo do parâmetro **Q462**, o comando recolhe a ferramenta
6 O comando faz o levantamento de aparas na área entre a posição inicial e o ponto final, repetindo os passos 2 a 4.
7 Assim que a largura da ranhura é alcançada, o comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo

Execução do ciclo Acabamento

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando acaba metade da largura da ranhura com o avanço definido.
4 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no segundo lado da ranhura.
6 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
7 O comando acaba metade da largura da ranhura com o avanço definido.
8 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

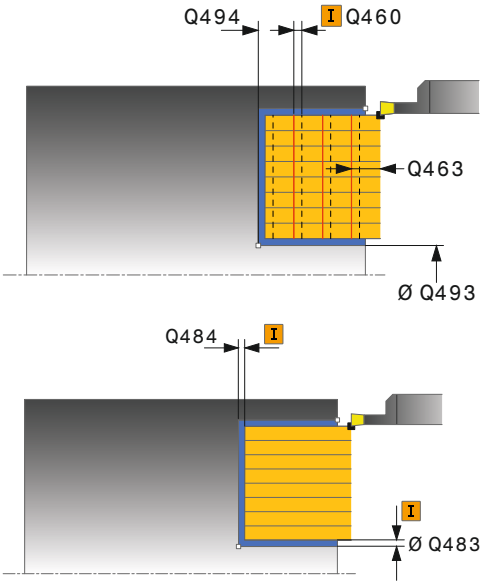
Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

Através de **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS:Z/X DCW** e/ou de um registo na coluna DCW da tabela de ferramentas de tornear, é possível definir uma medida excedente na largura da ferramenta de punção. DCW pode aceitar valores positivos e negativos e é adicionado à largura da ferramenta de punção: CUTWIDTH + DCWTab + FUNCTION TURNDATA CORR TCS: Z/X DCW. Enquanto um DCW registado na tabela estiver ativo no gráfico, um DCW programado através de **FUNCTION TURNDATA CORR TCS** não é visível.

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q463 Limite da profundidade de passo?**: profundidade de puncionamento máx. por corte
- **Q510 Sobrepos. largura puncionamento?** O fator Q510 permite influenciar o passo lateral da ferramenta ao desbastar. Q510 é multiplicado pela largura **CUTWIDTH** da ferramenta. Daí resulta o passo lateral "k". Campo de introdução de 0.001 a 1



Exemplo

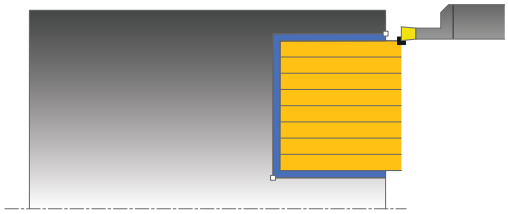
11 CYCL DEF 871 PUNCION. SIMPL.AXIAL	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q493=+50	;FIM DE CONTORNO X
Q494=-10	;FIM DE CONTORNO Z
Q478=+0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q484=+0.2	;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2	;AVANCO ACABADO
Q463=+0	;LIMITE PASSO

- **Q511 Fator de avanço em %?** Com o fator Q511, é possível influenciar o avanço no recesso completo, ou seja, no recesso com a largura total da ferramenta **CUTWIDTH**. Se utilizar o fator de avanço, pode criar excelentes condições de corte durante o restante processo de desbaste. Dessa forma, pode definir o avanço de desbaste Q478 de tal forma grande, que este oferece excelentes condições de corte na correspondente sobreposição da largura de puncionamento. No recesso completo, o comando reduz então o avanço conforme o fator Q511. No geral, daí pode resultar um tempo de maquinagem mais curto. Campo de introdução de 0.001 a 150
- **Q462 Comportamento de retração (0/1)?** Com Q462 define-se o comportamento de retração após o recesso.
  0: O comando retrai a ferramenta ao longo do contorno
  1: O comando começa por afastar a ferramenta obliquamente do contorno, retraindo-a em seguida
- **Q211 Duração da permanência / 1/min?** Indique uma duração de permanência em rotações do mandril da ferramenta que retarda a retração após o puncionamento na base. A retração só se realiza depois de a ferramenta ter permanecido durante as rotações de **Q211**. Campo de introdução de 0 a 999,9999

```
Q510=+0.8  ;SOBREPOS. PUNCION.
Q511=+100  ;FATOR DE AVANCO
Q462=0     ;MODO RETRACAO
Q211=3     ;DUR. PERMAN. ROT.
12 L  X+65 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.26 PUNCIONAMENTO AXIAL AVANÇADO (Ciclo 872, DIN/ISO: G872)

Aplicação



Com este ciclo, pode puncionar axialmente (puncionar transversalmente) ranhuras. Gama de funções avançada:

- No início e no final do contorno, pode inserir um chanfre ou arredondamento
- No ciclo, pode definir o ângulo para as paredes laterais da ranhura
- Nas esquinas de contorno, pode inserir raios

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.

Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja menor que **Q492 Início de contorno Z**, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z em **Q492** e inicia o ciclo a partir daí.

1. No primeiro recesso, o comando movimenta completamente a ferramenta com o avanço reduzido **Q511** à profundidade do recesso + medida excedente.
2. O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida
3. O comando desloca a ferramenta lateralmente pelo valor de **Q510** x largura da ferramenta (**Cutwidth**)
4. No avanço **Q478** o comando produz um novo recesso
5. Dependendo do parâmetro **Q462**, o comando recolhe a ferramenta
6. O comando faz o levantamento de aparas na área entre a posição inicial e o ponto final, repetindo os passos 2 a 4.
7. Assim que a largura da ranhura é alcançada, o comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo

Execução do ciclo Acabamento

O comando utiliza a posição da ferramenta como ponto inicial do ciclo na chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja menor que **Q492 Início de contorno Z**, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z em **Q492** e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no segundo lado da ranhura.
5 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
6 O comando desbasta uma metade da ranhura com o avanço definido.
7 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado.
8 O comando desbasta a outra metade da ranhura com o avanço definido.
9 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

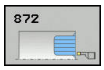
Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

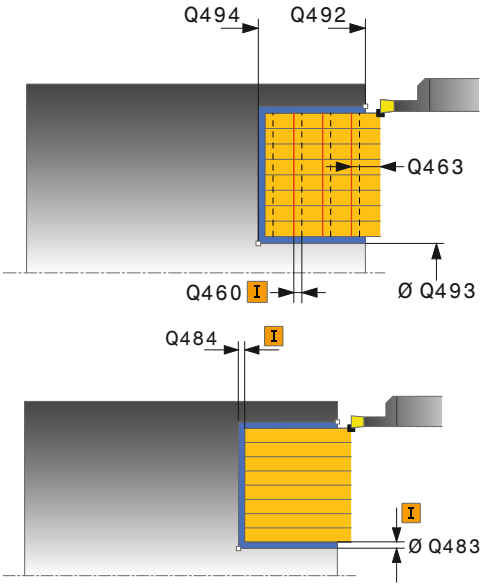
A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

Através de **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS:Z/X DCW** e/ou de um registo na coluna DCW da tabela de ferramentas de tornear, é possível definir uma medida excedente na largura da ferramenta de punção. DCW pode aceitar valores positivos e negativos e é adicionado à largura da ferramenta de punção: CUTWIDTH + DCWTab + FUNCTION TURNDATA CORR TCS: Z/X DCW. Enquanto um DCW registado na tabela estiver ativo no gráfico, um DCW programado através de **FUNCTION TURNDATA CORR TCS** não é visível.

Parâmetros de ciclo



- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q493 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial do contorno
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final do contorno
- **Q495 Ângulo do flanco?**: ângulo entre o flanco no ponto inicial do contorno e as paralelas relativamente ao eixo rotativo
- **Q501 Tipo elemento inicial (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no início de contorno (superfície periférica):
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q502 Tamanho do elemento inicial?**: tamanho do elemento inicial (secção do chanfro)
- **Q500 Raio da esquina do contorno?**: raio da esquina interior do contorno. Se não for indicado um raio, obtém-se o raio da placa de corte.
- **Q496 Ângulo do segundo flanco?**: ângulo entre o flanco no ponto final do contorno e as paralelas relativamente ao eixo rotativo
- **Q503 Tipo do elemento final (0/1/2)?**: determinar o tipo de elemento no final do contorno :
  0: nenhum elemento adicional
  1: o elemento é um chanfro
  2: o elemento é um raio
- **Q504 Tamanho do elemento final?**: tamanho do elemento final (secção do chanfro)
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.



Exemplo

11 CYCL DEF 871 PUNCION. AVAN.AXIAL	
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q491=+75	;INICIO CONTORNO DIAMETRO
Q492=-20	;INICIO DE CONTORNO Z
Q493=+50	;FIM DE CONTORNO X
Q494=-50	;FIM DE CONTORNO Z
Q495=+5	;ANGULO FLANCO
Q501=+1	;TIPO DE ELEMENTO INICIAL
Q502=+0.5	;TAMANHO ELEMENTO INICIAL
Q500=+1.5	;RAIO ESQUINA DE CONTORNO
Q496=+5	;ANGULO DO FLANCO
Q503=+1	;TIPO DE ELEMENTO FINAL
Q504=+0.5	;TAMANHO ELEMENTO FINAL
Q478=+0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO

- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q463 Limite da profundidade de passo?**: profundidade de puncionamento máx. por corte
- **Q510 Sobrepos. largura puncionamento?** O fator Q510 permite influenciar o passo lateral da ferramenta ao desbastar. Q510 é multiplicado pela largura **CUTWIDTH** da ferramenta. Daí resulta o passo lateral "k". Campo de introdução de 0.001 a 1
- **Q511 Fator de avanço em %?** Com o fator Q511, é possível influenciar o avanço no recesso completo, ou seja, no recesso com a largura total da ferramenta **CUTWIDTH**. Se utilizar o fator de avanço, pode criar excelentes condições de corte durante o restante processo de desbaste. Dessa forma, pode definir o avanço de desbaste Q478 de tal forma grande, que este oferece excelentes condições de corte na correspondente sobreposição da largura de puncionamento. No recesso completo, o comando reduz então o avanço conforme o fator Q511. No geral, daí pode resultar um tempo de maquinagem mais curto. Campo de introdução de 0.001 a 150
- **Q462 Comportamento de retração (0/1)?** Com Q462 define-se o comportamento de retração após o recesso.
  0: O comando retrai a ferramenta ao longo do contorno
  1: O comando começa por afastar a ferramenta obliquamente do contorno, retraindo-a em seguida
- **Q211 Duração da permanência / 1/min?** Indique uma duração de permanência em rotações do mandril da ferramenta que retarda a retração após o puncionamento na base. A retração só se realiza depois de a ferramenta ter permanecido durante as rotações de **Q211**. Campo de introdução de 0 a 999,9999

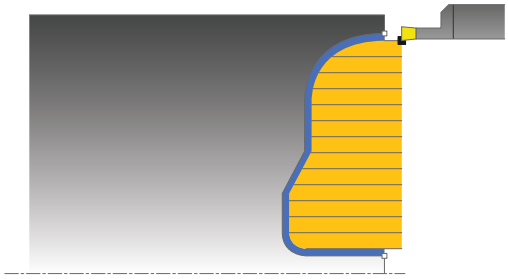
```
Q484=+0.2  ;MEDIDA EXCEDENTE Z
Q505=+0.2  ;AVANCO ACABADO
Q463=+0    ;LIMITE PASSO
Q510=+0.08;SOBREPOS. PUNCION.
Q511=+100  ;FATOR DE AVANCO
Q462=0     ;MODO RETRACAO
Q211=3     ;DUR. PERMAN. ROT.
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.27 PUNCIONAMENTO DE CONTORNO AXIAL (Ciclo 870, DIN/ISO: G870)

Aplicação

Com este ciclo, pode puncionar axialmente ranhuras (puncionar transversalmente) com qualquer forma.

Opcionalmente, pode utilizar o ciclo para a maquinagem de desbaste, de acabamento ou completa. O levantamento de aparas na maquinagem de desbaste ocorre paralelamente ao eixo.



Execução do ciclo Desbaste

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Caso a coordenada Z do ponto inicial seja inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, no ponto inicial do contorno, e inicia o ciclo a partir daí.

1 No primeiro recesso, o comando movimenta completamente a ferramenta com o avanço reduzido **Q511** à profundidade do recesso + medida excedente.
2 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida
3 O comando desloca a ferramenta lateralmente pelo valor de **Q510** x largura da ferramenta (**Cutwidth**)
4 No avanço **Q478** o comando produz um novo recesso
5 Dependendo do parâmetro **Q462**, o comando recolhe a ferramenta
6 O comando faz o levantamento de aparas na área entre a posição inicial e o ponto final, repetindo os passos 2 a 4.
7 Assim que a largura da ranhura é alcançada, o comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo

Execução do ciclo Acabamento

O comando utiliza a posição da ferramenta como ponto inicial do ciclo na chamada de ciclo.

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no primeiro lado da ranhura.
2 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
3 O comando desbasta uma metade da ranhura com o avanço definido.
4 O comando recolhe a ferramenta em marcha rápida.
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, no segundo lado da ranhura.
6 O comando acaba a parede lateral da ranhura com o avanço definido **Q505**.
7 O comando desbasta a outra metade da ranhura com o avanço definido.
8 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão

O limite de corte restringe a área de contorno a maquinar. Os percursos de aproximação e afastamento podem passar por cima do limite de corte. A posição da ferramenta antes da chamada de ciclo influencia a execução da limitação de corte. O TNC 640 faz o levantamento de aparas do material no lado do limite de corte sobre o qual se encontra a ferramenta antes da chamada de ciclo.

- Posicione a ferramenta antes da chamada de ciclo de maneira a que já se encontre no lado do limite de corte sobre o qual se deverá executar o levantamento de aparas

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

A posição da ferramenta na chamada de ciclo determina o tamanho da área de levantamento de aparas (ponto inicial do ciclo).

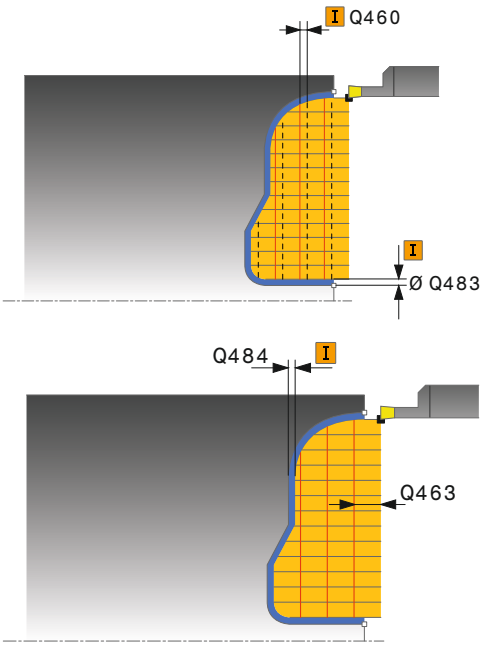
Antes da chamada de ciclo, tem de programar o ciclo **14 CONTORNO** ou **SEL CONTOUR** para definir o número do subprograma.

Através de **FUNCTION TURNDATA CORR-TCS:Z/X DCW** e/ou de um registo na coluna DCW da tabela de ferramentas de tornear, é possível definir uma medida excedente na largura da ferramenta de punção. DCW pode aceitar valores positivos e negativos e é adicionado à largura da ferramenta de punção: CUTWIDTH + DCWTab + FUNCTION TURNDATA CORR TCS: Z/X DCW. Enquanto um DCW registado na tabela estiver ativo no gráfico, um DCW programado através de **FUNCTION TURNDATA CORR TCS** não é visível.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q460 Distancia de seguranca?**: reservado, atualmente sem função
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999
- **Q484 Medida excedente Z?** (incremental): medida excedente para o contorno definido na direção axial
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q479 Limites de maquinagem (0/1)?**: Ativar limite de corte:
  0: nenhum limite de corte ativo
  1: limite de corte (**Q480/Q482**)
- **Q480 Valor da limitação de diâmetro?**: valor X para limitação do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q482 Valor da limitação de corte Z?**: valor Z para limitação do contorno
- **Q463 Limite da profundidade de passo?**: profundidade de puncionamento máx. por corte
- **Q510 Sobrepos. largura puncionamento?** O fator Q510 permite influenciar o passo lateral da ferramenta ao desbastar. Q510 é multiplicado pela largura **CUTWIDTH** da ferramenta. Daí resulta o passo lateral "k". Campo de introdução de 0.001 a 1



Exemplo

```
9 CYCL DEF 14.0 CONTORNO
10 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO2
11 CYCL DEF 870 PUNC. CONTORNO
   AXIAL
   Q215=+0     ;TIPO DE USINAGEM
   Q460=+2     ;SAFETY CLEARANCE
   Q478=+0.3   ;AVANCO DESBASTE
   Q483=+0.4   ;MEDIDA EXCEDENTE
               DIAMETRO
   Q484=+0.2   ;MEDIDA EXCEDENTE Z
   Q505=+0.2   ;AVANCO ACABADO
   Q479=+0     ;LIMITE DE CORTE
   Q480=+0     ;VALOR LIMITE DIAMETRO
   Q480=+0     ;VALOR LIMITE Z
```

- **Q511 Fator de avanço em %?** Com o fator Q511, é possível influenciar o avanço no recesso completo, ou seja, no recesso com a largura total da ferramenta **CUTWIDTH**. Se utilizar o fator de avanço, pode criar excelentes condições de corte durante o restante processo de desbaste. Dessa forma, pode definir o avanço de desbaste Q478 de tal forma grande, que este oferece excelentes condições de corte na correspondente sobreposição da largura de puncionamento. No recesso completo, o comando reduz então o avanço conforme o fator Q511. No geral, daí pode resultar um tempo de maquinagem mais curto. Campo de introdução de 0.001 a 150
- **Q462 Comportamento de retração (0/1)?** Com Q462 define-se o comportamento de retração após o recesso.
  0: O comando retrai a ferramenta ao longo do contorno
  1: O comando começa por afastar a ferramenta obliquamente do contorno, retraindo-a em seguida
- **Q211 Duração da permanência / 1/min?** Indique uma duração de permanência em rotações do mandril da ferramenta que retarda a retração após o puncionamento na base. A retração só se realiza depois de a ferramenta ter permanecido durante as rotações de **Q211**. Campo de introdução de 0 a 999,9999

```
Q463=+0     ;LIMITE PASSO
Q510=0.8    ;SOBREPOS. PUNCION.
Q511=+100   ;FATOR DE AVANCO
Q462=+0     ;MODO RETRACAO
Q211=3      ;DUR. PERMAN. ROT.
12 L  X+75 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
14 M30
15 LBL 2
16 L  X+60 Z+0
17 L  Z-10
18  RND R5
19 L  X+40 Z-15
20 L  Z+0
21 LBL 0
```

13.28 ROSCA LONGITUDINAL (Ciclo 831, DIN/ISO: G831)

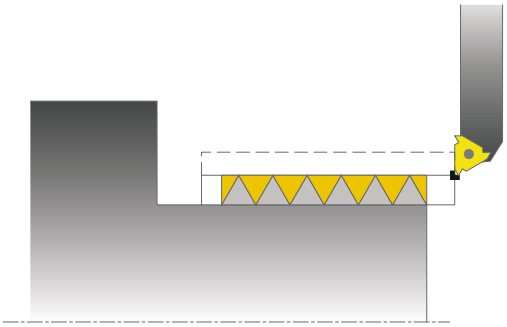
Aplicação

Com este ciclo, pode tornear longitudinalmente roscas.

Com o ciclo, pode fabricar roscas simples ou de passos múltiplos.

Se não introduzir qualquer profundidade de rosca no ciclo, este utiliza a profundidade de rosca de acordo com a norma ISO1502.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior.



Execução do ciclo

O comando utiliza a posição da ferramenta como ponto inicial do ciclo na chamada de ciclo.

1 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida e à distância de segurança, perante a rosca e realiza um movimento de corte.
2 O comando realiza um corte longitudinal paralelamente ao eixo. Simultaneamente, o comando sincroniza o avanço e a velocidade, de modo a que se verifique o passo definido.
3 O comando levanta a ferramenta, em marcha rápida, à distância de segurança.
4 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5 O comando realiza um movimento de corte. Os cortes são executados de acordo com o ângulo de corte **Q467** .
6 O comando repete o processo (2 a 5) até atingir a profundidade da rosca.
7 O comando executa a quantidade de cortes vazios definida em **Q476**.
8 O comando repete o processo (2 a 7) consoante o número de passos **Q475**.
9 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

O número de passos para roscagem à lâmina está limitado a 500.

O comando utiliza a distância de segurança **Q460** como percurso inicial. O percurso inicial tem de ser suficientemente longo, para que os eixos de avanço possam ser acelerados à velocidade necessária.

O comando utiliza o passo de rosca como percurso de sobreposição. O percurso de sobreposição tem de ser suficientemente longo, para que os eixos de avanço possam ser retardados à velocidade necessária.

No ciclo 832 ROSCA AVANÇADA, são disponibilizados parâmetros para o início e a sobreposição.

O potenciómetro de override de avanço não se encontra ativado enquanto o comando estiver a executar um corte de rosca. O potenciómetro para o override de velocidade ainda está ativo com limitações (determinado pelo fabricante da máquina, consultar o manual da máquina).

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Num posicionamento prévio em área de diâmetro negativo, o TNC inverte a forma de atuação do parâmetro Q471 Posição da rosca. Assim, temos rosca exterior: 1 e rosca interior: 0. Pode ocorrer uma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho.

- Em alguns tipos de máquina, a ferramenta de tornear não é fixa no mandril porta-fresa, mas num suporte separado ao lado do mandril. A ferramenta de tornear não pode ser rodada em 180º para, por exemplo, produzir uma rosca externa e interna com apenas uma ferramenta. Se quiser utilizar uma ferramenta externa para a maquinagem interior numa destas máquinas, tem a possibilidade de executar a maquinagem numa área de diâmetro negativo X- e inverter a direção de rotação da peça de trabalho

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

O movimento de retirada efetua-se no percurso direto para a posição inicial

- Posicione sempre a ferramenta de modo a que o comando possa aproximar ao ponto inicial sem colisão no final do ciclo.

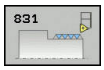
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

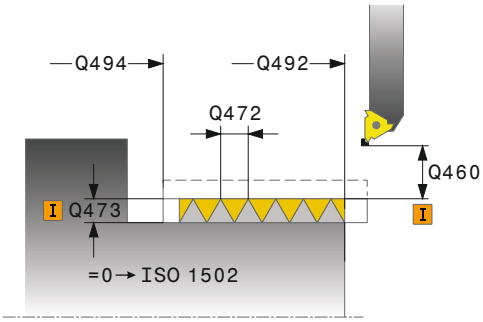
Se for programado um ângulo de passo **Q467** maior que o ângulo dos flancos de rosca, estes podem ficar destruídos. Caso o ângulo de passo seja alterado, a posição da rosca desloca-se na direção axial. Com o ângulo de passo modificado, a ferramenta não consegue acertar novamente nos passos de rosca.

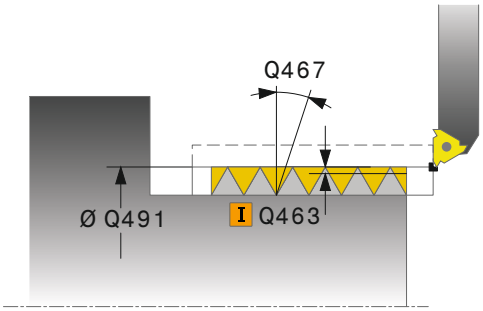
- Não programar o ângulo de passo **Q467** maior que o ângulo dos flancos de rosca

Parâmetros de ciclo



- **Q471 Posição da rosca (0=Ext/1=Int)?**: determinar a posição da rosca:
  0: Rosca exterior
  1: Rosca interior
- **Q460 Distância de segurança ?**: distância de segurança em direção radial e axial. Na direção axial, a distância de segurança destina-se à aceleração (percurso inicial) à velocidade de avanço sincronizada.
- **Q491 Diâmetro de rosca?**: determinar o diâmetro nominal da rosca.
- **Q472 Passo de rosca?**: passo da rosca
- **Q473 Profundidade da rosca (raio)?** (incremental): profundidade da rosca. Ao introduzir 0, o comando assume a profundidade com base no passo de uma rosca métrica
- **Q492 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final incluindo a saída de rosca Q474.
- **Q474 Comprimento do final de rosca?** (incremental): comprimento do percurso em que Q460 será aumentado, na extremidade de rosca, da profundidade de corte atual para o diâmetro da rosca.
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: máxima profundidade de passo em direção radial referida ao raio.
- **Q467 Ângulo de avanço?**: ângulo com que o passo Q463 é realizado. O ângulo de referência é o perpendicular ao eixo rotativo.
- **Q468 Tipo de avanço (0/1)?**: determinar o tipo de passo:
  0: secção transversal de levantamento de aparas constante (o passo reduz-se com a profundidade)
  1: profundidade de passo constante
- **Q470 Ângulo inicial?**: ângulo do mandril de torneamento com que o início de rosca tem de ser realizado.
- **Q475 Número de passos de rosca?**: quantidade dos passos de rosca
- **Q476 Número de cortes em vazio?**: quantidade dos cortes em vazio sem passo em profundidade de rosca pronta





Exemplo

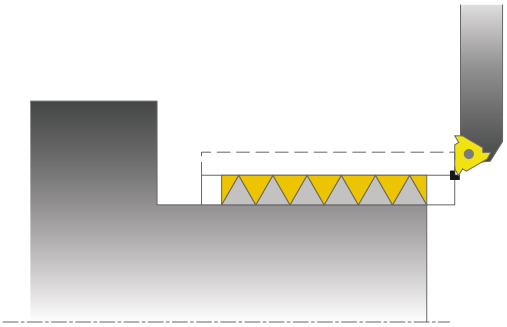
```
11 CYCL DEF 831  ROSCA
   LONGITUDINAL
     Q471=+0     ;POSICAO DA ROSCA
     Q460=+5     ;SAFETY CLEARANCE
     Q491=+75    ;DIAMETRO DA ROSCA
     Q472=+2     ;PASSO DA ROSCA
     Q473=+0     ;PROFUNDIDADE
                 ROSCADO
     Q492=+0     ;INICIO DE CONTORNO Z
     Q494=-15    ;FIM DE CONTORNO Z
     Q474=+0     ;FINAL DE ROSCA
     Q463=+0.5   ;PROFUNDIDADE CORTE
                 MAX.
     Q467=+30    ;ANGULO DE AVANCO
     Q468=+0     ;TIPO DE AVANCO
     Q470=+0     ;ANGULO INICIAL
     Q475=+30    ;NUMERO DE PASSOS DE
                 ROSCA
     Q476=+30    ;NUMERO DE CORTES EM
                 VAZIO
12 L  X+80 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.29 ROSCA AVANÇADA (Ciclo 832, DIN/ISO: G832)

Aplicação

Com este ciclo, pode tornear longitudinal e transversalmente roscas ou roscas cónicas. Gama de funções avançada:

- Seleção de rosca longitudinal ou transversal.
- Os parâmetros para o tipo de dimensão de cone, ângulo cónico e ponto inicial de contorno X permitem a definição de diferentes roscas cónicas.
- Os parâmetros de percurso inicial e de sobreposição definem um trajeto de percurso em que os eixos de avanço são acelerados e retardados.



Com o ciclo, pode fabricar roscas simples ou de passos múltiplos.

Se não introduzir qualquer profundidade de rosca no ciclo, este utiliza uma profundidade de rosca normalizada.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior.

Execução do ciclo

O comando utiliza a posição da ferramenta como ponto inicial do ciclo na chamada de ciclo.

1. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida e à distância de segurança, perante a rosca e realiza um movimento de corte.
2. O comando realiza um corte longitudinal. Simultaneamente, o comando sincroniza o avanço e a velocidade, de modo a que se verifique o passo definido.
3. O comando levanta a ferramenta, em marcha rápida, à distância de segurança.
4. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5. O comando realiza um movimento de corte. Os cortes são executados de acordo com o ângulo de corte **Q467** .
6. O comando repete o processo (2 a 5) até atingir a profundidade da rosca.
7. O comando executa a quantidade de cortes vazios definida em **Q476**.
8. O comando repete o processo (2 a 7) consoante o número de passos **Q475**.
9. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para uma posição segura com correção de raio **R0**.

O percurso inicial (**Q465**) tem de ser suficientemente longo, para que os eixos de avanço possam ser acelerados à velocidade necessária.

O percurso de sobreposição (**Q466**) tem de ser suficientemente longo, para que os eixos de avanço possam ser retardados à velocidade necessária.

O potenciómetro de override de avanço não se encontra ativado enquanto o comando estiver a executar um corte de rosca. O potenciómetro para o override de velocidade ainda está ativo com limitações (determinado pelo fabricante da máquina, consultar o manual da máquina).

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Num posicionamento prévio em área de diâmetro negativo, o TNC inverte a forma de atuação do parâmetro Q471 Posição da rosca. Assim, temos rosca exterior: 1 e rosca interior: 0. Pode ocorrer uma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho.

- Em alguns tipos de máquina, a ferramenta de tornear não é fixa no mandril porta-fresa, mas num suporte separado ao lado do mandril. A ferramenta de tornear não pode ser rodada em 180º para, por exemplo, produzir uma rosca externa e interna com apenas uma ferramenta. Se quiser utilizar uma ferramenta externa para a maquinagem interior numa destas máquinas, tem a possibilidade de executar a maquinagem numa área de diâmetro negativo X- e inverter a direção de rotação da peça de trabalho

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

O movimento de retirada efetua-se no percurso direto para a posição inicial

- Posicione sempre a ferramenta de modo a que o comando possa aproximar ao ponto inicial sem colisão no final do ciclo.

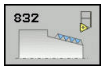
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

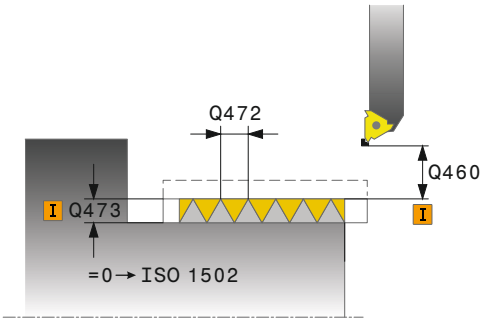
Se for programado um ângulo de passo **Q467** maior que o ângulo dos flancos de rosca, estes podem ficar destruídos. Caso o ângulo de passo seja alterado, a posição da rosca desloca-se na direção axial. Com o ângulo de passo modificado, a ferramenta não consegue acertar novamente nos passos de rosca.

- Não programar o ângulo de passo **Q467** maior que o ângulo dos flancos de rosca

Parâmetros de ciclo



- **Q471 Posição da rosca (0=Ext/1=Int)?**: determinar a posição da rosca:
  0: Rosca exterior
  1: Rosca interior
- **Q461 Orientação da rosca (0/1)?**: determinar a direção do passo de rosca:
  0: longitudinal (paralelo ao eixo rotativo)
  1: transversal (perpendicular ao eixo rotativo)
- **Q460 Distancia de seguranca?**: distância de segurança perpendicular ao passo de rosca.
- **Q472 Passo de rosca?**: passo da rosca
- **Q473 Profundidade da rosca (raio)?** (incremental): profundidade da rosca. Ao introduzir 0, o comando assume a profundidade com base no passo de uma rosca métrica
- **Q464 Tipo dimensão cone (0-4)?**: determinar o tipo de dimensão do contorno do cone:
  0: através de ponto inicial e ponto final
  1: através de ponto final, X inicial e ângulo cónico
  2: através de ponto final, Z inicial e ângulo cónico
  3: através de ponto inicial, X final e ângulo cónico
  4: através de ponto inicial, Z final e ângulo cónico
- **Q493 Início de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto inicial do contorno (indicação do diâmetro)
- **Q492 Início de contorno Z?**: coordenada Z do ponto inicial
- **Q493 Fim de contorno Diâmetro?**: coordenada X do ponto final (indicação do diâmetro)
- **Q494 Fim de contorno Z?**: coordenada Z do ponto final



Exemplo

11 CYCL DEF 832 ROSCA AVANCADA	
Q471=+0	;POSICAO DA ROSCA
Q461=+0	;ORIENTACAO DA ROSCA
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE
Q472=+2	;PASSO DA ROSCA
Q473=+0	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q464=+0	;TIPO DE DIMENSAO CONE
Q491=+100	;INICIO CONTORNO DIAMETRO
Q492=+0	;INICIO DE CONTORNO Z
Q493=+110	;FIM DE CONTORNO X
Q494=-35	;FIM DE CONTORNO Z
Q469=+0	;ANGULO CONICO
Q474=+0	;FINAL DE ROSCA
Q465=+4	;POSICAO INICIAL

- **Q469 Ângulo cónico (diâmetro)?** Ângulo cónico do contorno
- **Q474 Comprimento do final de rosca?** (incremental): comprimento do percurso em que Q460 será aumentado, na extremidade de rosca, da profundidade de corte atual para o diâmetro da rosca.
- **Q465 Posição inicial?** (incremental): comprimento do percurso na direção do passo com que os eixos de avanço são acelerados à velocidade necessária. O percurso inicial encontra-se fora do contorno de rosca definido
- **Q466 Posição de sobrepassagem?**: comprimento do percurso na direção do passo com que os eixos de avanço são retardados. O percurso de sobreposição encontra-se dentro do contorno de rosca definido
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: máxima profundidade de passo perpendicularmente ao passo de rosca
- **Q467 Ângulo de avanço?**: ângulo com que o passo Q463 é realizado. O ângulo de referência é a paralela ao passo de rosca
- **Q468 Tipo de avanço (0/1)?**: determinar o tipo de passo:
  0: secção transversal de levantamento de aparas constante (o passo reduz-se com a profundidade)
  1: profundidade de passo constante
- **Q470 Ângulo inicial?**: ângulo do mandril de torneamento com que o início de rosca tem de ser realizado.
- **Q475 Número de passos de rosca?**: quantidade dos passos de rosca
- **Q476 Número de cortes em vazio?**: quantidade dos cortes em vazio sem passo em profundidade de rosca pronta

```
Q466=+4      ;POSICAO DE SOBREPASSAGEM
Q463=+0.5    ;PROFUNDIDADE CORTE MAX.
Q467=+30     ;ANGULO DE AVANCO
Q468=+0      ;TIPO DE AVANCO
Q470=+0      ;ANGULO INICIAL
Q475=+30     ;NUMERO DE PASSOS DE ROSCA
Q476=+30     ;NUMERO DE CORTES EM VAZIO
12 L  X+80 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
```

13.30 ROSCA PARALELA AO CONTORNO (Ciclo 830, DIN/ISO: G830)

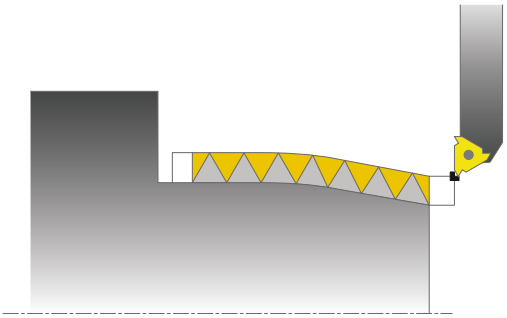
Aplicação

Com este ciclo, pode tornear longitudinal e transversalmente roscas com uma forma qualquer.

Com o ciclo, pode fabricar roscas simples ou de passos múltiplos.

Se não introduzir qualquer profundidade de rosca no ciclo, este utiliza uma profundidade de rosca normalizada.

Pode utilizar o ciclo para as maquinagens interior e exterior.



AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Seguidamente, o ciclo 830 procede à sobreposição **Q466** no contorno programado. Tenha atenção às proporções de espaço.

- Fixe o componente de forma a que não ocorra nenhuma colisão quando o comando prolonga o contorno segundo Q466, Q467

Execução do ciclo

O comando utiliza a posição da ferramenta como ponto inicial do ciclo na chamada de ciclo.

1. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida e à distância de segurança, perante a rosca e realiza um movimento de corte.
2. O comando realiza um corte de rosca paralelamente ao contorno de rosca definido. Simultaneamente, o comando sincroniza o avanço e a velocidade, de modo a que se verifique o passo definido.
3. O comando levanta a ferramenta, em marcha rápida, à distância de segurança.
4. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no início do corte.
5. O comando realiza um movimento de corte. Os cortes são executados de acordo com o ângulo de corte **Q467** .
6. O comando repete o processo (2 a 5) até atingir a profundidade da rosca.
7. O comando executa a quantidade de cortes vazios definida em **Q476**.
8. O comando repete o processo (2 a 7) consoante o número de passos **Q475**.
9. O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo.

Ter em atenção ao programar!

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para a posição inicial com correção de raio **R0**.

O percurso inicial (**Q465**) tem de ser suficientemente longo, para que os eixos de avanço possam ser acelerados à velocidade necessária.

O percurso de sobreposição (**Q466**) tem de ser suficientemente longo, para que os eixos de avanço possam ser retardados à velocidade necessária.

Tanto o início como a sobreposição encontram-se fora do contorno definido.

O potenciómetro de override de avanço não se encontra ativado enquanto o comando estiver a executar um corte de rosca. O potenciómetro para o override de velocidade ainda está ativo com limitações (determinado pelo fabricante da máquina, consultar o manual da máquina).

Antes da chamada de ciclo, tem de programar o ciclo **14 CONTORNO** ou **SEL CONTOUR** para definir o número do subprograma.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Num posicionamento prévio em área de diâmetro negativo, o TNC inverte a forma de atuação do parâmetro Q471 Posição da rosca. Assim, temos rosca exterior: 1 e rosca interior: 0. Pode ocorrer uma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho.

- Em alguns tipos de máquina, a ferramenta de tornear não é fixa no mandril porta-fresa, mas num suporte separado ao lado do mandril. A ferramenta de tornear não pode ser rodada em 180º para, por exemplo, produzir uma rosca externa e interna com apenas uma ferramenta. Se quiser utilizar uma ferramenta externa para a maquinagem interior numa destas máquinas, tem a possibilidade de executar a maquinagem numa área de diâmetro negativo X- e inverter a direção de rotação da peça de trabalho

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

O movimento de retirada efetua-se no percurso direto para a posição inicial

- Posicione sempre a ferramenta de modo a que o comando possa aproximar ao ponto inicial sem colisão no final do ciclo.

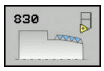
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

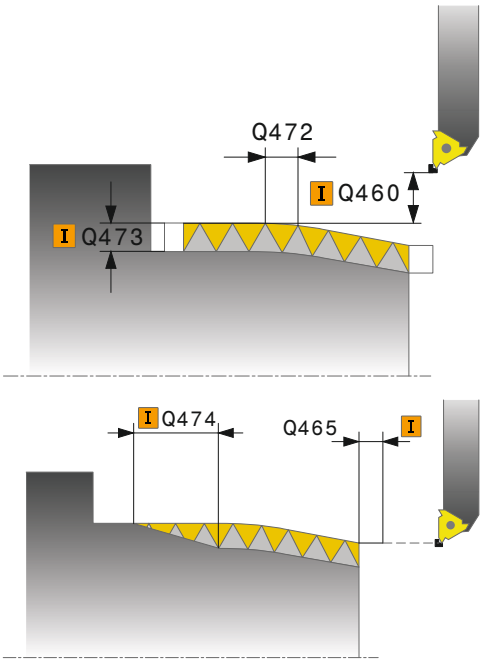
Se for programado um ângulo de passo **Q467** maior que o ângulo dos flancos de rosca, estes podem ficar destruídos. Caso o ângulo de passo seja alterado, a posição da rosca desloca-se na direção axial. Com o ângulo de passo modificado, a ferramenta não consegue acertar novamente nos passos de rosca.

- Não programar o ângulo de passo **Q467** maior que o ângulo dos flancos de rosca

Parâmetros de ciclo



- **Q471 Posição da rosca (0=Ext/1=Int)?**: determinar a posição da rosca:
  0: Rosca exterior
  1: Rosca interior
- **Q461 Orientação da rosca (0/1)?**: determinar a direção do passo de rosca:
  0: longitudinal (paralelo ao eixo rotativo)
  1: transversal (perpendicular ao eixo rotativo)
- **Q460 Distancia de seguranca?**: distância de segurança perpendicular ao passo de rosca.
- **Q472 Passo de rosca?**: passo da rosca
- **Q473 Profundidade da rosca (raio)?** (incremental): profundidade da rosca. Ao introduzir 0, o comando assume a profundidade com base no passo de uma rosca métrica
- **Q474 Comprimento do final de rosca?** (incremental): comprimento do percurso em que Q460 será aumentado, na extremidade de rosca, da profundidade de corte atual para o diâmetro da rosca.



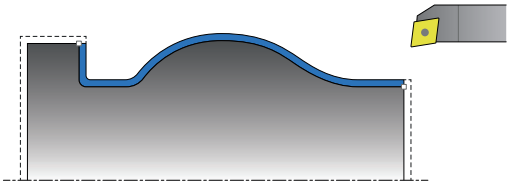
- **Q465 Posição inicial?** (incremental): comprimento do percurso na direção do passo com que os eixos de avanço são acelerados à velocidade necessária. O percurso inicial encontra-se fora do contorno de rosca definido
- **Q466 Posição de sobrepassagem?**: comprimento do percurso na direção do passo com que os eixos de avanço são retardados. O percurso de sobreposição encontra-se dentro do contorno de rosca definido
- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: máxima profundidade de passo perpendicularmente ao passo de rosca
- **Q467 Ângulo de avanço?**: ângulo com que o passo Q463 é realizado. O ângulo de referência é a paralela ao passo de rosca
- **Q468 Tipo de avanço (0/1)?**: determinar o tipo de passo:
  0: secção transversal de levantamento de aparas constante (o passo reduz-se com a profundidade)
  1: profundidade de passo constante
- **Q470 Ângulo inicial?**: ângulo do mandril de torneamento com que o início de rosca tem de ser realizado.
- **Q475 Número de passos de rosca?**: quantidade dos passos de rosca
- **Q476 Número de cortes em vazio?**: quantidade dos cortes em vazio sem passo em profundidade de rosca pronta

Exemplo

```
9  CYCL DEF 14.0  CONTORNO
10  CYCL DEF 14.1  LABEL CONTORNO2
11 CYCL DEF 830  ROSCA PARALELA AO
   CONTORNO
     Q471=+0     ;POSICAO DA ROSCA
     Q461=+0     ;ORIENTACAO DA ROSCA
     Q460=+2     ;SAFETY CLEARANCE
     Q472=+2     ;PASSO DA ROSCA
     Q473=+0     ;PROFUNDIDADE
                 ROSCADO
     Q474=+0     ;FINAL DE ROSCA
     Q465=+4     ;POSICAO INICIAL
     Q466=+4     ;POSICAO DE
                 SOBREPASSAGEM
     Q463=+0.5   ;PROFUNDIDADE CORTE
                 MAX.
     Q467=+30    ;ANGULO DE AVANCO
     Q468=+0     ;TIPO DE AVANCO
     Q470=+0     ;ANGULO INICIAL
     Q475=+30    ;NUMERO DE PASSOS DE
                 ROSCA
     Q476=+30    ;NUMERO DE CORTES EM
                 VAZIO
12 L  X+80 Y+0  Z+2 FMAX  M303
13 CYCL CALL
14 M30
15 LBL 2
16 L  X+60 Z+0
17 L  X+70 Z-30
18  RND R60
19 L  Z-45
20 LBL 0
```

13.31 TORNEAR ACABAMENTO SIMULTANEO (ciclo 883, DIN/ISO: G883), (opção de software #158)

Aplicação



Este ciclo permite maquinar contornos complexos que só estão acessíveis com diferentes alinhamentos. Nesta maquinagem, altera-se o alinhamento entre ferramenta e peça de trabalho. Daí resulta o movimento de, pelo menos, 3 eixos (dois eixos lineares e um eixo rotativo).

O ciclo monitoriza o contorno da peça de trabalho relativamente à ferramenta e au suporte de ferramenta. Para conseguir as melhores superfícies possíveis, o ciclo evita movimentos de inclinação desnecessários.
Para forçar movimentos de inclinação, é possível definir ângulos de incidência no início e no fim do contorno. No caso de contornos simples, também é possível utilizar uma área grande da placa de corte, para aumentar os tempos de vida da ferramenta.

O contorno é definido num subprograma e atribuído com o ciclo 14 ou SEL CONTOUR.

Execução do ciclo Acabamento

Como ponto inicial do ciclo, o comando utiliza a posição da ferramenta aquando da chamada de ciclo. Se a coordenada Z do ponto inicial for inferior ao ponto inicial do contorno, o comando posiciona a ferramenta na coordenada Z, na distância de segurança, e inicia o ciclo a partir daí.

1 O comando desloca para a distância de segurança Q460. O movimento realiza-se em marcha rápida
2 Se estiver programado, o comando aproxima aos ângulos de incidência que o comando calcula a partir dos ângulos de incidência mínimo e máximo definidos pelo operador.
3 O comando desbasta simultaneamente o contorno da peça pronta (desde o ponto inicial do contorno até ao ponto final do contorno) com o avanço definido **Q505**
4 O comando recolhe a ferramenta, com o avanço definido, segundo a distância de segurança
5 O comando posiciona a ferramenta, em marcha rápida, novamente no ponto inicial do ciclo

Ter em atenção ao programar!

O ciclo 883 **TORNEAR ACABAMENTO SIMULTANEO** depende da máquina. Consulte o manual da sua máquina!

Se o eixo basculante não estiver perpendicular ao eixo do mandril de torneamento, é emitida uma mensagem de erro.

Com base nas informações dadas, o ciclo calcula só **uma** trajetória sem colisão.

Programar o bloco de posicionamento antes da chamada do ciclo para uma posição segura com correção de raio **R0**.

Antes da chamada de ciclo, é necessário programar **FUNCTION TCPM** com o ponto de referência da ferramenta **REFPNT TIP-CENTER**.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

Os interruptores limite de software restringem os ângulos de incidência **Q556** e **Q557**.

Se a supervisão dos interruptores de fim de curso de software estiver desligada no Teste de programa, pode resultar aqui uma trajetória diferente daquela na execução.

Tenha em atenção que, quanto menor for a resolução no parâmetro de ciclo **Q555**, maior é a probabilidade de encontrar um solução em situações complexas. No entanto, a duração dos cálculos é mais prolongada.

O ciclo necessita da geometria do suporte de ferramenta. Esta define-se na tabela de ferramentas (tool.t), na coluna KINEMATIC. O ciclo supervisiona um corte 2D relativamente ao contorno da peça de trabalho. A monitorização da profundidade do suporte **não** se realiza.

Tenha em consideração que os parâmetros de ciclo **Q565** (medida excedente de D) e **Q566** (medida excedente de Z) não são combináveis com **Q567** (medida excedente do contorno)!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

O comando não realiza uma supervisão de colisão (DCM) entre a ferramenta e a peça de trabalho. Um posicionamento prévio incorreto pode, adicionalmente, causar danos no contorno. Durante a maquinagem, existe perigo de colisão!

- Programar uma posição prévia adequada
- Verificar o desenvolvimento e o contorno mediante a simulação gráfica e afastar lentamente na execução contínua

AVISO

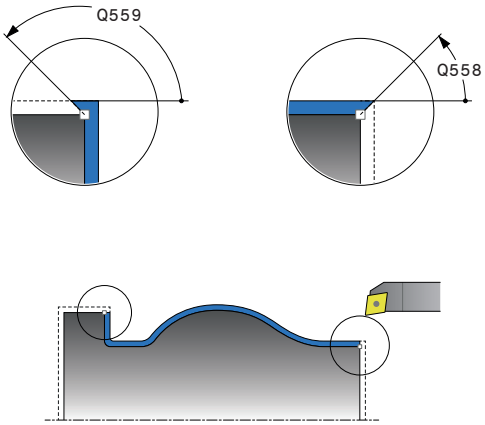
Atenção, perigo de colisão!

Se a peça de trabalho for fixada exiguamente no dispositivo tensor, pode ocorrer uma colisão entre a ferramenta e o dispositivo tensor durante a execução.

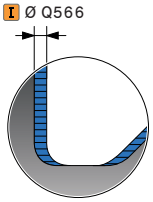
- Desprenda a peça de trabalho do dispositivo tensor a uma distância suficiente para que não se possa produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e o dispositivo tensor

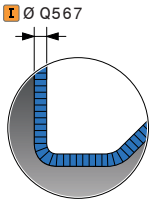
Parâmetros de ciclo

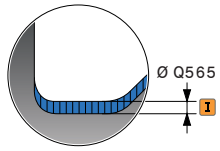
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.
- **Q499 Inverter contorno (0-2)?**: determinar a direção de maquinagem do contorno:
  0: o contorno é maquinado na direção programada
  1: o contorno é maquinado na direção inversa à programada
  2: o contorno é maquinado na direção inversa à programada; além disso, a posição da ferramenta é ajustada
- **Q558 Âng.prolongamento iníc.contorno?**: o contorno é prolongado com este ângulo no ponto inicial do contorno. Tenta-se aproximar tangencialmente sobre este prolongamento (WPL-CS)
- **Q559 Ângulo prolong. fim contorno?**: o contorno é prolongado com este ângulo no ponto final do contorno. Tenta-se afastar tangencialmente sobre este prolongamento (WPL-CS)
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.



- **Q556 Ângulo de incidência mínimo?**: Ângulo de incidência mínimo permitido entre a ferramenta (direção Z da ferramenta) e a peça de trabalho (direção Z do mandril de torneamento)
- **Q557 ângulo de incidência máximo?**: Ângulo de incidência máximo permitido entre a ferramenta (direção Z da ferramenta) e a peça de trabalho (direção Z do mandril de torneamento)
- **Q555 Passo angular para cálculo?**: Incremento para o cálculo de soluções possíveis. Campo de introdução (0,5 a 9,99)
- **Q537 Ângulo incidência (0=N/1=S/3=E)?**: Determinar se um ângulo de incidência está ativo:
  0: Nenhum ângulo de incidência ativo
  1: Ângulo de incidência ativo
  2: Ângulo de incidência no início do contorno ativo
  3: Ângulo de incidência no fim do contorno ativo
- **Q538 Âng. incid. início dontorno?**: Ângulo de incidência no início do contorno programado (WPL-CS)
- **Q539 Ângulo incid. fim do contorno?**: Ângulo de incidência no fim do contorno programado (WPL-CS)
- **Q565 Med. exced.acabamento diâmetro?** (Incremental): medida excedente do diâmetro que permanece no contorno após o acabamento
- **Q566 Medida excedente acabamento Z?** (incremental): medida excedente no contorno definido em direção axial que permanece no contorno após o acabamento
- **Q567 Med. exced.acabamento contorno?** (incremental): medida excedente paralela ao contorno no contorno definido que permanece após o acabamento







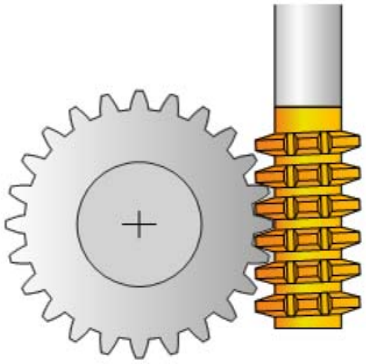
Exemplo

```
11 CYCL DEF 883  TORNEAR
   ACABAMENTO SIMULTANEO
   Q460=+2     ;DISTÂNCIA DE
                SEGURANÇA ?
   Q499=+0     ;INVERTER CONTORNO
   Q558=+0     ;ANG.PROL.INIC.CONTOR
   Q559=+90    ;ANG.PROLON.FIM CONT.
   Q505=+0.2   ;AVANCO ACABAMENTO
   Q556=-30    ;MIN. ANGULO INCID.
   Q557=+30    ;MAX. ANGULO INCID.
   Q555=+7     ;PASSO ANGULAR
   Q537=+0     ;ANGULO INCID. ATIVO
   Q538=+0     ;ANGULO INCID.INICIAL
   Q539=+0     ;ANGULO INCID. FINAL
   Q565=+0     ;MEDIDA EXC.ACAB. D.
   Q566=+0     ;MED.EXCED.ACABAM.Z
   Q567=+0     ;MEDIDA EXC.ACAB.CONT
12 L  X+58 Y+0 FMAX  M303
13 L Z+50 FMAX
14 CYCL CALL
```

13.32 FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM (ciclo 880, DIN/ISO: G880)

Execução do ciclo

Com o ciclo 880 de fresagem envolvente, pode produzir engrenagens cilíndricas com denteado exterior ou denteados oblíquos com quaisquer ângulos. No ciclo, em primeiro lugar, descreve-se a **engrenagem** e, seguidamente, a **ferramenta** com que se executa a maquinagem. O ciclo permite escolher tanto a estratégia de maquinagem, como o lado de maquinagem. O processo de produção da fresagem envolvente realiza-se através de um movimento rotativo sincronizado do mandril da ferramenta e da mesa rotativa. Além disso, a fresa desloca-se em direção axial ao longo da peça de trabalho.



Enquanto o ciclo 880 de fresagem envolvente está ativo, tem lugar, eventualmente, uma rotação do sistema de coordenadas. Por isso, após finalizar o ciclo, é imprescindível programar **801 RESTAURAR SISTEMA DE COORDENADAS** e **M145**.

Execução do ciclo:

1 O comando posiciona a ferramenta no eixo da ferramenta à altura segura Q260 com o avanço FMAX. Se a ferramenta no eixo da ferramenta já se encontrar num valor maior que Q260, não se realiza nenhum movimento.

2 Antes da inclinação do plano de maquinagem, o comando posiciona a ferramenta X numa coordenada segura com o avanço FMAX. Se a ferramenta já se encontrar sobre uma coordenada no plano de maquinagem que é maior que a coordenada calculada, não se realiza nenhum movimento

3 Agora, o comando inclina o plano de maquinagem com o avanço Q253; **M144** está ativo internamente no ciclo

4 O comando posiciona a ferramenta sobre o ponto inicial do plano de maquinagem com o avanço FMAX

5 Em seguida, o comando desloca a ferramenta no eixo da ferramenta para a distância de segurança Q460 com o avanço Q253

6 O comando rola a ferramenta sobre a peça de trabalho a dentear na direção longitudinal com o avanço definido Q478 (para desbaste) ou Q505 (para acabamento). Para isso, a área de maquinagem é delimitada pelo ponto inicial em Z Q551+Q460 e pelo ponto final em Z Q552+Q460

7 Quando se encontrar no ponto final, o comando retrai a ferramenta com o avanço Q253 e posiciona-a novamente no ponto inicial

8 O comando repete o processo 5 a 7 até que a engrenagem definida esteja produzida

9 Para terminar, o comando posiciona a ferramenta à altura segura Q260 com o avanço FMAX

10 A maquinagem termina no sistema inclinado

11 Mova agora espontaneamente a ferramenta para uma altura segura e volte a inclinar o plano de maquinagem

12 É imprescindível que programe o ciclo 801 RESTAURAR SISTEMA DE COORDENADAS e **M145**.

Ter em atenção ao programar!

Os dados de módulo, número de dentes e diâmetro do círculo de cabeça são supervisionados. Se estes dados não se harmonizarem, ocorre uma mensagem de erro. Nestes parâmetros, tem a possibilidade de preencher os valores para 2 dos 3 parâmetros. Por isso, no módulo, no número de dentes ou no diâmetro do círculo de cabeça, deve indicar o valor 0. Neste caso, o comando calcula o valor em falta.

Programe FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:OFF.

Se programar FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:OFF S15, a velocidade da ferramenta é calculada da seguinte forma: Q541 x S. Com Q541=238 e S=15, obtém-se uma velocidade da ferramenta de 3570/min.

Defina a ferramenta na tabela de ferramentas como ferramenta de fresagem.

Para não exceder a velocidade máxima admissível da ferramenta, pode trabalhar com um limite. (Registo na tabela de ferramentas "tool.t" na coluna **Nmax**).

Antes do início do ciclo, programe a direção de rotação da peça de trabalho (M303/M304).

Defina o ponto de referência no centro de rotação antes da chamada de ciclo.

O ciclo 880 Fresagem envolvente é executado no modo de torneamento e ativado por CALL.

A opção de software #50 deve estar ativada.

A opção de software 131 deve estar ativada.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se não posicionar previamente a ferramenta numa posição segura, ao inclinar, pode produzir-se uma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor).

- Posicionar previamente a ferramenta, de forma a que já se encontre sobre o lado de maquinagem Q550 desejado
- Aproximar a uma posição segura neste lado da maquinagem

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se a peça de trabalho for fixada exiguamente no dispositivo tensor, pode ocorrer uma colisão entre a ferramenta e o dispositivo tensor durante a execução. O ponto inicial Z e o ponto final em Z são prolongados com a distância de segurança Q460!

- Desprenda a peça de trabalho do dispositivo tensor a uma distância suficiente para que não se possa produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e o dispositivo tensor
- Desprenda o componente do dispositivo tensor a uma distância suficiente para que o prolongamento do ponto inicial e ponto final aproximado automaticamente pelo ciclo com a distância de segurança Q460 não produza nenhuma colisão

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Trabalhar com ou sem M136 significa que os valores de avanço são interpretados diferentemente pelo comando. Se, dessa maneira, forem programados avanços demasiado altos, o componente pode ficar danificado.

- Programe M136 especificamente antes do ciclo: assim, o comando interpreta os valores de avanço no ciclo em mm/R
- Não programe M136 antes do ciclo: assim, o comando interpreta os valores de avanço em mm/min

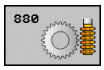
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

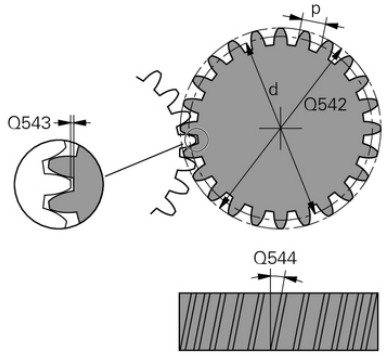
Se o sistema de coordenadas não foi restaurado após o ciclo 880, o ângulo de precessão definido pelo ciclo continua ativo!

- Após o ciclo 880, é imprescindível programar o ciclo 801, para restaurar o sistema de coordenadas
- Após uma interrupção de programa, programe o ciclo 801, para restaurar o sistema de coordenadas

Parâmetros de ciclo



- **Q215 Extensão maquinagem (0/1/2/3)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento à medida acabada
  3apenas acabamento à medida excedente
- **Q540 Módulo?**: descrever engrenagem: módulo da engrenagem. Campo de introdução de 0 a 99,9999
- **Q541 Número de dentes?**: descrever engrenagem: número de dentes. Campo de introdução 0 a 99999
- **Q542 Diâmetro do círculo de cabeça?**: descrever engrenagem: diâmetro exterior da peça pronta. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q543 Folga na base do dente?**: descrever engrenagem: distância entre o círculo de cabeça da engrenagem a produzir e o círculo inferior da roda conjugada. Campo de introdução 0 a 9,9999
- **Q544 Ângulo de hélice?**: descrever engrenagem: ângulo com que os dentes de um denteado oblíquo estão inclinados relativamente à direção dos eixos. (Num denteado reto, este ângulo é de 0º) Campo de introdução -60 a +60
- **Q545 Ângulo de inclinação ferramenta?**: descrever ferramenta: ângulo dos flancos da fresa envolvente. Indique este valor de forma decimal. (P. ex., 0°47'=0,7833) Campo de introdução: -60,0000 a +60,0000
- **Q546 Direção rot.ferr.ta (3=M3/4=M4)?**: descrever ferramenta direção de rotação do mandril da fresa envolvente:
  3: ferramenta com rotação em sentido horário (M3)
  4: ferramenta com rotação em sentido anti-horário (M4)
- **Q547 Offset angular na engrenagem?**: ângulo segundo o qual o comando roda a peça de trabalho no início do ciclo. Campo de introdução: -180,0000 a +180,0000
- **Q550 Lado maquinagem (0=pos./1=neg.)?**: determinar de que lado se realiza a maquinagem.
  0: lado de maquinagem positivo do eixo principal em I-CS
  1: lado de maquinagem negativo em I-CS



Exemplo

63 CYCL DEF 880 FRES.ENVOLV.ENGREN.	
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM
Q540=0	;MODULO
Q541=0	;NUMERO DE DENTES
Q542=0	;DIAM.CIRCULO CABECA
Q543=0.167	;FOLGA BASE DENTE
Q544=0	;ANGULO DE HELICE
Q545=0	;ANG.INCLIN.FERRAMENT
Q546=3	;DIR.ROT.FERRAMENTA
Q547=0	;OFFSET ANGULAR
Q550=1	;LADO DE MAQUINAGEM
Q533=0	;DIRECAO PREFERIDA
Q530=2	;MAQUINAGEM ALINHADA
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q260=100	;ALTURA DE SEGURANCA
Q553=10	;OFFSET L FERRAMENTA
Q551=0	;PONTO INICIAL EM Z
Q552=-10	;PONTO FINAL EM Z
Q463=1	;PROFUNDIDADE CORTE MAX.
Q460=2	;SAFETY CLEARANCE
Q488=0.3	;AVANCO AFUNDAMENTO
Q478=0.3	;AVANCO DESBASTE
Q483=0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO
Q505=0.2	;AVANCO ACABADO

- **Q533 Direção prefer. âng. incidência?**: Seleção de possibilidades de incidência alternativas. A partir do ângulo de incidência definido por si, o comando tem de calcular a respetiva posição adequada do eixo basculante existente na máquina. Em regra, obtêm-se sempre duas possibilidades de solução. Através do parâmetro Q533, define-se qual a possibilidade de solução que o comando deve utilizar:
  0: Solução que está menos afastada da posição atual
  -1: Solução que se encontra no intervalo entre 0° e -179,9999°
  +1: Solução que se encontra no intervalo entre 0° e +180°
  -2: Solução que se encontra no intervalo entre -90° e -179,9999°
  +2: Solução que se encontra entre +90° +180°
- **Q530 Maquinagem alinhada?**: posicionar eixos basculantes para a maquinagem alinhada:
  1: posicionar automaticamente o eixo basculante, guiando a extremidade da ferramenta (MOVE). A posição relativa entre a peça de trabalho e a ferramenta não é alterada. O comando executa um movimento de compensação com os eixos lineares
  2: Posicionar automaticamente o eixo basculante sem guiar a extremidade da ferramenta (TURN)
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao inclinar e ao posicionar previamente, assim como ao posicionar o eixo da ferramenta entre os passos individuais. Indicação em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Q553 F.ta: offset L início maquinag.?** (incremental): determinar a partir de que desvio longitudinal (L-OFFSET) a ferramenta deve estar em ação. A ferramenta é deslocada na direção longitudinal segundo este valor. Campo de introdução de 0 a 999,9999
- **Q551 Ponto inicial em Z?**: ponto inicial do processo de envolvimento em Z. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q552 Ponto final em Z?**: ponto final do processo de envolvimento em Z. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

- **Q463 Profundidade de corte máxima?**: passo máximo (indicação do raio) em direção radial. O corte é simultaneamente dividido, a fim de evitar cortes enlaçados. Campo de introdução 0.001 a 999.999
- **Q460 Distancia de seguranca?** (incremental): distância para movimento de retração e posicionamento prévio.Campo de introdução 0 a 999,999
- **Q488 Avanço de afundamento**: velocidade de avanço do movimento de passo da ferramenta. Campo de introdução 0 a 99999,999
- **Q478 Avanco de desbaste?**: velocidade de avanço ao desbastar. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.
- **Q483 Medida excedente diâmetro?** (incremental): medida excedente do diâmetro para o contorno definido. Campo de introdução de 0 a 99,999.
- **Q505 Avanço acabado?**: velocidade de avanço no acabamento. Se programou M136, o comando interpreta o avanço em milímetros por rotação; sem M136, interpreta em milímetros por minuto.

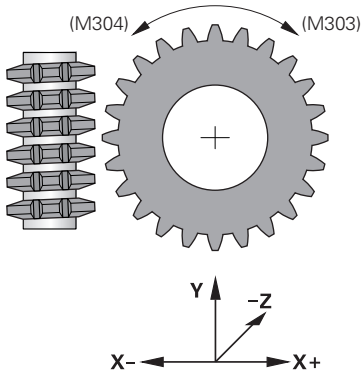
Direção de rotação em função do lado de maquinagem (Q550)

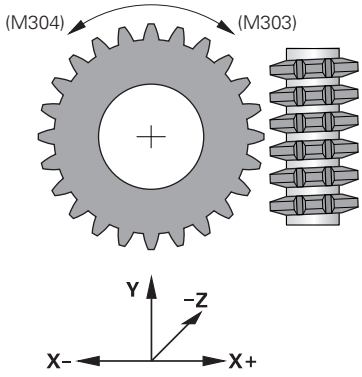
Determinar a direção de rotação da mesa:

1 **Qual a ferramenta? (de corte em sentido horário/anti-horário)?**
2 **Qual o lado de maquinagem? X+ (Q550=0) / X- (Q550=1)**
3 **Ler a direção de rotação da mesa numa das 2 tabelas!** Para isso, escolha a tabela com a direção de rotação da ferramenta (**de corte em sentido horário/anti-horário**). Leia nesta tabela a direção de rotação da mesa para o lado de maquinagem **X+ (Q550=0) / X- (Q550=1)**.

Ferramenta: de corte em sentido horário M3	
Lado de maquinagem X+ (Q550=0)	Direção de rotação da mesa: Em sentido horário (M303)
Lado de maquinagem X- (Q550=1)	Direção de rotação da mesa: Em sentido anti-horário (M304)

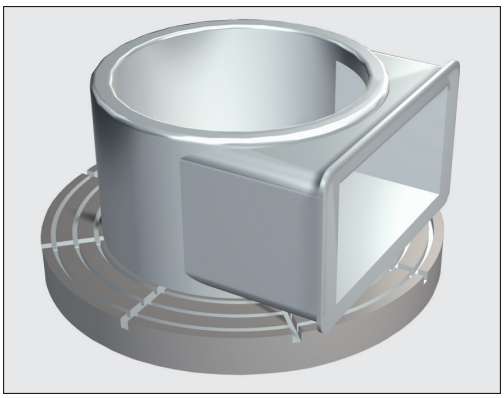
Ferramenta: de corte em sentido anti-horário M4	
Lado de maquinagem X+ (Q550=0)	Direção de rotação da mesa: Em sentido anti-horário (M304)
Lado de maquinagem X- (Q550=1)	Direção de rotação da mesa: Em sentido horário (M303)





13.33 VERIFICAR DESEQUILÍBRIO (ciclo 892, DIN/ISO: G892)

Aplicação



Na maquinagem de torneamento de uma peça de trabalho não simétrica como, por exemplo, um corpo de bomba, pode surgir um desequilíbrio. Dependendo da velocidade, da massa e da forma da peça de trabalho, a máquina é exposta a grandes esforços. Com o ciclo 892 **892 VERIF. DESEQUILIBRIO**, o comando verifica o desequilíbrio do mandril de torneamento. Este ciclo utiliza dois parâmetros. Q450 descreve o desequilíbrio máximo e Q451 a velocidade máxima. **Caso se exceda o desequilíbrio máximo, é emitida uma mensagem de erro e o programa NC cancelado.** Se o desequilíbrio máximo não é ultrapassado, o comando processa o programa NC sem interrupção. Esta função protege a mecânica da sua máquina. Pode reagir, se detetar um desequilíbrio grande demais.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Verifique o desequilíbrio após a fixação de uma nova peça de trabalho. Se necessário, compense o desequilíbrio com pesos de contrabalanço. Um grande desequilíbrio que não seja compensado pode causar avarias na máquina.

- No início de uma nova maquinagem, execute o ciclo 892
- Se necessário, compense o desequilíbrio com pesos de contrabalanço

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

A perda de material durante a maquinagem altera a distribuição da massa na peça de trabalho. Daí resulta desequilíbrio, pelo que é recomendável realizar uma verificação do desequilíbrio também entre os passos de maquinagem. Um grande desequilíbrio que não seja compensado pode causar avarias na máquina

- Execute o ciclo 892 também entre passos de maquinagem
- Se necessário, compense o desequilíbrio com pesos de contrabalanço

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Principalmente no caso de massas elevadas, grandes desequilíbrios podem danificar a máquina. Ao selecionar as rotações, tenha em consideração a massa e o desequilíbrio da peça de trabalho.

- Não programe altas rotações, se as peças de trabalho forem pesadas ou caso exista um grande desequilíbrio

A opção de software #50 deve estar ativada.

Esta função é executada em modo de torneamento. **FUNCTION MODE TURN** deve estar ativo; caso contrário, o comando emite uma mensagem de erro.

A configuração do ciclo 892 é realizada pelo fabricante da sua máquina.

A função do ciclo 892 é determinada pelo fabricante da sua máquina.

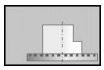
O mandril de torneamento roda durante a determinação do desequilíbrio.

Esta função também pode ser executada em máquinas com mais do que um mandril de torneamento. Contacte o fabricante da máquina a este propósito.

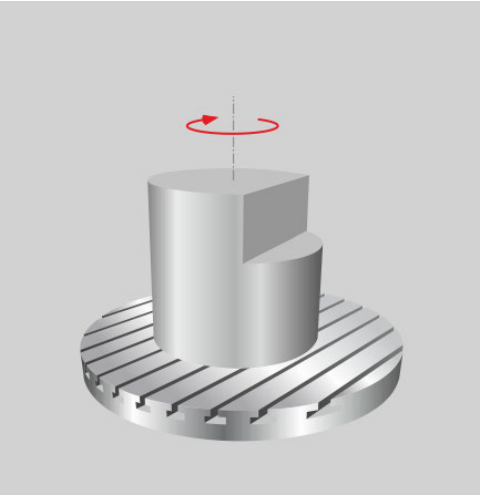
Deve verificar a aplicabilidade da função de desequilíbrio interna do comando para cada um dos seus tipos de máquina. Se os efeitos da amplitude de desequilíbrio do mandril de torneamento nos eixos adjacentes forem apenas muito reduzidos, em determinadas circunstâncias, não é possível calcular valores plausíveis para o desequilíbrio. Neste caso, é necessário recorrer a um sistema com sensores externos para a supervisão do desequilíbrio.

Depois de uma interrupção do programa NC pelo ciclo 892 VERIFICAR DESEQUILÍBRIO, é aconselhável utilizar o ciclo manual MEDIR DESEQUILÍBRIO. Com este ciclo, o comando determina o desequilíbrio e calcula a massa e a posição de um peso de contrabalanço.
Mais informações: Manual do Utilizador Preparar, testar e executar programas NC

Parâmetros de ciclo



- **Q450 Excentricidade máxima permitida?** Indica a excentricidade máxima de um sinal de desequilíbrio sinusoidal em milímetros (mm). Este sinal resulta do erro de arrasto do eixo de medição e das rotações do mandril
- **Q451 Rotações?** Introdução em rotações por minuto (rpm). A verificação do desequilíbrio começa com rotações iniciais muito baixas (p. ex., 50 rpm). É aumentada automaticamente segundo um incremento predefinido (p. ex., 25 rpm). As rotações continuam a aumentar até se alcançarem as rotações definidas no parâmetro Q451. O override do mandril não atua.

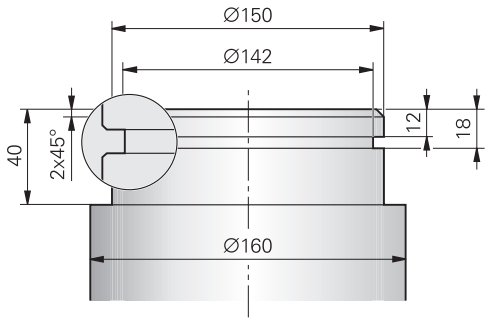


Exemplo

```
63 CYCL DEF 892 VERIF. DESEQUILIBRIO
    Q450=0      ;EXCENTRICIDADE MAX.
    Q451=50     ;ROTACOES
```

13.34 Exemplo de programação

Exemplo: escalão com recesso



0 BEGIN PGM ESCALÃO MM	
1 BLK FORM 0.1 Y X+0 Y-10 Z-35	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+87 Y+10 Z+2	
3 TOOL CALL 12	Chamada de ferramenta
4 M140 MB MAX	Retirar a ferramenta
5 FUNCTION MODE TURN	Ativar o modo de torneamento
6 FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:ON VC:150	Velocidade de corte constante
7 CYCL DEF 800 ADAPTAR SIST.ROTATIV	Definição do ciclo Ajustar o sistema de coordenadas
Q497=+0 ;ANGULO DE PRECESSAO	
Q498=+0 ;INVERTER FERRAMENTA	
Q530=0 ;MAQUINAGEM ALINHADA	
Q531=+0 ;ANGULO DE INCIDENCIA	
Q532=750 ;AVANCO	
Q533=+0 ;DIRECAO PREFERIDA	
Q535=3 ;TORNEAMENTO EXCENTR.	
Q536=0 ;EXCENTR. SEM PARAGEM	
8 M136	Avanço em mm por rotação
9 L X+165 Y+0 R0 FMAX	Aproximação ao ponto inicial no plano
10 L Z+2 R0 FMAX M304	Distância de segurança, mandril de torneamento ligado
11 CYCL DEF 812 ESCALAO LONGIT. AV.	Definição do ciclo Escalão longitudinal
Q215=+0 ;TIPO DE USINAGEM	
Q460=+2 ;SAFETY CLEARANCE	
Q491=+160 ;INICIO CONTORNO DIAMETRO	
Q492=+0 ;INICIO DE CONTORNO Z	
Q493=+150 ;FIM DE CONTORNO X	
Q494=-40 ;FIM DE CONTORNO Z	
Q495=+0 ;ANGULO SUPERF. PERIFERICA	
Q501=+1 ;TIPO DE ELEMENTO INICIAL	
Q502=+2 ;TAMANHO ELEMENTO INICIAL	
Q500=+1 ;RAIO ESQUINA DE CONTORNO	

Q496=+0	;ANGULO SUPERF.TRANSVERSAL	
Q503=+1	;TIPO DE ELEMENTO FINAL	
Q504=+2	;TAMANHO ELEMENTO FINAL	
Q463=+2.5	;PROFUNDIDADE CORTE MAX.	
Q478=+0.25	;AVANCO DESBASTE	
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO	
Q484=+0.2	;MEDIDA EXCEDENTE Z	
Q505=+0.2	;AVANCO ACABADO	
Q506=+0	;ALISAMENTO DO CONTORNO	
12 CYCL CALL M8		Chamada de ciclo
13 M305		Mandril de torneamento desligado
14 TOOL CALL 15		Chamada de ferramenta
15 M140 MB MAX		Retirar a ferramenta
16 FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:ON VC:100		Velocidade de corte constante
17 CYCL DEF 800 ADAPTAR SIST.ROTATIV		Definição do ciclo Ajustar o sistema de coordenadas
Q497=+0	;ANGULO DE PRECESSAO	
Q498=+0	;INVERTER FERRAMENTA	
Q530=0	;MAQUINAGEM ALINHADA	
Q531=+0	;ANGULO DE INCIDENCIA	
Q532=750	;AVANCO	
Q533=+0	;DIRECAO PREFERIDA	
Q535=0	;TORNEAMENTO EXCENTR.	
Q536=+0	;EXCENTR. SEM PARAGEM	
18 L X+165 Y+0 R0 FMAX		Aproximação ao ponto inicial no plano
19 L Z+2 R0 FMAX M304		Distância de segurança, mandril de torneamento ligado
20 CYCL DEF 862 PUNCION. AVAN. RAD.		Definição do ciclo Recesso
Q215=+0	;TIPO DE USINAGEM	
Q460=+2	;SAFETY CLEARANCE	
Q491=+150	;INICIO CONTORNO DIAMETRO	
Q492=-12	;INICIO DE CONTORNO Z	
Q493=+142	;FIM DE CONTORNO X	
Q494=-18	;FIM DE CONTORNO Z	
Q495=+0	;ANGULO FLANCO	
Q501=+1	;TIPO DE ELEMENTO INICIAL	
Q502=+1	;TAMANHO ELEMENTO INICIAL	
Q500=+0	;RAIO ESQUINA DE CONTORNO	
Q496=+0	;ANGULO DO FLANCO	
Q503=+1	;TIPO DE ELEMENTO FINAL	
Q504=+1	;TAMANHO ELEMENTO FINAL	
Q478=+0.3	;AVANCO DESBASTE	
Q483=+0.4	;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO	
Q484=+0.2	;MEDIDA EXCEDENTE Z	
Q505=+0.15	;AVANCO ACABADO	

Q463=+0 ;LIMITE PASSO	
21 CYCL CALL M8	Chamada de ciclo
22 M305	Mandril de torneamento desligado
23 M137	Avanço em mm por minuto
24 M140 MB MAX	Retirar a ferramenta
25 FUNCTION MODE MILL	Ativar modo de fresagem
26 M30	Final do programa
27 END PGM ESCALÃO MM	

Exemplo: Tornear acabamento simultaneo

No programa NC seguinte, utiliza-se o ciclo 883 **TORNEAR ACABAMENTO SIMULTANEO**.

Execução do programa

- Chamada da ferramenta: fresa de coroa planetária
- Iniciar o modo de torneamento
- Aproximar à posição segura
- Chamada do ciclo
- Restaurar o sistema de coordenadas com o ciclo 801 e M145

0 BEGINN PGM SIMULTAN MM	
1 BLK FORM CYLINDER Z D91 L40 DIST+0.5 DI+57.5	Definição do bloco
2 TOOL CALL "TURN"	Chamada de ferramenta
3 L Z+0 R0 FMAX M91	Retirar a ferramenta
4 FUNCTION MODE TURN	Ativar o modo de torneamento
5 FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:ON VC:200 SMAX 800	Velocidade de corte constante
6 CYCL DEF 800 KOORD.-SYST. ANPASSEN	Definição do ciclo Ajustar o sistema de coordenadas
Q497 =+0 ;ANGULO DE PRECESSAO	
Q498=+0 ;INVERTER FERRAMENTA	
Q530=+2 ;MAQUINAGEM ALINHADA	
Q531=+1 ;ANGULO DE INCIDENCIA	
Q532=MAX ;AVANCO	
Q533=+1 ;DIRECAO PREFERIDA	
Q535=+3 ;TORNEAMENTO EXCENTR.	
Q536=+0 ;EXCENTR. SEM PARAGEM	
7 M145	
8 FUNCTION TCPM F TCP AXIS POS PATHCTRL AXIS REFPNT TIP-CENTER	Ativar TCPM
9 CYCL DEF 14.0 KONTUR	Definir label de contorno
10 CYCL DEF 14.1 KONTURLABEL 2	
11 CYCL DEF 883 TORNEAR ACABAMENTO SIMULTANEO	Definição do ciclo Tornear acabamento simultaneo
Q460=+2 ;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA ?	
Q499=+0 ;INVERTER CONTORNO	
Q558=-90 ;ANG.PROL.INIC.CONTOR	
Q559=+90 ;ANG.PROLON.FIM CONT.	
Q505=+0.2 ;AVANCO ACABAMENTO	
Q556=-80 ;MIN. ANGULO INCID.	
Q557=+60 ;MAX. ANGULO INCID.	
Q555=+1 ;PASSO ANGULAR	
Q537=+0 ;ANGULO INCID. ATIVO	
Q538=+0 ;ANGULO INCID.INICIAL	
Q539=+50 ;ANGULO INCID. FINAL	

Q565=+0 ;MEDIDA EXC.ACAB. D.	
Q566=+0 ;MED.EXCED.ACABAM.Z	
Q567=+0 ;MEDIDA EXC.ACAB.CONT	
12 L X+58 Y+0 R0 FMAX M303	Aproximar ao ponto inicial
13 L Z+50 FMAX	Distância de segurança
14 CYCL CALL	Chamada de ciclo
15 L Z+50 FMAX	
16 CYCL DEF 801 KOORDINATEN-SYSTEM ZURUECKSETZEN	Restaurar o sistema de coordenadas
17 M144	Suprimir M145
18 FUNCTION MODE MILL	Ativar modo de fresagem
19 M30	Final do programa
20 LBL 2	
21 L X+58 Y+0 Z-1.5 RR	
22 L X+61 Z+0	
23 L X+88 Z+0	
24 L X+90 Z-1	
25 L X+90 Z-8	
26 L X+88 Z-10	
27 L X+88 Z-15	
28 L X+90 Z-17	
29 L X+90 Z-25	
30 RND R0.3	
31 L X+144 Z-25	
32 LBL 0	

Exemplo de fresagem envolvente

No programa NC seguinte, é utilizado o ciclo 880 FRESAGEM ENVOLVENTE. Este exemplo refere-se à produção de uma engrenagem de denteado oblíquo com módulo=2,1.

Execução do programa

- Chamada da ferramenta: fresa envolvente
- Iniciar o modo de torneamento
- Aproximar à posição segura
- Chamada do ciclo
- Restaurar o sistema de coordenadas com o ciclo 801 e M145

0 BEGIN PGM 5 MM	
1 BLK FORM CYLINDER Z R42 L150	Definição do bloco de cilindro
2 FUNCTION MODE MILL	Activar o modo de fresagem
3 TOOL CALL "FRESA_DE_ENGRENAGEM_D75"	Chamada da ferramenta
4 FUNCTION MODE TURN	Activar o modo de torneamento
5 CYCL DEF 801 RESTAURAR SISTEMA DE COORDENADAS	Restaurar o sistema de coordenadas
6 M145	Eliminar um M144 ainda eventualmente ativo
7 FUNCTION TURNDATA SPIN VCONST:OFF S50	Velocidade de corte constante DESLIGADA
8 M140 MB MAX	Retirar a ferramenta
9 L A+0 R0 FMAX	Colocar o eixo rotativo em 0
10 L X+250 Y-250 R0 FMAX	Posicionar previamente a ferramenta no plano de maquinagem do lado da posterior maquinagem
11 Z+20 R0 FMAX	Posicionar previamente a ferramenta no eixo do mandril
12 L M136	Alimentação em mm/rot
13 CYCL DEF 880 FRES.ENVOLV.ENGREN.	Definição do ciclo Fresagem envolvente
Q215=+0 ;TIPO DE USINAGEM	
Q540=+2.1 ;MODULO	
Q541=+0 ;NUMERO DE DENTES	
Q542=+69.3 ;DIAM.CIRCULO CABECA	
Q543=+0.1666 ;FOLGA BASE DENTE	
Q544=-5 ;ANGULO DE HELICE	
Q545=+1.6833 ;ANG.INCLIN.FERRAMENT	
Q546=+3 ;DIR.ROT.FERRAMENTA	
Q547=+0 ;OFFSET ANGULAR	
Q550=+0 ;LADO DE MAQUINAGEM	
Q533=+0 ;DIRECAO PREFERIDA	
Q530=+2 ;MAQUINAGEM ALINHADA	
Q253=+2000 ;AVANCO PRE-POSICION.	
Q260=+20 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q553=+10 ;OFFSET L FERRAMENTA	
Q551=+0 ;PONTO INICIAL EM Z	

Q552=-10 ;PONTO FINAL EM Z	
Q463=+1 ;PROFUNDIDADE CORTE MAX.	
Q460=2 ;SAFETY CLEARANCE	
Q488=+1 ;AVANCO AFUNDAMENTO	
Q478=+2 ;AVANCO DESBASTE	
Q483=+0.4 ;MEDIDA EXCEDENTE DIAMETRO	
Q505=+1 ;AVANCO ACABADO	
14 CYCL CALL M303	Chamar o ciclo, mandril ligado
15 CYCL DEF 801 RESTAURAR SIST. TORNEAMENTO	Restaurar o sistema de coordenadas
16 M145	Desligar o M144 ativo no ciclo
17 FUNCTION MODE MILL	Ativar o modo de fresagem
18 M140 MB MAX	Retirar a ferramenta no eixo da ferramenta
19 L A+0 C+0 R0 FMAX	Anular a rotação
20 M30	Final do programa
21 END PGM 5 MM	

14

Trabalhar com ciclos de apalpação

14.1 Generalidades sobre os ciclos de apalpação

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

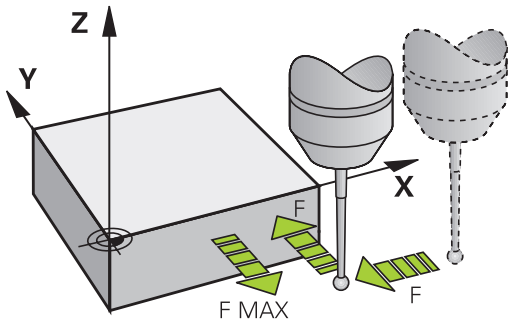
O fabricante da máquina deve preparar o comando para a utilização do apalpador 3D.

As funções de apalpação não são possíveis em ligação com a função **Ajustes de programa globais**. Se estiver ativa, pelo menos, uma possibilidade de ajuste, ao selecionar uma função de apalpação manual ou ao executar um ciclo de apalpação automático, o comando mostra uma mensagem de erro.

Funcionamento

Quando o comando executa um ciclo de apalpação, o apalpador 3D desloca-se paralelamente aos eixos sobre a peça de trabalho (também com rotação básica ativada e com plano de maquinagem inclinado). O fabricante da máquina determina o avanço de apalpação num parâmetro de máquina.

Mais informações: "Antes de trabalhar com ciclos de apalpação!", Página 513



Se a haste de apalpação tocar na peça de trabalho,

- o apalpador 3D emite um sinal para o comando: as coordenadas da posição apalpada são memorizadas
- o apalpador 3D para
- retrocede em marcha rápida para a posição inicial do processo de apalpação

Se a haste de apalpação não se desviar ao longo de um percurso determinado, o comando emite a respetiva mensagem de erro (caminho: **DIST** da tabela de apalpadores).

Considerar a rotação básica no Modo de Funcionamento Manual

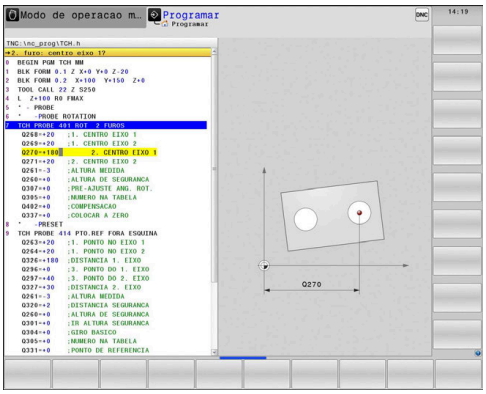
Durante o processo de apalpação, o comando tem em consideração uma rotação básica e aproxima-se transversalmente da peça.

Ciclos de apalpação nos modos de funcionamento Manual e Volante Eletrónico

Nos modos de funcionamento **Modo de operacao manual** e **Volante electronico**, o comando põe à disposição ciclos de apalpação, com os quais pode:

- calibrar o apalpador
- Compensar inclinações da peça de trabalho
- Definir pontos de referência

Ciclos de apalpação para o modo automático



Além dos ciclos de apalpação utilizados nos modos de funcionamento manual e volante eletrónico, no modo automático o comando põe à disposição uma grande variedade de ciclos para as mais diversas aplicações:

- Calibrar o apalpador digital
- Compensar inclinações da peça de trabalho
- Definir pontos de referência
- Controlo automático da peça de trabalho
- Medição automática da ferramenta

Os ciclos de apalpação são programados no modo de funcionamento **Programar** com a tecla **TOUCH PROBE**. Utilizar ciclos de apalpação com números a partir de 400, assim como ciclos mais novos de maquinagem e parâmetros Q como parâmetros de transmissão. O parâmetros com função igual, de que o comando precisa em diferentes ciclos, têm sempre o mesmo número: p. ex. Q260 é sempre a altura segura, Q261 é sempre a altura de medição, etc.

Para simplificar a programação, durante a definição de ciclo, o comando visualiza uma imagem auxiliar. Nessa imagem auxiliar é indicado o parâmetro que deve ser introduzido (ver figura à direita).

Definir o ciclo de apalpação no modo de funcionamento Programar

- A barra de sotkeys exibe – reunidas em grupos – todas as funções disponíveis do apalpador

- Selecionar o grupo de ciclos de apalpação, p. ex., definir ponto de referência. Os ciclos para medição automática da ferramenta só estão disponíveis se a sua máquina estiver preparada para isso

- Selecionar o ciclo, p. ex., de definição do ponto de referência para centro de caixa. O comando abre um diálogo e pede todos os valores de introdução; ao mesmo tempo, o comando ilumina um gráfico na metade direita do ecrã, onde o parâmetro a introduzir está realçado numa cor clara.
- Introduza todos os parâmetros pedidos pelo comando e termine cada introdução com tecla ENT
- O comando termina o diálogo depois de se introduzirem todos os dados necessários

Softkey	Grupo de ciclos de medição	Página
ROTAÇÃO	Ciclos para a determinação automática e compensação da posição inclinada duma peça de trabalho	519
PONTO REF.	Ciclos para a definição automática do ponto de referência	562
MEDIÇÃO	Ciclos para o controlo automático da peça de trabalho	620
CICLOS ESPECIAIS	Ciclos especiais	664
TS CALIBR.	Calibrar TS	664
CINEMÁTICA	Cinemática	715
CICLOS TT	Ciclos para a medição automática da ferramenta (ativados pelo fabricante da máquina)	754
SUPERVISÃO COM CÂMARA	Supervisão com câmara (opção 136 VSC)	692

Blocos NC

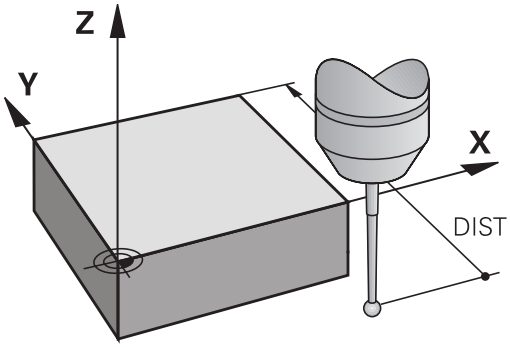
```
5 TCH PROBE 410 PONTREF RECTÂNG INTERN
  Q321=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
  Q322=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
  Q323=60    ;COMPRIMENTO 1. LADO
  Q324=20    ;COMPRIMENTO 2. LADO
  Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
  Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
  Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
  Q301=0     ;IR ALTURA SEGURANCA
  Q305=10    ;NUMERO NA TABELA
  Q331=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q332=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q303=+1    ;TRANSM. VALOR MED.
  Q381=1     ;APALPAR NO EIXO TS
  Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
  Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
  Q384=+0    ;3. COORD. EIXO TS
  Q333=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
```

14.2 Antes de trabalhar com ciclos de apalpação!

Para poder utilizar o maior número possível de operações de medição, através dos parâmetros da máquina estão disponíveis possibilidades de ajuste que determinam o comportamento básico de todos os ciclos de apalpação:

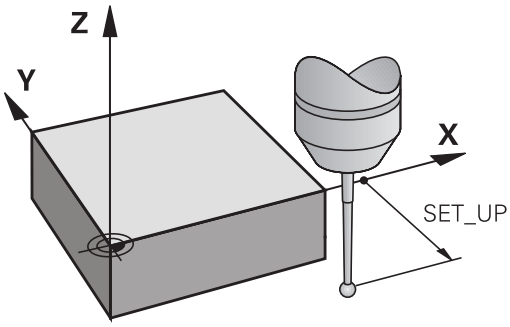
Percurso máximo até ao ponto de apalpação: DIST na tabela de apalpadores

Se a haste de apalpação não for desviada dentro do percurso determinado em **DIST**, o comando emite um aviso de erro.



Distância de segurança até ao ponto de apalpação: SET_UP na tabela de apalpadores

Em **SET_UP**, determina-se a que distância é que o comando deve posicionar previamente o apalpador em relação ao ponto de apalpação definido ou calculado pelo ciclo. Quanto menor for o valor introduzido, com maior precisão terão que se definir as posições de apalpação. Em muitos ciclos de apalpação, é possível definir, além disso, uma distância de segurança que funciona complementarmente a **SET_UP**.



Orientar o apalpador de infravermelhos no sentido de apalpação programado: TRACK na tabela de apalpadores

Para aumentar a precisão de medição, através de **TRACK** = ON pode fazer-se com que um apalpador de infravermelhos oriente no sentido de apalpação programado antes de cada processo de apalpação. Deste modo, a haste de apalpação é deflectida sempre no mesmo sentido.

> Se **TRACK** = ON for modificado, então é necessário calibrar novamente o apalpador.

Apalpador digital, avanço de apalpação: F na tabela de apalpadores

Em **F**, determina-se o avanço com que o comando deve aproximar-se da peça para apalpação.

F nunca pode ser maior que o valor definido no parâmetro de máquina **maxTouchFeed** (N.º 122602).

Com ciclos de apalpação, o potenciómetro do avanço pode estar ativo. As definições necessárias são realizadas pelo fabricante da máquina. (O parâmetro **overrideForMeasure** (N.º 122604) deve estar devidamente configurado.)

Apalpador digital, Avanço para movimentos de posicionamento: FMAX

Em **FMAX** determina-se o avanço com que o comando pré-posiciona o apalpador e posiciona entre os pontos de medição.

Apalpador digital, marcha rápida para movimentos de posicionamento: F_PREPOS na tabela de apalpadores

Em **F_PREPOS** é possível determinar se o comando deve posicionar o apalpador com o avanço definido em FMAX ou em marcha rápida da máquina.

- Valor de introdução = **FMAX_PROBE**: posicionar com avanço de **FMAX**
- Valor de introdução = **FMAX_MACHINE**: Posicionamento prévio com marcha rápida da máquina

Executar ciclos de apalpação

Todos os ciclos de apalpação são ativados em DEF. O comando executa o ciclo automaticamente, quando na execução do programa a definição de ciclo for executada pelo comando.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 1400 a 1499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes da utilização de ciclos de apalpação: Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Também pode executar os ciclos de apalpação 408 a 419 e 1400 a 1499 quando estiver ativada a rotação básica. No entanto, preste atenção a que o ângulo da rotação básica não se modifique mais, se trabalhar com o ciclo 7 Deslocação ponto zero depois do ciclo de medição.

Além disso, dependendo da definição do parâmetro de máquina opcional **chkTiltingAxes** (N.º 204600), faz-se a verificação, durante a apalpação, se a posição dos eixos rotativos coincide com os ângulos de inclinação (Rot 3D). Se não for esse o caso, o comando emite uma mensagem de erro.

Os ciclos de apalpação com o número 400 a 499 ou 1400 a 1499 posicionam previamente o apalpador, segundo uma lógica de posicionamento:

- Se a coordenada atual do polo sul da haste de apalpação for menor do que a coordenada da Altura Segura (definida no ciclo), o comando primeiro faz recuar o apalpador no eixo deste na altura segura e a seguir posiciona-o no plano de maquinagem para o primeiro ponto de apalpação
- Se a coordenada atual do polo sul da haste de apalpação for maior do que a coordenada da altura segura, primeiro, o comando posiciona o apalpador no plano de maquinagem no primeiro ponto de apalpação e, a seguir, no eixo do apalpador diretamente na altura de medição

14.3 Tabela de apalpadores

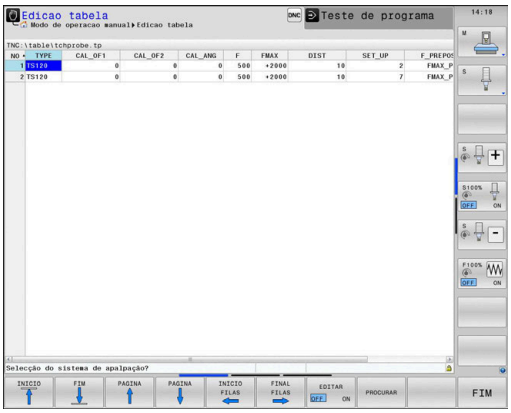
Generalidades

Na tabela de apalpadores estão memorizados diversos dados, que determinam o comportamento do processo de apalpação. Se estiverem a ser utilizados vários apalpadores na máquina, é possível memorizar dados independentes para cada apalpador.

> Os dados da tabela de apalpadores também podem ser visualizados e editados na gestão de ferramentas (opção #93).

Editar tabelas de apalpadores

Para editar a tabela de apalpadores, proceda da seguinte forma:



- Modo de funcionamento: premir a tecla **Modo de operacao manual**

- Selecionar funções de apalpação: premir a softkey **FUNCOES APALPADOR** O comando visualiza outras softkeys

- Selecionar a tabela de apalpadores: premir a softkey **TABELA APALPADOR**

- Colocar a softkey **EDITAR** em **ON**
- Selecionar o ajuste desejado com as teclas de seta
- Executar as modificações desejadas
- Sair da tabela de apalpadores: premir a softkey **FIM**

Dados do apalpador

Abrev.	Introduções	Diálogo
NO	Número do apalpador: este número deve ser registado na tabela de ferramentas (coluna: **TP_NO**) no número de ferramenta correspondente.	–
TIPO	Seleção do apalpador a utilizar	**Selecção do sistema de apalpação?**
CAL_OF1	Desvio do eixo do apalpador para o eixo do mandril no eixo principal	**Desvio central apalpador eixo princ? [mm]**
CAL_OF2	Desvio do eixo do apalpador para o eixo do mandril no eixo secundário	**Desvio centr apalpador eixo sec? [mm]**
CAL_ANG	O comando orienta o apalpador antes da calibração ou apalpação sobre o ângulo de orientação (se a orientação for possível)	**Ângulo cabeçal na calibração?**
F	Avanço com o qual o comando apalpa a peça de trabalho **F** nunca pode ser maior que o valor definido no parâmetro de máquina **maxTouchFeed** (N.º 122602).	**Avanço de apalpação? [mm/min]**
FMAX	Avanço com o qual o apalpador pré-posiciona ou posiciona entre os pontos de medição	**Marcha rápida no ciclo apalpação? [mm/min]**
DIST	Se a haste de apalpação não for defletida no valor aqui determinado, o comando emite uma mensagem de erro.	**Trajectória máxima? [mm]**
SET_UP	Em **set_up**, determina-se a que distância é que o comando deve posicionar previamente o apalpador em relação ao ponto de apalpação definido – ou calculado pelo ciclo. Quanto menor for o valor introduzido, com maior precisão terão que se definir as posições de apalpação. Em muitos ciclos de apalpação, é possível definir, além disso, uma distância de segurança que funciona complementarmente a **set_up**.	**Distancia de seguranca? [mm]**
F_PREPOS	Determinar a velocidade no posicionamento prévio: ■ Posicionamento prévio com a velocidade de **FMAX**: **FMAX_PROBE** ■ Posicionamento prévio com marcha rápida da máquina: **FMAX_MACHINE**	**Prep. com marcha rápida? ENT/ NOENT**

Abrev.	Introduções	Diálogo
TRACK	Para aumentar a precisão de medição, através de **TRACK = ON** pode fazer-se com que o comando oriente um apalpador de infravermelhos no sentido de apalpação programado antes de cada processo de apalpação. Assim, a haste de apalpação é defletida sempre no mesmo sentido: ■ **ON**: executar seguimento posterior do mandril ■ **OFF**: não executar seguimento posterior do mandril	**Orient. apalpador? Sim=ENT/ não=NOENT**
SERIAL	Não é necessário proceder a registos nesta coluna. O comando regista automaticamente o número de série do apalpador, se o apalpador dispuser de uma interface EnDat	**Número de série?**
REACTION	Comportamento em caso de colisão com o apalpador ■ **NCSTOP**: Interrupção do programa NC ■ **EMERGSTOP**: PARAGEM DE EMERGÊNCIA, travagem mais rápida dos eixos	**Reação?**

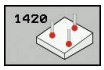
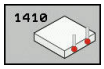
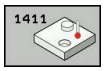
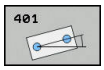
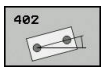
15

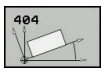
Ciclos de apalpação: determinar inclinações da peça de trabalho automaticamente

15.1 Resumo

O fabricante da máquina deve preparar o comando para a utilização do apalpador 3D.

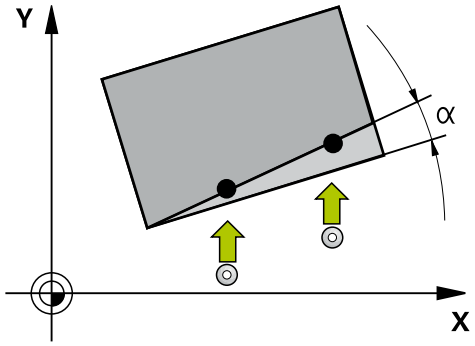
A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

Softkey	Ciclo	Página
	1420 APALPACAO PLANO Registo automático por meio de dois pontos, compensação por meio da função de rotação básica	527
	1410 APALPACAO ARESTA Registo automático por meio de dois pontos, compensação por meio da função rotação de básica ou rotação da mesa rotativa	531
	1411 APALPACAO DOIS CIRCULOS Registo automático por meio de dois furos ou duas ilhas, compensação por meio da função de rotação básica ou rotação da mesa rotativa	535
	400 ROTAÇÃO BÁSICA Registo automático por meio de dois pontos, compensação por meio da função rotação básica	541
	401 ROTAÇÃO 2 FUROS Registo automático por meio de dois furos, compensação por meio da função rotação básica	544
	402 ROTAÇÃO 2 ILHAS Registo automático por meio de duas ilhas, compensação por meio da função rotação básica	547

Softkey	Ciclo	Página
	403 ROTAÇÃO POR EIXO ROTATIVO Registo automático por meio de dois pontos, compensação por meio de rotação da mesa	551
	405 ROTAÇÃO POR EIXO C Ajuste automático do desvio dum ângulo entre um ponto central do furo e o eixo Y positivo, compensação por rotação da mesa circular	556
	404 MEMORIZAR ROTAÇÃO BÁSICA Definição duma rotação básica qualquer	555

15.2 Princípios básicos dos ciclos de apalpação 14xx

Características comuns dos ciclos de apalpação 14xx para rotações



Existem três ciclos para a determinação de rotações:

- 1410 **APALPACAO ARESTA**
- 1411 **APALPACAO DOIS CIRCULOS**
- 1420 **APALPACAO PLANO**

Estes ciclos contêm:

- Observância da cinemática de máquina ativa
- Apalpação semiautomática
- Supervisão de tolerâncias
- Consideração de uma calibração 3D
- Determinação simultânea de rotação e posição

As posições programadas são interpretadas como posições nominais em I-CS. As posições de apalpação referem-se às coordenadas nominais programadas.

Avaliação - Ponto de referência:

- É possível escrever deslocações na transformação básica da tabela de pontos de referência, quando se faça apalpação com um plano de maquinagem consistente ou objetos de posição com TCPM ativo.
- As rotações podem ser escritas na transformação básica da tabela de pontos de referência como rotação básica ou também como offset do primeiro eixo da mesa rotativa visto a partir da peça de trabalho.

Protocolo:

Os resultados determinados são registados em **TCHPRAUTO.html**. Também são enviados para o parâmetro Q previsto para o ciclo. Os desvios medidos referem-se à média da tolerância. Se não for indicada nenhuma tolerância, referem-se à medida nominal.

> Se desejar utilizar não só a rotação, como também uma posição medida, então deve apalpar a superfície o mais possível na respetiva coordenada à superfície. Quanto maiores forem o erro de ângulo e o raio da esfera de apalpação, maior será o erro de posição. Havendo grandes desvios angulares na posição de saída, podem ocorrer aqui os desvios correspondentes na posição.
>
> Ao apalpar com TCPM, os dados de calibração 3D existentes são tidos em consideração. Se estes dados de calibração não estiverem disponíveis, podem ocorrer desvios.

Modo semiautomático

Se o posicionamento da peça de trabalho ainda não estiver definido, aplica-se o modo semiautomático. Neste caso, a posição inicial pode ser determinada antes da execução do objeto de apalpação mediante o posicionamento prévio manual. Esta interrupção só se realiza nos modos de funcionamento da máquina, não no teste do programa.

Para esse efeito, na definição de cada coordenada do objeto em causa, na softkey **INTRODUZIR TEXTO**, faz-se preceder a medida nominal de um "**?**". Se não estiver definida nenhuma posição nominal, após a apalpação do objeto, tem lugar uma aceitação de valor real/nominal. Isso significa que a posição real medida é aceite posteriormente como posição nominal. Em consequência, não existe nenhum desvio para esta posição e, portanto, nenhuma correção de posição. Isso pode ser aproveitado ativamente para não executar uma correção do ponto de referência para direções que não sejam definidas exatamente num processo semiautomático.

Execução do ciclo:

- O ciclo interrompe o programa
- Aparece uma janela de diálogo
- Pré-posicione o apalpador no ponto desejado com as teclas de direção dos eixos ou o volante
- Em caso de necessidade, altere as condições de apalpação como, p. ex., a direção de apalpação
- Prima **NC start**
- No final do ciclo, assegure-se de que se encontra numa posição segura para continuar a execução do programa

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Dependendo do objeto de apalpação, na execução do Modo Semiautomático, o comando ignora o modo programado para retração para a altura segura. Se o Modo Semiautomático estiver programado num só objeto de apalpação, o ciclo ignora a retração para a altura segura apenas neste objeto de apalpação.

- ▶ No final do ciclo, assegure-se de que se encontra numa posição segura

Exemplo:

Ao alinhar uma aresta a 0°, com o ciclo 1410, deve-se mesmo definir o ponto de referência na direção do eixo principal. No entanto, não é necessário no eixo secundário e da ferramenta, porque estas posições de apalpação não estão definidas exatamente.

5 TCH PROBE 1410 APALPACAO DOIS CIRCULOS	Definir ciclo
QS1100= "?10" ;1.PT. EIXO PRINCIPAL	Posição nominal 1 do eixo principal existente, mas posição da peça de trabalho desconhecida
QS1101= "?" ;1.PT. EIXO SECUNDAR	Posição nominal 1 do eixo secundário desconhecida
QS1102= "?" ;1.PT. EIXO FERR.TA	Posição nominal 1 do eixo da ferramenta desconhecida
QS1103= "?50" ;2.PT. EIXO PRINCIPAL	Posição nominal 2 do eixo principal existente, mas posição da peça de trabalho desconhecida
QS1104= "?" ;2.PT. EIXO SECUNDAR	Posição nominal 2 do eixo secundário desconhecida
QS1105= "?" ;2.PT. EIXO FERR.TA	Posição nominal 2 do eixo da ferramenta desconhecida
Q372=+1 ;DIRECAO DE APALPACAO	Direção de apalpação (-3 a +3)
... ;	

Avaliação das tolerâncias

Opcionalmente, é possível supervisionar até as tolerâncias Neste caso, a posição e a dimensão de um objeto podem ser diferenciadas.

Quando uma indicação de cotas é dotada de tolerâncias, esta medida é supervisionada, definindo-se o estado de erro no parâmetro de retorno **Q183**. A supervisão da tolerância e o estado referem-se sempre à situação durante o processo de apalpação, ou seja, antes de uma correção do ponto de referência pelo ciclo.

Execução do ciclo:

- Se a reação de erro estiver ativa (**Q309=1**), o comando verifica se existem desperdícios e trabalho de aperfeiçoamento. Se o comando tiver detetado desperdícios, interrompe o programa NC. Se **Q309=2**, então só se verificam os desperdícios. Dando-se esse caso, o comando interrompe o programa.
- Se a peça de trabalho for desperdício, abre-se uma janela de diálogo. São apresentados todos os valores nominais e de medição do objeto.
- O utilizador pode optar por continuar ou interromper o programa. Se continuar o programa, prima **NC start** mas, se cancelar o programa, prima a softkey **INTERRUP.**

> Tenha em consideração que os ciclos de apalpação devolvem os desvios relativamente à média da tolerância nos parâmetros Q **Q98x** e **Q99x**. Dessa maneira, estes valores representam as mesmas variáveis de correção que o ciclo executa, se os parâmetros de introdução **Q1120** e **Q1121** estiverem definidos em conformidade. Se não estiver programada nenhuma avaliação automática, estes valores relacionados com a média da tolerância podem ser utilizados facilmente para outra correção qualquer.

5 TCH PROBE 1410 APALPACAO DOIS CIRCULOS	Definir ciclo
Q1100=+50 ;1.PT. EIXO PRINCIPAL	Posição nominal 1 eixo principal
Q1101= +50 ;1.PT. EIXO SECUNDAR	Posição nominal 1 eixo secundário
Q1102= -5 ;1.PT. EIXO FERR.TA	Posição nominal 1 eixo da ferramenta
QS1116="+9-1-0.5" ;DIAMETRO 1	Diâmetro 1 com indicação de uma tolerância
Q1103= +80 ;2.PT. EIXO PRINCIPAL	Posição nominal 2 eixo principal
Q1104=+60 ;2.PT. EIXO SECUNDAR	Posição nominal 2 eixo secundário
QS1105= -5 ;2.PT. EIXO FERR.TA	Posição nominal 2 eixo da ferramenta
QS1117="+9-1-0,5" ;DIAMETRO 2	Diâmetro 2 com indicação de uma tolerância
... ;	
Q309=2 ;REACAO DE ERRO	
... ;	

Transferência de uma posição real

É possível determinar antecipadamente a posição efetiva e defini-la no ciclo de apalpação como posição real. Tanto a posição nominal, como a posição real são transferidas para o objeto. A partir da diferença, o ciclo calcula as correções necessárias e aplica a supervisão da tolerância.

Tenha em conta que, neste caso, não se faz a apalpação: o comando apenas calcula as posições real e nominal.

Para esse efeito, na definição de cada coordenada do objeto em causa, na softkey **INTRODUZIR TEXTO** pospõe-se um "**@**" à medida nominal. Após o "**@**", pode-se indicar a posição real.

> Têm de se definir as posições reais para todos os três eixos (eixo principal, secundário e da ferramenta). Se definir apenas um eixo com a posição real, é emitida uma mensagem de erro.
>
> As posições reais também podem ser definidas com os parâmetros Q **Q1900-Q1999**.

Exemplo:

Com esta faculdade é possível, p. ex.:

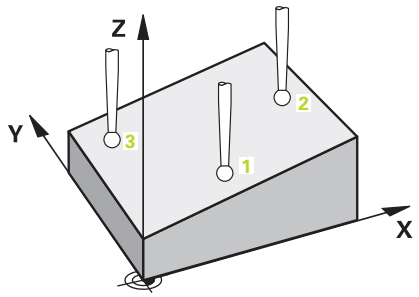
- Determinar padrões circulares a partir de objetos diferentes
- Alinhar a engrenagem através do centro da engrenagem e da posição de um dente

5 TCH PROBE 1410 APALPACAO ARESTA	
QS1100= "10+0.02@10.0123"	
;1.PT. EIXO PRINCIPAL	1.ª posição nominal do eixo principal com supervisão da tolerância e a posição real
QS1101="50@50.0321"	
;1.PT. EIXO SECUNDAR	1.ª posição nominal do eixo secundário e a posição real
QS1102= "-10-0.2+0.02@Q1900"	
;1.PT. EIXO FERR.TA	1.ª posição nominal do eixo da ferramenta com supervisão da tolerância e a posição real
... ;	

15.3 APALPACAO PLANO (ciclo 1420, DIN/ISO: G1420)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 1420 obtém o ângulo dum plano, por meio de medição de três pontos e coloca os valores nos parâmetros do sistema.



1 O comando posiciona o apalpador na marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento "Executar ciclos de apalpação" para o ponto de apalpação **1** programado e mede aí o primeiro ponto de plano. O comando desvia, assim, o apalpador na distância de segurança contra a direção de deslocação

2 Seguidamente, o apalpador regressa à Altura Segura (dependendo de **Q1125**) e depois, no plano de maquinagem, para o ponto de apalpação **2**, medindo aí o valor real do segundo ponto de plano

3 Seguidamente, o apalpador regressa à Altura Segura (dependendo de **Q1125**) e depois, no plano de maquinagem, para o ponto de apalpação **3**, medindo aí o valor real do terceiro ponto de plano

4 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura (dependendo de **Q1125**) e memoriza os valores nos seguintes parâmetros Q:

Número do parâmetro	Significado
Q950 a Q952	1.ª posição medida do eixo principal, secundário e da ferramenta
Q953 a Q955	2.ª posição medida do eixo principal, secundário e da ferramenta
Q956 a Q958	3.ª posição medida do eixo principal, secundário e da ferramenta
Q961 a Q963	Ângulo sólido medido SPA, SPB e SPC em WP_CS
Q980 a Q982	1.º desvios medidos das posições: eixo principal, secundário e da ferramenta
Q983 a Q985	2.º desvios medidos das posições: eixo principal, secundário e da ferramenta
Q986 a Q988	3.º desvios medidos das posições: eixo principal, secundário e da ferramenta
Q183	Estado da peça de trabalho (-1=não definido / 0=bom / 1=aperfeiçoamento / 2=desperdício)

Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador. Este eixo do apalpador deve ser igual a Z.

Para o comando poder calcular os valores angulares, os três pontos de medição não devem estar situados numa reta.

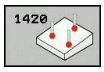
O alinhamento com eixos rotativos só pode realizar-se se existirem dois eixos rotativos na cinemática.

Se **Q1121** for igual a 0 e **Q1126** diferente de 0, recebe-se uma mensagem de erro. É que os eixos rotativos são alinhados, mas não se realiza nenhuma avaliação da rotação.

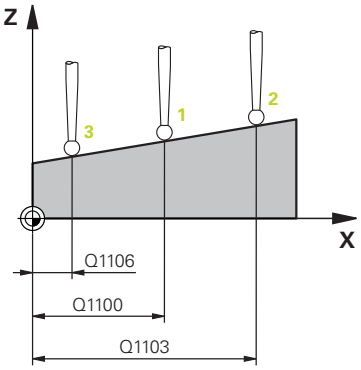
Os desvios representam a diferença dos valores reais medidos para a média da tolerância, não a diferença para o valor nominal.

O ângulo sólido medido está guardado nos parâmetros **Q961** a **Q963**. Através da definição das posições nominais, determina-se o ângulo sólido nominal.
A diferença entre o ângulo sólido medido e o ângulo sólido nominal é utilizada para a aceitação narotação básica 3D da tabela de pontos de referência.

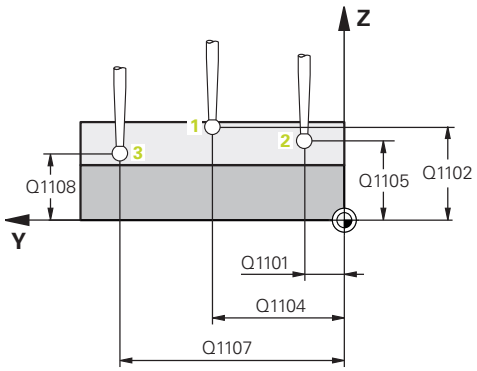
Parâmetros de ciclo

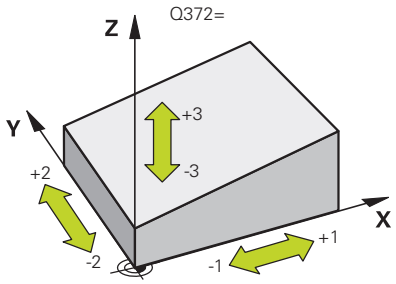


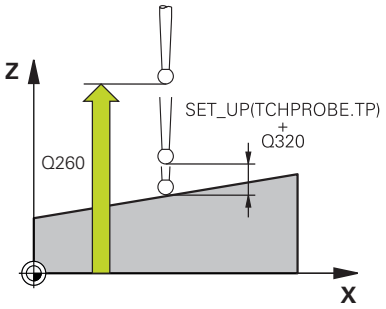
- **Q1100 1.Posiç. nominal eixo principal?** (absoluto): coordenada nominal do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1101 1.Pos. nominal eixo secundário?** (absoluto): coordenada nominal do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1102 1.Pos. nominal eixo ferr.ta?** (absoluto): coordenada nominal do primeiro ponto de apalpação no eixo da ferramenta do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1103 2.Posiç. nominal eixo principal?** (absoluto): coordenada nominal do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



- **Q1104 2.Pos. nominal eixo secundário?** (absoluto): coordenada nominal do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1105 2º Pos. nominal eixo ferr.ta?** (absoluto): coordenada nominal do segundo ponto de apalpação no eixo da ferramenta do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1106 3.Posiç. nominal eixo principal?** (absoluto): coordenada nominal do terceiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1107 3.Pos. nominal eixo secundário?** (absoluto): coordenada nominal do terceiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1108 3.Pos. nominal eixo ferr.ta?** (absoluto): coordenada nominal do terceiro ponto de apalpação no eixo da ferramenta do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q372 Direção de apalpação (-3...+3)?**: determinar o eixo em cuja direção se deve realizar a apalpação. Com o sinal, defina a direção de deslocação positiva e negativa do eixo de apalpação. Campo de introdução -3 a +3
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999







Exemplo

```
5 TCH PROBE 1420  ANTASTEN EBENE
   Q1100=+0   ;1.PT. EIXO PRINCIPAL
   Q1101=+0   ;1.PT. EIXO SECUNDAR
   Q1102=+0   ;1.PT. EIXO FERR.TA
   Q1103=+0   ;2.PT. EIXO PRINCIPAL
   Q1104=+0   ;2.PT. EIXO SECUNDAR
   Q1105=+0   ;2.PT. EIXO FERR.TA
   Q1106=+0   ;3.PT. EIXO PRINCIPAL
   Q1107=+0   ;3.PT. EIXO SECUNDAR
```

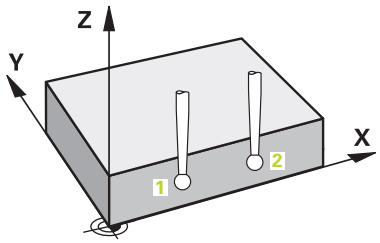
- **Q1125 Deslocar para Altura Segura?**: determinar de que forma o apalpador se deve deslocar entre os pontos de medição:
  -1: Não deslocar para altura segura
  0: Deslocar para altura segura antes e depois do ciclo
  1: Deslocar para altura segura antes e depois de cada objeto de medição
  2: Deslocar para altura segura antes e depois de cada ponto de medição
- **Q309 Reação com erro de tolerância?**: determinar se o comando, em caso de desvio obtido, interrompe a execução do programa e emite uma mensagem:
  0: caso se exceda a tolerância, não interromper a execução do programa, não emitir mensagem
  1: Caso se exceda a tolerância, interromper a execução do programa, emitir mensagem
  2: se a coordenada real determinada for desperdício, o comando emite uma mensagem e interrompe a execução do programa. Não ocorre nenhuma reação de erro, pelo contrário, se o valor obtido se encontrar num intervalo de aperfeiçoamento.
- **Q1126 Alinhar eixos rotativos?**: posicionar eixos basculantes para a maquinagem alinhada:
  0: manter a posição atual do eixo basculante
  1: posicionar automaticamente o eixo basculante, guiando a ponta da sonda (MOVE). A posição relativa entre a peça de trabalho e o apalpador não é alterada. O comando executa um movimento de compensação com os eixos lineares
  2: Posicionar automaticamente o eixo basculante sem guiar a ponta da sonda (TURN)
- **Q1120 Posição de aceitação?**: determinar qual a posição real medida que o comando aceita como posição nominal na tabela de referência:
  0: nenhuma aceitação
  1: aceitação do 1.º ponto de medição
  2: aceitação do 2.º ponto de medição
  3: aceitação do 3.º ponto de medição
  4: aceitação do ponto de medição médio
- **Q1121 Aceitar rotação básica?**: determinar se o comando deve aceitar a inclinação determinada como rotação básica:
  0: Nenhuma rotação básica
  1: Definir rotação básica: aqui o comando guarda a rotação básica

```
Q1108=+0   ;3.PT. EIXO SECUNDAR
Q372=+1    ;DIRECAO DE APALPACAO
Q320=+0    ;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+100  ;ALTURA DE SEGURANCA
Q1125=+2   ;MODO ALTURA SEGURA
Q309=+0    ;REACAO DE ERRO
Q1126=+0   ;ALINHAR EIXOS ROTAT.
Q1120=+0   ;POS.ACEITACAO
Q1121=+0   ;ACEITAR ROTACAO
```

15.4 APALPACAO ARESTA (ciclo 1410, DIN/ISO: G1410)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 1410 obtém o ângulo que contém uma reta qualquer com o eixo principal do plano de maquinagem.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento "Executar ciclos de apalpação" para o ponto de apalpação programado **1**. A soma de **Q320**, **SET_UP** com o raio da esfera de apalpação é tida em consideração ao apalpar em cada direção de apalpação. Assim, o comando desvia o apalpador contra a direção de deslocação.
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**)
3 A seguir, o apalpador desloca-se para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa o segundo processo de apalpação
4 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura (dependendo de **Q1125**) e memoriza o ângulo determinado nos seguintes parâmetros Q:

Número do parâmetro	Significado
Q950 a Q952	1.ª posição medida do eixo principal, secundário e da ferramenta
Q953 a Q955	2.ª posição medida do eixo principal, secundário e da ferramenta
Q964	Ângulo de rotação medido em IP_CS
Q965	Ângulo de rotação medido no sistema de coordenadas da mesa rotativa
Q980 a Q982	1.º desvios medidos das posições: eixo principal, secundário e da ferramenta
Q983 a Q985	2.º desvios medidos das posições: eixo principal, secundário e da ferramenta
Q994	Desvio angular medido em IP_CS
Q995	Desvio angular medido no sistema de coordenadas da mesa rotativa
Q183	Estado da peça de trabalho (-1=não definido / 0=bom / 1=aperfeiçoamento / 2=desperdício)

Ter em atenção ao programar!

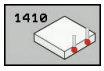
Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador. Este eixo do apalpador deve ser igual a Z.

O alinhamento com eixos rotativos só pode realizar-se se a rotação medida puder ser corrigida através de um eixo de mesa rotativa, que é o primeiro eixo de mesa rotativa a contar da peça de trabalho.

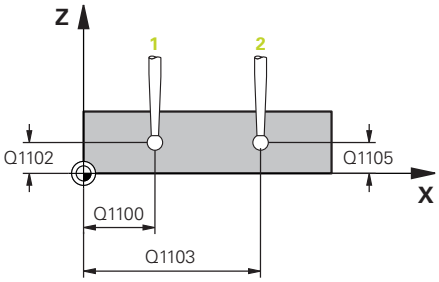
Se **Q1121** for diferente de 2 e **Q1126** diferente de 0, recebe-se uma mensagem de erro. É que alinhar o eixo rotativo e, simultaneamente, ativar a rotação básica constitui uma operação discrepante.

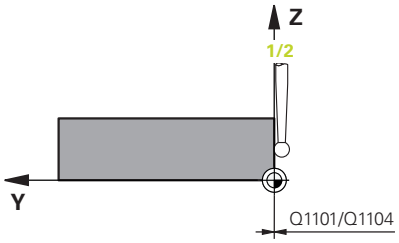
Os desvios representam a diferença dos valores reais medidos para a média da tolerância (incluindo o fator de tolerância), não a diferença para o valor nominal.

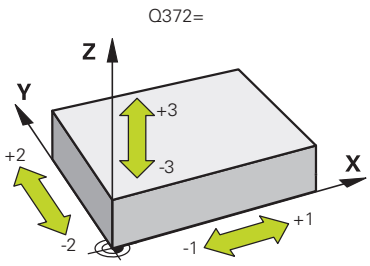
Parâmetros de ciclo



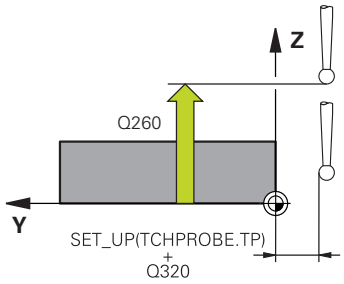
- **Q1100 1.Posiç. nominal eixo principal?** (absoluto): coordenada nominal do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1101 1.Pos. nominal eixo secundário?** (absoluto): coordenada nominal do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1102 1.Pos. nominal eixo ferr.ta?** (absoluto): coordenada nominal do primeiro ponto de apalpação no eixo da ferramenta do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1103 2.Posiç. nominal eixo principal?** (absoluto): coordenada nominal do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1104 2.Pos. nominal eixo secundário?** (absoluto): coordenada nominal do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1105 2º Pos. nominal eixo ferr.ta?** (absoluto): coordenada nominal do segundo ponto de apalpação no eixo da ferramenta do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999







- **Q372 Direção de apalpação (-3...+3)?**: determinar o eixo em cuja direção se deve realizar a apalpação. Com o sinal, defina a direção de deslocação positiva e negativa do eixo de apalpação. Campo de introdução -3 a +3
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1125 Deslocar para Altura Segura?**: determinar de que forma o apalpador se deve deslocar entre os pontos de medição:
  -1: Não deslocar para altura segura
  0: Deslocar para altura segura antes e depois do ciclo
  1: Deslocar para altura segura antes e depois de cada objeto de medição
  2: Deslocar para altura segura antes e depois de cada ponto de medição
- **Q309 Reação com erro de tolerância?**: determinar se o comando, em caso de desvio obtido, interrompe a execução do programa e emite uma mensagem:
  0: caso se exceda a tolerância, não interromper a execução do programa, não emitir mensagem
  1: Caso se exceda a tolerância, interromper a execução do programa, emitir mensagem
  2: se a coordenada real determinada for desperdício, o comando emite uma mensagem e interrompe a execução do programa. Não ocorre nenhuma reação de erro, pelo contrário, se o valor obtido se encontrar num intervalo de aperfeiçoamento.
- **Q1126 Alinhar eixos rotativos?**: posicionar eixos basculantes para a maquinagem alinhada:
  0: manter a posição atual do eixo basculante
  1: posicionar automaticamente o eixo basculante, guiando a ponta da sonda (MOVE). A posição relativa entre a peça de trabalho e o apalpador não é alterada. O comando executa um movimento de compensação com os eixos lineares
  2: Posicionar automaticamente o eixo basculante sem guiar a ponta da sonda (TURN)



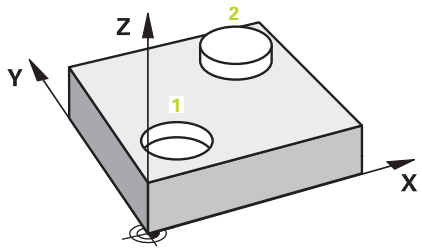
Exemplo

5 TCH PROBE 1410 APALPACAO ARESTA	
Q1100=+0	;1.PT. EIXO PRINCIPAL
Q1101=+0	;1.PT. EIXO SECUNDAR
Q1102=+0	;1.PT. EIXO FERR.TA
Q1103=+0	;2.PT. EIXO PRINCIPAL
Q1104=+0	;2.PT. EIXO SECUNDAR
Q1105=+0	;2.PT. EIXO FERR.TA
Q372=+1	;DIRECAO DE APALPACAO
Q320=+0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+100	;ALTURA DE SEGURANCA
Q1125=+2	;MODO ALTURA SEGURA
Q309=+0	;REACAO DE ERRO
Q1126=+0	;ALINHAR EIXOS ROTAT.
Q1120=+0	;POS.ACEITACAO
Q1121=+0	;ACEITAR ROTACAO

- **Q1120 Posição de aceitação?**: determinar qual a posição real medida que o comando aceita como posição nominal na tabela de referência:
  0: nenhuma aceitação
  1: aceitação do 1.º ponto de medição
  2: aceitação do 2.º ponto de medição
  3: aceitação do ponto de medição médio
- **Q1121 Aceitar rotação?**: determinar se o comando deve aceitar a inclinação determinada como rotação básica:
  0: Nenhuma rotação básica
  1: Definir rotação básica: aqui o comando guarda a rotação básica
  2: Executar rotação da mesa rotativa: efetua-se um registo na respetiva coluna **Offset** da tabela de pontos de referência

15.5 APALPACAO DOIS CIRCULOS (ciclo 1411, DIN ISO G1411)

Execução do ciclo



O ciclo de apalpação 1411 regista o ponto central de dois furos ou ilhas. A seguir, o comando calcula o ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e as retas de união dos pontos centrais do furo ou da ilha. Com a função rotação básica, o comando compensa o valor calculado. Em alternativa, também pode compensar a posição inclinada registada através de uma rotação da mesa circular.

1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento "Executar ciclos de apalpação" para o ponto central programado **1**. A soma de **Q320**, **SET_UP** com o raio da esfera de apalpação é tida em consideração ao apalpar em cada direção de apalpação. O comando desvia, assim, o apalpador na distância de segurança contra a direção de deslocação
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e, por meio de apalpações (dependendo da quantidade de apalpações em **Q423**), determina o primeiro ponto central do furo ou da ilha
3 Depois, o comando posiciona o apalpador de regresso na altura segura e posiciona-se no ponto central introduzido do segundo furo ou da segunda ilha **2**
4 O comando desloca o apalpador para a altura de medição introduzida e, por meio de apalpações (dependendo da quantidade de apalpações em **Q423**), regista o segundo ponto central do furo ou da ilha
5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura (dependendo de **Q1125**) e memoriza o ângulo determinado nos seguintes parâmetros Q:

Número do parâmetro	Significado
Q950 a Q952	1.ª posição medida do eixo principal, secundário e da ferramenta
Q953 a Q955	2.ª posição medida do eixo principal, secundário e da ferramenta
Q964	Ângulo de rotação medido em IP_CS
Q965	Ângulo de rotação medido no sistema de coordenadas da mesa rotativa
Q966 a Q967	Primeiro e segundo diâmetro medidos
Q980 a Q982	1.º desvios medidos das posições: eixo principal, secundário e da ferramenta
Q983 a Q985	2.º desvios medidos das posições: eixo principal, secundário e da ferramenta
Q994	Desvio angular medido em IP_CS

Número do parâmetro	Significado
Q995	Desvio angular medido no sistema de coordenadas da mesa rotativa
Q996 a Q997	Desvio medido do primeiro e segundo diâmetro
Q183	Estado da peça de trabalho (-1=não definido / 0=bom / 1=aperfeiçoamento / 2=desperdício)

Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador. Este eixo do apalpador deve ser igual a Z.

O alinhamento com eixos rotativos só pode realizar-se se a rotação medida puder ser corrigida através de um eixo de mesa rotativa, que é o primeiro eixo de mesa rotativa a contar da peça de trabalho.

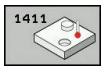
Se **Q1121** for diferente de 2 e **Q1126** diferente de 0, recebe-se uma mensagem de erro. É que alinhar o eixo rotativo e, simultaneamente, ativar a rotação básica constitui uma operação discrepante.

Os desvios representam a diferença dos valores reais medidos para a média da tolerância, não a diferença para o valor nominal.

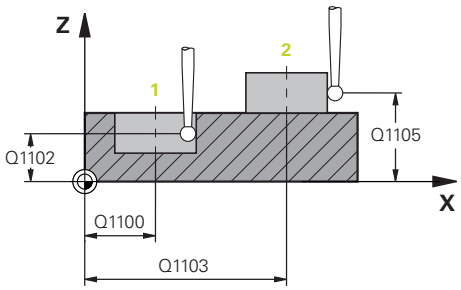
Se o diâmetro do furo for menor que o diâmetro da esfera de apalpação, é emitida uma mensagem de erro.

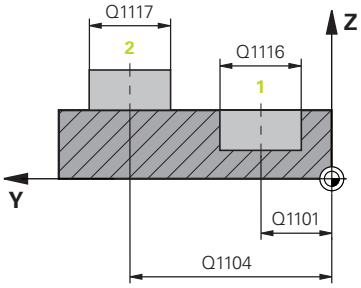
Quando o diâmetro do furo é tão pequeno, que não é possível respeitar a distância de segurança programada, abre-se um diálogo. O diálogo indica o valor nominal que corresponde ao raio do furo, o raio da esfera de apalpação calibrada e a distância de segurança ainda possível. Este diálogo pode ser confirmado com **NC start** ou cancelado mediante softkey. Em caso de confirmação com **NC start**, a distância de segurança atuante só é reduzida para o valor indicado para este objeto de apalpação.

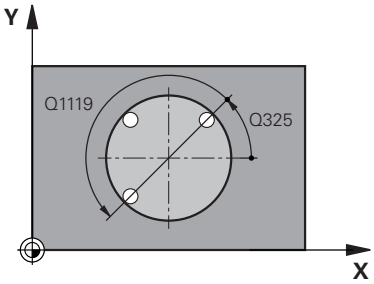
Parâmetros de ciclo

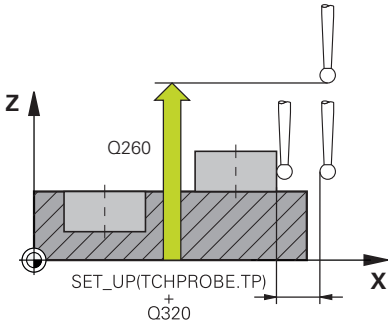


- **Q1100 1.Posiç. nominal eixo principal?** (absoluto): coordenada nominal do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1101 1.Pos. nominal eixo secundário?** (absoluto): coordenada nominal do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1102 1.Pos. nominal eixo ferr.ta?** (absoluto): coordenada nominal do primeiro ponto de apalpação no eixo da ferramenta do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1116 Diâmetro 1.ª posição?**: diâmetro do primeiro furo ou da primeira ilha. Campo de introdução de 0 a 9999,9999
- **Q1103 2.Posiç. nominal eixo principal?** (absoluto): coordenada nominal do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1104 2.Pos. nominal eixo secundário?** (absoluto): coordenada nominal do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1105 2º Pos. nominal eixo ferr.ta?** (absoluto): coordenada nominal do segundo ponto de apalpação no eixo da ferramenta do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1117 Diâmetro 2.ª posição?**: diâmetro do segundo furo ou da segunda ilha. Campo de introdução de 0 a 9999,9999
- **Q1115 Tipo de geometria (0-3)?**: determinação da geometria dos objetos de apalpação
  0: 1.ª posição=furo e 2.ª posição=furo
  1: 1.ª posição=ilha e 2.ª posição=ilha
  2: 1.ª posição=furo e 2.ª posição=ilha
  3: 1.ª posição=ilha e 2.ª posição=furo









- **Q423 Número de apalpações?** (absoluto): quantidade de pontos de medição no diâmetro. Campo de introdução de 0 a 8
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q1119 Ângulo de abertura do círculo?**: campo angular em que estão distribuídas as apalpações. Campo de introdução -359,999 a +360
- **Q320 Distancia de seguranca?** (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores) e somente ao apalpar o ponto de referência no eixo do apalpador. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q1125 Deslocar para Altura Segura?**: determinar de que forma o apalpador se deve deslocar entre os pontos de medição:
  -1: Não deslocar para altura segura
  0: Deslocar para altura segura antes e depois do ciclo
  1: Deslocar para altura segura antes e depois de cada objeto de medição
  2: Deslocar para altura segura antes e depois de cada ponto de medição
- **Q309 Reação com erro de tolerância?**: determinar se o comando, em caso de desvio obtido, interrompe a execução do programa e emite uma mensagem:
  0: caso se exceda a tolerância, não interromper a execução do programa, não emitir mensagem
  1: Caso se exceda a tolerância, interromper a execução do programa, emitir mensagem
  2: se a coordenada real determinada for desperdício, o comando emite uma mensagem e interrompe a execução do programa. Não ocorre nenhuma reação de erro, pelo contrário, se o valor obtido se encontrar num intervalo de aperfeiçoamento.

Exemplo

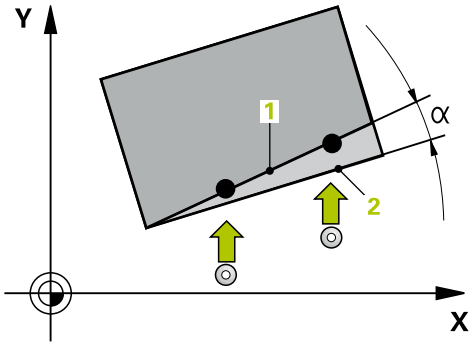
```
5 TCH PROBE 1410  APALPACAO DOIS
  CIRCULOS
  Q1100=+0   ;1.PT. EIXO PRINCIPAL
  Q1101=+0   ;1.PT. EIXO SECUNDAR
  Q1102=+0   ;1.PT. EIXO FERR.TA
  Q1116=0    ;DIAMETRO 1
  Q1103=+0   ;2.PT. EIXO PRINCIPAL
  Q1104=+0   ;2.PT. EIXO SECUNDAR
  Q1105=+0   ;2.PT. EIXO FERR.TA
  Q1117=+0   ;DIAMETRO 2
  Q1115=0    ;TIPO DE GEOMETRIA
  Q423=4     ;NUMERO APALPACOES
  Q325=+0    ;ANGULO INICIAL
  Q1119=+360;ANGULO DE ABERTURA
  Q320=+0    ;DISTANCIA SEGURANCA
  Q260=+100  ;ALTURA DE SEGURANCA
  Q1125=+2   ;MODO ALTURA SEGURA
  Q309=+0    ;REACAO DE ERRO
  Q1126=+0   ;ALINHAR EIXOS ROTAT.
  Q1120=+0   ;POS.ACEITACAO
  Q1121=+0   ;ACEITAR ROTACAO
```

- **Q1126 Alinhar eixos rotativos?**: posicionar eixos basculantes para a maquinagem alinhada:
  0: manter a posição atual do eixo basculante
  1: posicionar automaticamente o eixo basculante, guiando a ponta da sonda (MOVE). A posição relativa entre a peça de trabalho e o apalpador não é alterada. O comando executa um movimento de compensação com os eixos lineares
  2: Posicionar automaticamente o eixo basculante sem guiar a ponta da sonda (TURN)
- **Q1120 Posição de aceitação?**: determinar qual a posição real medida que o comando aceita como posição nominal na tabela de referência:
  0: nenhuma aceitação
  1: aceitação do 1.º ponto de medição
  2: aceitação do 2.º ponto de medição
  3: aceitação do ponto de medição médio
- **Q1121 Aceitar rotação?**: determinar se o comando deve aceitar a inclinação determinada como rotação básica:
  0: Nenhuma rotação básica
  1: Definir rotação básica: aqui o comando guarda a rotação básica
  2: Executar rotação da mesa rotativa: efetua-se um registo na respetiva coluna **Offset** da tabela de pontos de referência

15.6 Princípios básicos dos ciclos de apalpação 4xx

Características comuns dos ciclos de apalpação para o registo da posição inclinada da peça de trabalho

Nos ciclos 400, 401 e 402, com o parâmetro **Q307 Ajuste prévio rotação básica**, é possível pode determinar se o resultado da medição deve ser corrigido num ângulo conhecido a (ver figura à direita). Deste modo, pode medir-se a rotação básica numa reta qualquer **1** da peça de trabalho e produzir a referência para a efetiva direção 0° **2**.

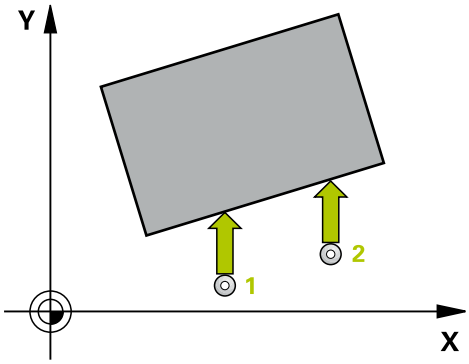


> Estes ciclos não funcionam com Rot 3D! Neste caso, utilize os ciclos 14xx. **Mais informações:** "Princípios básicos dos ciclos de apalpação 14xx ", Página 522

15.7 ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 400, DIN/ISO: G400)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 400 calcula a inclinação duma peça de trabalho por meio da medição de dois pontos que têm de se situar sobre uma reta. Com a função rotação básica, o comando compensa o valor medido.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação programado **1**. O comando desvia, assim, o apalpador segundo a distância de segurança contra a direção de deslocação estabelecida
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**)
3 Seguidamente, o apalpador desloca-se para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa o segundo processo de apalpação
4 O comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura e executa a rotação básica obtida

Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

O comando anula no início do ciclo uma rotação básica ativada.

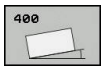
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

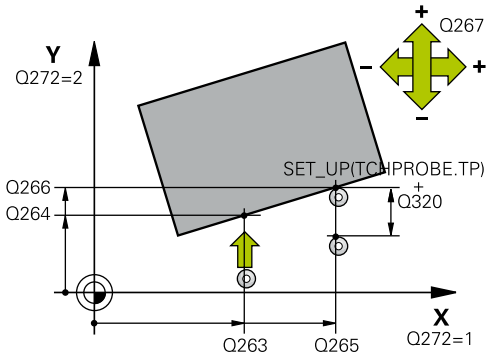
Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

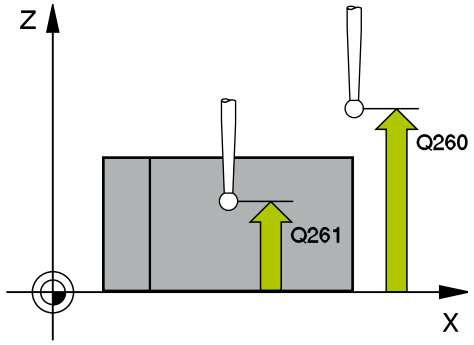
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q265 2. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q266 2. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo medicao (1=1º / 2=2º)?**: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Q267 Direc. desloc. 1 (+1=+ / -1=-)?**: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura





Exemplo

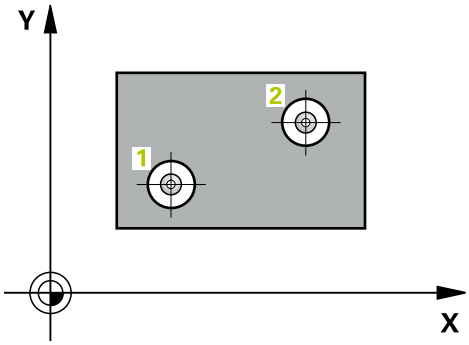
5 TCH PROBE 400 GIRO BASICO	
Q263=+10	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+3,5	;1. PONTO NO EIXO 2
Q265=+25	;2. PONTO DO 1. EIXO
Q266=+2	;2. PONTO DO 2. EIXO
Q272=+2	;EIXO DE MEDICAO
Q267=+1	;DIRECAO DESLOCAMENTO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q307=0	;PRE-AJUSTE ANG. ROT.
Q305=0	;NUMERO NA TABELA

- **Q307 Pré-ajuste ângulo de rotação** (absoluto): quando a inclinação a medir não se deve referir ao eixo principal mas sim a uma reta qualquer, introduzir ângulo das retas de referência. O comando determina para a rotação básica a diferença a partir do valor medido e do ângulo das rectas de referência. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q305 Nº de preset na tabela?**: indicar o número na tabela de pontos de referência, onde o comando deve memorizar a rotação básica determinada. Com a introdução de Q305=0, o comando coloca a rotação básica obtida, no menu ROT do modo de funcionamento manual. Campo de introdução de 0 a 99999

15.8 ROTAÇÃO BÁSICA através de dois furos (ciclo 401, DIN/ISO: G401)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 401 regista o ponto central de dois furos. A seguir, o comando calcula o ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e as retas de união do ponto central do furo. Com a função rotação básica, o comando compensa o valor calculado. Em alternativa, também pode compensar a posição inclinada registada através de uma rotação da mesa circular.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) no ponto central introduzido do primeiro furo **1**
2 A seguir, o apalpador desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o primeiro ponto central do furo
3 A seguir, o TNC posiciona o apalpador de regresso na distância Segura e posiciona-se no ponto central introduzido do segundo furo **2**
4 O comando desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o segundo ponto central do furo
5 Finalmente, o comando desloca o apalpador de regresso à Distância Segura e executa a rotação básica determinada

Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

O comando anula no início do ciclo uma rotação básica ativada.

Se desejar compensar a posição inclinada mediante uma rotação da mesa circular, o comando utiliza automaticamente os eixos rotativos seguintes:

- C com eixo da ferramenta Z
- B com eixo da ferramenta Y
- A com eixo da ferramenta X

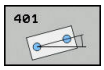
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

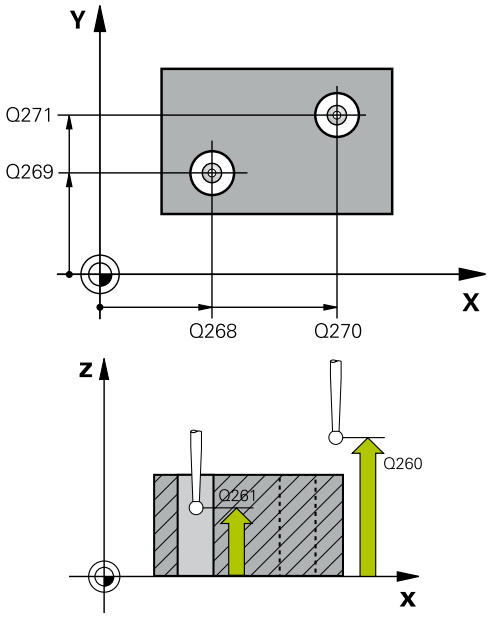
Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Parâmetros de ciclo



- **Q268 1. furo: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q269 1. furo: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q270 2. furo: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central do segundo furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q271 2. furo: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central do segundo furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q307 Pré-ajuste ângulo de rotação** (absoluto): quando a inclinação a medir não se deve referir ao eixo principal mas sim a uma reta qualquer, introduzir ângulo das retas de referência. O comando determina para a rotação básica a diferença a partir do valor medido e do ângulo das rectas de referência. Campo de introdução -360,000 a 360,000



Exemplo

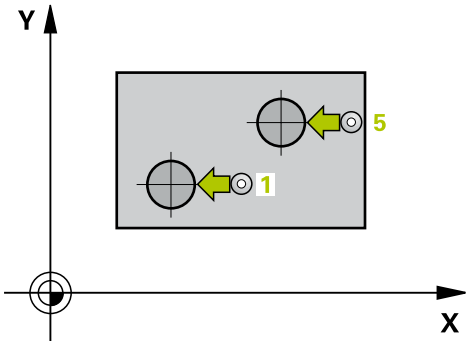
```
5 TCH PROBE 401  ROT 2 FUROS
    Q268=-37    ;1. CENTRO EIXO 1
    Q269=+12    ;1. CENTRO EIXO 2
    Q270=+75    ;2. CENTRO EIXO 1
    Q271=+20    ;2. CENTRO EIXO 2
    Q261=-5     ;ALTURA MEDIDA
    Q260=+20    ;ALTURA DE SEGURANCA
    Q307=0      ;PRE-AJUSTE ANG. ROT.
    Q305=0      ;NUMERO NA TABELA
    Q402=0      ;COMPENSACAO
    Q337=0      ;COLOCAR A ZERO
```

- **Q305 Número na tabela?** Indique o número de uma linha da tabela de pontos de referência. O comando procede ao registo correspondente nesta linha: Campo de introdução 0 a 99999
  Q305 = 0: O eixo rotativo é anulado na linha 0 da tabela de pontos de referência. Em consequência, efetua-se um registo na coluna **OFFSET**. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo em **C_OFFS**). Ao mesmo tempo, todos os outros valores (X, Y, Z, etc.) do ponto de referência ativo no momento são aceites na linha 0 da tabela de pontos de referência. Além disso, é ativado o ponto de referência da linha 0.
  Q305 > 0: O eixo rotativo é anulado na linha da tabela de pontos de referência aqui indicada. Em consequência, efetua-se um registo na respetiva coluna **OFFSET** da tabela de pontos de referência. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo em **C_OFFS**).
  Q305 depende dos parâmetros seguintes:
  Q337 = 0 e simultaneamente **Q402** = 0: É definida uma rotação básica na linha que foi indicada com Q305. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo da rotação básica na coluna **SPC**)
  Q337 = 0 e simultaneamente **Q402** = 1: o parâmetro Q305 não atua
  Q337 = 1 o parâmetro Q305 atua conforme descrito acima
- **Q402 Rotação básica/Alinhamento (0/1)**: Determinar se o comando deve definir a posição inclinada detetada como rotação básica ou alinhá-la mediante rotação da mesa rotativa:
  0: Definir rotação básica: neste caso, o comando memoriza a rotação básica (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, o comando utiliza a coluna **SPC**)
  1: Executar rotação da mesa rotativa: efetua-se um registo na linha **Offset** correspondente da tabela de pontos de referência (Exemplo: com o eixo da ferramenta Z, o comando utiliza a coluna **C_Offs**); além disso, o eixo em causa roda
- **Q337 Por a zero após alineacao?**: determinar se o comando deve definir a visualização de posições do eixo rotativo correspondente para 0 após o alinhamento:
  0: A visualização de posições não é definida para 0 após o alinhamento
  1: A visualização de posições é definida para 0, caso se tenha definido previamente **Q402=1**

15.9 ROTAÇÃO BÁSICA através de duas ilhas circulares (ciclo 402, DIN/ISO: G402)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 402 regista o ponto central de duas ilhas. A seguir, o comando calcula o ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e as retas de união do ponto central da ilha. Com a função rotação básica, o comando compensa o valor calculado. Em alternativa, também pode compensar a posição inclinada registada através de uma rotação da mesa circular.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna FMAX) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) no ponto de apalpação **1** da primeira ilha
2 A seguir, o apalpador desloca-se na **altura de medição 1** introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o primeiro ponto central da ilha. Entre os pontos de apalpação deslocados respetivamente 90°, o apalpador desloca-se sobre um arco de círculo
3 A seguir, o apalpador desloca-se de volta para a distância segura e posiciona-se no ponto central de apalpação **5** da segunda ilha
4 O comando desloca-se na **altura de medição 2** introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o segundo ponto central da ilha
5 Finalmente, o comando desloca o apalpador de regresso à Distância Segura e executa a rotação básica determinada

Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

O comando anula no início do ciclo uma rotação básica ativada.

Se desejar compensar a posição inclinada mediante uma rotação da mesa circular, o comando utiliza automaticamente os eixos rotativos seguintes:

- C com eixo da ferramenta Z
- B com eixo da ferramenta Y
- A com eixo da ferramenta X

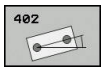
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

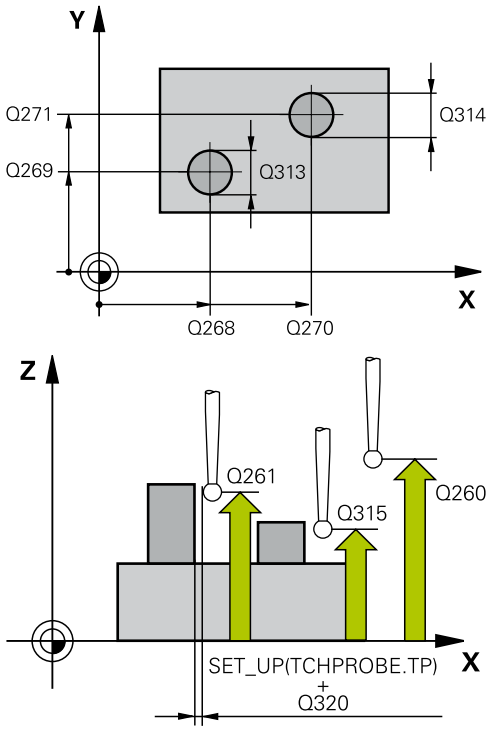
Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Parâmetros de ciclo



- **Q268 1. ilha: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central da primeira ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q2691. ilha: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central da primeira ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q313 Diâmetro da ilha 1?**: diâmetro aproximado da 1.ª ilha. De preferência, introduzir o valor em excesso. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura med. ilha 1 no eixo TS?** (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição da ilha 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q270 2. ilha: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central da segunda ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q271 2. ilha: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central da segunda ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q314 Diâmetro da ilha 2?**: diâmetro aproximado da 2.ª ilha. De preferência, introduzir o valor em excesso. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q315 Altura med. ilha 2 no eixo TS?** (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição da ilha 2. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Exemplo

```
5 TCH PROBE 402  ROT. DE 2 ILHAS
    Q268=-37    ;1. CENTRO EIXO 1
    Q269=+12    ;1. CENTRO EIXO 2
    Q313=60     ;DIAMETRO DE ILHA 1
    Q261=-5     ;ALTURA MED. 1
    Q270=+75    ;2. CENTRO EIXO 1
```

- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q307 Pré-ajuste ângulo de rotação** (absoluto): quando a inclinação a medir não se deve referir ao eixo principal mas sim a uma reta qualquer, introduzir ângulo das retas de referência. O comando determina para a rotação básica a diferença a partir do valor medido e do ângulo das rectas de referência. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q305 Número na tabela?** Indique o número de uma linha da tabela de pontos de referência. O comando procede ao registo correspondente nesta linha: Campo de introdução 0 a 99999
  Q305 = 0: O eixo rotativo é anulado na linha 0 da tabela de pontos de referência. Em consequência, efetua-se um registo na coluna **OFFSET**. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo em **C_OFFS**). Ao mesmo tempo, todos os outros valores (X, Y, Z, etc.) do ponto de referência ativo no momento são aceites na linha 0 da tabela de pontos de referência. Além disso, é ativado o ponto de referência da linha 0.
  Q305 > 0: O eixo rotativo é anulado na linha da tabela de pontos de referência aqui indicada. Em consequência, efetua-se um registo na respetiva coluna **OFFSET** da tabela de pontos de referência. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo em **C_OFFS**).
  Q305 depende dos parâmetros seguintes:
  Q337 = 0 e simultaneamente **Q402** = 0: É definida uma rotação básica na linha que foi indicada com Q305. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo da rotação básica na coluna **SPC**)
  Q337 = 0 e simultaneamente **Q402** = 1: o parâmetro Q305 não atua
  Q337 = 1 o parâmetro Q305 atua conforme descrito acima

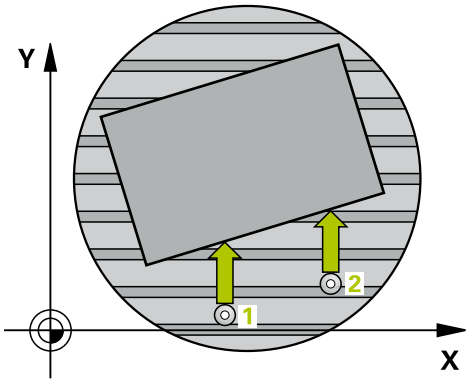
```
Q271=+20   ;2. CENTRO EIXO 2
Q314=60    ;DIAMETRO DE ILHA 2
Q315=-5    ;ALTURA MED. 2
Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0     ;IR ALTURA SEGURANCA
Q307=0     ;PRE-AJUSTE ANG. ROT.
Q305=0     ;NUMERO NA TABELA
Q402=0     ;COMPENSACAO
Q337=0     ;COLOCAR A ZERO
```

- **Q402 Rotação básica/Alinhamento (0/1)**:
  Determinar se o comando deve definir a posição inclinada detetada como rotação básica ou alinhá-la mediante rotação da mesa rotativa:
  0: Definir rotação básica: neste caso, o comando memoriza a rotação básica (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, o comando utiliza a coluna **SPC**)
  1: Executar rotação da mesa rotativa: efetua-se um registo na linha **Offset** correspondente da tabela de pontos de referência (Exemplo: com o eixo da ferramenta Z, o comando utiliza a coluna **C_Offs**); além disso, o eixo em causa roda
- **Q337 Por a zero após alineacao?**: determinar se o comando deve definir a visualização de posições do eixo rotativo correspondente para 0 após o alinhamento:
  0: A visualização de posições não é definida para 0 após o alinhamento
  1: A visualização de posições é definida para 0, caso se tenha definido previamente **Q402=1**

15.10 ROTAÇÃO BÁSICA através de um eixo rotativo (ciclo 403, DIN/ISO: G403)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 403 calcula a inclinação duma peça de trabalho por meio da medição de dois pontos que têm de se situar sobre uma reta. O comando compensa a inclinação da peça obtida, por meio de rotação do eixo A, B ou C. A peça pode, assim, estar centrada na mesa como se quiser.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação programado **1**. O comando desvia, assim, o apalpador segundo a distância de segurança contra a direção de deslocação estabelecida
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**)
3 Seguidamente, o apalpador desloca-se para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa o segundo processo de apalpação
4 O comando posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e roda o eixo rotativo definido no ciclo no valor calculado. É possível estabelecer opcionalmente se o comando deve definir o ângulo de rotação determinado para 0 na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se o comando posicionar automaticamente o eixo rotativo, pode ocorrer uma colisão.

- Prestar atenção a possíveis colisões entre elementos montados na mesa e a ferramenta
- Selecionar a altura segura de modo a que não ocorra nenhuma colisão

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir o valor 0 no parâmetro Q312 Eixo para compensaçâo movimento?, o ciclo determina automaticamente o eixo rotativo a alinhar (definição recomendada). Deste modo, dependendo da sequência dos pontos de apalpação, é determinado um ângulo. O ângulo determinado aponta do primeiro e para o segundo ponto de apalpação. Se selecionar o eixo A, B ou C como eixo de compensação no parâmetro Q312, o ciclo determina o ângulo independentemente da sequência dos pontos de apalpação. O ângulo calculado encontra-se entre -90 e +90º.

- Após o alinhamento, verifique a posição do eixo rotativo

AVISO

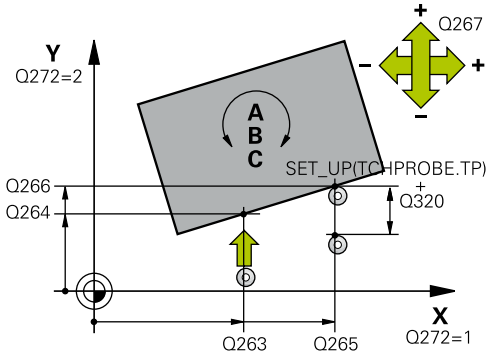
Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

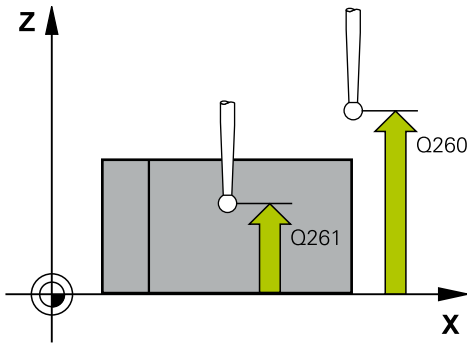
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Parâmetros de ciclo

- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q265 2. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q266 2. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo med.(1/2/3: 1=eixo princ.)?**: eixo onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
  3: eixo do apalpador = eixo de medição



- **Q267 Direc. desloc. 1 (+1=+ / -1=-)?**: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q312 Eixo para compensação movimento?**: Determinar com que eixo rotativo o comando deve compensar a posição inclinada medida:
  0: Modo automático – o comando determina o eixo rotativo a alinhar com base na cinemática ativa. No modo automático, o primeiro eixo rotativo da mesa (partindo da peça de trabalho) é utilizado como eixo de compensação. Definição recomendada!
  4: Compensar posição inclinada com eixo rotativo A
  5: Compensar posição inclinada com eixo rotativo B
  6: Compensar posição inclinada com eixo rotativo C
- **Q337 Por a zero após alineacao?**: estabelecer se o comando deve definir o ângulo do eixo rotativo alinhado para 0 na tabela de preset ou na tabela de ponto zero após o alinhamento.
  0: Não definir o ângulo do eixo rotativo para 0 na tabela após o alinhamento
  1: Definir o ângulo do eixo rotativo para 0 na tabela após o alinhamento



Exemplo

5 TCH PROBE 403 ROT SOBRE EIXO GIRO	
Q263=+0	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+0	;1. PONTO NO EIXO 2
Q265=+20	;2. PONTO DO 1. EIXO
Q266=+30	;2. PONTO DO 2. EIXO
Q272=1	;EIXO DE MEDICAO
Q267=-1	;DIRECAO DESLOCAMENTO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q312=0	;EIXO COMPENSACAO
Q337=0	;COLOCAR A ZERO
Q305=1	;NUMERO NA TABELA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q380=+90	;ANGULO REFERENCIA

- **Q305 Número na tabela?** Indicar o número na tabela de pontos de referência em que o comando deve registar a rotação básica. Campo de introdução 0 a 99999
  Q305 = 0: o eixo rotativo é anulado no número 0 da tabela de pontos de referência. Efetua-se um registo na coluna **OFFSET**. Ao mesmo tempo, todos os outros valores (X, Y, Z, etc.) do ponto de referência ativo no momento são aceites na linha 0 da tabela de pontos de referência. Além disso, é ativado o ponto de referência da linha 0.
  Q305 > 0: indicar a linha da tabela de pontos de referência em que o comando deve anular o eixo rotativo. Efetua-se um registo na coluna **OFFSET** da tabela de pontos de referência.
  Q305 depende dos parâmetros seguintes:
  Q337 = 0: o parâmetro Q305 não atua
  Q337 = 1: o parâmetro Q305 atua conforme descrito acima
  Q312 = 0: o parâmetro Q305 atua conforme descrito acima
  Q312 > 0: o registo em Q305 é ignorado. Efetua-se um registo na coluna **OFFSET** na linha da tabela de pontos de referência que esteja ativa na chamada de ciclo
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: determinar se o ponto de referência obtido deve ser guardado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  0: escrever o ponto de referência obtido como deslocação do ponto zero na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q380 Ang. ref. eixo principal?**: ângulo em que o comando deve alinhar a reta apalpada. Só atuante quando está selecionado eixo rotativo = modo automático ou C (Q312 = 0 ou 6). Campo de introdução -360,000 a 360,000

15.11 DEFINIR ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 404, DIN/ISO: G404)

Execução do ciclo

Com o ciclo de apalpação 404, durante a execução do programa pode-se memorizar automaticamente uma rotação básica qualquer ou guardá-la na tabela de pontos de referência. Também pode utilizar o ciclo 404 se desejar anular uma rotação básica ativa.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

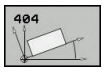
Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Exemplo

```
5 TCH PROBE 404  FIXAR ROTACAO
    BASICA
    Q307=+0      ;PRE-AJUSTE ANG. ROT.
    Q305=-1      ;NUMERO NA TABELA
```

Parâmetros de ciclo



- **Q307 Pré-ajuste ângulo de rotação**: valor angular com que deve ser definida a rotação básica. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q305 Nº de preset na tabela?**: indicar o número na tabela de pontos de referência, onde o comando deve memorizar a rotação básica determinada. Campo de introdução -1 a 99999. Ao introduzir-se Q305=0 OU Q305=-1, o comando guarda adicionalmente a rotação básica determinada no menu de rotação básica (**Apalpar Rot**) no modo de **Funcionamento Manual**.
  -1 = Sobrescrever e ativar o ponto de referência ativo
  0 = Copiar o ponto de referência ativo na linha de ponto de referência 0, escrever a rotação básica na linha de ponto de referência 0 e ativar o ponto de referência 0
  >1 = Guardar a rotação básica no ponto de referência indicado. O ponto de referência não é ativado

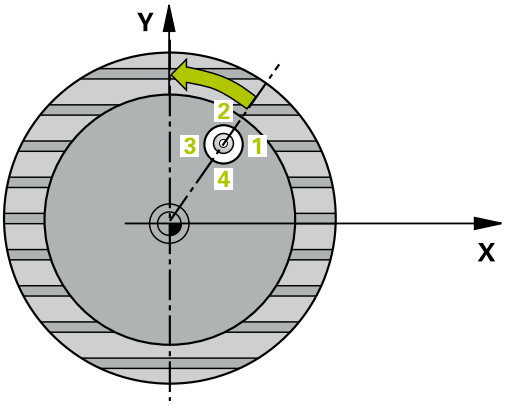
15.12 Ajustar a inclinação duma peça de trabalho por meio do eixo C (ciclo 405, DIN/ISO: G405)

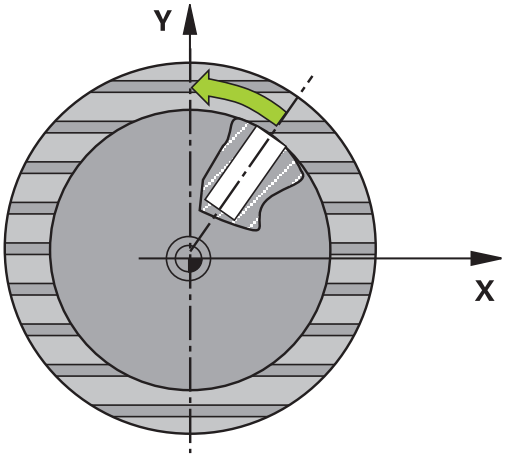
Execução do ciclo

Com o ciclo de apalpação 405, obtém-se

- o desvio angular entre o eixo Y positivo do sistema de coordenadas atuante do sistema e a linha central dum furo ou
- o desvio angular entre a posição nominal e a posição real do ponto central dum furo

O comando compensa o desvio angular calculado por meio de rotação do eixo C. A peça de trabalho pode, assim, estar centrada na mesa como se quiser, mas a coordenada Y do furo tem que ser positiva. Se se medir o desvio angular do furo com o eixo Y do apalpador (posição horizontal do furo), pode ser necessário executar várias vezes o ciclo, pois com a estratégia de medição resulta uma imprecisão de aprox. 1% da inclinação.





1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores

2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). O comando determina automaticamente a direção de apalpação em função do ângulo inicial programado

3 A seguir, o apalpador desloca-se de forma circular, ou à altura de medição ou à altura segura, para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação

4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro ou o quarto processo de apalpação e posiciona o apalpador no centro do furo determinado

5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e centra a peça por meio de rotação da mesa. O comando roda a mesa de forma a que o ponto central do furo depois da compensação - tanto com o apalpador vertical como horizontal - fique na direcção do eixo Y positivo, ou na posição nominal do ponto central do furo. O desvio angular medido está também à disposição no parâmetro Q150

Ter em atenção ao programar!

- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador
- Quanto menor se programar o passo angular, menor é a precisão com que o comando calcula o ponto central do círculo. Menor valor de introdução: 5°

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Quando a medida da caixa e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o comando apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

- Já não pode encontrar-se material dentro da caixa/furo
- Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza o diâmetro nominal da caixa (furo) de preferência excessivamente **pequeno**.

AVISO

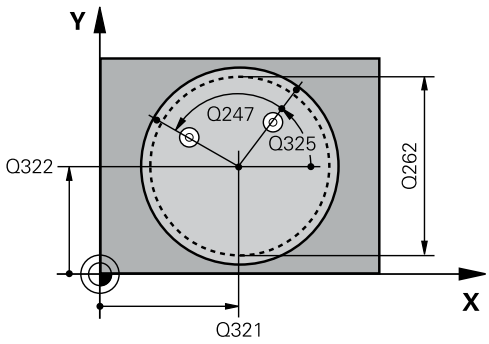
Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

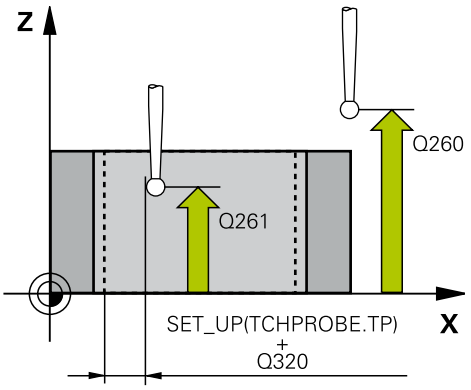
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto): centro do furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto): centro do furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Se se programar Q322 = 0, o comando ajusta o ponto central do furo no eixo Y positivo, e se se programar Q322 diferente de 0, o comando ajusta o ponto central do furo na posição nominal (ângulo resultante do centro do furo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



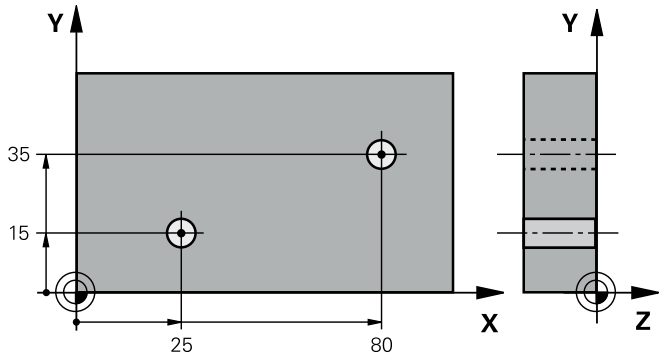
- **Q262 Diametro nominal?**: diâmetro aproximado da caixa circular (furo). De preferência, introduzir o valor demasiado pequeno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direcção de rotação (- = sentido horário), com que o apalpador se desloca para o ponto de medição seguinte. Se quiser medir arcos de círculo, programe um passo angular menor do que 90°. Campo de introdução -120,000 a 120,000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q337 Por a zero após alineacao?**:
  0: definir visualização do eixo C em 0 e descrever o **C_Offset** da linha ativa da tabela de pontos zero
  >0: escrever o desvio angular medido na tabela de pontos zero. Número da linha = valor de Q337. Se já estiver introduzido um deslocamento de C na tabela de pontos zero, o comando adiciona o desvio angular medido com sinal correto



Exemplo

5 TCH PROBE 405 ROT MEDIANTE EIXO C	
Q321=+50	**;CENTRO DO 1. EIXO**
Q322=+50	**;CENTRO DO 2. EIXO**
Q262=10	**;DIAMETRO NOMINAL**
Q325=+0	**;ANGULO INICIAL**
Q247=90	**;PASSO ANGULAR**
Q261=-5	**;ALTURA MEDIDA**
Q320=0	**;DISTANCIA SEGURANCA**
Q260=+20	**;ALTURA DE SEGURANCA**
Q301=0	**;IR ALTURA SEGURANCA**
Q337=0	**;COLOCAR A ZERO**

15.13 Exemplo: determinar a rotação básica por meio de dois furos



0 BEGIN P GM CYC401 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		
2 TCH PROBE 401 ROT 2 FUROS		
Q268=+25	;1. CENTRO EIXO 1	Ponto central do 1.º furo: coordenada X
Q269=+15	;1. CENTRO EIXO 2	Ponto central do 1.º furo: coordenada Y
Q270=+80	;2. CENTRO EIXO 1	Ponto central do 2.º furo: coordenada X
Q271=+35	;2. CENTRO EIXO 2	Ponto central do 2.º furo: coordenada Y
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA	Coordenada no eixo do apalpador onde é feita a medição
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA	Altura à qual o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q307=+0	;PRE-AJUSTE ANG. ROT.	Ângulo das retas de referência
Q305=0	;NUMERO NA TABELA	
Q402=1	;COMPENSACAO	Compensar a posição inclinada mediante rotação da mesa rotativa
Q337=1	;COLOCAR A ZERO	Repor a visualização a zero após o ajuste
3 CALL PGM 35K47		Chamar o programa de maquinagem
4 END PGM CYC401 MM		

16

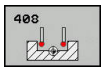
Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente

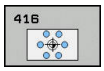
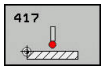
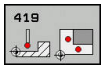
16.1 Princípios básicos

Resumo

O comando põe à disposição doze ciclos com os quais podem ser obtidos automaticamente pontos de referência e ser processados da seguinte forma:

- Definir valores obtidos diretamente como valores de visualização
- Escrever os valores obtidos na tabela de pontos de referência
- Escrever os valores obtidos numa tabela de pontos zero

Softkey	Ciclo	Página
	408 PONTO REF CENTRO RANHURA Medir no interior a largura de uma ranhura, definir o centro da ranhura como ponto de referência	566
	409 PONTO REF CENTRO NERVURA Medir no exterior a largura de uma nervura, definir o centro da nervura como ponto de referência	570
	410 PONTO REF RECTÂNG INTERIOR Medir no interior comprimento e largura de um retângulo, definir centro de retângulo como ponto de referência	574
	411 PONTO REF RECTÂNG EXTERIOR Medir no exterior comprimento e largura de um retângulo, definir centro de retângulo como ponto de referência	578
	412 PONTO REF CÍRCULO INTERIOR Medir no interior quatro pontos de círculo quaisquer, definir centro do círculo como ponto de referência	582
	413 PONTO REF CÍRCULO EXTERIOR Medir no exterior quatro pontos de círculo quaisquer, definir centro do círculo como ponto de referência	587
	414 PONTO REF ESQUINA EXTERIOR Medir duas retas no exterior, definir ponto de intersecção das retas como ponto de referência	592

Softkey	Ciclo	Página
	415 PONTO REF ESQUINA INTERIOR Medir duas retas no interior, definir ponto de intersecção das retas como ponto de referência	597
	416 PONTO REF CENTRO CÍRCULO FUROS (2.º plano de softkeys) Medir três furos quaisquer no círculo de furos, definir centro do círculo de furos como ponto de referência	601
	417 PONTO REF EIXO APALP (2.º plano de softkeys) Medir uma posição qualquer no eixo do apalpador e defini-la como ponto de referência	605
	418 PONTO REF 4 FUROS (2.º plano de softkeys) Medir respetivamente 2 furos por meio de cruz, definir ponto de intersecção de retas de união como ponto de referência	608
	419 PONTO REF EIXO APALP INDIVIDUAL (2.º plano de softkeys) Medir uma posição qualquer no eixo e defini-la como ponto de referência	612

O fabricante da máquina deve preparar o comando para a utilização do apalpador 3D.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

Dependendo da definição do parâmetro de máquina opcional **CfgPresetSettings** (N.º 204600), faz-se a verificação, durante a apalpação, se a posição do eixo rotativo coincide com os ângulos de inclinação **ROT 3D**. Se não for esse o caso, o comando emite uma mensagem de erro.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência

Podem executar-se os ciclos de apalpação 408 a 419 também com a rotação ativada (rotação básica ou ciclo 10).

Ponto de referência e eixo do apalpador

O comando define o ponto de referência no plano de maquinagem consoante o eixo do apalpador que se tenha definido no programa de medição

Eixo do apalpador ativo	Definição do ponto de referência em
Z	X e Y
Y	Z e X
X	Y e Z

Definir o ponto de referência calculado

Em todos os ciclos para a definição do ponto de referência, com os parâmetros de introdução Q303 e Q305, é possível determinar como o comando deve memorizar o ponto de referência calculado:

- **Q305 = 0, Q303 = 1:**
  O ponto de referência ativo é copiado para a linha 0 e ativa a linha 0. Dessa maneira, eliminam-se transformadores simples
- **Q305 diferente de 0, Q303 = 0:**
  O resultado é escrito na tabela de pontos zero, linha **Q305**. **Ativar o ponto zero por meio do ciclo 7 no programa NC**
- **Q305 diferente de 0, Q303 = 1:**
  O resultado é escrito na tabela de pontos de referência, linha **Q305**. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (coordenadas REF). **Ativar o ponto de referência por meio do ciclo 247 no programa NC**
- **Q305 diferente de 0, Q303 = -1**

Só pode dar-se esta combinação, caso

- Importar programas NC com os ciclos 410 a 418 que tenham sido criados num TNC 4xx
- Importar programas NC com os ciclos 410 a 418 que tenham sido criados com uma versão de software mais antiga do iTNC 530
- não tenha definido conscientemente a transferência de valor de medição por meio do parâmetro Q303 ao definir o ciclo

Nestes casos, o comando emite uma mensagem de erro, pois todo o tratamento relacionado com as tabelas de pontos zero referentes a REF foi modificado e dado que é necessário determinar uma transferência de valor de medição por meio do parâmetro Q303

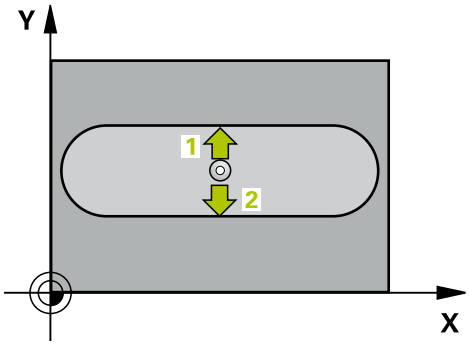
Resultados de medição em parâmetros Q

O comando guarda os resultados de medição do respetivo ciclo de apalpação nos parâmetros Q Q150 a Q160, globalmente atuantes. Pode continuar a utilizar estes parâmetros no seu programa NC. Tenha em atenção a tabela dos parâmetros de resultado que é executada com cada descrição de ciclo.

16.2 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA RANHURA (ciclo 408, DIN/ISO: G408)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 408 calcula o ponto central de uma ranhura e memoriza este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o comando também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de pontos de referência.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**)
3 A seguir, o apalpador desloca-se paralelo ao eixo à altura de medição ou à altura segura, para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação
4 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado de acordo com os parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564), guardando os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente
5 Quando se quiser, o comando obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número do parâmetro	Significado
Q166	Valor real da largura de ranhura medida
Q157	Valor real posição eixo central

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

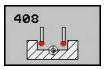
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

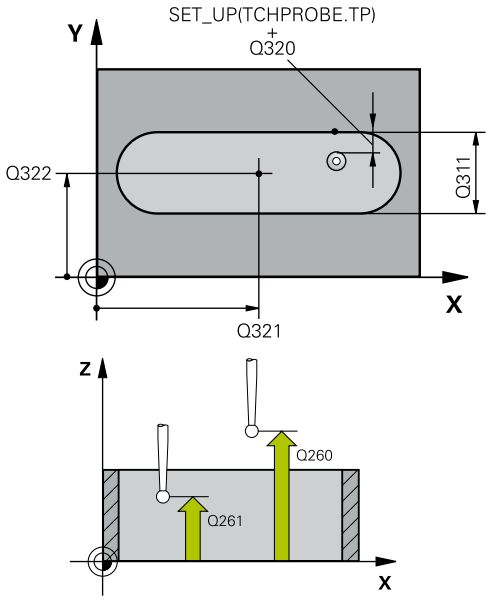
Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza a largura da ranhura, de preferência, excessivamente **pequena**. Quando a largura da ranhura e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o comando apalpa sempre a partir do centro da ranhura. Entre os dois pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo



- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto): centro da ranhura no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto): centro da ranhura no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q311 Largura da ranhura?** (incremental): Largura da ranhura independentemente da posição no plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q272 Eixo medicao (1=1º / 2=2º)?**: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de **Q303**, o comando escreve o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Se **Q303 = 1**, então o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q405 Novo ponto de referência?** (absoluto): coordenada no eixo de medição em que o comando deve memorizar o centro de ranhura registado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: determinar se o ponto de referência obtido deve ser guardado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  0: escrever o ponto de referência obtido como deslocação do ponto zero na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)

Exemplo

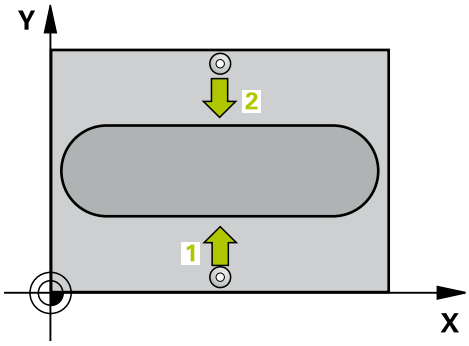
```
5 TCH PROBE 408  PTO.REF.CENTRO
   RAN.
   Q321=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
   Q322=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
   Q311=25    ;LARGURA RANHURA
   Q272=1     ;EIXO DE MEDICAO
   Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
   Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q301=0     ;IR ALTURA SEGURANCA
   Q305=10    ;NUMERO NA TABELA
   Q405=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
   Q303=+1    ;TRANSM. VALOR MED.
   Q381=1     ;APALPAR NO EIXO TS
   Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
   Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
   Q384=+0    ;3. COORD. EIXO TS
   Q333=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
```

- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: determinar se o comando também deve definir o ponto de referência no eixo do apalpador:
  0: não definir o ponto de referência no eixo do apalpador
  1: definir o ponto de referência no eixo do apalpador
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o comando deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

16.3 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA NERVURA (ciclo 409, DIN/ISO: G409)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 409 calcula o ponto central de uma nervura e memoriza este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o comando também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de pontos de referência.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**)
3 A seguir, o apalpador desloca-se em Altura Segura para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa o segundo processo de apalpação
4 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado de acordo com os parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564), guardando os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente
5 Quando se quiser, o comando obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número do parâmetro	Significado
Q166	Valor real da largura de nervura medida
Q157	Valor real posição eixo central

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

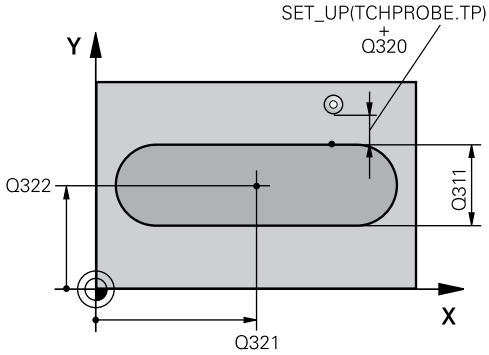
Atenção, perigo de colisão!

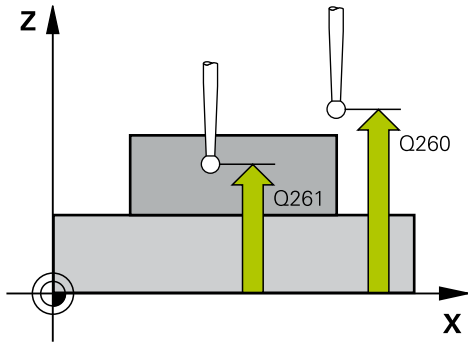
Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza, de preferência, uma largura de nervura excessivamente **pequena**.

- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : centro da nervura no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : centro da nervura no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q311 Amplitude da ponte?** (incremental): Largura da nervura independentemente da posição no plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q272 Eixo medicao (1=1º / 2=2º)?**: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de **Q303**, o comando escreve o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Se **Q303 = 1**, então o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente





Exemplo

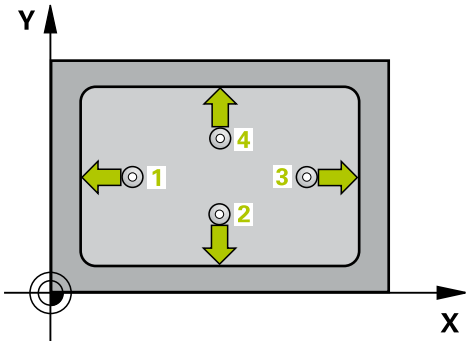
5 TCH PROBE 409 PTO.REF.CENTRO PASSO	
Q321=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q322=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q311=25	;AMPLITUDE PONTE
Q272=1	;EIXO DE MEDICAO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q305=10	;NUMERO NA TABELA
Q405=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA

- **Q405 Novo ponto de referência?** (absoluto): coordenada no eixo de medição em que o comando deve memorizar o centro de nervura registado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: determinar se o ponto de referência obtido deve ser guardado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  0: escrever o ponto de referência obtido como deslocação do ponto zero na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: determinar se o comando também deve definir o ponto de referência no eixo do apalpador:
  0: não definir o ponto de referência no eixo do apalpador
  1: definir o ponto de referência no eixo do apalpador
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o comando deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

16.4 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 410, DIN/ISO: G410)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 410 calcula o ponto central de uma caixa retangular e memoriza este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o comando também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de pontos de referência.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**)
3 A seguir, o apalpador desloca-se paralelo ao eixo à altura de medição ou à altura segura, para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação
4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro e o quarto processo de apalpação
5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado dependente dos parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
6 Quando se quiser, o comando obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador e guarda os valores reais nos parâmetros Q seguintes

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q154	Valor real do comprimento lateral, eixo principal
Q155	Valor real do comprimento lateral, eixo secundário

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

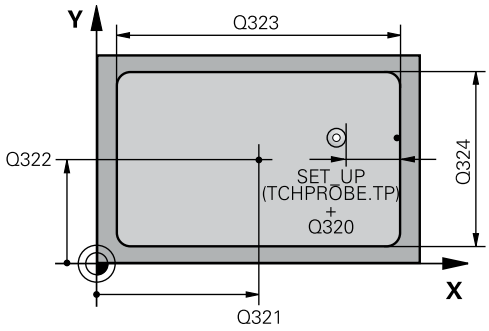
Atenção, perigo de colisão!

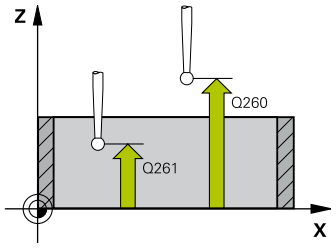
Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza o 1.º e o 2.º comprimento lateral da caixa, de preferência demasiado **pequeno**. Quando a medida da caixa e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o comando apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto): centro da caixa no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q323 Comprimento do primeiro lado?** (incremental): comprimento da caixa paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q324 Comprimento do segundo lado?** (incremental): comprimento da caixa paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de **Q303**, o comando escreve o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Se **Q303 = 1**, então o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente





Exemplo

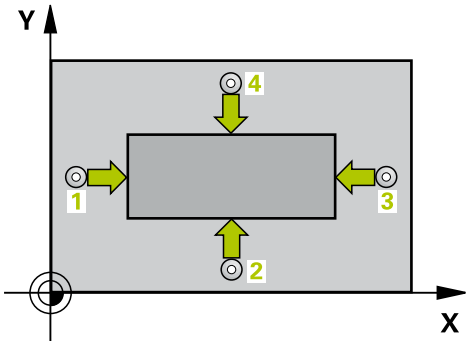
5 TCH PROBE 410 PTO. REF DENTRO RECT	
Q321=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q322=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q323=60	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q324=20	;COMPRIMENTO 2. LADO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q305=10	;NUMERO NA TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA

- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o comando deve colocar o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o comando deve colocar o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  -1: não utilizar! É registado pelo comando, quando são importados programas NC antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: determinar se o comando também deve definir o ponto de referência no eixo do apalpador:
  0: não definir o ponto de referência no eixo do apalpador
  1: definir o ponto de referência no eixo do apalpador
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada onde o comando deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

16.5 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 411, DIN/ISO: G411)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 411 calcula o ponto central de uma ilha retangular e memoriza este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o comando também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de pontos de referência.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**)
3 A seguir, o apalpador desloca-se paralelo ao eixo à altura de medição ou à altura segura, para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação
4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro e o quarto processo de apalpação
5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado dependente dos parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
6 Quando se quiser, o comando obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador e guarda os valores reais nos parâmetros Q seguintes

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q154	Valor real do comprimento lateral, eixo principal
Q155	Valor real do comprimento lateral, eixo secundário

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

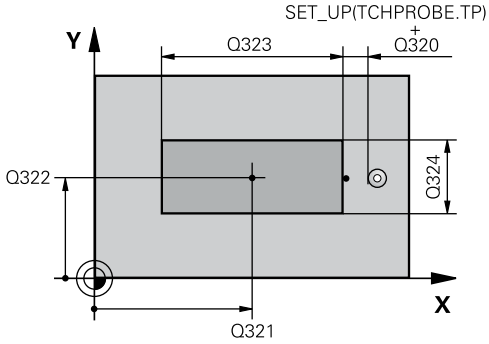
Atenção, perigo de colisão!

Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza o 1.º e o 2.º comprimento lateral da ilha, de preferência, excessivamente **grande**.

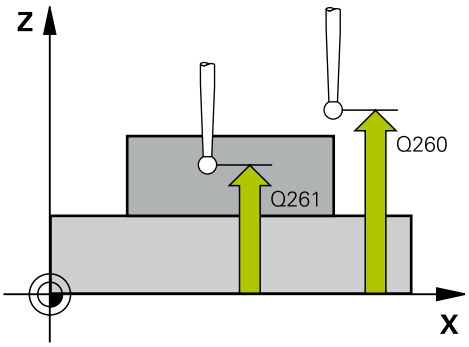
- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q323 Comprimento do primeiro lado?** (incremental): comprimento da ilha paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q324 Comprimento do segundo lado?** (incremental): comprimento da ilha paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de **Q303**, o comando escreve o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Se **Q303 = 1**, então o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o comando deve colocar o centro da ilha calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o comando deve colocar o centro da ilha calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Exemplo

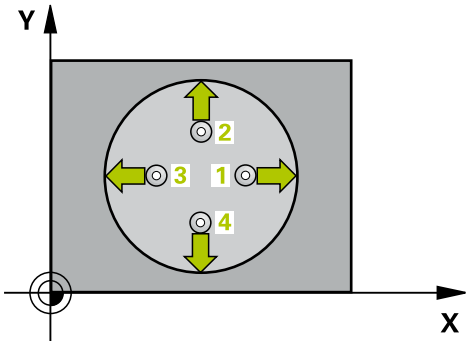
```
5 TCH PROBE 411  PTO.REF FORA RECT.
   Q321=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
   Q322=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
   Q323=60    ;COMPRIMENTO 1. LADO
   Q324=20    ;COMPRIMENTO 2. LADO
   Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
   Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q301=0     ;IR ALTURA SEGURANCA
   Q305=0     ;NUMERO NA TABELA
   Q331=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
   Q332=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
   Q303=+1    ;TRANSM. VALOR MED.
   Q381=1     ;APALPAR NO EIXO TS
   Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
   Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
   Q384=+0    ;3. COORD. EIXO TS
   Q333=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
```

- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  -1: não utilizar! É registado pelo comando, quando são importados programas NC antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: determinar se o comando também deve definir o ponto de referência no eixo do apalpador:
  0: não definir o ponto de referência no eixo do apalpador
  1: definir o ponto de referência no eixo do apalpador
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o comando deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

16.6 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO INTERIOR (ciclo 412, DIN/ISO: G412)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 412 calcula o ponto central de uma caixa circular (furo) e define este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o comando também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de pontos de referência.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela do apalpador
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). O comando determina automaticamente a direção de apalpação em função do ângulo inicial programado
3 A seguir, o apalpador desloca-se de forma circular, ou à altura de medição ou à altura segura, para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação
4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro e o quarto processo de apalpação
5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado de acordo com os parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564), guardando os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente
6 Quando se quiser, o comando obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro

Ter em atenção ao programar!

- Quanto menor se programar o passo angular Q247, menor é a precisão com que o comando calcula o ponto de referência. Menor valor de introdução: 5°
- Programe um passo angular menor que 90°; campo de introdução -120° a 120°

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

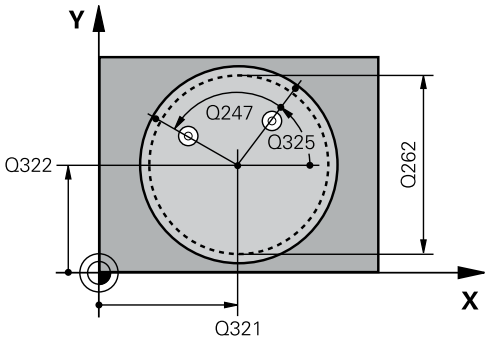
Atenção, perigo de colisão!

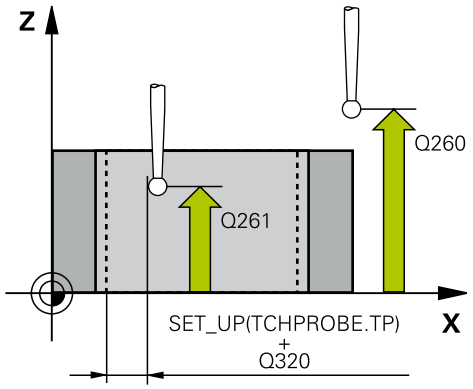
Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza o diâmetro nominal da caixa (furo) de preferência excessivamente **pequeno**. Quando a medida da caixa e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o comando apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

- Posicionamento dos pontos de apalpação
- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto): centro da caixa no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Se se programar Q322 = 0, o comando ajusta o ponto central do furo no eixo Y positivo, e se se programar Q322 diferente de 0, o comando ajusta o ponto central do furo na posição nominal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q262 Diametro nominal?**: diâmetro aproximado da caixa circular (furo). De preferência, introduzir o valor demasiado pequeno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direcção de rotação (- = sentido horário), com que o apalpador se desloca para o ponto de medição seguinte. Se quiser medir arcos de círculo, programe um passo angular menor do que 90°. Campo de introdução -120,000 a 120,000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura





Exemplo

```
5 TCH PROBE 412  PTO.REF DENTRO CIRC.
  Q321=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
  Q322=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
  Q262=75    ;DIAMETRO NOMINAL
  Q325=+0    ;ANGULO INICIAL
  Q247=+60   ;PASSO ANGULAR
  Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
  Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
  Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
  Q301=0     ;IR ALTURA SEGURANCA
  Q305=102   ;NUMERO NA TABELA
  Q331=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q332=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q303=+1    ;TRANSM. VALOR MED.
  Q381=1     ;APALPAR NO EIXO TS
  Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
  Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
```

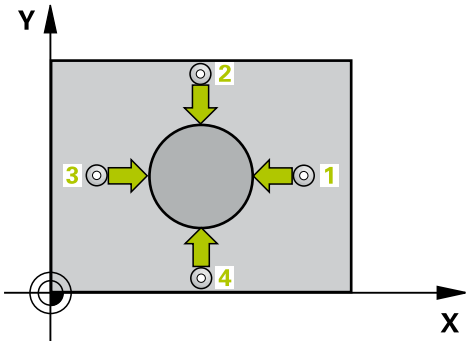
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de **Q303**, o comando escreve o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Se **Q303 = 1**, então o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o comando deve colocar o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o comando deve colocar o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  -1: não utilizar! É registado pelo comando, quando são importados programas NC antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: determinar se o comando também deve definir o ponto de referência no eixo do apalpador:
  0: não definir o ponto de referência no eixo do apalpador
  1: definir o ponto de referência no eixo do apalpador
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q423=4	;NUMERO APALPACOES
Q365=1	;TIPO DESLOCAMENTO

- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o comando deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q423 Nº de apalpações no plano (4/3)?**: definir se o comando deve medir o círculo com 4 ou 3 apalpações:
  4: utilizar 4 pontos de medição (definição padrão)
  3: utilizar 3 pontos de medição
- **Q365 Tipo deslocam.? recta=0/círc.=1**: determinar com que função de trajetória a ferramenta se deve deslocar entre os pontos de medição quando está ativa a deslocação à altura segura (Q301=1):
  0: deslocação entre as maquinagens segundo uma reta
  1: deslocação entre as maquinagens de forma circular sobre o diâmetro do círculo teórico

16.7 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 413, DIN/ISO: G413)

Execução do ciclo



O ciclo de apalpação 413 calcula o ponto central de uma ilha circular e memoriza este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o comando também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de pontos de referência.

1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela do apalpador
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). O comando determina automaticamente a direção de apalpação em função do ângulo inicial programado
3 A seguir, o apalpador desloca-se de forma circular, ou à altura de medição ou à altura segura, para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação
4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro e o quarto processo de apalpação
5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado de acordo com os parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564), guardando os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente
6 Quando se quiser, o comando obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro

Ter em atenção ao programar!

- Quanto menor se programar o passo angular Q247, menor é a precisão com que o comando calcula o ponto de referência. Menor valor de introdução: 5°
- Programe um passo angular menor que 90°; campo de introdução -120° a 120°

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

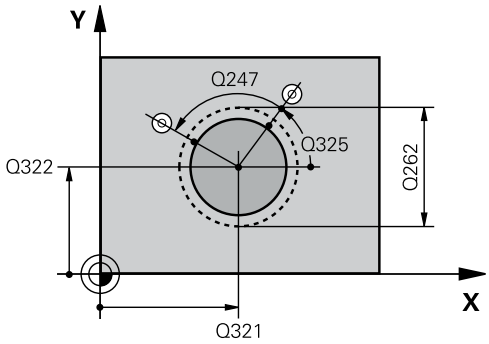
Atenção, perigo de colisão!

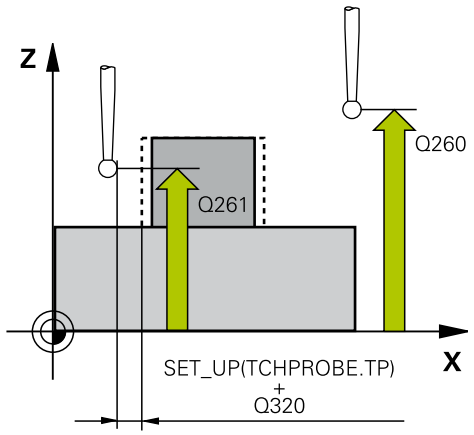
Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza o diâmetro nominal da ilha, de preferência, excessivamente **grande**.

- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Se se programar Q322 = 0, o comando ajusta o ponto central do furo no eixo Y positivo, e se se programar Q322 diferente de 0, o comando ajusta o ponto central do furo na posição nominal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q262 Diametro nominal?**: diâmetro aproximado da ilha. De preferência, introduzir o valor em excesso. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direcção de rotação (- = sentido horário), com que o apalpador se desloca para o ponto de medição seguinte. Se quiser medir arcos de círculo, programe um passo angular menor do que 90°. Campo de introdução -120,000 a 120,000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura





Exemplo

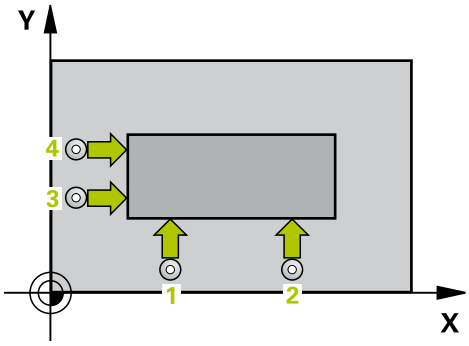
5 TCH PROBE 413 PTO.REF FORA CIRCULO	
Q321=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q322=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q262=75	;DIAMETRO NOMINAL
Q325=+0	;ANGULO INICIAL
Q247=+60	;PASSO ANGULAR
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q305=15	;NUMERO NA TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q423=4	;NUMERO APALPACOES
Q365=1	;TIPO DESLOCAMENTO

- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de **Q303**, o comando escreve o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Se **Q303 = 1**, então o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o comando deve colocar o centro da ilha calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o comando deve colocar o centro da ilha calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  -1: não utilizar! É registado pelo comando, quando são importados programas NC antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: determinar se o comando também deve definir o ponto de referência no eixo do apalpador:
  0: não definir o ponto de referência no eixo do apalpador
  1: definir o ponto de referência no eixo do apalpador

- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o comando deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q423 Nº de apalpações no plano (4/3)?**: definir se o comando deve medir o círculo com 4 ou 3 apalpações:
  4: utilizar 4 pontos de medição (definição padrão)
  3: utilizar 3 pontos de medição
- **Q365 Tipo deslocam.? recta=0/círc.=1**: determinar com que função de trajetória a ferramenta se deve deslocar entre os pontos de medição quando está ativa a deslocação à altura segura (Q301=1):
  0: deslocação entre as maquinagens segundo uma reta
  1: deslocação entre as maquinagens de forma circular sobre o diâmetro do círculo teórico

16.8 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA EXTERIOR (ciclo 414, DIN/ISO: G414)

Execução do ciclo



O ciclo de apalpação 414 obtém o ponto de intersecção de duas retas e define este ponto de intersecção como ponto de referência. Se quiser, o comando também pode escrever o ponto de intersecção numa tabela de pontos zero ou de pontos de referência.

1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o primeiro ponto de apalpação **1** (ver figura em cima, à direita). Assim, o comando desvia o apalpador segundo a distância de segurança contra a respetiva direção de deslocação
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). O comando determina automaticamente a direção de apalpação em função do 3.º ponto de medição programado
3 Depois, o apalpador desloca-se para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa o segundo processo de apalpação
4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro e o quarto processo de apalpação
5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado de acordo com os parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564), guardando as coordenadas da esquina determinada nos parâmetros Q apresentados seguidamente
6 Quando se quiser, o comando obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real da esquina no eixo principal
Q152	Valor real da esquina no eixo secundário

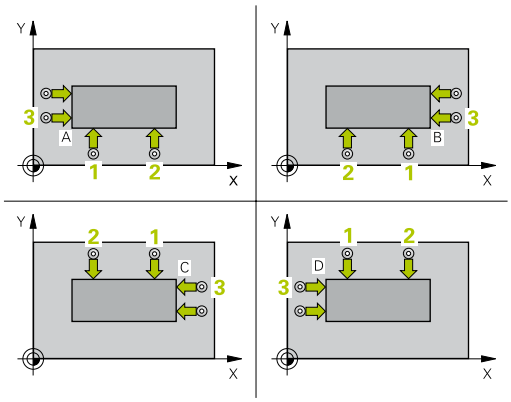
Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas



Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

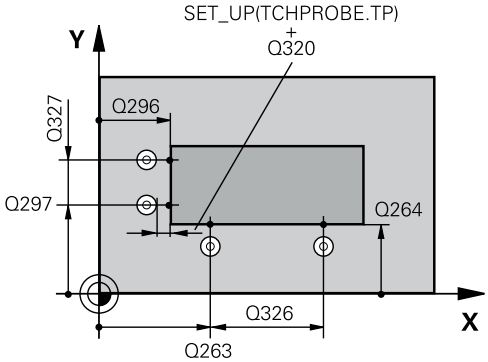
O comando mede a primeira reta sempre na direção do eixo secundário do plano de maquinagem.

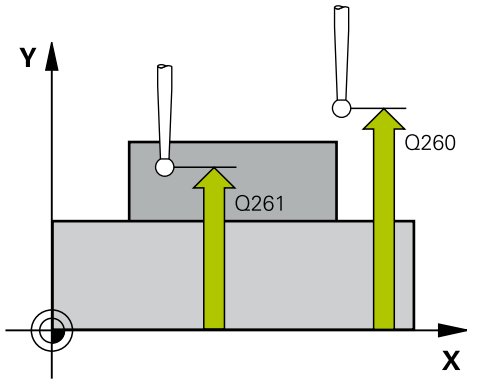
Com a posição dos pontos de medição **1** e **3**, poderá determinar a esquina em que o comando define o ponto de referência (ver figura à direita e tabela seguinte).

Esquina	Coordenada X	Coordenada Y
A	Ponto **1** ponto maior **3**	Ponto **1** ponto menor **3**
B	Ponto **1** ponto menor **3**	Ponto **1** ponto menor **3**
C	Ponto **1** ponto menor **3**	Ponto **1** ponto maior **3**
D	Ponto **1** ponto maior **3**	Ponto **1** ponto maior **3**

Parâmetros de ciclo

- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q326 Distancia 1. eixo?** (incremental): Distância entre o primeiro e o segundo pontos de medição no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q296 3º ponto de medição no 1º eixo?** (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q297 3º ponto de medição no 2º eixo?** (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q327 Distancia 2. eixo?** (incremental): distância entre o terceiro e o quarto pontos de medição no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura





Exemplo

5 TCH PROBE 414 PTO.REF DENTRO ESQ.	
Q263=+37	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+7	;1. PONTO NO EIXO 2
Q326=50	;DISTANCIA 1. EIXO
Q228=+95	;3. PONTO DO 1. EIXO
Q297=+25	;3. PONTO DO 2. EIXO
Q327=45	;DISTANCIA 2. EIXO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q304=0	;GIRO BASICO
Q305=7	;NUMERO NA TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS

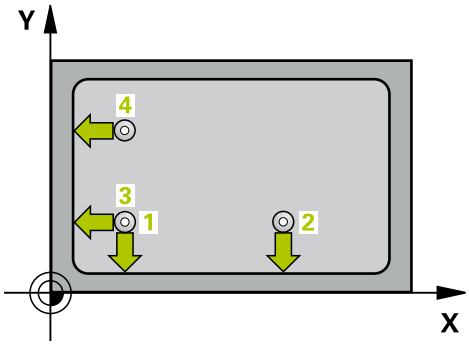
- **Q304 Executar giro basico (0/1)?**: determinar se o comando deve compensar a inclinação da peça de trabalho por meio duma rotação básica:
  0: não executar rotação básica
  1: executar rotação básica
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas da esquina; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de **Q303**, o comando escreve o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Se **Q303 = 1**, então o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o comando deve colocar a esquina calculada. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o comando deve colocar a esquina calculada. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  -1: não utilizar! É registado pelo comando, quando são importados programas NC antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: determinar se o comando também deve definir o ponto de referência no eixo do apalpador:
  0: não definir o ponto de referência no eixo do apalpador
  1: definir o ponto de referência no eixo do apalpador

```
Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0    ;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
```

- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o comando deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

16.9 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA INTERIOR (ciclo 415, DIN/ISO: G415)

Execução do ciclo



O ciclo de apalpação 415 obtém o ponto de intersecção de duas retas e define este ponto de intersecção como ponto de referência. Se quiser, o comando também pode escrever o ponto de intersecção numa tabela de pontos zero ou de pontos de referência.

1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o primeiro ponto de apalpação **1** (ver figura em cima, à direita), por si definido no ciclo. Assim, o comando desvia o apalpador segundo a distância de segurança contra a respetiva direção de deslocação
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). A direção de apalpação resulta do número de esquina
3 Depois, o apalpador desloca-se para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa o segundo processo de apalpação
4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro e o quarto processo de apalpação
5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado de acordo com os parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564), guardando as coordenadas da esquina determinada nos parâmetros Q apresentados seguidamente
6 Quando se quiser, o comando obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real da esquina no eixo principal
Q152	Valor real da esquina no eixo secundário

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

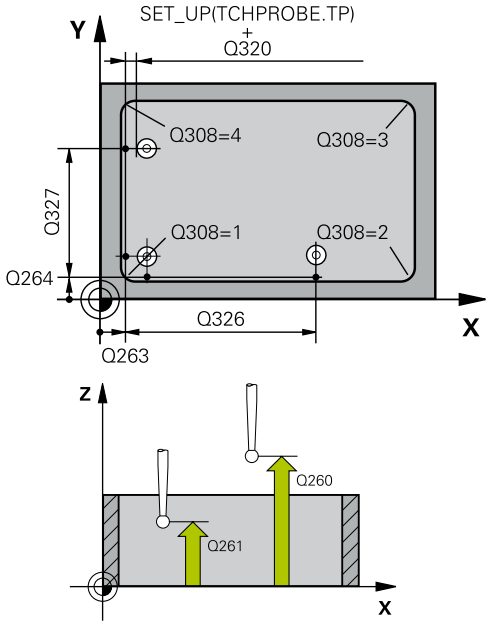
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

O comando mede a primeira reta sempre na direção do eixo secundário do plano de maquinagem.

Parâmetros de ciclo

- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q326 Distancia 1. eixo?** (incremental): Distância entre o primeiro e o segundo pontos de medição no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q327 Distancia 2. eixo?** (incremental): distância entre o terceiro e o quarto pontos de medição no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q308 Esquina? (1/2/3/4)**: número da esquina em que o comando deve definir o ponto de referência. Campo de introdução 1 a 4
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999



Exemplo

```
5 TCH PROBE 415  PTO.REF FORA
    ESQUINA
    Q263=+37   ;1. PONTO NO EIXO 1
    Q264=+7    ;1. PONTO NO EIXO 2
    Q326=50    ;DISTANCIA 1. EIXO
    Q327=45    ;DISTANCIA 2. EIXO
    Q308=+1    ;ESQUINA
```

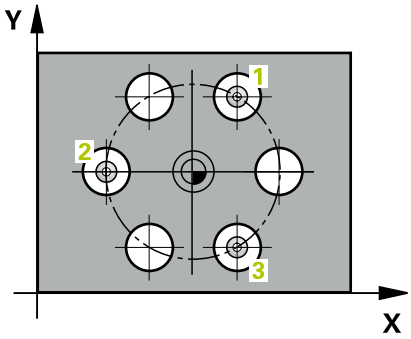
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q304 Executar giro basico (0/1)?**: determinar se o comando deve compensar a inclinação da peça de trabalho por meio duma rotação básica:
  0: não executar rotação básica
  1: executar rotação básica
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas da esquina; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de **Q303**, o comando escreve o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Se **Q303 = 1**, então o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o comando deve colocar a esquina calculada. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o comando deve colocar a esquina calculada. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q304=0	;GIRO BASICO
Q305=7	;NUMERO NA TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA

- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  -1: não utilizar! É registado pelo comando, quando são importados programas NC antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: determinar se o comando também deve definir o ponto de referência no eixo do apalpador:
  0: não definir o ponto de referência no eixo do apalpador
  1: definir o ponto de referência no eixo do apalpador
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o comando deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

16.10 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DO CÍRCULO DE FUROS (ciclo 416, DIN/ISO: G416)

Execução do ciclo



O ciclo de apalpação 416 calcula o ponto central dum círculo de furos através da medição de três furos e memoriza este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o comando também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de pontos de referência.

1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) no ponto central introduzido do primeiro furo **1**
2 A seguir, o apalpador desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o primeiro ponto central do furo
3 A seguir, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e posiciona-se no ponto central introduzido do segundo furo **2**
4 O comando desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o segundo ponto central do furo
5 A seguir, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e posiciona-se no ponto central introduzido do terceiro furo **3**
6 O comando desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o terceiro ponto central do furo
7 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado de acordo com os parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564), guardando os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente
8 Quando se quiser, o comando obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real do diâmetro do círculo de furos

Ter em atenção ao programar!

AVISO

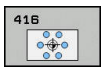
Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

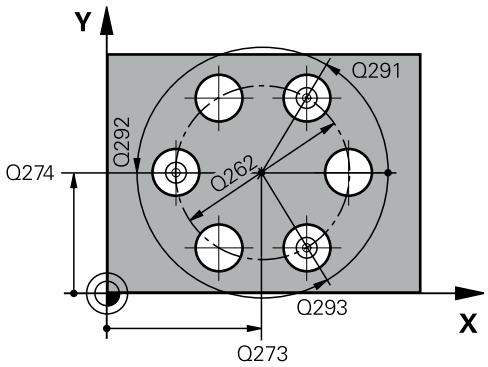
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

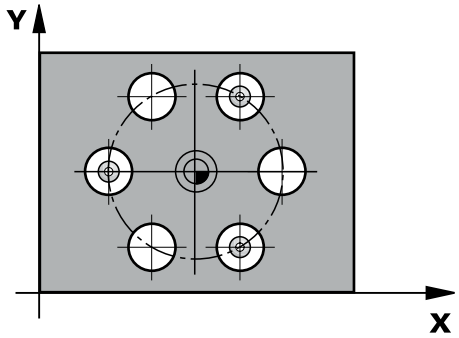
Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274 Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q262 Diametro nominal?**: introduzir o diâmetro aproximado do círculo de furos. Quanto menor for o diâmetro do furo, mais exatamente se deve indicar o diâmetro nominal Campo de introdução -0 a 99999,9999
- **Q291 Angulo 1. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do primeiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q292 Angulo 2. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do segundo ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q293 Angulo 3. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do terceiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





Exemplo

```
5 TCH PROBE 416  PTO REF CENT CIR
    TAL
    Q273=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
    Q274=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
    Q262=90    ;DIAMETRO NOMINAL
```

- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de **Q303**, o comando escreve o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Se **Q303 = 1**, então o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal sobre a qual o comando deve memorizar o centro do círculo de furos obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário sobre a qual o comando deve memorizar o centro do círculo de furos obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  -1: não utilizar! É registado pelo comando, quando são importados programas NC antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)

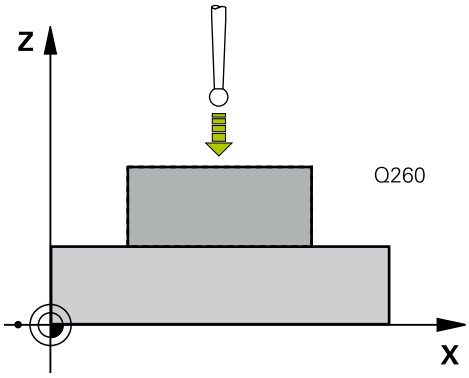
```
Q291=+34   ;ANGULO 1. FURO
Q292=+70   ;ANGULO 2. FURO
Q293=+210  ;ANGULO 3. FURO
Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
Q305=102   ;NUMERO NA TABELA
Q331=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1    ;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1     ;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0    ;3. COORD. EIXO TS
Q333=+1    ;PONTO DE REFERENCIA
Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
```

- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: determinar se o comando também deve definir o ponto de referência no eixo do apalpador:
  0: não definir o ponto de referência no eixo do apalpador
  1: definir o ponto de referência no eixo do apalpador
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o comando deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores) e somente ao apalpar o ponto de referência no eixo do apalpador. Campo de introdução de 0 a 99999,9999

16.11 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO DO APALPADOR (ciclo 417, DIN/ISO: G417)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 417 mede uma coordenada qualquer no eixo do apalpador e define esta coordenada como ponto de referência. Opcionalmente, o comando também pode escrever a coordenada medida, numa tabela de pontos zero ou numa tabela de pontos de referência.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação programado **1**. Assim, o comando desvia o apalpador segundo a distância de segurança na direção do eixo positivo do apalpador

2 Seguidamente, o apalpador desloca-se no seu eixo na coordenada introduzida do ponto de apalpação **1** e por apalpação simples regista a posição real

3 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado de acordo com os parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564), guardando o valor real no parâmetro Q apresentado seguidamente

Número do parâmetro	Significado
Q160	Valor real do ponto medido

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

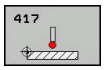
Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

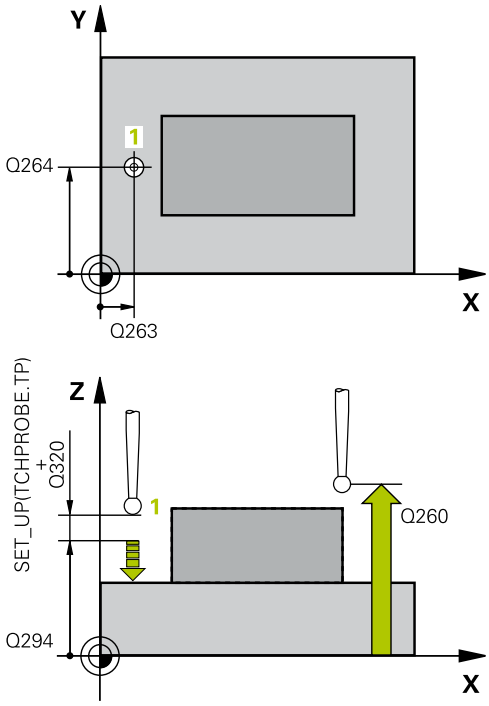
Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

O comando define o ponto de referência neste eixo.

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q294 1. ponto medicao eixo 3** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas; campo de introdução 0 a 9999.
  Se **Q303 = 1**, o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o comando descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada onde o comando deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Exemplo

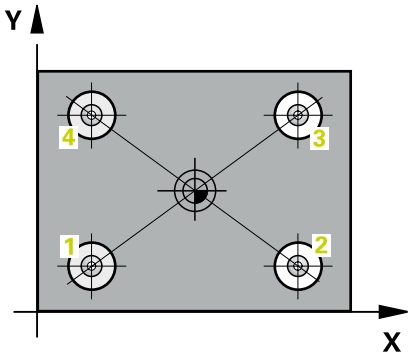
5 TCH PROBE 417 PTO. REF. NO EIXO TS	
Q263=+25	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+25	;1. PONTO NO EIXO 2
Q294=+25	;1. PONTO EIXO 3
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+50	;ALTURA DE SEGURANCA
Q305=0	;NUMERO NA TABELA
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.

- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  -1: não utilizar! É registado pelo comando, quando são importados programas NC antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)

16.12 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DE 4 FUROS (ciclo 418, DIN/ISO: G418)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 418 calcula o ponto de intersecção das linhas de ligação de cada dois pontos centrais de furos e define este ponto de intersecção como ponto de referência. Se quiser, o comando também pode escrever o ponto de intersecção numa tabela de pontos zero ou de pontos de referência.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) no centro do primeiro furo **1**
2 A seguir, o apalpador desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o primeiro ponto central do furo
3 A seguir, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e posiciona-se no ponto central introduzido do segundo furo **2**
4 O comando desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o segundo ponto central do furo
5 O comando repete o processo para os furos **3** e **4**
6 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado dependente dos parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564). O comando calcula o ponto de referência como ponto de intersecção das linhas de união do ponto central do furo **1**/**3** e **2**/**4** e guarda os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente.
7 Quando se quiser, o comando obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real da intersecção no eixo principal
Q152	Valor real da intersecção no eixo secundário

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

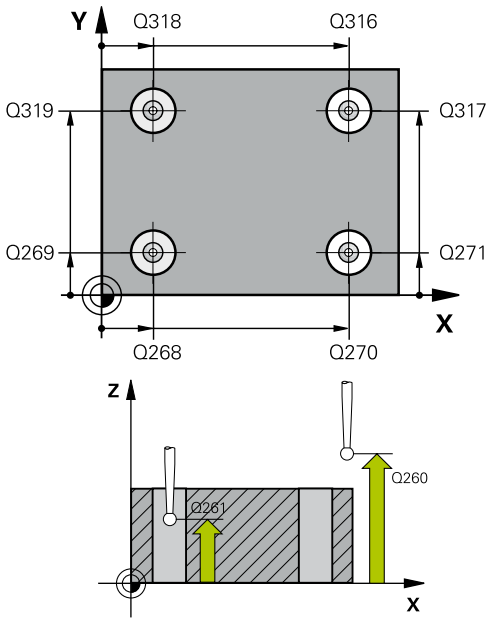
Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo

- **Q268 1. furo: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q269 1. furo: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q270 2. furo: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central do segundo furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q271 2. furo: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central do segundo furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q316 3º furo: Centro 1º eixo?** (absoluto): ponto central do 3.º furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q317 3º furo: Centro 2º eixo?** (absoluto): ponto central do 3.º furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Exemplo

```
5 TCH PROBE 418  PONTO REF 4 FUROS
Q268=+20   ;1. CENTRO EIXO 1
```

- **Q318 4º furo: Centro 1º eixo?** (absoluto): ponto central do 4.º furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q319 4º furo: Centro 2º eixo?** (absoluto): ponto central do 4.º furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas do ponto de intersecção das linhas de ligação; campo de introdução 0 a 9999.
  Se **Q303 = 1**, o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal, onde o comando deve memorizar o ponto de intersecção obtido das linhas de união. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário, onde o comando deve memorizar o ponto de intersecção obtido das linhas de união. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

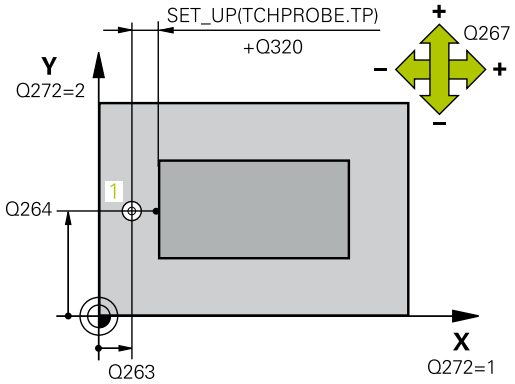
```
Q269=+25   ;1. CENTRO EIXO 2
Q270=+150  ;2. CENTRO EIXO 1
Q271=+25   ;2. CENTRO EIXO 2
Q316=+150  ;3 CENTRO 1 EIXO
Q317=+85   ;3 CENTRO 2 EIXO
Q318=+22   ;4 CENTRO 1 EIXO
Q319=+80   ;4 CENTRO 2 EIXO
Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
Q260=+10   ;ALTURA DE SEGURANCA
Q305=102   ;NUMERO NA TABELA
Q331=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1    ;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1     ;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0    ;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
```

- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  -1: não utilizar! É registado pelo comando, quando são importados programas NC antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: determinar se o comando também deve definir o ponto de referência no eixo do apalpador:
  0: não definir o ponto de referência no eixo do apalpador
  1: definir o ponto de referência no eixo do apalpador
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o comando deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

16.13 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO INDIVIDUAL (ciclo 419, DIN/ISO: G419)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 419 mede uma coordenada qualquer num eixo qualquer e memoriza esta coordenada como ponto de referência. Opcionalmente, o comando também pode escrever a coordenada medida, numa tabela de pontos zero ou numa tabela de pontos de referência.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação programado **1**. Assim, o comando desvia o apalpador segundo a distância de segurança contra a direção de apalpação programada
2 A seguir, o apalpador desloca-se na altura de medição introduzida e por meio duma simples apalpação, regista a posição real
3 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado dependente dos parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

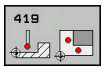
Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Se desejar guardar o ponto de referência em vários eixos na tabela de pontos de referência, pode utilizar o ciclo 419 várias vezes consecutivamente. No entanto, para isso, necessita de ativar novamente o número do ponto de referência após cada execução do ciclo 419. Se trabalhar com o ponto de referência 0 como ponto de referência ativo, esta operação não se realiza.

Parâmetros de ciclo

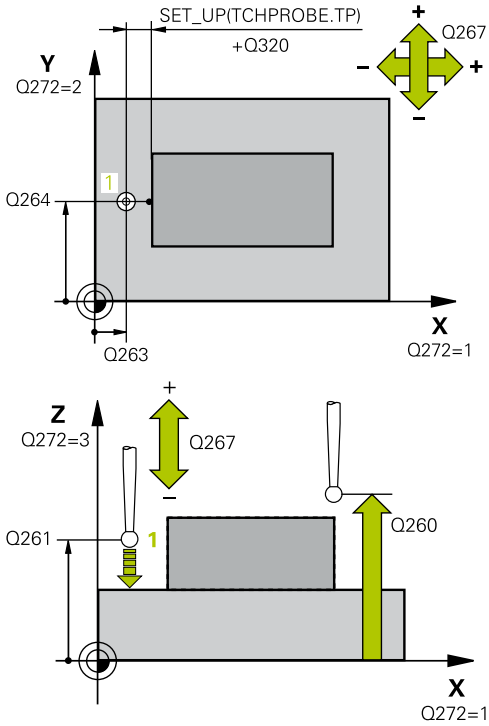


- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo med.(1/2/3: 1=eixo princ.)?**: eixo onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
  3: eixo do apalpador = eixo de medição

Correspondências de eixos

Eixo do apalpador ativo: Q272 = 3	Eixo principal correspondente: Q272 = 1	Eixo secundário correspondente: Q272 = 2
Z	X	Y
Y	Z	X
X	Y	Z

- **Q267 Direc. desloc. 1 (+1=+ / -1=-)?**: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva

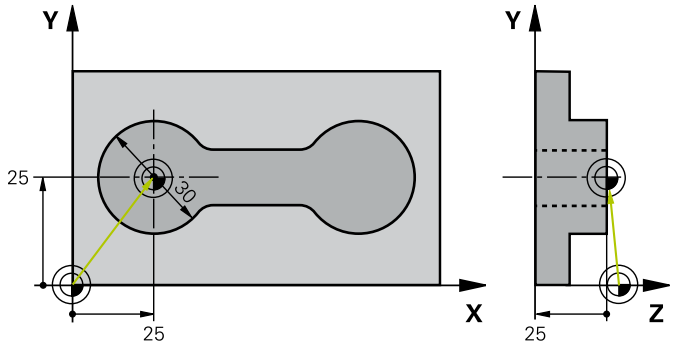


Exemplo

5 TCH PROBE 419 PONTO REF. NUM EIXO	
Q263=+25	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+25	;1. PONTO NO EIXO 2
Q261=+25	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+50	;ALTURA DE SEGURANCA
Q272=+1	;EIXO DE MEDICAO
Q267=+1	;DIRECAO DESLOCAMENTO
Q305=0	;NUMERO NA TABELA
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.

- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o comando guarda as coordenadas; campo de introdução 0 a 9999.
  Se **Q303 = 1**, o comando descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Se **Q303 = 0**, então o comando descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada onde o comando deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de pontos de referência:
  -1: não utilizar! É registado pelo comando, quando são importados programas NC antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 564)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo
  1: escrever o ponto de referência obtido na tabela de pontos de referência. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)

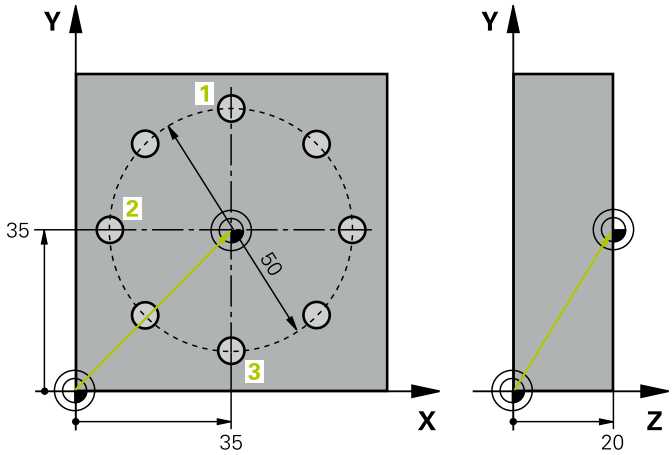
16.14 Exemplo: definição do ponto de referência no centro do segmento de círculo e aresta superior da peça de trabalho



0 BEGIN PGM CYC413 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		
2 TCH PROBE 413 PTO.REF FORA CIRCULO		
Q321=+25	;CENTRO DO 1. EIXO	Ponto central do círculo: coordenada X
Q322=+25	;CENTRO DO 2. EIXO	Ponto central do círculo: coordenada Y
Q262=30	;DIAMETRO NOMINAL	Diâmetro do círculo
Q325=+90	;ANGULO INICIAL	Ângulo de coordenadas polares para 1.º ponto de apalpação
Q247=+45	;PASSO ANGULAR	Passo angular para cálculo dos pontos de apalpação 2 a 4
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA	Coordenada no eixo do apalpador onde é feita a medição
Q320=2	;DISTANCIA SEGURANCA	Distância de segurança adicional para a coluna SET_UP
Q260=+10	;ALTURA DE SEGURANCA	Altura à qual o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA	Não deslocar na altura segura entre os pontos de medição
Q305=0	;NUMERO NA TABELA	Definir visualização
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA	Definir a visualização em X para 0
Q332=+10	;PONTO DE REFERENCIA	Definir a visualização em Y para 10
Q303=+0	;TRANSM. VALOR MED.	Sem função, pois a visualização deve ser definida
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS	Definir também o ponto de referência no eixo TS
Q382=+25	;1. COORD. EIXO TS	Coordenada X ponto de apalpação
Q383=+25	;2. COORD. EIXO TS	Coordenada Y ponto de apalpação
Q384=+25	;3. COORD. EIXO TS	Coordenada Z ponto de apalpação
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA	Definir a visualização em Z para 0
Q423=4	;NUMERO APALPACOES	Medir círculo com 4 apalpações
Q365=0	;TIPO DESLOCAMENTO	Deslocar-se entre os pontos de medição na trajetória circular
3 CALL PGM 35K47		Chamar o programa de maquinagem
4 END PGM CYC413 MM		

16.15 Exemplo: definição do ponto de referência na aresta superior da peça de trabalho e centro do círculo de furos

O ponto central do círculo de furos medido deve ser escrito numa tabela de pontos de referência, para posterior utilização.



0 BEGIN PGM CYC416 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		
2 TCH POBE 417 PTO. REF. NO EIXO TS		Definição de ciclo para definição do ponto de referência no eixo do apalpador
Q263=+7,5	;1. PONTO NO EIXO 1	Ponto de apalpação: coordenada X
Q264=+7,5	;1. PONTO NO EIXO 2	Ponto de apalpação: coordenada Y
Q294=+25	;1. PONTO EIXO 3	Ponto de apalpação: coordenada Z
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA	Distância de segurança adicional para a coluna SET_UP
Q260=+50	;ALTURA DE SEGURANCA	Altura à qual o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q305=1	;NUMERO NA TABELA	Escrever a coordenada Z na linha 1
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA	Definir o eixo 0 do apalpador
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.	Guardar o ponto de referência calculado referente ao sistema de coordenadas fixo da máquina (sistema REF) na tabela de pontos de referência PRESET.PR
3 TCH PROBE 416 PTO REF CENT CIR TAL		
Q273=+35	;CENTRO DO 1. EIXO	Ponto central do círculo de furos: coordenada X
Q274=+35	;CENTRO DO 2. EIXO	Ponto central do círculo de furos: coordenada Y
Q262=50	;DIAMETRO NOMINAL	Diâmetro do círculo de furos
Q291=+90	;ANGULO 1. FURO	Ângulo de coordenadas polares para 1.º ponto central do furo 1
Q292=+180	;ANGULO 2. FURO	Ângulo de coordenadas polares para 2.º ponto central do furo 2
Q293=+270	;ANGULO 3. FURO	Ângulo de coordenadas polares para 3.º ponto central do furo 3
Q261=+15	;ALTURA MEDIDA	Coordenada no eixo do apalpador onde é feita a medição
Q260=+10	;ALTURA DE SEGURANCA	Altura à qual o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q305=1	;NUMERO NA TABELA	Escrever o centro do círculo de furos (X e Y) na linha 1
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA	

Q332=+0 ;PONTO DE REFERENCIA	
Q303=+1 ;TRANSM. VALOR MED.	Guardar o ponto de referência calculado referente ao sistema de coordenadas fixo da máquina (sistema REF) na tabela de pontos de referência PRESET.PR
Q381=0 ;APALPAR NO EIXO TS	Não definir nenhum ponto de referência no eixo TS
Q382=+0 ;1. COORD. EIXO TS	Sem função
Q383=+0 ;2. COORD. EIXO TS	Sem função
Q384=+0 ;3. COORD. EIXO TS	Sem função
Q333=+0 ;PONTO DE REFERENCIA	Sem função
Q320=0 ;DISTANCIA SEGURANCA.	Distância de segurança adicional para a coluna SET_UP
4 CYCL DEF 247 FIXAR P.REFERENCIA	Ativar novo ponto de referência com o ciclo 247
Q339=1 ;NUMERO PONTO REFER.	
6 CALL PGM 35KLZ	Chamar o programa de maquinagem
7 END PGM CYC416 MM	

17

Ciclos de apalpação: controlar peças de trabalho automati-camente

17.1 Princípios básicos

Resumo

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

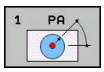
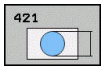
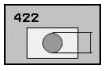
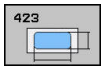
Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

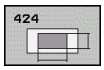
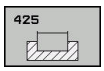
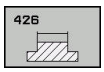
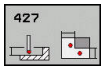
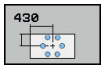
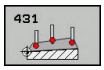
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

O fabricante da máquina deve preparar o comando para a utilização do apalpador 3D.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O comando dispõe de doze ciclos, com que se podem medir peças automaticamente:

Softkey	Ciclo	Página
	0 PLANO DE REFERÊNCIA Medição duma coordenada num eixo à escolha	626
	1 PLANO DE REFERÊNCIA POLAR Medição dum ponto, direção de apalpação por meio de ângulo	627
	420 MEDIÇÃO ÂNGULO Medir ângulo no plano de maquinagem	628
	421 MEDIÇÃO FURO Medir posição e diâmetro dum furo	631
	422 MEDIÇÃO CÍRCULO EXTERIOR Medir posição e diâmetro duma ilha circular	635
	423 MEDIÇÃO RETÂNGULO INTERIOR Medir posição, comprimento e largura duma caixa retangular	639

Softkey	Ciclo	Página
	424 MEDIÇÃO RETÂNGULO EXTERIOR Medir posição, comprimento e largura duma ilha retangular	642
	425 MEDIÇÃO LARGURA INTERIOR (2.º plano de softkeys) Medir no interior largura da ranhura	645
	426 MEDIÇO NERVURA EXTERIOR (2.º plano de softkeys) Medir nervura no exterior	648
	427 MEDIÇÃO COORDENA-DA (2.º plano de softkeys) Medir uma coordenada qualquer num eixo à escolha	651
	430 MEDIÇÃO CÍRCULO DE FUROS (2.º plano de softkeys) Medir posição e diâmetro de círculo de furos	654
	431 MEDIÇÃO PLANO (2.º plano de softkeys) Medir ângulo de eixo A e B dum plano	657

Registar resultados de medição

Para todos os ciclos com que se podem medir peças automaticamente (exceções: ciclo 0 e 1), pode mandar o comando criar um protocolo de medição. No ciclo de apalpação respectivo poderá definir se o comando

- deve memorizar o registo de medição num ficheiro
- deve emitir o registo de medição no ecrã e interromper a execução do programa
- não deve criar um registo de medição

A não ser que deseje guardar o protocolo de medição num ficheiro, o comando memoriza os dados, por norma, como ficheiro ASCII. Como posição de memória, o comando escolhe o diretório que contém também o programa NC correspondente.

> Utilize o software de transmissão de dados TNCremo da HEIDENHAIN se quiser emitir o registo de medições por conexão de dados externa.

Exemplo: ficheiro do registo para ciclo de apalpação 421:

Registo de medição ciclo de apalpação 421 Medir furo

Data: 30-06-2005
Hora: 06:55:04
Programa de medição: TNC:\GEH35712\CHECK1.H

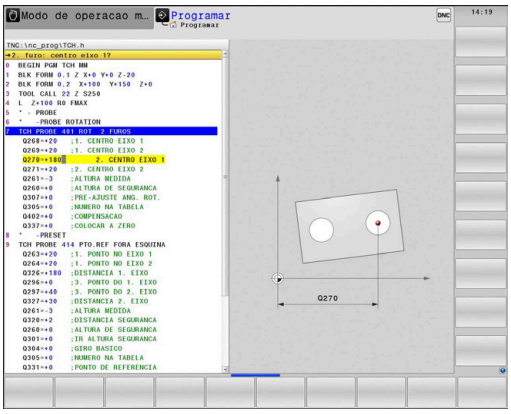
Valores nominais:	
Centro eixo principal:	50.0000
Centro eixo secundário:	65.0000
Diâmetro:	12.0000
Valores limite indicados previamente:	
Maior medida centro eixo principal:	50.1000
Medida mínima centro eixo principal:	49.9000
Medida máxima centro eixo secundário:	65.1000
Medida mínima centro eixo secundário:	64.9000
Medida máxima furo:	12.0450
Medida mínima furo:	12.0000
Valores reais:	
Centro eixo principal:	50.0810
Centro eixo secundário:	64.9530
Diâmetro:	12.0259
Desvios:	
Centro eixo principal:	0.0810
Centro eixo secundário:	-0.0470
Diâmetro:	0.0259
Outros resultados de medição: altura de medição:	-5.0000

Fim do registo de medições

Resultados de medição em parâmetros Q

O comando guarda os resultados de medição do respetivo ciclo de apalpação nos parâmetros Q Q150 a Q160, globalmente atuantes. Os desvios do valor nominal são armazenados nos parâmetros de Q161 a Q166. Tenha em atenção a tabela dos parâmetros de resultado que é executada com cada descrição de ciclo.

Adicionalmente, na definição do ciclo o comando exibe os parâmetros de resultado na imagem auxiliar do respetivo ciclo (ver figura em cima, à direita). O parâmetro de resultado iluminado pertence ao respetivo parâmetro de introdução.



Estado da medição

Em alguns ciclos, por meio dos parâmetros Q de Q180 a Q182 de atuação global, é possível consultar o estado da medição.

Estado da medição	Valor de parâmetro
Os valores de medição situam-se dentro da tolerância	Q180 = 1
Necessário trabalho de aperfeiçoamento	Q181 = 1
Desperdícios	Q182 = 1

O comando define o marcador de trabalho de aperfeiçoamento ou de desperdício assim que um dos valores de medição esteja fora da tolerância. Para determinar qual é o resultado de medição fora da tolerância, observe também o registo de medições, ou verifique os respetivos resultados de medição (Q150 a Q160) quanto aos os valores limite.

No ciclo 427, o comando parte, por regra, do princípio de que se está a medir uma medida externa (ilha). No entanto, selecionando a correspondente medida máxima ou mínima em conjunto com o sentido de apalpação, pode corrigir o estado da medição.

> O comando também fixa o marcador de estado, se não tiverem sido introduzidos valores de tolerância ou medida máxima/mínima.

Supervisão da tolerância

Na maior parte dos ciclos para controlo da peça de trabalho, pode mandar-se o comando executar uma supervisão da tolerância. Para isso, na definição de ciclo, é necessário definir os valores limite necessários. Se não quiser executar qualquer supervisão de tolerância, introduza estes parâmetros com 0 (= valor ajustado previamente).

Supervisão da ferramenta

Em alguns ciclos para controlo da peça de trabalho, pode mandar-se o comando executar uma supervisão da peça de trabalho. O comando supervisiona, se

- for necessário corrigir o raio da ferramenta devido aos desvios do valor nominal (valores em Q16x)
- os desvios do valor nominal (valores em Q16x) forem maiores do que a tolerância de rotura da ferramenta

Corrigir ferramenta

A função só trabalha

- com tabela de ferramentas ativa
- se se ligar a supervisão da ferramenta no ciclo: **Q330** diferente de 0 ou introduzir um nome de ferramenta. A introdução do nome de ferramenta é selecionada através de softkey. O comando deixa de mostrar o apóstrofo direito.

Se forem executadas mais medições de correção, o comando adiciona o respetivo desvio medido no valor já memorizado na tabela de ferramentas.

Ferramenta de fresagem: Se remeter para uma ferramenta de fresagem no parâmetro Q330, os valores correspondentes serão corrigidos da seguinte forma: por princípio, o comando corrige sempre o raio da ferramenta na coluna DR da tabela de ferramentas, mesmo quando o desvio medido se situa dentro da tolerância indicada previamente. Pode consultar no seu programa NC através do parâmetro Q181 (Q181=1: necessário trabalho de acabamento) se é necessário trabalho de acabamento.

Ferramenta de tornear: (aplica-se somente aos ciclos 421, 422, 427) Se remeter para uma ferramenta de tornear no parâmetro Q330, os valores correspondentes serão corrigidos nas colunas DZL ou DXL. O comando monitoriza também a tolerância de rotura que está definida na coluna LBREAK.Pode consultar no seu programa NC através do parâmetro Q181 (Q181=1: necessário trabalho de acabamento) se é necessário trabalho de acabamento.

Supervisão de rotura da ferramenta

A função só trabalha
- com tabela de ferramentas ativa
- se se ligar a supervisão da ferramenta no ciclo (introduzir Q330 diferente de 0)
- se, para o número de ferramenta introduzido na tabela, tiver sido introduzida a tolerância de rotura RBREAK maior que 0

Mais informações: Manual do Utilizador Preparar, testar e executar programas NC

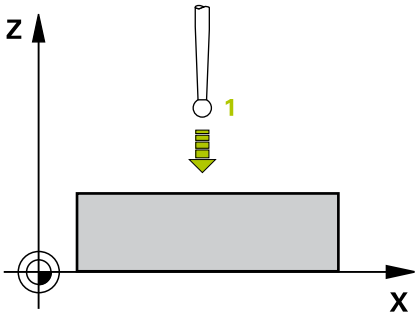
O comando emite uma mensagem de erro e pára a execução do programa, se o desvio medido for maior do que a tolerância de rotura da ferramenta. Ao mesmo tempo, bloqueia a ferramenta na tabela de ferramentas (coluna TL = L).

Sistema de referência para resultados de medição

O comando emite todos os resultados de medição para os parâmetros de resultados e para o ficheiro de protocolo no sistema de coordenadas ativo - portanto, eventualmente deslocado ou/e rodado/inclinado.

17.2 PLANO DE REFERÊNCIA (ciclo 0, DIN/ISO: G55)

Execução do ciclo



1 O apalpador aproxima-se num movimento 3D em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) para a posição prévia **1** programada no ciclo
2 Seguidamente, o apalpador executa o processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). A direção de apalpação tem de ser determinada no ciclo
3 Depois de o comando ter registado a posição, o apalpador regressa ao ponto inicial do processo de apalpação e memoriza num parâmetro Q a coordenada medida. Adicionalmente, o comando memoriza as coordenadas da posição em que se encontra o apalpador no momento do sinal de comutação, nos parâmetros de Q115 a Q119. Para os valores nestes parâmetros, o comando não considera o comprimento nem o raio da haste de apalpação

Ter em atenção ao programar!

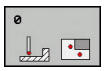
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

O comando desloca o apalpador em marcha rápida num movimento tridimensional para a posição previamente programada no ciclo. Dependendo da posição em que a ferramenta se encontrar anteriormente, existe perigo de colisão!

- Posicionar previamente de forma a que não ocorra nenhuma colisão na aproximação à posição prévia programada

Parâmetros de ciclo



- **Nr. parametro para o resultado?**: introduzir o número de parâmetro Q a que se atribuiu o valor da coordenada. Campo de introdução de 0 a 1999
- **Eixo contato / sentido contato?**: introduzir o eixo de apalpação com a tecla de seleção do eixo ou com o teclado alfabético e o sinal de direção de apalpação. Confirmar com a tecla **ENT**. Campo de introdução: todos os eixos NC
- **Posicao nominal?**: com as teclas de seleção de eixo ou com o teclado alfabético, introduzir todas as coordenadas para o posicionamento prévio do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- Terminar a introdução: premir a tecla **ENT**

Exemplo

```
67 TCH PROBE 0.0  PLANO DE
   REFERENCIA Q5 X-
68 TCH PROBE 0.1  X+5 Y+0 Z-5
```

17.3 PLANO DE REFERÊNCIA polar (ciclo 1)

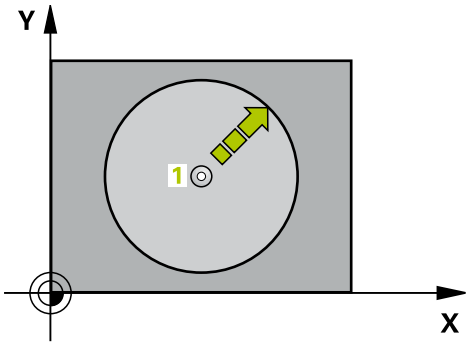
Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 1 determina, numa direção de apalpação qualquer, uma posição qualquer na peça de trabalho.

1 O apalpador aproxima-se num movimento 3D em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) para a posição prévia **1** programada no ciclo

2 Seguidamente, o apalpador executa o processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). No processo de apalpação, o comando desloca-se ao mesmo tempo em 2 eixos (depende do ângulo de apalpação). A direção de apalpação tem de ser determinada no ciclo, através do ângulo polar

3 Depois de o comando ter registado a posição, o apalpador regressa ao ponto inicial do processo de apalpação. O comando memoriza as coordenadas da posição em que se encontra o apalpador no momento do sinal de comutação nos parâmetros de Q115 a Q119.



Ter em atenção ao programar!

AVISO

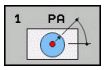
Atenção, perigo de colisão!

O comando desloca o apalpador em marcha rápida num movimento tridimensional para a posição previamente programada no ciclo. Dependendo da posição em que a ferramenta se encontrar anteriormente, existe perigo de colisão!

- Posicionar previamente de forma a que não ocorra nenhuma colisão na aproximação à posição prévia programada

O eixo de apalpação definido no ciclo define o plano de apalpação:
Eixo de apalpação X: plano X/Y
Eixo de apalpação Y: plano Y/Z
Eixo de apalpação Z: plano Z/X

Parâmetros de ciclo



- **Eixo palpaçâo?**: introduzir o eixo de apalpação com tecla de seleção do eixo ou com o teclado alfabético. Confirmar com a tecla **ENT**. Campo de introdução **X**, **Y** ou **Z**
- **Ângulo de palpaçâo?**: ângulo referente ao eixo de apalpação onde deve deslocar-se o apalpador Campo de introdução -180,0000 a 180,0000
- **Posicao nominal?**: com as teclas de seleção de eixo ou com o teclado alfabético, introduzir todas as coordenadas para o posicionamento prévio do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- Terminar a introdução: premir a tecla **ENT**

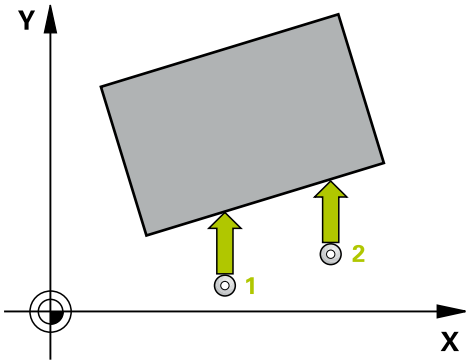
Exemplo

```
67 TCH PROBE 1.0  PTO REF POLAR
68 TCH PROBE 1.1  X ANGULO: +30
69 TCH PROBE 1.2  X+5 Y+0 Z-5
```

17.4 MEDIR ÂNGULO (ciclo 420, DIN/ISO: G420)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 420 obtém o ângulo que contém uma reta qualquer com o eixo principal do plano de maquinagem.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação programado **1**. A soma de Q320, **SET_UP** e do raio da esfera de apalpação é tida em consideração ao apalpar em cada direção de apalpação. O centro da esfera de apalpação é deslocado do ponto de apalpação segundo esta soma contra a direção de apalpação, ao iniciar-se o movimento de apalpação
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**)
3 A seguir, o apalpador desloca-se para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa o segundo processo de apalpação
4 O comando posiciona o apalpador de volta na Altura Segura e memoriza o ângulo obtido no seguinte parâmetro Q:

Número do parâmetro	Significado
Q150	Ângulo medido referente ao eixo principal do plano de maquinagem

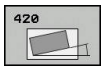
Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

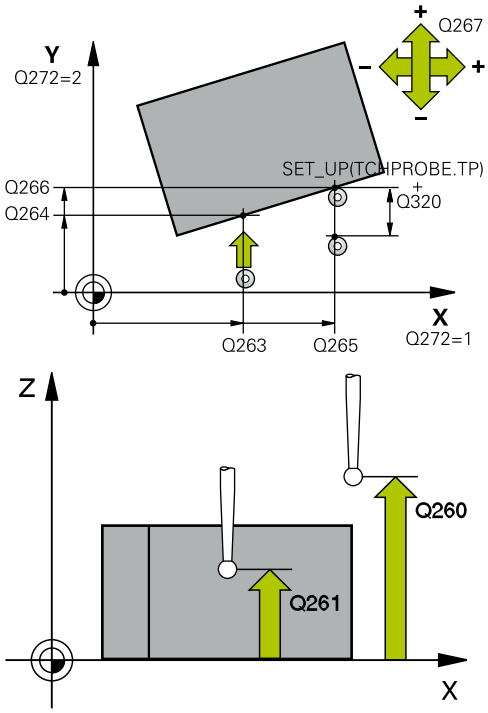
Se o eixo do apalpador estiver definido como eixo de medição, é possível medir o ângulo na direção do eixo A ou eixo B:

- Se o ângulo tiver de ser medido na direção do eixo A, selecionar **Q263** igual a **Q265** e **Q264** diferente de **Q266**
- Se o ângulo tiver de ser medido na direção do eixo B, selecionar **Q263** diferente de **Q265** e **Q264** igual a **Q266**

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q265 2. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q266 2. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo med.(1/2/3: 1=eixo princ.)?**: eixo onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
  3: eixo do apalpador = eixo de medição
- **Q267 Direc. desloc. 1 (+1=+ / -1=-)?**: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. O movimento de apalpação inicia-se desviado segundo a soma de **Q320**, **SET_UP** e o raio da esfera de apalpação também ao apalpar na direção do eixo da ferramenta. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



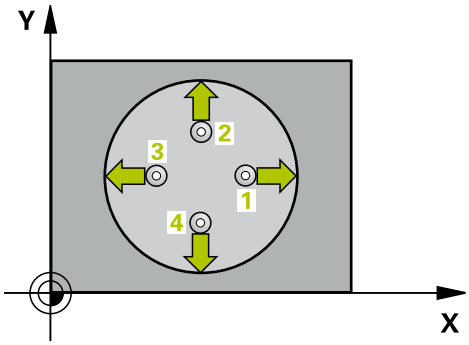
Exemplo

5 TCH PROBE 420 MEDIR ANGULO	
Q263=+10	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+10	;1. PONTO NO EIXO 2
Q265=+15	;2. PONTO DO 1. EIXO
Q266=+95	;2. PONTO DO 2. EIXO
Q272=1	;EIXO DE MEDICAO
Q267=-1	;DIRECAO DESLOCAMENTO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+10	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=1	;IR ALTURA SEGURANCA
Q281=1	;PROTOCOLO MEDIDA

- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o comando deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o comando guarda o **ficheiro de protocolo TCHPR420.TXT** no diretório em que se encontra também o programa NC correspondente.
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do comando (em seguida, com **NC-Start**, pode prosseguir o programa NC)

17.5 MEDIR FURO (ciclo 421, DIN/ISO: G421)

Execução do ciclo



O ciclo de apalpação 421 obtém o ponto central e o diâmetro dum furo (caixa circular). Se se definirem no ciclo os respetivos valores de tolerância, o comando executa uma comparação de valor nominal/real e coloca os desvios em parâmetros Q.

1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna SET_UP na tabela de apalpadores

2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). O comando determina automaticamente a direção de apalpação em função do ângulo inicial programado

3 A seguir, o apalpador desloca-se de forma circular, ou à altura de medição ou à altura segura, para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação

4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro e o quarto processo de apalpação

5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura e memoriza o ângulo os valores reais e os desvios nos seguintes parâmetros Q:

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q163	Desvio diâmetro

Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

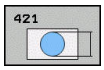
Quanto menor for o passo angular programado, menor é a precisão com que o comando calcula a dimensão do furo. menor valor de introdução: 5°.

Se remeter para uma ferramenta de tornear no parâmetro Q330, aplica-se o seguinte:

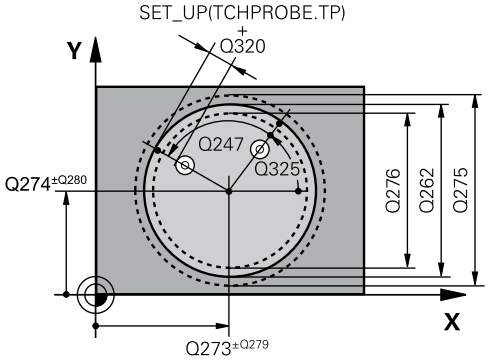
- Os parâmetros Q498 e Q531 têm que ser descritos
- As indicações dos parâmetros Q498 e Q531, por exemplo, do ciclo 800 devem coincidir com estas indicações.
- Se o comando executar uma correção da ferramenta de tornear, os valores correspondentes serão corrigidos nas colunas DZL ou DXL
- O comando monitoriza também a tolerância de rotura que está definida na coluna LBREAK

Se remeter para uma ferramenta de fresagem no parâmetro Q330, as introduções nos parâmetros Q498 e Q531 não têm qualquer efeito.

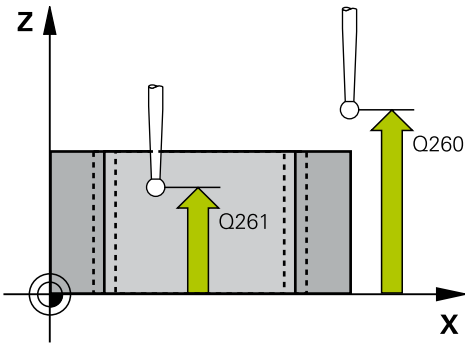
Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto): centro do furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274 Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto): centro do furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q262 Diametro nominal?**: introduzir o diâmetro do furo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direcção de rotação (- = sentido horário), com que o apalpador se desloca para o ponto de medição seguinte. Se quiser medir arcos de círculo, programe um passo angular menor do que 90°. Campo de introdução -120,000 a 120,000



- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q275 Tamanho maximo furo?**: máximo diâmetro permitido do furo (caixa circular). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q276 Tamanho minimo furo?**: mínimo diâmetro permitido do furo (caixa circular). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q279 Tolerancia centro eixo 1?**: desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q280 Tolerancia centro eixo 2?**: desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o comando deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o comando cria o **ficheiro de protocolo TCHPR421.TXT**, por norma, no diretório em que se encontra também o programa NC correspondente.
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do comando. Continuar o programa NC com **NC-Start**
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: determinar se, caso as tolerâncias sejam excedidas, o comando deve interromper a execução do programa e enviar uma mensagem de erro:
  0: não interromper a execução do programa, não enviar mensagem de erro
  1: interromper a execução do programa, enviar mensagem de erro



Exemplo

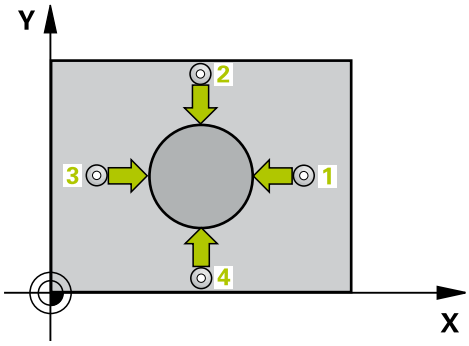
```
5 TCH PROBE 421  MEDIR FURO
   Q273=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
   Q274=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
   Q262=75    ;DIAMETRO NOMINAL
   Q325=+0    ;ANGULO INICIAL
   Q247=+60   ;PASSO ANGULAR
   Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
   Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q301=1     ;IR ALTURA SEGURANCA
   Q275=75,12;TAMANHO MAXIMO
   Q276=74,95;TAMANHO MINIMO
   Q279=0,1   ;TOLERANCIA 1. CENTRO
   Q280=0,1   ;TOLERANCIA 2. CENTRO
   Q281=1     ;PROTOCOLO MEDIDA
   Q309=0     ;PARAG. PGM SEM ERRO
   Q330=0     ;FERRAMENTA
   Q423=4     ;NUMERO APALPACOES
   Q365=1     ;TIPO DESLOCAMENTO
```

- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o comando deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 624). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o comando executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.
- **Q423 Nº de apalpações no plano (4/3)?**: definir se o comando deve medir o círculo com 4 ou 3 apalpações:
  4: utilizar 4 pontos de medição (definição padrão)
  3: utilizar 3 pontos de medição
- **Q365 Tipo deslocam.? recta=0/círc.=1**: determinar com que função de trajetória a ferramenta se deve deslocar entre os pontos de medição quando está ativa a deslocação à altura segura (Q301=1):
  0: deslocação entre as maquinagens segundo uma reta
  1: deslocação entre as maquinagens de forma circular sobre o diâmetro do círculo teórico
- **Q498 Inverter ferr.ta (0=não/1=sim)?**: relevante somente se foi previamente indicada uma ferramenta de tornear no parâmetro Q330.
  Para uma supervisão correta da ferramenta de tornear, o comando deve conhecer a situação de maquinagem exata. Por isso, indique o seguinte:
  1: a ferramenta de tornear está espelhada (rodada em 180°), p. ex., com o ciclo 800 e o parâmetro **Inverter ferramenta** Q498=1
  0: a ferramenta de tornear corresponde à descrição na tabela de ferramentas de tornear toolturn.trn, sem modificação, p. ex., pelo ciclo 800 e o parâmetro **Inverter ferramenta** Q498=0
- **Q531 Ângulo de incidência?**: relevante somente se foi previamente indicada uma ferramenta de tornear no parâmetro Q330. Indique o ângulo de incidência entre a ferramenta de tornear e a peça de trabalho durante a maquinagem, p. ex., do ciclo 800, parâmetro **Ângulo de incidência?** Q531. Campo de introdução: de -180° a +180°

17.6 MEDIR CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 422, DIN/ISO: G422)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 422 obtém o ponto central e o diâmetro duma ilha circular. Se se definirem no ciclo os respetivos valores de tolerância, o comando executa uma comparação de valor nominal/real e coloca os desvios em parâmetros Q.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores

2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). O comando determina automaticamente a direção de apalpação em função do ângulo inicial programado

3 A seguir, o apalpador desloca-se de forma circular, ou à altura de medição ou à altura segura, para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação

4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro e o quarto processo de apalpação

5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura e memoriza o ângulo os valores reais e os desvios nos seguintes parâmetros Q:

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q163	Desvio diâmetro

Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

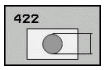
Quanto menor for o passo angular programado, menor é a precisão com que o comando calcula a dimensão da ilha. menor valor de introdução: 5°.

Se remeter para uma ferramenta de tornear no parâmetro Q330, aplica-se o seguinte:

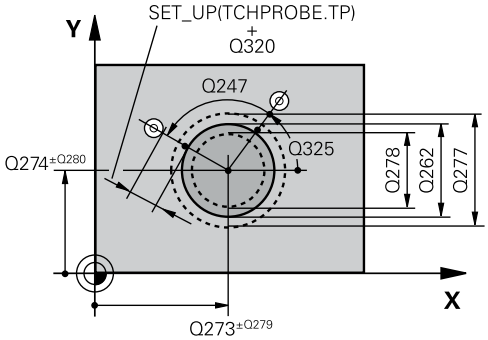
- Os parâmetros Q498 e Q531 têm que ser descritos
- As indicações dos parâmetros Q498 e Q531, por exemplo, do ciclo 800 devem coincidir com estas indicações.
- Se o comando executar uma correção da ferramenta de tornear, os valores correspondentes serão corrigidos nas colunas DZL ou DXL
- O comando monitoriza também a tolerância de rotura que está definida na coluna LBREAK

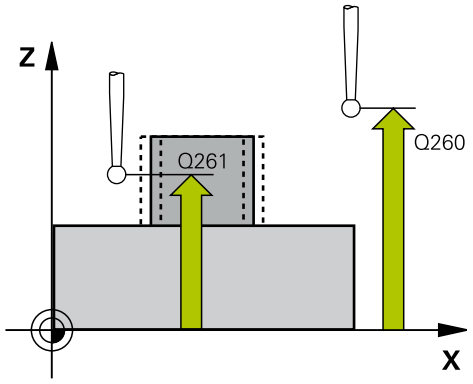
Se remeter para uma ferramenta de fresagem no parâmetro Q330, as introduções nos parâmetros Q498 e Q531 não têm qualquer efeito.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto) : centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto) : centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q262 Diametro nominal?**: introduzir o diâmetro da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre dois pontos de medição, o sinal do passo angular determina a direção de maquinagem (- = sentido horário). Se quiser medir arcos de círculo, programe um passo angular menor do que 90°. Campo de introdução -120,0000 a 120,0000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





Exemplo

```
5 TCH PROBE 422  MEDIR CIRC EXTERNO
```

- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q275 Tamanho maximo ilhas?**: máximo diâmetro permitido da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q278 Tamanho minimo ilhas?**: mínimo diâmetro permitido da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q279 Tolerancia centro eixo 1?**: desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q280 Tolerancia centro eixo 2?**: desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o comando deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o comando guarda o **ficheiro de protocolo TCHPR422.TXT** no diretório em que se encontra também o programa NC correspondente.
  2: interromper execução do programa e emitir protocolo de medição no ecrã do comando. Continuar o programa NC com **NC-Start**
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: determinar se, caso as tolerâncias sejam excedidas, o comando deve interromper a execução do programa e enviar uma mensagem de erro:
  0: não interromper a execução do programa, não enviar mensagem de erro
  1: interromper a execução do programa, enviar mensagem de erro

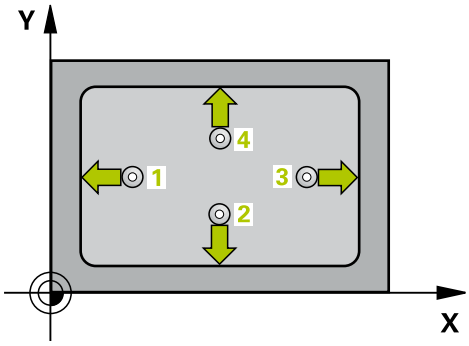
```
Q273=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
Q274=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
Q262=75    ;DIAMETRO NOMINAL
Q325=+90   ;ANGULO INICIAL
Q247=+30   ;PASSO ANGULAR
Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+10   ;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0     ;IR ALTURA SEGURANCA
Q277=35,15;TAMANHO MAXIMO
Q278=34,9  ;TAMANHO MINIMO
Q279=0,05  ;TOLERANCIA 1. CENTRO
Q280=0,05  ;TOLERANCIA 2. CENTRO
Q281=1     ;PROTOCOLO MEDIDA
Q309=0     ;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0     ;FERRAMENTA
Q423=4     ;NUMERO APALPACOES
Q365=1     ;TIPO DESLOCAMENTO
```

- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o comando deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 624). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: Números de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T
- **Q423 Nº de apalpações no plano (4/3)?**: definir se o comando deve medir o círculo com 4 ou 3 apalpações:
  4: utilizar 4 pontos de medição (definição padrão)
  3: utilizar 3 pontos de medição
- **Q365 Tipo deslocam.? recta=0/círc.=1**: determinar com que função de trajetória a ferramenta se deve deslocar entre os pontos de medição quando está ativa a deslocação à altura segura (Q301=1):
  0: deslocação entre as maquinagens segundo uma reta
  1: deslocação entre as maquinagens de forma circular sobre o diâmetro do círculo teórico
- **Q498 Inverter ferr.ta (0=não/1=sim)?**: relevante somente se foi previamente indicada uma ferramenta de tornear no parâmetro Q330.
  Para uma supervisão correta da ferramenta de tornear, o comando deve conhecer a situação de maquinagem exata. Por isso, indique o seguinte:
  1: a ferramenta de tornear está espelhada (rodada em 180°), p. ex., com o ciclo 800 e o parâmetro **Inverter ferramenta** Q498=1
  0: a ferramenta de tornear corresponde à descrição na tabela de ferramentas de tornear toolturn.trn, sem modificação, p. ex., pelo ciclo 800 e o parâmetro **Inverter ferramenta** Q498=0
- **Q531 Ângulo de incidência?**: relevante somente se foi previamente indicada uma ferramenta de tornear no parâmetro Q330. Indique o ângulo de incidência entre a ferramenta de tornear e a peça de trabalho durante a maquinagem, p. ex., do ciclo 800, parâmetro **Ângulo de incidência?** Q531. Campo de introdução: de -180° a +180°

17.7 MEDIR RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 423, DIN/ISO: G423)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 423 obtém o ponto central e também o comprimento e largura duma caixa retangular. Se se definirem no ciclo os respetivos valores de tolerância, o comando executa uma comparação de valor nominal/real e coloca os desvios em parâmetros Q.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores

2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**)

3 A seguir, o apalpador desloca-se paralelo ao eixo à altura de medição ou à altura segura, para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação

4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro e o quarto processo de apalpação

5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura e memoriza o ângulo os valores reais e os desvios nos seguintes parâmetros Q:

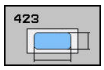
Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q154	Valor real do comprimento lateral, eixo principal
Q155	Valor real do comprimento lateral, eixo secundário
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q164	Desvio do comprimento lateral, eixo principal
Q165	Desvio do comprimento lateral, eixo secundário

Ter em atenção ao programar!

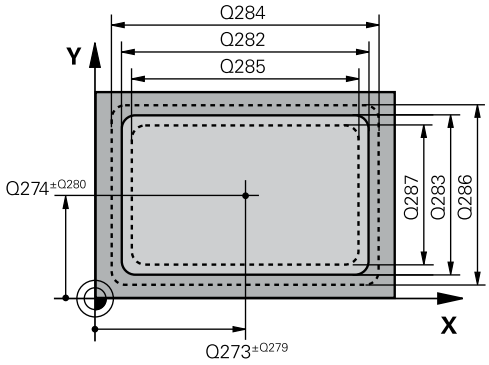
Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

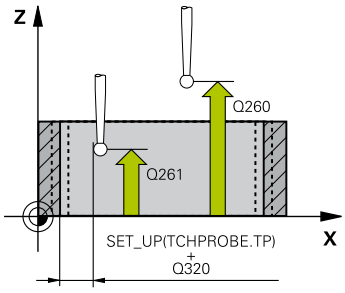
Quando a medida da caixa e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o comando apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto): centro da caixa no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274 Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q282 Longitude 1. lado (val.nominal)?**: comprimento da caixa, paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q283 Longitude 2. lado (val.nominal)?**: comprimento da caixa, paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura





Exemplo

```
5 TCH PROBE 423  MEDIR RECTAN
    INTERNO
    Q273=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
    Q274=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
    Q282=80    ;COMPRIMENTO 1. LADO
    Q283=60    ;COMPRIMENTO 2. LADO
    Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
    Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q260=+10   ;ALTURA DE SEGURANCA
    Q301=1     ;IR ALTURA SEGURANCA
    Q284=0     ;TAMANHO MAX. 1.LADO
    Q285=0     ;TAMANHO MIN. 1. LADO
```

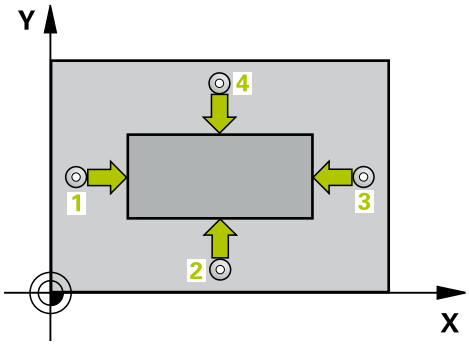
- **Q284 Tamanho max.longitude 1. lado?**: máximo comprimento permitido da caixa. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q285 Tamanho min. longitude 1. lado?**: mínimo comprimento permitido da caixa. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q286 Tamanho max. longitude 2. lado?**: máxima largura permitida da caixa. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q287 Tamanho min. longitude 2. lado?**: mínima largura permitida da caixa. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q279 Tolerancia centro eixo 1?**: desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q280 Tolerancia centro eixo 2?**: desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o comando deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o comando guarda o **ficheiro de protocolo TCHPR423.TXT** no diretório em que se encontra também o programa NC correspondente.
  2: interromper execução do programa e emitir protocolo de medição no ecrã do comando.Continuar o programa NC com **NC-Start**
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: determinar se, caso as tolerâncias sejam excedidas, o comando deve interromper a execução do programa e enviar uma mensagem de erro:
  0: não interromper a execução do programa, não enviar mensagem de erro
  1: interromper a execução do programa, enviar mensagem de erro
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o comando deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 624). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: Números de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T

Q286=0	;TAMANHO MAX. 2. LADO
Q287=0	;TAMANHO MIN. 2. LADO
Q279=0	;TOLERANCIA 1. CENTRO
Q280=0	;TOLERANCIA 2. CENTRO
Q281=1	;PROTOCOLO MEDIDA
Q309=0	;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA

17.8 MEDIR RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 424, DIN/ISO: G424)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 424 obtém o ponto central e também o comprimento e largura duma ilha retangular. Se se definirem no ciclo os respetivos valores de tolerância, o comando executa uma comparação de valor nominal/real e coloca os desvios em parâmetros Q.



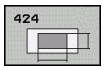
1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**)
3 A seguir, o apalpador desloca-se paralelo ao eixo à altura de medição ou à altura segura, para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação
4 O comando posiciona o apalpador para o ponto de apalpação **3** e a seguir para o ponto de apalpação **4** e executa aí o terceiro e o quarto processo de apalpação
5 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura e memoriza o ângulo os valores reais e os desvios nos seguintes parâmetros Q:

Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q154	Valor real do comprimento lateral, eixo principal
Q155	Valor real do comprimento lateral, eixo secundário
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q164	Desvio do comprimento lateral, eixo principal
Q165	Desvio do comprimento lateral, eixo secundário

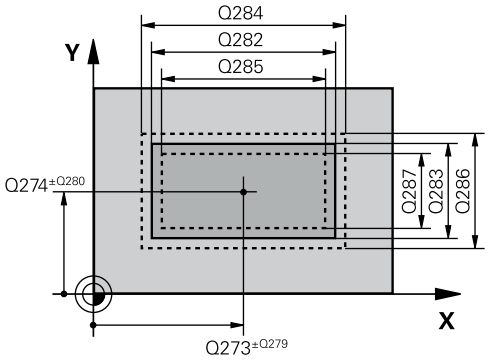
Ter em atenção ao programar!

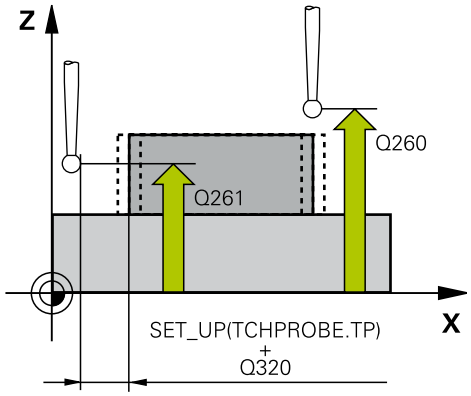
Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto) : centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto) : centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q282Longitude 1. lado (val.nominal)?**: comprimento da ilha, paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q283Longitude 2. lado (val.nominal)?**: comprimento da ilha, paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura





Exemplo

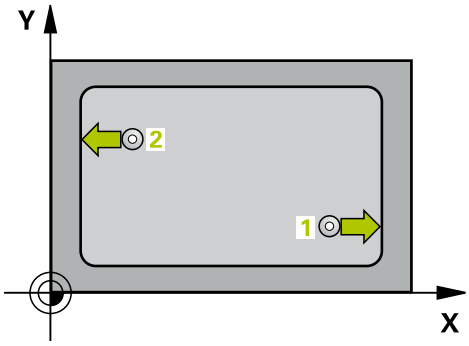
5 TCH PROBE 424 MEDIR RECTAN EXTERNO	
Q273=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q274=+50	;2. CENTRO EIXO 2
Q282=75	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q283=35	;COMPRIMENTO 2. LADO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA

- **Q284 Tamanho max.longitude 1. lado?**: máximo comprimento permitido da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q285 Tamanho min. longitude 1. lado?**: mínimo comprimento permitido da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q286 Tamanho max. longitude 2. lado?**: máxima largura permitida da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q287Tamanho min. longitude 2. lado?**: mínima largura permitida da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q279 Tolerancia centro eixo 1?**: desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q280 Tolerancia centro eixo 2?**: desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o comando deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o comando guarda o **ficheiro de protocolo TCHPR424.TXT** na mesma pasta em que se encontra o ficheiro .h
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do comando. Continuar o programa NC com **NC-Start**
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: determinar se, caso as tolerâncias sejam excedidas, o comando deve interromper a execução do programa e enviar uma mensagem de erro:
  0: não interromper a execução do programa, não enviar mensagem de erro
  1: interromper a execução do programa, enviar mensagem de erro
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o comando deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 624). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o comando executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.

```
Q284=75,1  ;TAMANHO MAX. 1.LADO
Q285=74,9  ;TAMANHO MIN. 1. LADO
Q286=35    ;TAMANHO MAX. 2. LADO
Q287=34,95;TAMANHO MIN. 2. LADO
Q279=0,1   ;TOLERANCIA 1. CENTRO
Q280=0,1   ;TOLERANCIA 2. CENTRO
Q281=1     ;PROTOCOLO MEDIDA
Q309=0     ;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0     ;FERRAMENTA
```

17.9 MEDIR LARGURA INTERIOR (ciclo 425, DIN/ISO: G425)

Execução do ciclo



O ciclo de apalpação 425 obtém a posição e a largura duma ranhura (caixa). Se se definirem no ciclo os respetivos valores de tolerância, o comando executa uma comparação de valor nominal/real e coloca o desvio num parâmetro Q.

1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores

2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). Furo Apalpação sempre em direção positiva do eixo programado

3 Se quiser introduzir um desvio para a segunda medição, o comando desloca o apalpador (eventualmente a altura segura) para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa aí o segundo processo de apalpação. Com grandes comprimentos nominais, o comando posiciona para o segundo ponto de apalpação em marcha rápida. Se não se introduzir nenhum desvio, o comando mede a largura diretamente na direção oposta

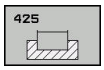
4 Por fim, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura e guarda os valores reais e o desvio nos seguintes parâmetros Q:

Número do parâmetro	Significado
Q156	Valor real comprimento medido
Q157	Valor real posição eixo central
Q166	Desvio do comprimento medido

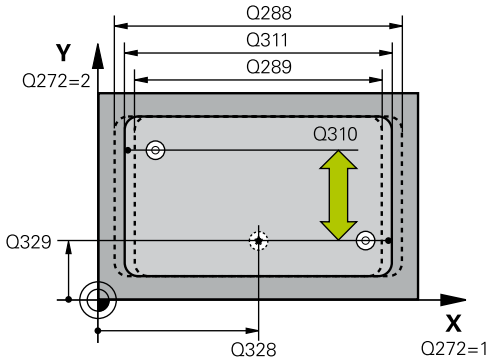
Ter em atenção ao programar!

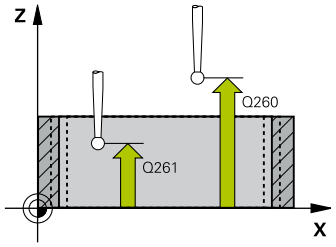
Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo



- **Q328 Ponto inicial do 1. eixo?** (absoluto) : ponto inicial do processo de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q329 Ponto inicial do 2. eixo?** (absoluto) : ponto inicial do processo de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q310 Offset para 2º medicao (+/-)?** (incremental): valor com que o apalpador é deslocado antes da segunda medição. Se se introduzir 0, o comando não desvia o apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo medicao (1=1º / 2=2º)?**: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q311 Longitude nominal?** : valor nominal do comprimento a medir. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q288 Tamanho maximo?**: comprimento máximo permitido. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q289 Tamanho minimo?**: comprimento mínimo permitido Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo de medição**: determinar se o comando deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o comando guarda o **ficheiro de protocolo TCHPR425.TXT** na mesma pasta em que se encontra o ficheiro .h
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do comando. Continuar o programa NC com **NC-Start**





Exemplo

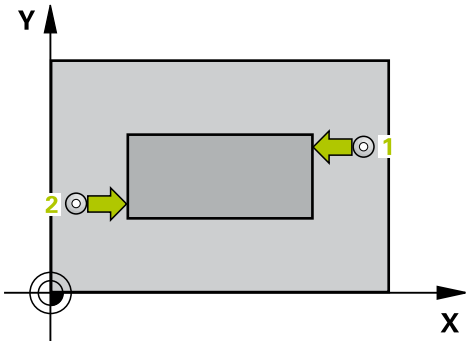
```
5 TCH PROBE 425  MEDIR LARG.
    INTERNA
    Q328=+75   ;PTO. INICIAL 1. EIXO
    Q329=-12.5 ;PTO. INICIAL 2. EIXO
    Q310=+0    ;OFFSET 2. MEDICAO
    Q272=1     ;EIXO DE MEDICAO
    Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
    Q260=+10   ;ALTURA DE SEGURANCA
    Q311=25    ;LONGITUDE NOMINAL
    Q288=25.05;TAMANHO MAXIMO
    Q289=25    ;TAMANHO MINIMO
    Q281=1     ;PROTOCOLO MEDIDA
    Q309=0     ;PARAG. PGM SEM ERRO
    Q330=0     ;FERRAMENTA
    Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q301=0     ;IR ALTURA SEGURANCA
```

- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: determinar se, caso as tolerâncias sejam excedidas, o comando deve interromper a execução do programa e enviar uma mensagem de erro:
  0: não interromper a execução do programa, não enviar mensagem de erro
  1: interromper a execução do programa, enviar mensagem de erro
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o comando deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 624). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o comando executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.
- **Q320 Distancia de seguranca?** (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores) e somente ao apalpar o ponto de referência no eixo do apalpador. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura

17.10 MEDIÇÃO NERVURA EXTERIOR (ciclo 426, DIN/ISO: G426)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 426 obtém a posição e a largura duma nervura. Se se definirem no ciclo os respetivos valores de tolerância, o comando executa uma comparação de valor nominal/real e coloca o desvio em parâmetros Q.



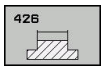
1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores
2 A seguir, o apalpador desloca-se para a altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**). Furo Apalpação sempre em direção negativa do eixo programado
3 A seguir, o apalpador desloca-se em altura segura para o ponto de apalpação seguinte e executa aí o segundo processo de apalpação
4 Por fim, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura e guarda os valores reais e o desvio nos seguintes parâmetros Q:

Número do parâmetro	Significado
Q156	Valor real comprimento medido
Q157	Valor real posição eixo central
Q166	Desvio do comprimento medido

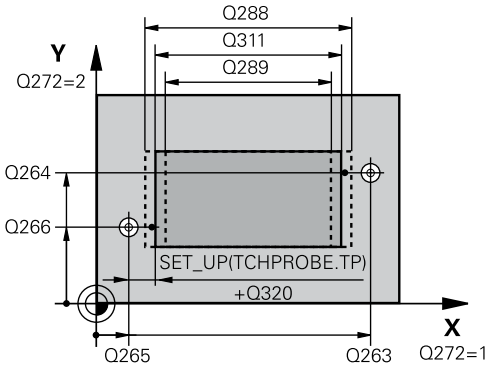
Ter em atenção ao programar!

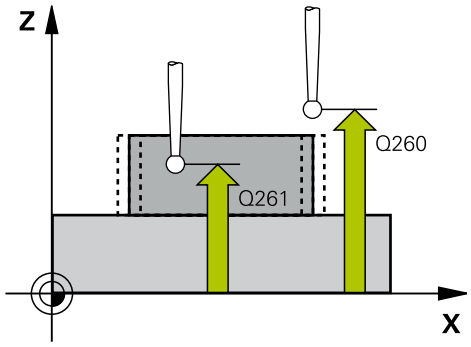
Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q265 2. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q266 2. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo medicao (1=1º / 2=2º)?**: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q311 Longitude nominal?** : valor nominal do comprimento a medir. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q288 Tamanho maximo?**: comprimento máximo permitido. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q289 Tamanho minimo?**: comprimento mínimo permitido Campo de introdução de 0 a 99999,9999





Exemplo

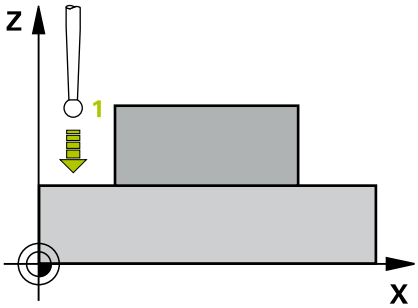
```
5 TCH PROBE 426  MEDIR SERRA
    EXTERNA
    Q263=+50   ;1. PONTO NO EIXO 1
    Q264=+25   ;1. PONTO NO EIXO 2
    Q265=+50   ;2. PONTO DO 1. EIXO
    Q266=+85   ;2. PONTO DO 2. EIXO
    Q272=2     ;EIXO DE MEDIÇÃO
    Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
    Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
    Q311=45    ;LONGITUDE NOMINAL
    Q288=45    ;TAMANHO MAXIMO
    Q289=44.95;TAMANHO MINIMO
    Q281=1     ;PROTOCOLO MEDIDA
    Q309=0     ;PARAG. PGM SEM ERRO
    Q330=0     ;FERRAMENTA
```

- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o comando deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o comando guarda o **ficheiro de protocolo TCHPR426.TXT** no diretório em que se encontra também o programa NC correspondente.
  2: interromper execução do programa e emitir protocolo de medição no ecrã do comando. Continuar o programa NC com **NC-Start**
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: determinar se, caso as tolerâncias sejam excedidas, o comando deve interromper a execução do programa e enviar uma mensagem de erro:
  0: não interromper a execução do programa, não enviar mensagem de erro
  1: interromper a execução do programa, enviar mensagem de erro
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o comando deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 624). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o comando executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.

17.11 MEDIR COORDENADA (ciclo 427, DIN/ISO: G427)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 427 obtém uma coordenada num eixo à escolha e coloca o valor num parâmetro do sistema. Se se definirem no ciclo os respectivos valores de tolerância, o comando executa uma comparação de valor nominal/real e coloca o desvio em parâmetros Q.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1**. O comando desvia, assim, o apalpador segundo a distância de segurança contra a direção de deslocação estabelecida

2 Depois, o comando posiciona o apalpador no plano de maquinagem sobre o ponto de apalpação **1** introduzido e mede aí o valor real no eixo escolhido

3 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura e memoriza a coordenada obtida no seguinte parâmetro Q:

Número do parâmetro	Significado
Q160	Coordenada medida

Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Quando está definido como eixo de medição um eixo do plano de maquinagem ativo (Q272 = 1 ou 2), o comando executa uma correção do raio da ferramenta. O comando obtém a direção de correção através da direção de deslocação definida (Q267)

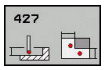
Quando está selecionado o eixo do apalpador como eixo de medição (Q272 = 3), o comando executa uma correção do comprimento da ferramenta

Se remeter para uma ferramenta de tornear no parâmetro Q330, aplica-se o seguinte:

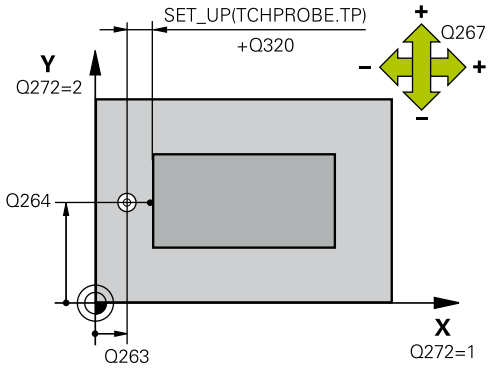
- Os parâmetros Q498 e Q531 têm que ser descritos
- As indicações dos parâmetros Q498 e Q531, por exemplo, do ciclo 800 devem coincidir com estas indicações.
- Se o comando executar uma correção da ferramenta de tornear, os valores correspondentes serão corrigidos nas colunas DZL ou DXL
- O comando monitoriza também a tolerância de rotura que está definida na coluna LBREAK

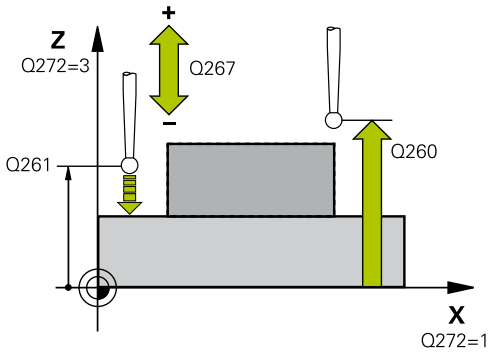
Se remeter para uma ferramenta de fresagem no parâmetro Q330, as introduções nos parâmetros Q498 e Q531 não têm qualquer efeito.

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q272 Eixo med.(1/2/3: 1=eixo princ.)?**: eixo onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
  3: eixo do apalpador = eixo de medição
- **Q267 Direc. desloc. 1 (+1=+ / -1=-)?**: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o comando deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o comando guarda o **ficheiro de protocolo TCHPR427.TXT** no diretório em que se encontra também o programa NC correspondente.
  2: interromper execução do programa e emitir protocolo de medição no ecrã do comando.Continuar o programa NC com **NC-Start**
- **Q288 Tamanho maximo?**: máximo valor de medição permitido. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q289 Tamanho minimo?**: mínimo valor de medição permitido. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





Exemplo

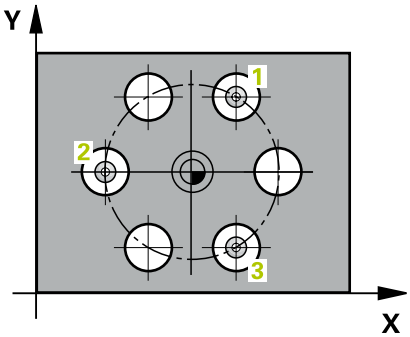
5 TCH PROBE 427 MEDIR COORDENADA	
Q263=+35	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+45	;1. PONTO NO EIXO 2
Q261=+5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q272=3	;EIXO DE MEDICAO
Q267=-1	;DIRECAO DESLOCAMENTO
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q281=1	;PROTOCOLO MEDIDA
Q288=5.1	;TAMANHO MAXIMO
Q289=4.95	;TAMANHO MINIMO
Q309=0	;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA
Q498=0	;INVERTER FERRAMENTA
Q531=0	;ANGULO DE INCIDENCIA

- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: determinar se, caso as tolerâncias sejam excedidas, o comando deve interromper a execução do programa e enviar uma mensagem de erro:
  0: não interromper a execução do programa, não enviar mensagem de erro
  1: interromper a execução do programa, enviar mensagem de erro
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o comando deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 624). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o comando executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.
- **Q498 Inverter ferr.ta (0=não/1=sim)?**: relevante somente se foi previamente indicada uma ferramenta de tornear no parâmetro Q330.
  Para uma supervisão correta da ferramenta de tornear, o comando deve conhecer a situação de maquinagem exata. Por isso, indique o seguinte:
  1: a ferramenta de tornear está espelhada (rodada em 180°), p. ex., com o ciclo 800 e o parâmetro **Inverter ferramenta** Q498=1
  0: a ferramenta de tornear corresponde à descrição na tabela de ferramentas de tornear toolturn.trn, sem modificação, p. ex., pelo ciclo 800 e o parâmetro **Inverter ferramenta** Q498=0
- **Q531 Ângulo de incidência?**: relevante somente se foi previamente indicada uma ferramenta de tornear no parâmetro Q330. Indique o ângulo de incidência entre a ferramenta de tornear e a peça de trabalho durante a maquinagem, p. ex., do ciclo 800, parâmetro **Ângulo de incidência?** Q531.
  Campo de introdução: de -180° a +180°

17.12 MEDIR CÍRCULO DE FUROS (ciclo 430, DIN/ISO: G430)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 430 obtém o ponto central e o diâmetro dum círculo de furos por meio da medição de três furos. Se se definirem no ciclo os respetivos valores de tolerância, o comando executa uma comparação de valor nominal/real e coloca o desvio em parâmetros Q.



1 O comando posiciona o apalpador em marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) no ponto central introduzido do primeiro furo **1**
2 A seguir, o apalpador desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o primeiro ponto central do furo
3 A seguir, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e posiciona-se no ponto central introduzido do segundo furo **2**
4 O comando desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o segundo ponto central do furo
5 A seguir, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e posiciona-se no ponto central introduzido do terceiro furo **3**
6 O comando desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o terceiro ponto central do furo
7 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura e memoriza o ângulo os valores reais e os desvios nos seguintes parâmetros Q:

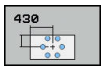
Número do parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real do diâmetro do círculo de furos
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q163	Desvio do diâmetro do círculo de furos

Ter em atenção ao programar!

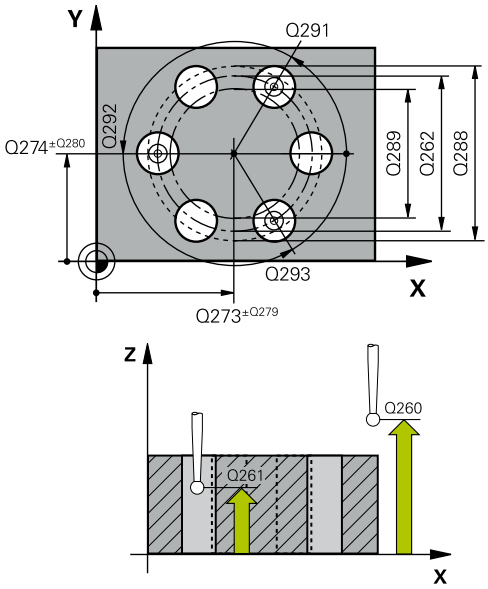
Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

O ciclo 430 executa somente a supervisão de rotura, nenhuma correção automática da ferramenta.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274 Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q262 Diametro nominal?**: introduzir o diâmetro do furo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q291 Angulo 1. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do primeiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q292 Angulo 2. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do segundo ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q293 Angulo 3. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do terceiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q288 Tamanho maximo?**: máximo diâmetro de círculo de furos permitido. Campo de introdução de 0 a 99999,9999



Exemplo

```
5 TCH PROBE 430  MEDIR CIRC FUROS
   Q273=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
   Q274=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
   Q262=80    ;DIAMETRO NOMINAL
   Q291=+0    ;ANGULO 1. FURO
   Q292=+90   ;ANGULO 2. FURO
   Q291=+180  ;ANGULO 3. FURO
   Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
   Q260=+10   ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q288=80.1  ;TAMANHO MAXIMO
   Q289=79.9  ;TAMANHO MINIMO
   Q279=0.15  ;TOLERANCIA 1. CENTRO
```

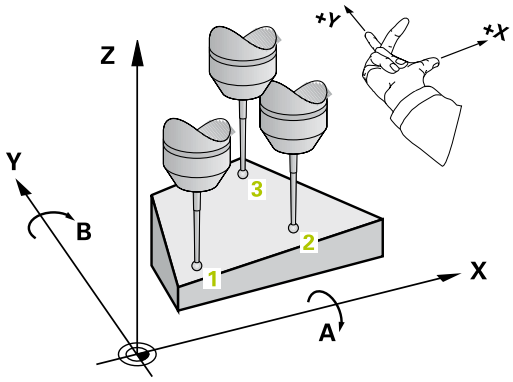
- **Q289 Tamanho minimo?**: mínimo diâmetro de círculo de furos permitido. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q279 Tolerancia centro eixo 1?**: desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q280 Tolerancia centro eixo 2?**: desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o comando deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o comando guarda o **ficheiro de protocolo TCHPR430.TXT** na mesma pasta em que se encontra também o programa NC correspondente
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do comando. Continuar o programa NC com **NC-Start**
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: determinar se, caso as tolerâncias sejam excedidas, o comando deve interromper a execução do programa e enviar uma mensagem de erro:
  0: não interromper a execução do programa, não enviar mensagem de erro
  1: interromper a execução do programa, enviar mensagem de erro
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o comando deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 624). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o comando executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.

```
Q280=0.15 ;TOLERANCIA 2. CENTRO
Q281=1    ;PROTOCOLO MEDIDA
Q309=0    ;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0    ;FERRAMENTA
```

17.13 MEDIR PLANO (ciclo 431, DIN/ISO: G431)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 431 obtém o ângulo dum plano, por meio de medição de três pontos e coloca os valores nos parâmetros Q.



1 O comando posiciona o apalpador na marcha rápida (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514) para o ponto de apalpação **1** programado e mede aí o primeiro ponto de plano. O comando desvia, assim, o apalpador na distância de segurança contra a direção de deslocação
2 Seguidamente, o apalpador regressa à Altura Segura e depois, no plano de maquinagem, para o ponto de apalpação **2**, medindo aí o valor real do segundo ponto de plano
3 Seguidamente, o apalpador regressa à Altura Segura e depois, no plano de maquinagem, para o ponto de apalpação **3**, medindo aí o valor real do terceiro ponto de plano
4 Finalmente, o comando posiciona o apalpador de regresso na Altura Segura e memoriza os valores angulares obtidos nos seguintes parâmetros Q:

Número do parâmetro	Significado
Q158	Ângulo de projeção do eixo A
Q159	Ângulo de projeção do eixo B
Q170	Ângulo no espaço A
Q171	Ângulo no espaço B
Q172	Ângulo no espaço C
de Q173 até Q175	Valores de medição no eixo do apalpador (da primeira à terceira medição)

Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Para o comando poder calcular os valores angulares, os três pontos de medição não devem estar situados numa recta.

Nos parâmetros Q170 - Q172 são memorizados os ângulos no espaço, que são necessários na função de inclinação do plano de maquinagem. Por meio dos dois primeiros pontos de medição, determina-se a direção do eixo principal em inclinação do plano de maquinagem.

O terceiro ponto de medição estabelece o sentido do eixo da ferramenta. Definir o terceiro ponto de medição no sentido do eixo Y positivo, para que o eixo da ferramenta se situe corretamente no sistema de coordenadas de rotação para a direita.

AVISO

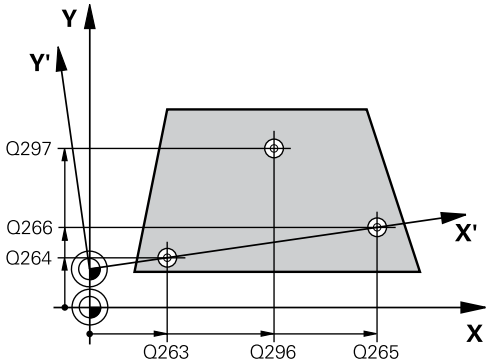
Atenção, perigo de colisão!

Se escrever os ângulos na tabela de pontos de referência e, em seguida, inclinar para os ângulos sólidos com SPA=0; SPB=0; SPC=0, produzem-se várias soluções, nas quais os eixos basculantes se encontram em 0.

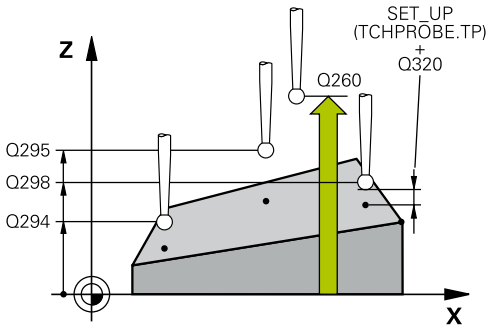
- Programe SYM (SEQ) + ou SYM (SEQ) -

Parâmetros de ciclo

- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q294 1. ponto medicao eixo 3** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q265 2. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q266 2. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



- **Q295 2. ponto de medicao no eixo 3?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q296 3º ponto de medição no 1º eixo?** (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q297 3º ponto de medição no 2º eixo?** (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q298 3º ponto de medição no 3º eixo?** (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o comando deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o comando guarda o **ficheiro de protocolo TCHPR431.TXT** na mesma pasta em que se encontra também o programa NC correspondente
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do comando. Continuar o programa NC com **NC-Start**



Exemplo

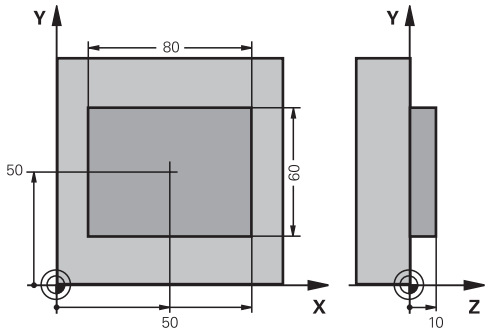
```
5 TCH PROBE 431  MEDIR PLANO
   Q263=+20   ;1. PONTO NO EIXO 1
   Q264=+20   ;1. PONTO NO EIXO 2
   Q294=-10   ;1. PONTO EIXO 3
   Q265=+50   ;2. PONTO DO 1. EIXO
   Q266=+80   ;2. PONTO DO 2. EIXO
   Q230=+0    ;2. PONTO DO 3. EIXO
   Q228=+90   ;3. PONTO DO 1. EIXO
   Q297=+35   ;3. PONTO DO 2. EIXO
   Q298=+12   ;3. PONTO DO 3. EIXO
   Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q260=+5    ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q281=1     ;PROTOCOLO MEDIDA
```

17.14 Exemplos de programação

Exemplo: medir e aperfeiçoar ilhas retangulares

Execução do programa

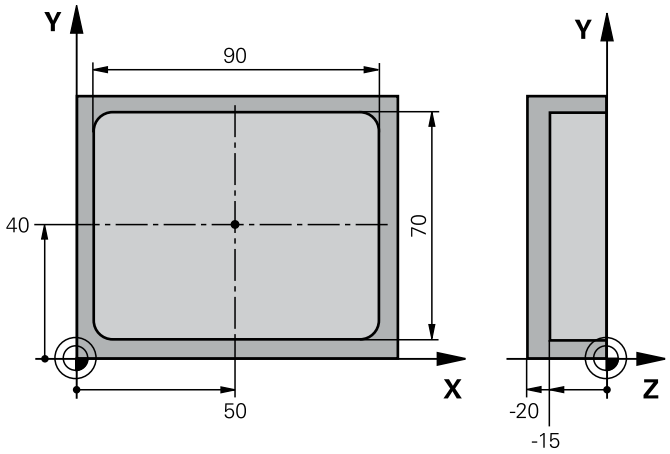
- Desbastar ilha retangular com medida excedente 0,5
- Medir a ilha retangular
- Acabar a ilha retangular tendo em consideração os valores de medição



0 BEGIN PGM BEAMS MM	
1 TOOL CALL 69 Z	Chamada de ferramenta para pré-maquinagem
2 L Z+100 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
3 FN 0: Q1 = +81	Comprimento do retângulo em X (medida de desbaste)
4 FN 0: Q2 = +61	Comprimento do retângulo em Y (medida de desbaste)
5 CALL LBL 1	Chamar subprograma para maquinagem
6 L Z+100 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
7 TOOL CALL 99 Z	Chamar sensor
8 TCH PROBE 424 MEDIR RECTAN EXTERNO	Medir retângulo fresado
Q273=+50 ;CENTRO DO 1. EIXO	
Q274=+50 ;CENTRO DO 2. EIXO	
Q282=80 ;COMPRIMENTO 1. LADO	Comprimento nominal em X (medida final)
Q283=60 ;COMPRIMENTO 2. LADO	Comprimento nominal em Y (medida final)
Q261=-5 ;ALTURA MEDIDA	
Q320=0 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q260=+30 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q301=0 ;IR ALTURA SEGURANCA	
Q284=0 ;TAMANHO MAX. 1.LADO	Valores de introdução para a verificação da tolerância, não necessários
Q285=0 ;TAMANHO MIN. 1. LADO	
Q286=0 ;TAMANHO MAX. 2. LADO	
Q287=0 ;TAMANHO MIN. 2. LADO	
Q279=0 ;TOLERANCIA 1. CENTRO	
Q280=0 ;TOLERANCIA 2. CENTRO	
Q281=0 ;PROTOCOLO MEDIDA	Não emitir registo de medição
Q309=0 ;PARAG. PGM SEM ERRO	Não emitir mensagem de erro
Q330=0 ;FERRAMENTA	Sem supervisão da ferramenta
9 FN 2: Q1 = +Q1 - +Q164	Calcular comprimento em X por meio do desvio medido
10 FN 2: Q2 = +Q2 - +Q165	Calcular comprimento em Y por meio do desvio medido
11 L Z+100 R0 FMAX	Retirar o sensor

12 TOOL CALL 1 Z S5000	Chamada de ferramenta de acabamento
13 CALL LBL 1	Chamar subprograma para maquinagem
14 L Z+100 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
15 LBL 1	Subprograma com o ciclo de maquinagem Ilha retangular
16 CYCL DEF 213 ACAB. ILHA RET.	
Q200=20 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-10 ;PROFUNDIDADE	
Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q202=5 ;INCREMENTO	
Q207=500 ;AVANCO FRESAGEM	
Q203=+10 ;COORD. SUPERFICIE	
Q204=20 ;2. DIST. SEGURANCA	
Q216=+50 ;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+50 ;CENTRO DO 2. EIXO	
Q218=Q1 ;COMPRIMENTO 1. LADO	Comprimento na variável X para desbastar e acabar
Q219=Q2 ;COMPRIMENTO 2. LADO	Comprimento na variável Y para desbastar e acabar
Q220=0 ;ARREDONDAMENTO	
Q221=0 ;SOBRE-METAL 1. EIXO	
17 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo
18 LBL 0	Fim do subprograma
19 END PGM BEAMS MM	

Exemplo: medir caixa retangular, registar os resultados de medição



0 BEGIN PGM BSMESS MM		
1 TOOL CALL 1 Z		Chamada de ferramenta Sensor
2 L Z+100 R0 FMAX		Retirar o sensor
3 TCH PROBE 423 MEDIR RECTAN INTERNO		
Q273=+50	;CENTRO DO 1. EIXO	
Q274=+40	;CENTRO DO 2. EIXO	
Q282=90	;COMPRIMENTO 1. LADO	Comprimento nominal em X
Q283=70	;COMPRIMENTO 2. LADO	Comprimento nominal em Y
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA	
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA	
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA	
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA	
Q284=90.15	;TAMANHO MAX. 1.LADO	Medida máxima em X
Q285=89.95	;TAMANHO MIN. 1. LADO	Medida mínima em X
Q286=70.1	;TAMANHO MAX. 2. LADO	Medida máxima em Y
Q287=69.9	;TAMANHO MIN. 2. LADO	Medida mínima em Y
Q279=0.15	;TOLERANCIA 1. CENTRO	Desvio de posição permitido em X
Q280=0.1	;TOLERANCIA 2. CENTRO	Desvio de posição permitido em Y
Q281=1	;PROTOCOLO MEDIDA	Enviar registo de medição para ficheiro
Q309=0	;PARAG. PGM SEM ERRO	Em caso de tolerância excedida, não visualizar mensagem de erro
Q330=0	;FERRAMENTA	Sem supervisão da ferramenta
4 L Z+100 R0 FMAX M2		Retirar ferramenta, fim do programa
5 END PGM BSMESS MM		

18

Ciclos de apalpação: Funções especiais

18.1 Princípios básicos

Resumo

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

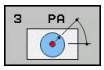
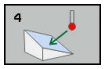
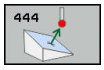
Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

O fabricante da máquina deve preparar o comando para a utilização de apalpadores 3D.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O comando disponibiliza ciclos para a seguinte aplicação especial:

Softkey	Ciclo	Página
	3 **MEDIR** Ciclo de medição para a criação de ciclos do fabricante	665
	4 **MEDIR 3D** Medição de uma posição qualquer	667
	441 **APALPACAO RAPIDA** Ciclo de medição para a definição de diferentes parâmetros do apalpador	688
	444 **APALPACAO 3D** Medição de uma posição qualquer	669

18.2 MEDIÇÃO (ciclo 3)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 3 determina uma posição qualquer na peça de trabalho, numa direção de apalpação selecionável. Ao contrário de outros ciclos de medição, no ciclo 3 podem-se introduzir diretamente o caminho de medição**ABST** e o avanço de medição**F**. Também a retração após registo do valor de medição se realiza com o valor **MB** possível de se introduzir.

1 O apalpador sai da posição atual com o avanço programado na direção de apalpação determinada. A direção de apalpação determina-se no ciclo por meio de ângulo polar

2 Depois de o comando ter registado a posição, o apalpador para. O comando memoriza as coordenadas do ponto central da esfera de apalpação X, Y, Z nos três parâmetros Q seguidos entre si. O comando não efetua quaisquer correções de comprimento e raio. O número do primeiro parâmetro é definido no ciclo

3 Finalmente, o comando desloca o apalpador, de regresso contra a direção de apalpação, com o valor que esteja definido no parâmetro **MB**

Ter em atenção ao programar!

O funcionamento exato do ciclo de apalpação 3 é definido pelo fabricante da sua máquina ou um fabricante de software, que utiliza o ciclo 3 dentro de ciclos de apalpação especiais.

Os dados do apalpador **DIST** (percurso máximo até ao ponto de apalpação) e **F** (avanço de apalpação) atuantes noutros ciclos de medição não atuam no ciclo de apalpação 3.

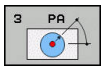
Tenha em atenção que o comando descreve sempre, em princípio, 4 parâmetros Q consecutivos.

Se não foi possível ao comando registar um ponto de apalpação válido, o programa NC continua a ser executado sem mensagem de erro. Neste caso, o comando atribui o valor -1 ao 4.º parâmetro de resultados, para que se possa efetuar o correspondente tratamento de erro.

O comando desloca o apalpador ao máximo pelo curso de retrocesso **MB**, mas não para além do ponto inicial da medição. Deste modo, não pode ocorrer qualquer colisão no retrocesso.

Com a função **FN17: SYSWRITE ID 990 NR 6**, pode determinar-se se o ciclo deve atuar sobre a entrada do sensor X12 ou X13.

Parâmetros de ciclo



- **Nr. parametro para o resultado?**: introduzir o número de parâmetro Q a que o comando deve atribuir o valor da primeira coordenada determinada (X). Os valores Y e Z encontram-se nos parâmetros Q imediatamente a seguir. Campo de introdução de 0 a 1999
- **Eixo palpaçâo?**: introduzir o eixo em cujo sentido deve ser feita a apalpação, confirmar com a tecla **ENT**. Campo de introdução X, Y ou Z
- **Ângulo de palpaçâo?**: ângulo referido ao **eixo de apalpação** definido em que o apalpador deve deslocar-se, confirmar com a tecla **ENT**. Campo de introdução -180,0000 a 180,0000
- **Trajectória máxima?**: introduzir o percurso de deslocação, a distância a que o apalpador deve deslocar-se do ponto inicial, e confirmar com a tecla ENT. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medir avanço**: introduzir o avanço de medição em mm/min. Campo de introdução 0 a 3000,000
- **¿Distância retracção máxima?**: percurso contra a direção de apalpação depois de ter sido defletida a haste de apalpação. O comando desloca o apalpador, no máximo, até ao ponto inicial, de modo a que não possa ocorrer qualquer colisão. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Sist. de ref? (0=ACT/1=REF)**: determinar se a direção de apalpação e o resultado da medição se devem referir ao sistema de coordenadas atual (**REAL**, pode, portanto, ser deslocado ou rodado) ou ao sistema de coordenadas da máquina (**REF**):
  0: apalpar no sistema atual e guardar o resultado da medição no sistema **REAL**
  1: apalpar no sistema REF fixo da máquina. Guardar o resultado da medição no sistema REF
- **Modo de erro? (0=OFF/1=ON)**: determinar se o comando, com a haste de apalpação defletida no início do ciclo, deve emitir uma mensagem de erro ou não. Se o modo **1** estiver selecionado, o comando guarda o valor **-1** no 4.º parâmetro de resultados e continua a executar o ciclo:
  0: enviar mensagem de erro
  1: não enviar mensagem de erro

Exemplo

```
4 TCH PROBE 3.0  MEDIR
5 TCH PROBE 3.1  Q1
6 TCH PROBE 3.2  X ANGULO:  +15
7 TCH PROBE 3.3  ABST +10  F100 MB1
   SISTEMA REFERENCIA: 0
8 TCH PROBE 3.4  ERRORMODE1
```

18.3 MEDIÇÃO 3D (ciclo 4)

Execução do ciclo

O ciclo 4 é um ciclo auxiliar que se pode utilizar para movimentos de apalpação com um apalpador qualquer (TS, TT ou TL). O comando não disponibiliza nenhum ciclo com o qual se possa calibrar o apalpador TS numa direção de apalpação qualquer.

O ciclo de apalpação 4 obtém, numa direção de apalpação definível por vetor, uma posição qualquer na peça. Ao contrário de outros ciclos de medição, no ciclo 4 podem introduzir-se diretamente o curso de apalpação e o avanço de apalpação. Também a retração após registo do valor de apalpação se realiza com um valor possível de se introduzir.

1 O comando desloca da posição atual com o avanço introduzido na direção de apalpação determinada. O sentido de apalpação deve ser determinado no ciclo através de um vetor (valores delta em X, Y e Z)
2 Depois de o comando ter registado a posição, o comando para o movimento de apalpação. O comando memoriza as coordenadas da posição de apalpação X, Y e Z em três parâmetros Q consecutivos. O número do primeiro parâmetro é definido no ciclo. Quando se utiliza um apalpador TS, o resultado da apalpação é corrigido segundo o desvio central calibrado.
3 Em seguida, o comando executa um posicionamento na direção contrária à de apalpação. O percurso de deslocação define-se no parâmetro **MB**, fazendo-se a deslocação, no máximo, até à posição inicial

Ter em atenção ao programar!

O comando desloca o apalpador ao máximo pelo curso de retrocesso **MB**, mas não para além do ponto inicial da medição. Deste modo, não pode ocorrer qualquer colisão no retrocesso.

Prestar atenção, no posicionamento prévio, a que o comando desloque o ponto central da esfera de apalpação não corrigido para a posição definida!

Tenha em atenção que o comando descreve sempre, em princípio, quatro parâmetros Q consecutivos.

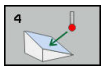
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se não foi possível ao comando registar um ponto de apalpação válido, é atribuído ao 4.º parâmetro de resultados o valor -1. O comando **não** interrompe o programa!

- Assegure-se de que todos os pontos de apalpação podem ser alcançados

Parâmetros de ciclo



- **Nr. parametro para o resultado?**: introduzir o número de parâmetro Q a que o comando deve atribuir o valor da primeira coordenada determinada (X). Os valores Y e Z encontram-se nos parâmetros Q imediatamente a seguir. Campo de introdução de 0 a 1999
- **Percur. med. relativo em X?**: parte X do vetor de direção em cujo sentido o apalpador deve deslocar-se. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Percur. med. relativo em Y?**: parte Y do vetor de direção em cujo sentido o apalpador deve deslocar-se. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Percur. med. relativo em Z?**: parte Z do vetor de direção em cujo sentido o apalpador deve deslocar-se. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Trajectória máxima?**: introduzir o curso de deslocação com a distância que o apalpador deve percorrer ao longo do vetor de direção. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medir avanço**: introduzir o avanço de medição em mm/min. Campo de introdução 0 a 3000,000
- **¿Distância retracção máxima?**: percurso contra a direção de apalpação depois de ter sido defletida a haste de apalpação. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Sist. de ref? (0=ACT/1=REF)**: Determinar se o resultado da apalpação deve ser guardado no sistema de coordenadas de introdução (**REAL**) ou referido ao sistema de coordenadas da máquina (**REF**):
  0: Guardar o resultado da medição no sistema **REAL**
  1: Guardar o resultado da medição no sistema **REF**

Exemplo

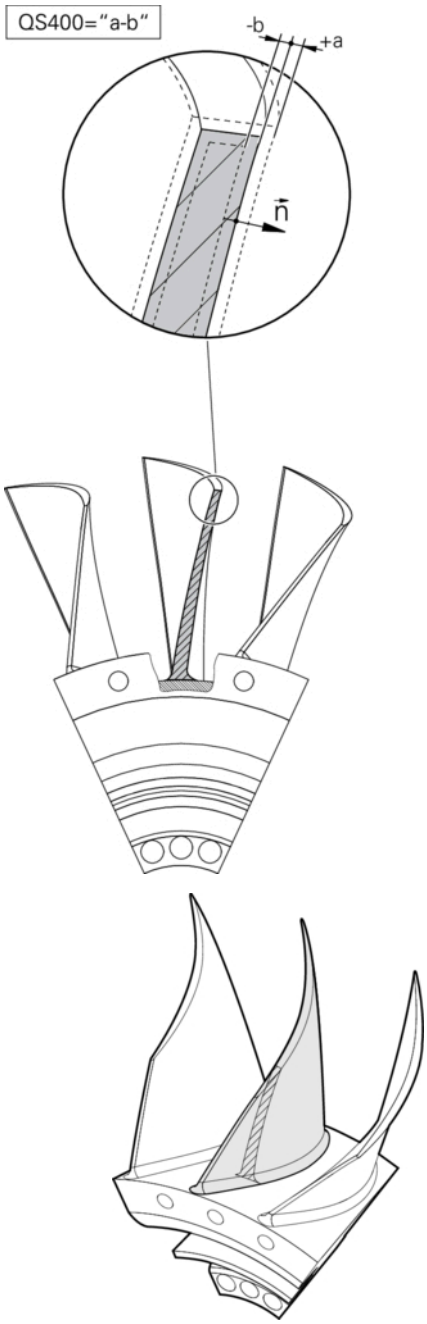
```
4 TCH PROBE 4.0  MEDIR 3D
5 TCH PROBE 4.1  Q1
6 TCH PROBE 4.2  IX-0.5 IY-1 IZ-1
7 TCH PROBE 4.3 ABST+45 F100 MB50
  SISTEMA REFERENCIA:0
```

18.4 APALPAÇÃO 3D (ciclo 444)

Execução do ciclo

O ciclo 444 verifica um ponto isolado na superfície de um componente. Este ciclo é utilizado, p. ex., em componentes de forma, para medir superfícies de formas livres. É possível determinar se um ponto na superfície do componente se encontra no intervalo de medida excedente ou de submedida, quando comparado com uma coordenada nominal. Em seguida, o operador pode executar outros passos de trabalho, como o trabalho de aperfeiçoamento, etc.

O ciclo 444 apalpa um ponto qualquer no espaço e determina o desvio relativamente a uma coordenada nominal. Essa operação tem em conta um vetor normal que é determinado através dos parâmetros **Q581**, **Q582** e **Q583**. O vetor normal encontra-se perpendicular a um plano (imaginário) onde está a coordenada nominal. O vetor normal aponta para o lado contrário da superfície e não define o curso de apalpação. É vantajoso determinar o vetor normal com a ajuda de um sistema CAD ou CAM. A margem de tolerância **QS400** define o desvio permitido entre a coordenada real e a nominal ao longo do vetor normal. Dessa forma, é possível estabelecer, p. ex., que após a deteção de uma submedida tem lugar uma paragem de programa. Além disso, o comando emite um protocolo e os desvios são guardados nos parâmetros de sistema enunciados abaixo.



Execução do ciclo

1. O apalpador afasta-se da posição atual para um ponto no vetor normal que se encontra à distância seguinte da coordenada nominal: distância = raio da esfera de apalpação + valor **SET_UP** da tabela tchprobe.tp (TNC:\table\tchprobe.tp) + **Q320**. O posicionamento prévio tem em consideração uma altura segura. Mais informações sobre a lógica de apalpação ver "Executar ciclos de apalpação", Página 514
2. Em seguida, o apalpador aproxima-se à coordenada nominal. O curso de apalpação é definido por DIST (não pelo vetor normal! O vetor normal só é utilizado para calcular corretamente as coordenadas.)
3. Depois de o comando ter registado a posição, o apalpador retrai-se e para. O comando guarda as coordenadas do ponto de contacto determinadas em parâmetros Q.
4. Finalmente, o comando desloca o apalpador, de regresso contra a direção de apalpação, com o valor que esteja definido no parâmetro **MB**

Parâmetros de sistema

O comando guarda os resultados do processo de apalpação nos seguintes parâmetros:

Parâmetros de sistema	Significado
Q151	Posição medida do eixo principal
Q152	Posição medida do eixo secundário
Q153	Posição medida do eixo da ferramenta
Q161	Desvio medido do eixo principal
Q162	Desvio medido do eixo secundário
Q163	Desvio medido do eixo da ferramenta
Q164	Desvio 3D medido ■ Menor que 0: submedida ■ Maior que 0: medida excedente
Q183	Estado da peça de trabalho: ■ - 1 = Não definido ■ 0 = Bom ■ 1 = Aperfeiçoamento ■ 2 = Desperdícios

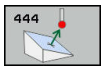
Função de registo

Após o processamento, o comando cria um protocolo em formato .html. O comando guarda o protocolo na mesma pasta em que se encontra o ficheiro .h (desde que não esteja configurado nenhum caminho para FN16).

O protocolo apresenta os seguintes conteúdos:

- Coordenada nominal definida
- Coordenada real determinada
- Representação a cores dos valores (verde para "Bom", cor de laranja para "Aperfeiçoamento", vermelho para "Desperdícios")
- (Se tiver sido definida uma tolerância QS400:) Indicação da variação dimensional superior e inferior, assim como do desvio obtido ao longo do vetor normal
- Direção de apalpação efetiva (como vetor no sistema de introdução). O valor do vetor corresponde aí ao curso de apalpação configurado

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q294 1. ponto medicao eixo 3** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q581 Vetores norm. superf.eixo princ?** Aqui indica-se a coordenada à superfície na direção do eixo principal. Regra geral, a indicação da coordenada à superfície de um ponto realiza-se com a ajuda de um sistema CAD/CAM. Campo de introdução: -10 a 10
- **Q582 Vetores norm.superf.eixo secund?** Aqui indica-se a coordenada à superfície na direção do eixo secundário. Regra geral, a indicação da coordenada à superfície de um ponto realiza-se com a ajuda de um sistema CAD/CAM. Campo de introdução: -10 a 10
- **Q583 Vetores norm. superf.eixo ferr?** Aqui indica-se a coordenada à superfície na direção do eixo da ferramenta. Regra geral, a indicação da coordenada à superfície de um ponto realiza-se com a ajuda de um sistema CAD/CAM. Campo de introdução: -10 a 10
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

Exemplo

4 TCH PROBE 444 APALPACAO 3D	
Q263=+0	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+0	;1. PONTO NO EIXO 2
Q294=+0	;1. PONTO EIXO 3
Q581=+1	;VETORS NORM EIX PRIN
Q582=+0	;VETORS NORM EIX SEC.
Q583=+0	;VETORS NORM EIX FERR
Q320=+0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=100	;ALTURA DE SEGURANCA
QS400="1-1"	;TOLERANCIA
Q309=+0	;REACAO DE ERRO

- **QS400 Indicação de tolerância?** Aqui indica-se a margem de tolerância que é supervisionada pelo ciclo. A tolerância define o desvio permitido ao longo das coordenadas à superfície. Este desvio é determinado entre a coordenada nominal e a efetiva coordenada real do componente. (A coordenada à superfície é definida por Q581 - Q583, a coordenada nominal é definida por Q263, Q264, Q294) O valor de tolerância é decomposto proporcionalmente ao eixo em função do vetor normal:
  Exemplo: QS400 ="0,4-0,1" significa: variação dimensional superior = coordenada nominal +0,4, variação dimensional inferior = coordenada nominal -0,1. Para o ciclo obtém-se a seguinte margem de tolerância: "Coordenada nominal +0,4" até "Coordenada nominal -0,1".
  Exemplo: QS400 ="0,4" significa: variação dimensional superior = coordenada nominal +0,4, variação dimensional inferior = coordenada nominal. Para o ciclo obtém-se a seguinte margem de tolerância: "Coordenada nominal +0,4" até "Coordenada nominal".
  Exemplo: QS400 ="-0,1" significa: variação dimensional superior = coordenada nominal, variação dimensional inferior = coordenada nominal -0,1. Para o ciclo obtém-se a seguinte margem de tolerância: "Coordenada nominal" até "Coordenada nominal -0,1".
  Exemplo: QS400 =" " significa: Sem consideração da tolerância.
  Exemplo: QS400 ="0" significa: Sem consideração da tolerância.
  Exemplo: QS400 ="0,1+0,1" significa: Sem consideração da tolerância.
- **Q309 Reação com erro de tolerância?**
  Determinar se o comando, em caso de desvio obtido, interrompe a execução do programa e emite uma mensagem:
  0: Caso se exceda a tolerância, não interromper a execução do programa, não emitir mensagem
  1: Caso se exceda a tolerância, interromper a execução do programa, emitir mensagem
  2: Se a coordenada real determinada ao longo do vetor normal de superfície se encontrar abaixo da coordenada nominal, o comando emite uma mensagem e interrompe a execução do programa. Ocorreu uma submedida. Não ocorre nenhuma reação de erro, pelo contrário, se o valor obtido ao longo do vetor normal de superfície se encontrar num intervalo maior que a coordenada nominal.

Ter em atenção ao programar!

Para conseguir resultados exatos em função do apalpador utilizado, antes da execução do ciclo 444, tem de se realizar uma calibração 3D. A calibração 3D requer a opção #92 3D-ToolComp.

O ciclo 444 cria um protocolo de medição em formato .html.

É emitida uma mensagem de erro se, antes da execução do ciclo 444, estiver ativo um espelhamento (ciclo 8) ou um escalonamento (ciclo 11, 26).

Dependendo da definição do parâmetro de máquina opcional **chkTiltingAxes** (N.º 204600), faz-se a verificação, durante a apalpação, se a posição dos eixos rotativos coincide com os ângulos de inclinação (Rot 3D). Se não for esse o caso, o comando emite uma mensagem de erro.

Ao apalpar, é tido em consideração um TCPM ativo. A apalpação de posições com TCPM ativo também se pode realizar em caso de estado inconsistente da inclinação do plano de maquinagem.

Se a sua máquina estiver equipada com um mandril regulado, deve ativar-se a condução posterior do ângulo na tabela de apalpadores (**coluna TRACK**). Deste modo, aumentam-se, em geral, as precisões na medição com um apalpador 3D.

O ciclo 444 refere todas as coordenadas ao sistema de introdução.

O comando descreve os parâmetros de retorno com os valores medidos ver "Execução do ciclo", Página 669.

O estado da peça de trabalho Bom/Aperfeiçoamento/ Desperdícios é definido através do parâmetro Q183 independentemente do parâmetro Q309 (ver "Execução do ciclo", Página 669).

18.5 Calibrar o apalpador digital

Para poder determinar exatamente o ponto de comando efetivo de um apalpador 3D, é necessário calibrar o apalpador, de outro modo o comando não consegue obter resultados de medição exatos.

Calibrar sempre o apalpador em caso de:

- Colocação em funcionamento
- Rotura da haste de apalpação
- Substituição da haste de apalpação
- Modificação do avanço de apalpação
- Irregularidades, p. ex., por aquecimento da máquina
- Alteração do eixo de ferramenta ativo

O comando aceita os valores de calibração do apalpador ativo diretamente após o processo de calibração.
Os dados de ferramenta atualizados ficam ativos de imediato. Não é necessária uma nova chamada de ferramenta.

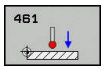
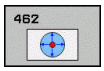
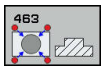
Na calibração, o comando determina o comprimento "atuante" da haste de apalpação e o raio "atuante" da esfera de apalpação. Para calibrar o apalpador 3D, fixe um anel de ajuste ou uma ilha com altura e raio interno conhecidos sobre a mesa da máquina.

O comando dispõe de ciclos de calibração para a calibração linear e para a calibração do raio:

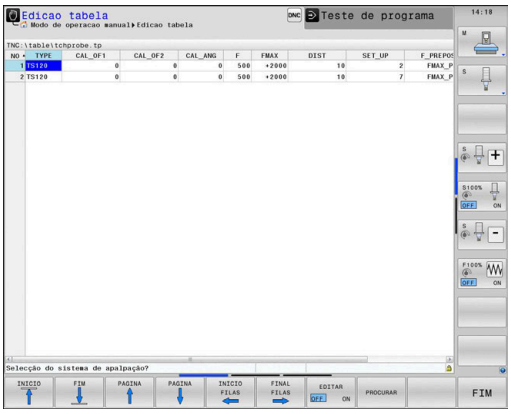
- Premir a softkey **Função de apalpação**

- Visualizar ciclos de calibração: premir a softkey **TS CALIBR.**
- Selecionar o ciclo de calibração

Ciclos de calibração do comando

Softkey	Função	Página
	Calibrar comprimento	681
	Determinar o raio e o desvio central com um anel de calibração	683
	Determinar o raio e o desvio central com uma ilha ou um pino de calibração	685
	Determinar o raio e o desvio central com uma esfera de calibração	676

18.6 Visualizar os valores calibrados



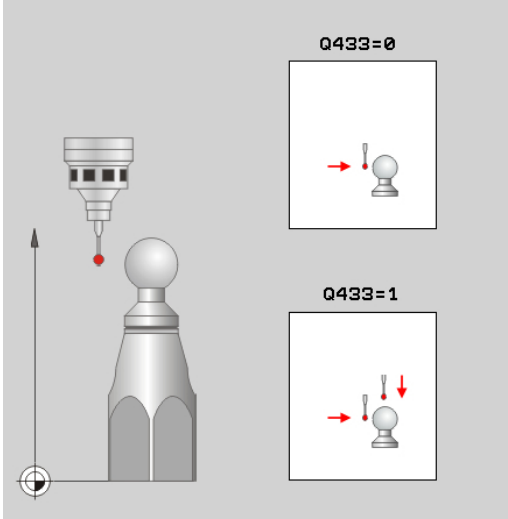
O comando memoriza o comprimento atuante e o raio atuante do apalpador na tabela da ferramenta. O comando memoriza o desvio central do apalpador na tabela do apalpador, nas colunas **CAL_OF1** (eixo principal) e **CAL_OF2** (eixo secundário). Para visualizar os valores memorizados, prima a softkey Tabela de apalpadores.

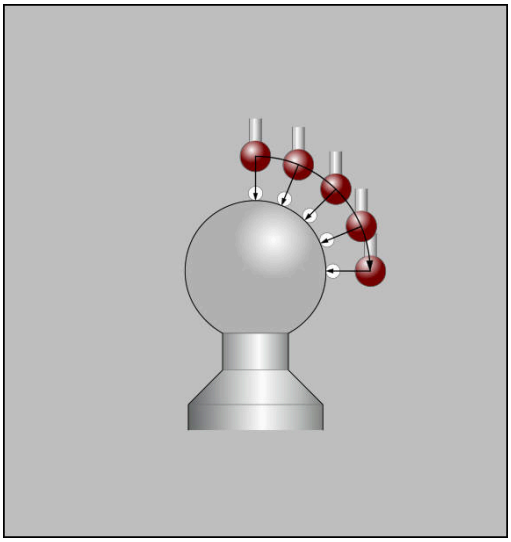
Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html. A posição de memória deste ficheiro é a mesma qua a do ficheiro de saída. O protocolo de medição pode ser visualizado no comando com o browser. Se forem utilizados vários ciclos de calibração do apalpador num programa NC, os protocolos de medição encontram-se todos em TCHPRAUTO.html. Quando se executa um ciclo de apalpação no modo de Funcionamento Manual, o comando guarda o protocolo de medição com o nome TCHPRMAN.html. A posição de memória deste ficheiro é a pasta TNC: \ *.

Certifique-se de que o número de ferramenta da tabela de ferramentas e o número de apalpador da tabela de apalpadores são adequados um ao outro. É indiferente se o ciclo do apalpador vai ser processado em modo de funcionamento automático ou modo de funcionamento **Modo de operacao manual**.

Encontra mais informações no capítulo Tabela de apalpadores

18.7 CALIBRAR TS (ciclo 460, DIN/ISO: G460)





Antes de iniciar o ciclo de calibração, é necessário pré-posicionar o apalpador ao centro sobre a esfera de calibração. Posicione o apalpador no eixo do apalpador aproximadamente à distância de segurança (valor da tabela de apalpadores + valor do ciclo) sobre a esfera de calibração.

Com o ciclo 460, é possível calibrar automaticamente um apalpador 3D digital numa esfera de calibração exata.

Além disso, é possível obter dados de calibração 3D. Para tal, é necessária a opção de software 92 3D-ToolComp. Os dados de calibração 3D descrevem o comportamento de deflexão do apalpador em qualquer direção de apalpação. Os dados de calibração 3D são guardados em TNC:\system\CAL_TS<T-Nr.>_<T-Idx.>.3DTC. Na tabela de ferramentas, faz-se referência à tabela 3DTC na coluna DR2TABLE. Os dados de calibração 3D são então considerados no processo de apalpação. A calibração 3D é necessária quando se pretenda alcançar uma precisão muito alta com o ciclo 444 Apalpação 3D (ver "APALPAÇÃO 3D (ciclo 444)", Página 669).

Execução do ciclo

Dependendo do parâmetro **Q433**, pode executar somente uma calibração do raio ou uma calibração do raio e do comprimento.

Calibração do raio Q433=0

1 Fixar a esfera de calibração. Prestar atenção à ausência de colisão!
2 Posicionar o apalpador no eixo de apalpação por cima da esfera de calibração e no plano de maquinagem aproximadamente no centro da esfera
3 O primeiro movimento do comando realiza-se no plano, dependendo do ângulo de referência (Q380)
4 Em seguida, o comando posiciona o apalpador no eixo do apalpador
5 Inicia-se o processo de apalpação e o comando começa a procurar o equador da esfera de calibração
6 Depois de se determinar o equador, começa a calibração do raio
7 Por fim, o comando retrai o apalpador no eixo do apalpador novamente para a altura a que o apalpador tinha sido previamente posicionado

Calibração do raio e do comprimento Q433=1

1 Fixar a esfera de calibração. Prestar atenção à ausência de colisão!
2 Posicionar o apalpador no eixo de apalpação por cima da esfera de calibração e no plano de maquinagem aproximadamente no centro da esfera
3 O primeiro movimento do comando realiza-se no plano, dependendo do ângulo de referência (Q380)
4 Em seguida, o comando posiciona o apalpador no eixo do apalpador
5 Inicia-se o processo de apalpação e o comando começa a procurar o equador da esfera de calibração
6 Depois de se determinar o equador, começa a calibração do raio
7 Em seguida, o comando retrai o apalpador no eixo do apalpador novamente para a altura a que o apalpador tinha sido previamente posicionado
8 O comando determina o comprimento do apalpador no polo norte da esfera de calibração
9 No final do ciclo, o comando retrai o apalpador no eixo do apalpador novamente para a altura a que o apalpador tinha sido previamente posicionado

Dependendo do parâmetro **Q455**, pode realizar adicionalmente uma calibração 3D.

Calibração 3D Q455= 1...30

1 Fixar a esfera de calibração. Prestar atenção à ausência de colisão!
2 Após a calibração do raio e do comprimento, o comando retrai o apalpador no eixo do apalpador. Em seguida, o comando posiciona o apalpador sobre o polo norte
3 O processo de apalpação inicia-se partindo do polo norte até ao equador em vários passos. São detetados os desvios do valor nominal e, dessa forma, o comportamento de deflexão específico.
4 O utilizador pode definir a quantidade de pontos de apalpação entre o polo norte e o equador. Este número depende do parâmetro de introdução Q455. Pode-se programar um valor de 1 a 30. Se programar Q455=0, a calibração 3D não se realiza.
5 Os desvios detetados durante a calibração são guardados numa tabela 3DTC.
6 No final do ciclo, o comando retrai o apalpador no eixo do apalpador novamente para a altura a que o apalpador tinha sido previamente posicionado

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html. A posição de memória deste ficheiro é a mesma qua a do ficheiro de saída. O protocolo de medição pode ser visualizado no comando com o browser. Se forem utilizados vários ciclos de calibração do apalpador num programa NC, os protocolos de medição encontram-se todos em TCHPRAUTO.html.

O comprimento ativo do apalpador refere-se sempre ao ponto de referência da ferramenta. Muitas vezes, os ponto de referência da ferramenta encontra-se no chamado came do mandril (superfície transversal do mandril). O fabricante da máquina também pode posicionar o ponto de referência da ferramenta diferentemente.

Antes da definição de ciclo, é necessário programar uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Posicionar previamente o apalpador, de tal forma que este fique aproximadamente sobre o centro da esfera.

Se programar Q455=0, o comando não executa nenhuma calibração 3D.

Se programar Q455=1 - 30, realiza-se uma calibração 3D do apalpador. Nessa operação, determinam-se desvios do comportamento de deflexão relativamente a diferentes ângulos. Se utilizar o ciclo 444, deverá executar previamente uma calibração 3D.

Ao programar Q455=1 - 30, é guardada uma tabela em TNC:\Table\CAL_TS<T-NR.>_<T-Idx.>.3DTC, correspondendo <T-NR> ao número e <Idx> ao índice do apalpador.

Se já existir uma referência a uma tabela de calibração (registo em DR2TABLE), esta tabela é sobrescrita.

Caso ainda não exista uma referência a uma tabela de calibração (registo em DR2TABLE), é criada uma referência e a respetiva tabela em conformidade com o número da ferramenta.

- **Q407 Raio esfera calibração exacto?** Indique o raio exato da esfera de calibração utilizada. Campo de introdução 0,0001 a 99,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores) e somente ao apalpar o ponto de referência no eixo do apalpador. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q423 Número de apalpações?** (absoluto): quantidade de pontos de medição no diâmetro. Campo de introdução de 0 a 8
- **Q380Âng. ref. eixo principal?** (absoluto) Indique o ângulo de referência (a rotação básica) para registo dos pontos de medição no sistema de coordenadas da peça de trabalho atuante. A definição de um ângulo de referência pode aumentar consideravelmente a área de medição de um eixo. Campo de introdução de 0 a 360,0000
- **Q433 Calibrar comprimento (0/1)?**: determinar se o comando também deve calibrar o comprimento do apalpador após a calibração do raio:
  0: não calibrar o comprimento do apalpador
  1: calibrar o comprimento do apalpador
- **Q434 Ponto ref. para comprimento?** (absoluto): coordenada do centro da esfera de calibração. Definição necessária somente se a calibração do comprimento dever ser executada. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q455 Quantidade pontos para cal. 3D?** Indique o número de pontos de apalpação para a calibração 3D. É razoável um valor de, p. ex., 15 pontos de apalpação. Indicando-se 0 aqui, a calibração 3D não se realiza.. Com uma calibração 3D, determina-se o comportamento de deflexão do apalpador em diferentes ângulos, que é guardado numa tabela. Para a calibração 3D, é necessário 3D-ToolComp. Campo de introdução: 1 a 30

Exemplo

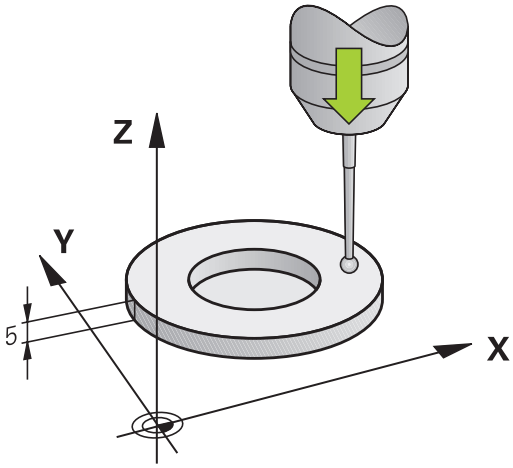
```
5 TCH PROBE 460  CALIBRAR TS NA
    ESFERA
    Q407=12.5  ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q301=1     ;IR ALTURA SEGURANCA
    Q423=4     ;NUMERO APALPACOES
    Q380=+0    ;ANGULO REFERENCIA
    Q433=0     ;CALIBRAR COMPRIMENTO
    Q434=-2.5  ;PONTO DE REFERENCIA
    Q455=15    ;QUANT. PONTOS CAL 3D
```

18.8 CALIBRAR COMPRIMENTO DE TS (ciclo 461, DIN/ISO: G461opção de software 17)

Execução do ciclo

Antes de iniciar o ciclo de calibração, é necessário definir o ponto de referência no eixo do mandril de modo a que Z=0 na mesa da máquina e pré-posicionar o apalpador sobre o anel de calibração.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html. A posição de memória deste ficheiro é a mesma qua a do ficheiro de saída. O protocolo de medição pode ser visualizado no comando com o browser. Se forem utilizados vários ciclos de calibração do apalpador num programa NC, os protocolos de medição encontram-se todos em TCHPRAUTO.html.



1 O comando orienta o apalpador para o ângulo **CAL_ANG** da tabela de apalpadores (apenas se o seu apalpador permitir a orientação)
2 O comando faz a apalpação a partir da posição atual na direção negativa do eixo do mandril com avanço de apalpação (coluna **F** da tabela de apalpadores)
3 Por fim, o comando posiciona o apalpador em marcha rápida (coluna **FMAX** da tabela de apalpadores) novamente na posição inicial

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

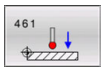
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

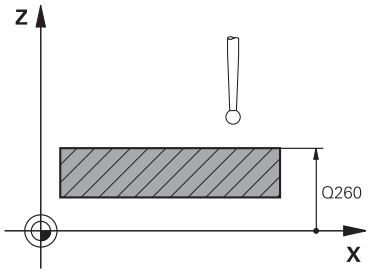
O comprimento ativo do apalpador refere-se sempre ao ponto de referência da ferramenta. Muitas vezes, os ponto de referência da ferramenta encontra-se no chamado came do mandril (superfície transversal do mandril). O fabricante da máquina também pode posicionar o ponto de referência da ferramenta diferentemente.

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html.



- **Q434 Ponto ref. para comprimento?** (absoluto): referência para o comprimento (p. ex., altura do anel de ajuste). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



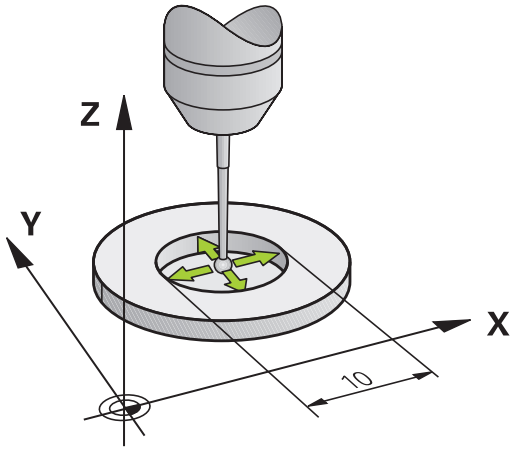
Exemplo

```
5 TCH PROBE 461  CALIBRAR
    COMPRIMENTO DE TS
    Q434=+5     ;PONTO DE REFERENCIA
```

18.9 CALIBRAR RAIO DE TS INTERNAMENTE (ciclo 462, DIN/ISO: G462)

Execução do ciclo

Antes de iniciar o ciclo de calibração, deve pré-posicionar o apalpador no centro do anel de calibração e à altura de medição desejada.



Ao calibrar o raio da esfera de apalpação, o comando executa uma rotina de apalpação automaticamente. Na primeira passagem, o comando determina o centro do anel de calibração ou da ilha (medição grosseira) e posiciona o apalpador no centro. Em seguida, obtém-se o raio da esfera de apalpação no processo de calibração propriamente dito (medição de precisão). Caso o apalpador permita uma medição compensada, na passagem seguinte consegue-se o desvio central.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html. A posição de memória deste ficheiro é a mesma qua a do ficheiro de saída. O protocolo de medição pode ser visualizado no comando com o browser. Se forem utilizados vários ciclos de calibração do apalpador num programa NC, os protocolos de medição encontram-se todos em TCHPRAUTO.html.

A orientação do apalpador determina a rotina de calibração:

- Nenhuma orientação possível ou orientação possível só numa direção: o comando realiza uma medição grosseira e outra de precisão, determinando o raio atuante da esfera de apalpação (coluna R em tool.t)
- Orientação possível em duas direções (p. ex., em apalpadores com cabo da HEIDENHAIN): o comando realiza uma medição grosseira e outra de precisão, roda o apalpador em 180º e executa mais quatro rotinas de apalpação. Através da medição compensada, para além do raio, obtém-se o desvio central (CAL_OF em tchprobe.tp).
- Qualquer orientação possível (p. ex., em apalpadores de infravermelhos da HEIDENHAIN): rotina de apalpação: consulte "Orientação possível em duas direções"

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

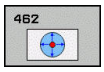
Só é possível determinar o desvio central com um apalpador apropriado para o efeito.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html.

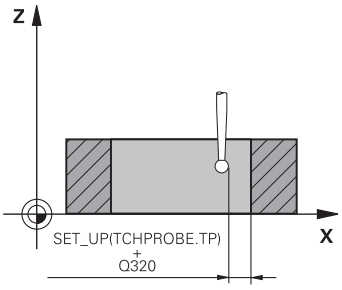
Para se determinar a deslocação do centro da esfera de apalpação, o comando tem que estar preparado pelo fabricante. Consulte o manual da máquina!

A possibilidade de orientação do apalpador e de que forma se realiza são características pré-definidas dos apalpadores HEIDENHAIN. Outros apalpadores serão configurados pelo fabricante da máquina.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.



- **Q407 RAIO DO ANEL** Indique o raio do anel de calibração. Campo de introdução 0 a 9,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q423 Número de apalpações?** (absoluto): quantidade de pontos de medição no diâmetro. Campo de introdução de 0 a 8
- **Q380 Âng. ref. eixo principal?** (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução de 0 a 360,0000



Exemplo

5 TCH PROBE 462 CALIBRAR TS NO ANEL	
Q407=+5	;RAIO DO ANEL
Q320=+0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q423=+8	;NUMERO APALPACOES
Q380=+0	;ANGULO REFERENCIA

18.10 CALIBRAR RAIO DE TS EXTERNAMENTE (ciclo 463, DIN/ISO: G463)

Execução do ciclo

Antes de iniciar o ciclo de calibração, é necessário pré-posicionar o apalpador ao centro sobre o pino de calibração. Posicione o apalpador no eixo do apalpador aproximadamente à distância de segurança (valor da tabela de apalpadores + valor do ciclo) sobre o pino de calibração.

Ao calibrar o raio da esfera de apalpação, o comando executa uma rotina de apalpação automaticamente. Na primeira passagem, o comando determina o centro do anel de calibração ou da ilha (medição grosseira) e posiciona o apalpador no centro. Em seguida, obtém-se o raio da esfera de apalpação no processo de calibração propriamente dito (medição de precisão). Caso o apalpador permita uma medição compensada, na passagem seguinte consegue-se o desvio central.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html. A posição de memória deste ficheiro é a mesma qua a do ficheiro de saída. O protocolo de medição pode ser visualizado no comando com o browser. Se forem utilizados vários ciclos de calibração do apalpador num programa NC, os protocolos de medição encontram-se todos em TCHPRAUTO.html.

A orientação do apalpador determina a rotina de calibração:

- Nenhuma orientação possível ou orientação possível só numa direção: o comando realiza uma medição grosseira e outra de precisão, determinando o raio atuante da esfera de apalpação (coluna R em tool.t)
- Orientação possível em duas direções (p. ex., em apalpadores com cabo da HEIDENHAIN): o comando realiza uma medição grosseira e outra de precisão, roda o apalpador em 180º e executa mais quatro rotinas de apalpação. Através da medição compensada, para além do raio, obtém-se o desvio central (CAL_OF em tchprobe.tp).
- Qualquer orientação possível (p. ex., em apalpadores de infravermelhos da HEIDENHAIN): rotina de apalpação: consulte "Orientação possível em duas direções"

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

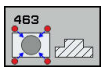
Só é possível determinar o desvio central com um apalpador apropriado para o efeito.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html.

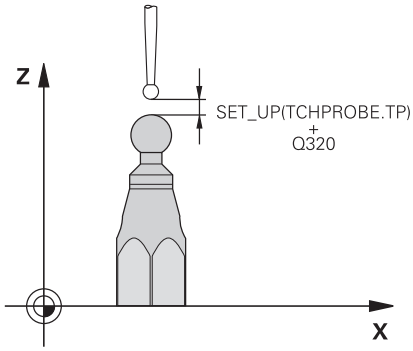
Para se determinar a deslocação do centro da esfera de apalpação, o comando tem que estar preparado pelo fabricante. Consulte o manual da máquina!

A possibilidade de orientação do apalpador e de que forma se realiza são características pré-definidas dos apalpadores HEIDENHAIN. Outros apalpadores serão configurados pelo fabricante da máquina.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.



- **Q407 Raio pino calibração exato?**: diâmetro do anel de ajuste. Campo de introdução de 0 a 99,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q423 Número de apalpações?** (absoluto): quantidade de pontos de medição no diâmetro. Campo de introdução de 0 a 8
- **Q380 Âng. ref. eixo principal?** (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução de 0 a 360,0000



Exemplo

5 TCH PROBE 463 CALIBRAR TS NA ILHA	
Q407=+5	;RAIO DE ILHA
Q320=+0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q301=+1	;IR ALTURA SEGURANCA
Q423=+8	;NUMERO APALPACOES
Q380=+0	;ANGULO REFERENCIA

18.11 APALPAÇÃO RÁPIDA (ciclo 441, DIN/ISO G441opção de software 17)

Execução do ciclo

Com o ciclo de apalpação 441, é possível ajustar globalmente diferentes parâmetros do apalpador, p. ex., o avanço de posicionamento, para todos os ciclos de apalpador utilizados em seguida.

Ter em atenção ao programar!

O ciclo 441 define parâmetros para ciclos de apalpação. Este ciclo não executa movimentos da máquina

END PGM, **M2**, **M30** restauram as definições globais do ciclo 441

O parâmetro de ciclo **Q399** depende da configuração da máquina. A possibilidade de orientar o apalpador a partir do programa NC deve ser ajustada pelo fabricante da máquina.

Além disso, o fabricante da máquina pode limitar o avanço. No parâmetro de máquina **maxTouchFeed** (N.º 122602), define-se o avanço absoluto máximo.

Mesmo que a máquina disponha de potenciómetros separados para a marcha rápida e para o avanço, é possível regular o avanço também com Q397=1 apenas com o potenciómetro para movimentos de avanço.

Parâmetros de ciclo

- **Q396 Avanço de posicionamento?**: Determinar com que avanço o comando executa os movimentos de posicionamento do apalpador. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q397 Pré-posicionar com marcha rápida da máquina?**: Determinar se o comando desloca com o avanço **FMAX** (marcha rápida da máquina) ao posicionar previamente o apalpador:
  0: Posicionar previamente com o avanço de **Q396**
  1: Posicionar previamente com a marcha rápida da máquina **FMAX**Mesmo que a máquina disponha de potenciómetros separados para a marcha rápida e para o avanço, é possível regular o avanço também com Q397=1 apenas com o potenciómetro para movimentos de avanço.Além disso, o fabricante da máquina pode limitar o avanço. No parâmetro de máquina **maxTouchFeed** (N.º 122602), define-se o avanço absoluto máximo.
- **Q399 Seguimento ângulo (0/1)?**: Determinar se o comando orienta o apalpador antes de cada processo de apalpação:
  0: Não orientar
  1: Orientar o mandril antes de cada processo de apalpação (aumenta a precisão)
- **Q400 Interrupção automática?** Determinar se o comando interrompe a execução do programa após um ciclo de medição automática da peça de trabalho e envia os resultados da medição para o ecrã:
  0: Não interromper a execução do programa, mesmo que esteja selecionado o envio dos resultados da medição para o ecrã no respetivo ciclo de apalpação
  1: Interromper a execução do programa, enviar os resultados da medição para o ecrã. Em seguida, pode continuar a execução do programa com **NC-Start**

Exemplo

5 TCH PROBE 441 APALPACAO RAPIDA	
Q 396=3000	;AVANÇO DE POSICIONAMENTO
Q 397=0	;SELECAO AVANCO
Q 399=1	;CONDUCAO POSTERIOR ANGULO
Q 400=1	;INTERRUPCAO

19

Verificação da situação de fixação com base em câmaras VSC (opção de software #136)

19.1 Verificação da situação de fixação com base em câmaras VSC (opção #136)

Princípios básicos

Para utilizar a verificação da situação de fixação com base em câmaras, são necessários os seguintes componentes:

- Software: opção #136 Visual Setup Control (VSC)
- Hardware: sistema de câmaras da HEIDENHAIN

Aplicação

Consulte o manual da sua máquina!
Esta função deve ser ativada e ajustada pelo fabricante da máquina.

A verificação da situação de fixação com base em câmaras (opção #136 Visual Setup Control) pode monitorizar a situação de fixação atual antes e durante a maquinagem e compará-la com um estado nominal seguro. Após o ajuste, ficam à disposição ciclos simples para a supervisão automática.

As imagens de referência do espaço de trabalho atual são gravadas através de um sistema de câmaras. Com os ciclos 600 **ESPACO TRAB. GLOBAL** ou 601 **ESPACO TRAB. LOCAL**, o comando produz uma imagem do espaço de trabalho e compara-a com imagens de referência obtidas anteriormente. Estes ciclos podem chamar a atenção para inconsistências no espaço de trabalho. O operador decide se o programa NC deve ser cancelado ou continuar sem interrupção, caso ocorra um erro.

A aplicação da VSC oferece as seguintes vantagens:

- O comando pode reconhecer elementos (p. ex., ferramentas ou dispositivos tensores) que se encontrem no espaço de trabalho após o início do programa.
- Se desejar fixar uma peça de trabalho sempre na mesma posição (p. ex., furo à direita em cima), o comando pode verificar a situação de fixação
- Para fins de documentação, pode criar uma imagem do espaço de trabalho atual (p. ex., de uma situação de fixação que raramente seja necessária)

Conceitos

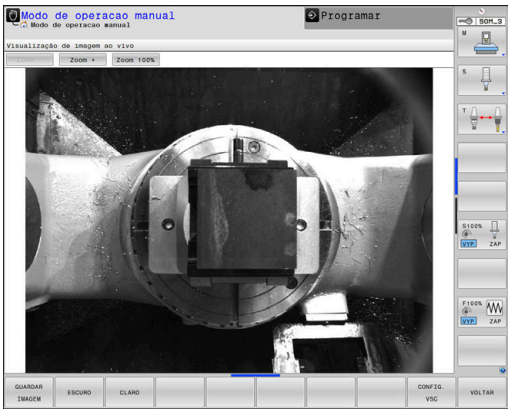
Em conexão com a VSC, aplicam-se os seguintes conceitos:

Conceito	Explicação
Imagem de referência	Uma imagem de referência mostra uma situação no espaço de trabalho que é considerada como não perigosa. Por isso, devem-se criar imagens de referência unicamente de situações seguras, não perigosas.
Imagem de valores médios	O comando cria uma imagem de valores médios considerando todas as imagens de referência. Na avaliação, o comando compara as imagens novas com a imagem de valores médios.
Imagem de erro	Quando se grave uma foto na qual está representada uma situação irregular (como p. ex., uma peça de trabalho incorretamente fixada), é possível criar a chamada imagem de erro. Não é conveniente marcar uma imagem de erro simultaneamente como imagem de referência.
Intervalo de supervisão	Define uma área que pode ser marcada com o rato. Na avaliação de novas imagens, o comando considera unicamente este intervalo. Partes de imagens fora do intervalo de supervisão não têm qualquer efeito no resultado da supervisão. Também é possível definir vários intervalos de supervisão. Os intervalos de supervisão não são associados a imagens.
Erro	Área numa imagem que evidencia um desvio do estado desejado. Os erros referem-se sempre à imagem na qual foram guardados (imagem de erro) ou à imagem avaliada em último lugar.
Fase de supervisão	Na fase de supervisão, deixam de ser produzidas imagens de referência. Pode utilizar o ciclo para a supervisão automática do espaço de trabalho. Nesta fase, o comando só emite uma mensagem, se detetar um desvio na comparação de imagens.

Criar imagem ao vivo

No modo de funcionamento **Modo de operacao manual**, é possível visualizar e guardar a vista atual da câmara como imagem ao vivo.

O comando não utiliza a imagem aqui obtida para a verificação automática da situação de fixação. As imagens criadas neste menu podem ser úteis para documentação ou rastreabilidade. Assim, tem a possibilidade de gravar, por exemplo, a situação de fixação atual. O comando guarda a imagem criada como ficheiro .png no diretório de destino escolhido pelo utilizador.



Procedimento

Para guardar a imagem ao vivo da câmara, proceda da seguinte forma:

- Premir a softkey **CÂMARA**

- Premir a softkey **IMAGEM LIVE**
- > O comando mostra a vista atual da câmara.
- > O comando abre uma janela sobreposta.
- Introduzir o nome de ficheiro desejado
- Selecionar o diretório de destino desejado

- Premir a softkey **OK**
- > O comando guarda a imagem ao vivo atual.
- Em alternativa, premiro o botão do ecrã **memoriz.**

Possibilidades do modo Imagem ao Vivo

O comando oferece as seguintes possibilidades:

Softkey	Função
CLARO	Aumentar a luminosidade da câmara As definições que aqui se realizem só atuam no modo de Imagem Live. Não tem qualquer influência nas gravações em modo automático.
ESCURO	Diminuir a luminosidade da câmara As definições que aqui se realizem só atuam no modo de Imagem Live. Não tem qualquer influência nas gravações em modo automático.
CONFIG. VSC	Configurar o campo de visão da câmara Consulte o manual da sua máquina! Estes ajustes só são possíveis mediante a introdução de um código.
VOLTAR	Regressar ao ecrã anterior

Gerir dados de supervisão

O modo de funcionamento **Modo de operacao manual** permite administrar as imagens dos ciclos 600 e 601.

Para gerir os dados de supervisão, proceda da seguinte forma:

- Premir a softkey **CÂMARA**

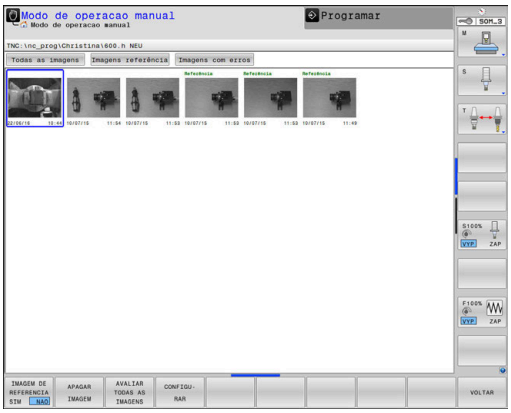
- Premir a softkey **GESTÃO DE DADOS DE SUPERVISÃO**
  - > O comando mostra a lista dos programas NC supervisionados.

- Premir a softkey **ABRIR**
  - > O comando mostra a lista dos pontos de supervisão.
- Processar os dados desejados

Selecionar dados

Use o rato para selecionar os botões do ecrã. Estes botões do ecrã servem para facilitar a pesquisa e tornar a representação mais compreensível.

- **Todas as imagens**: mostrar todas as imagens deste ficheiro de supervisão
- **Imagens referência**: mostrar só as imagens de referência
- **Imagens com erros**: mostrar todas as imagens em que se assinalaram erros



Possibilidades da gestão de dados de supervisão

Softkey	Função
IMAGEM DE REFERENCIA SIM NAO	Identificar a imagem selecionada como imagem de referência Por favor, tenha em atenção que uma imagem de referência mostra uma situação no espaço de trabalho que é considerada como não perigosa. Todas as imagens de referência são tidas em consideração para a avaliação. Adicionar ou remover uma imagem como imagem de referência tem repercussões no resultado da avaliação de imagens.
APAGAR IMAGEM	Apagar a imagem atualmente selecionada
AVALIAR TODAS AS IMAGENS	Executar uma avaliação automática de imagens O comando executa a avaliação de imagens em função das imagens de referência e dos intervalos de supervisão.
CONFIGU-RAR	Modificar intervalo de supervisão ou marcar erros
VOLTAR	Regressar ao ecrã anterior Se a configuração tiver sido alterada, o comando executa uma avaliação de imagens.

Resumo

O comando disponibiliza dois ciclos que permitem executar uma supervisão da situação de fixação com base em câmaras no modo de funcionamento **Programar**:

TOUCH PROBE

- A barra de sotkeys exibe – reunidas em grupos – todas as funções disponíveis do apalpador

SUPERVISÃO COM CÂMARA

- Premir a softkey **SUPERVISÃO COM CÂMARA**

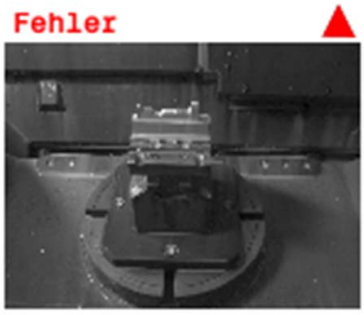
Softkey	Ciclo	Página
600	600 **ESPACO TRAB. GLOBAL**	702
601	601 **ESPACO TRAB. LOCAL**	707

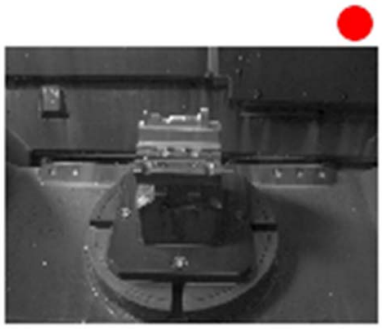
Resultado da avaliação de imagens

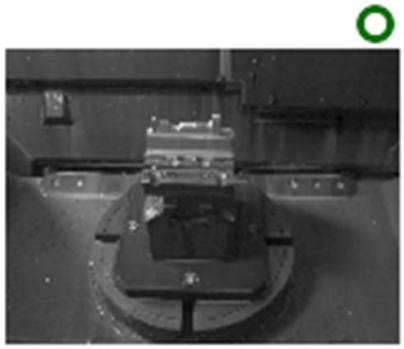
O resultado da avaliação de imagens depende do intervalo de supervisão e das imagens de referência. Ao avaliar todas as imagens, cada uma delas é avaliada com a configuração atual e o resultado é comparado com os dados mais recentes guardados.

Quando o intervalo de supervisão é modificado ou se adicionam ou eliminam imagens de referência, as imagens são, eventualmente, assinaladas com o símbolo seguinte:

- **Triângulo:** o intervalo de supervisão ou a sensibilidade foram alterados. Isso repercute-se nas suas imagens de referência ou na imagem de valores médios. Devido à alteração da configuração, o comando deixa de poder detetar erros que tenham sido guardados anteriormente para esta imagem! A sensibilidade do sistema diminuiu. Se desejar continuar, confirme a sensibilidade diminuída do sistema, aceitando as novas definições.
- **Círculo a cheio:** o intervalo de supervisão ou a sensibilidade foram alterados. Isso repercute-se nas suas imagens de referência ou na imagem de valores médios. Devido à alteração da configuração, o comando pode detetar erros que não tenham sido reconhecidos anteriormente como erros para esta imagem. A sensibilidade do sistema aumentou. Se desejar continuar, confirme a sensibilidade aumentada do sistema, aceitando as novas definições.
- **Círculo em branco:** sem mensagens de erro: todos os desvios guardados na imagem foram reconhecidos. Essencialmente, a sensibilidade do sistema manteve-se.







Configuração

Tem a possibilidade de alterar as definições relativas ao intervalo de supervisão e ao intervalo de erros em qualquer altura. Premindo a softkey **CONFIGURAR**, a barra de softkeys comuta, o que permite alterar as definições.

CONFIGU-RAR

- Oferece-se a possibilidade de alterar as definições previamente ativadas. Se proceder a uma modificação neste menu, o resultado da avaliação de imagens pode alterar-se. O mesmo intervalo de supervisão aplica-se a todas as imagens de referência.
  Mais informações: "Resultado da avaliação de imagens", Página 697

DESENHAR AREA

- Tem a possibilidade de clicar na imagem e marcar uma moldura retangular. Desta forma, estabelece-se um novo intervalo de supervisão. (Mais informações: ver "Princípios básicos", Página 692.) Se definir intervalos de supervisão num ambiente cuja iluminação varia constantemente ou onde sejam de esperar diferenças de contraste, podem suceder falsos alarmes. Desenhar um novo intervalo de supervisão e modificar ou apagar intervalos de supervisão já desenhados tem repercussões no resultado da avaliação de imagens. Devido às definições alteradas, o comando tem de verificar se estas alterações têm influência nas imagens existentes.

DESENHAR ERRO

- Tem a possibilidade de clicar na imagem e marcar uma moldura retangular. Desta forma, estabelece-se um novo intervalo com erro. O intervalo é assinalado a vermelho. É recomendável marcar somente erros que possam ocorrer de novo precisamente desta forma e precisamente neste ponto. Não faz sentido identificar intervalos sujos de aparas ou lubrificante refrigerante como intervalos com erro. Os erros deve ser exatamente repetíveis. (Mais informações: ver "Princípios básicos", Página 692.) Se definir intervalos de supervisão num ambiente cuja iluminação varia constantemente ou onde sejam de esperar diferenças de contraste, podem suceder falsos alarmes. Desenhar um novo intervalo com erro e modificar ou apagar intervalos com erro já desenhados tem repercussões no resultado da avaliação de imagens. Devido às definições alteradas, o comando tem de verificar se estas alterações têm influência nas imagens existentes. Pode também desenhar vários intervalos com erros. Não é conveniente inscrever erros em imagens de referência.

AVALIAR IMAGEM

- O comando verifica se e de que forma as novas definições atuam nesta imagem
  Mais informações: "Resultado da avaliação de imagens", Página 697

AVALIAR TODAS AS IMAGENS

- O comando verifica se ou de que forma as novas definições atuam em todas as imagens
  Mais informações: "Resultado da avaliação de imagens", Página 697

MOSTRAR ÁREAS

- O comando mostra todos os intervalos de supervisão desenhados

MOSTRAR COMPARAÇÃO

- O comando compara a imagem atual com a imagem de valores médios

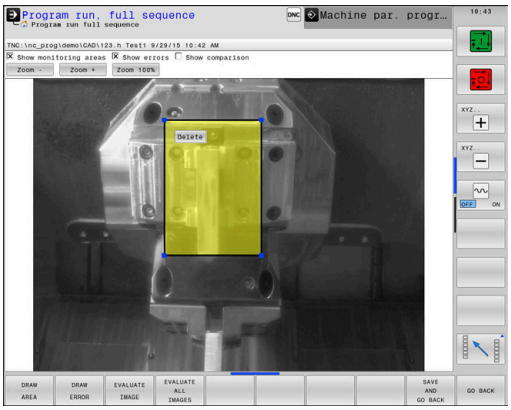
GUARDAR E VOLTAR

- Guardar a imagem atual e mudar de novo para o ecrã anterior. Se a configuração tiver sido alterada, o comando executa uma avaliação de imagens.
  Mais informações: "Resultado da avaliação de imagens", Página 697

VOLTAR

- Todas as alterações são rejeitadas e regressa-se ao ecrã mostrado anteriormente.

Definir o intervalo de supervisão



A definição de um intervalo de supervisão realiza-se no modo de funcionamento **Execucao passo a passo** como no modo de funcionamento **Execucao continua**: O comando pede-lhe que defina um intervalo de supervisão. Este pedido é enviado para o ecrã pelo comando, depois de ter iniciado um ciclo pela primeira vez no modo de funcionamento **Execucao passo a passo** ou no modo de funcionamento **Execucao continua**.

Um intervalo de supervisão compõe-se de uma ou mais janelas, que são marcadas com o rato. O comando tem em consideração exclusivamente estes intervalos da imagem. Se um erro se encontrar fora do intervalo de supervisão, não será reconhecido. O intervalo de supervisão não está associado a imagens, mas apenas ao respetivo ficheiro de supervisão QS600. Um intervalo de supervisão aplica-se sempre a todas as imagens de um ficheiro de supervisão. Uma alteração do intervalo de supervisão repercute-se em todas as imagens.

Os intervalos de supervisão também podem sobrepor-se.

Definir intervalo de supervisão:

1 Clicando com o rato na imagem, marque um intervalo.
2 Se pretender definir várias janelas, prima a softkey **DESENHAR AREA** e repita este procedimento no ponto correspondente

Depois de ter definido o intervalo de supervisão, prima, por exemplo, a softkey seguinte:

SPEICHERN UND ZURÜCK

▶ Guardar a imagem atual e mudar de novo para o ecrã anterior

Vê-se a mensagem: **Ponto de supervisão configurado: selecionar softkey!**

A visualização de estado em cima à direita na imagem oferece informações sobre o número mínimo de imagens de referência, o número atual de imagens de referência e o número atual de imagens de erro.

Consultas possíveis

Os ciclos de VSC registam um valor no parâmetro Q601.

São possíveis os seguintes valores:

- Q601 = 1: sem erro
- Q601 = 2: erro
- Q601 = 3: ainda não foi definido nenhum intervalo de supervisão ou não há suficientes imagens de referência guardadas
- Q601 = 10: erro interno (sem sinal, falha da câmara, etc.)

Pode utilizar o parâmetro Q601 para consultas internas.

Mais informações: Decisões Se/Então: Manual do Utilizador para Programação Klartext

Apresenta-se aqui um possível exemplo para uma consulta:

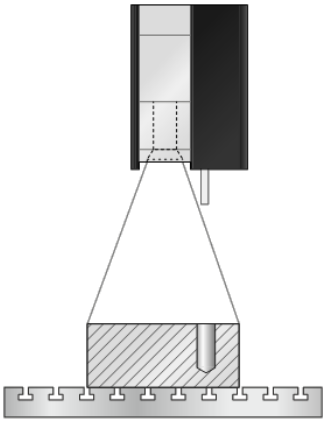
0 BEGIN PGM 5MM	
1 BLK FORM CYLINDER Z R42 L150	Definição do bloco de cilindro
2 FUNCTION MODE MILL	Ativar o modo de fresagem
3 TCH PROBE 601 ESPACO TRAB. LOCAL	Definir o ciclo 600
QS600 = OS ;PONTO DE SUPERVISAO	
Q309 = +0 ;PARAG. PGM SEM ERRO	
Q613 = +0 ;MANTER CAMARA ABERTA	
Q617 = 10 ;IMAGENS DE REFERENCIA	
4 FN 9: IF Q601 EQU 1 GOTO LBL 20	Se parâmetro Q601 = 1, saltar para LBL 20
5 FN 9: IF Q601 EQU 2 GOTO LBL 21	Se parâmetro Q601 = 2, saltar para LBL 21
6 FN 9: IF Q601 EQU 3 GOTO LBL 22	Se parâmetro Q601 = 3, saltar para LBL 22
7 FN 9: IF Q601 EQU 10 GOTO LBL 23	Se parâmetro Q601 = 10, saltar para LBL 23
8 TOOL CALL "FRESA_DE_ENGRENAGEM_D75"	Chamada da ferramenta
9 L X+... Y+... R0 FMAX	Programar maquinagem
...	
...	
...	
57 LBL 21	Definição de LBL 21
58 STOP	Paragem do programa: o operador pode verificar a situação no espaço de trabalho
59 LBL 0	
60 END PGM 5MM	

19.2 Espaço de trabalho global (ciclo 600)

Aplicação

O ciclo 600 Espaço de trabalho global permite supervisionar o espaço de trabalho da máquina-ferramenta. O comando cria uma imagem do espaço de trabalho atual a partir de uma posição que é determinada pelo fabricante da máquina. Em seguida, o comando executa uma comparação de imagens com as imagens de referência produzidas anteriormente e, se necessário, força uma interrupção de programa. Pode programar este ciclo conforme a aplicação e predefinir um ou mais intervalos de supervisão. O ciclo 600 atua a partir da sua definição e não necessita de ser chamado. Antes de trabalhar com a supervisão de câmara, necessita de criar imagens de referência (mais informações) e definir um intervalo de supervisão.

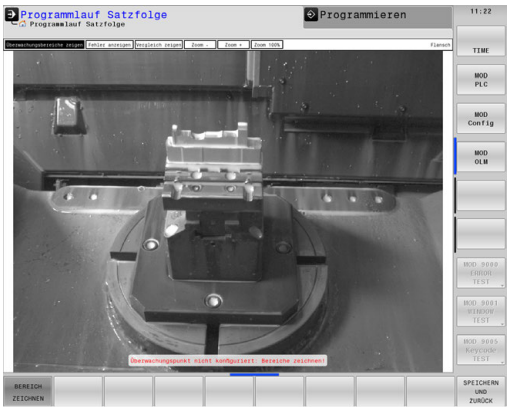
Mais informações: "Criar imagens de referência", Página 702
Mais informações: "Fase de supervisão", Página 704



Criar imagens de referência

O comando começa a criar imagens de referência assim que o ciclo é executado pela primeira vez no modo de Execução do Programa Bloco a Bloco ou Execução Contínua do Programa.

A execução do ciclo seguinte é válida enquanto o comando não tiver guardado suficientes imagens de referência. O número de imagens de referência é indicado no ciclo com o parâmetro Q617.



Execução do ciclo

1 A câmara é instalada pelo fabricante da máquina no mandril principal. O mandril principal desloca-se para uma posição estabelecida pelo fabricante da máquina.
2 Depois de o comando ter alcançado esta posição, abre automaticamente a tampa da câmara.
3 O comando cria uma imagem da situação atual e envia-a para o ecrã.
4 Na primeira execução deste ciclo, na parte inferior do ecrã vê-se a mensagem: **Ponto de supervisão não configurado: desenhar áreas!**"**Ponto de supervisão não configurado: desenhar áreas!**
5 Defina o intervalo de supervisão.
Mais informações: "Definir o intervalo de supervisão", Página 700
6 Pode decidir se a imagem atual deve ser guardada como imagem de referência ou como imagem de erro, para além de também poder alterar o intervalo de supervisão
Mais informações: "Configuração", Página 698
7 Prima a softkey **VOLTAR**.
8 O comando fecha a tampa da câmara.
9 Prima **NC-Start** e execute o programa da forma habitual.

Depois de ter definido o intervalo de supervisão, adicionalmente à softkey **VOLTAR**, pode selecionar também as seguintes softkeys:

GUARDAR E VOLTAR

- Guardar a imagem atual e mudar de novo para o ecrã anterior

Aparece a mensagem: **Ponto de supervisão configurado: selecionar softkey!**

A visualização de estado em cima à direita na imagem oferece informações sobre o número mínimo de imagens de referência, o número atual de imagens de referência e o número atual de imagens de erro.

WIEDER-HOLEN

- O comando guarda a imagem atual e regressa ao ecrã de execução do programa. Se a configuração tiver sido alterada, o comando executa uma avaliação de imagens.
  Mais informações: "Resultado da avaliação de imagens", Página 697

REFERENZ-BILD

- Na visualização de estado em cima à direita, aparece a palavra "Referência". A imagem atual ficou marcada como imagem de referência. Como uma imagem de referência nunca pode ser, simultaneamente, uma imagem de erro, a softkey **IMAGEM DE ERRO** fica a cinzento

FEHLER-BILD

- Na visualização de estado em cima à direita, aparece a palavra "Erro". A imagem atual ficou marcada como imagem de erro. Como uma imagem de erro nunca pode ser, simultaneamente, uma imagem de referência, a softkey IMAGENS DE REFERÊNCIA fica a cinzento.

KONFIGU-RIEREN

- A barra de softkeys comuta. Neste momento, oferece-se a possibilidade de alterar as definições anteriormente ativadas relativas ao intervalo de supervisão e ao intervalo de erros. Se proceder a uma modificação neste menu, todas as imagens poderão ser afetadas por isso.
  Mais informações: "Configuração", Página 698

ZURÜCK

- O comando guarda a imagem atual e regressa ao ecrã de execução do programa. Se a configuração tiver sido alterada, o comando executa uma avaliação de imagens.
  Mais informações: "Resultado da avaliação de imagens", Página 697

Assim que o comando tenha criado, pelo menos, uma imagem de referência, as imagens são avaliadas e os erros indicados. Quando não é reconhecido nenhum erro, vê-se a seguinte mensagem: **Imagens ref. insuf.: selecionar a ação seguinte com softkey!**. Esta mensagem deixa de aparecer ao alcançar-se o número de imagens de referência definido no parâmetro Q617.

O comando cria uma imagem de valores médios tendo em consideração todas as imagens de referência. Na avaliação, as imagens novas são comparadas com a imagem de valores médios tendo em consideração a variância. Apenas quando estiverem disponíveis todas as imagens de referência é que o ciclo deixa de parar por imagens de referência insuficientes.

Fase de supervisão

Execução do ciclo: fase de supervisão

1 A câmara é instalada pelo fabricante da máquina no mandril principal. O mandril principal desloca-se para uma posição estabelecida pelo fabricante da máquina.
2 Depois de o comando ter alcançado esta posição, abre automaticamente a tampa da câmara.
3 O comando cria uma imagem da situação atual.
4 Em seguida, tem lugar uma comparação de imagens com a imagem de valores médios e de variância
Mais informações: "Princípios básicos", Página 692
5 Dependendo de o comando ter detetado um assim chamado "Erro" (desvio), o comando pode agora forçar uma interrupção do programa (mais informações: ver "Princípios básicos", Página 692). Se estiver definido o parâmetro Q309=1, depois de reconhecer um erro, o comando envia a imagem para o ecrã. Estando definido o parâmetro Q309=1, não é enviada nenhuma imagem para o ecrã nem há qualquer interrupção do programa.
6 Por fim, o comando fecha a tampa da câmara.

Ter em atenção ao programar!

Adicionalmente à característica de imagem de referência tem a possibilidade de atribuir às suas imagens também a característica de imagem de erro. Esta atribuição pode influenciar a avaliação de imagens.

Tenha em atenção o seguinte:

- Uma imagem de referência nunca pode ser, simultaneamente, uma imagem de erro.

Uma alteração do intervalo de supervisão repercute-se em todas as imagens.

- De preferência, defina o intervalo de supervisão só uma vez no início e, em seguida, não proceda a alterações ou proceda a alterações mínimas.

O número de imagens de referência tem efeitos na precisão da avaliação de imagens. Um elevado número de imagens de referência melhora a qualidade da avaliação.

- Indique no parâmetro Q617 um número conveniente de imagens de referência. (Valor orientativo: 10 imagens).
- Também pode criar mais imagens de referência do que aquelas que indicou em Q617.

A máquina deve estar preparada para a verificação com base em câmaras!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Perigo de contaminação da câmara devido à tampa da câmara aberta com o parâmetro Q613. Podem produzir-se imagens pouco nítidas e, eventualmente, a câmara pode ser danificada.

- Feche a tampa da câmara antes de prosseguir com a maquinagem.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Perigo de colisão no posicionamento automático da câmara. A câmara e a máquina podem ser danificadas.

- Informe-se junto do fabricante da máquina acerca do ponto em que o comando pré-posiciona a câmara. O fabricante da máquina estabelece as coordenadas em que o ciclo 600 posiciona

Parâmetros de ciclo

- **QS600** (parâmetro de string) **Nome do ponto de supervisão?**: indique o nome do ficheiro de supervisão
- **Q616 Avanço de posicionamento?**: avanço com o qual o comando posiciona a câmara. Desta forma, o comando aproxima a uma posição determinada pelo fabricante da máquina.
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: (0/1) determinar se o comando executa uma paragem de programa depois de reconhecer um erro.
  0: o programa NC não para depois de reconhecer um erro. Mesmo que ainda não tenham sido criadas todas as imagens de referência, não se realiza nenhuma paragem. Assim, a imagem criada não é apresentada no ecrã. O parâmetro Q601 também é descrito em Q309=0.
  1: o programa NC para depois de reconhecer um erro e a imagem criada é apresentada no ecrã. Se ainda não tiverem sido criadas imagens de referência suficientes, cada imagem nova é apresentada no ecrã até que o comando tenha produzido imagens de referência suficientes. Quando seja reconhecido um erro, o comando emite uma mensagem.
- **Q617 Número de imagens de referência?**: número das imagens de referência de que o comando necessita para a supervisão.

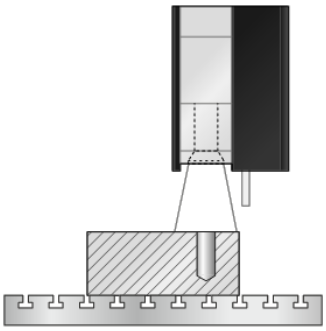
Exemplo

```
4 TCH PROBE 600 ESPACO TRAB.
  GLOBAL
  QS600="OS" ;PONTO DE SUPERVISAO
  Q616=500   ;AVANCO DE
             POSICIONAMENTO
  Q309=1     ;PARAG. PGM SEM ERRO
  Q617=10    ;IMAGENS DE REFERENCIA
```

19.3 Espaço de trabalho local (ciclo 601)

Aplicação

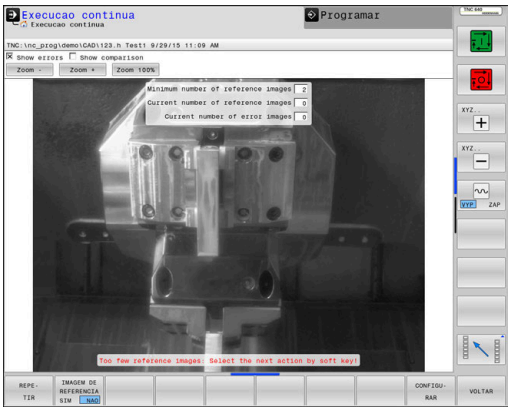
O ciclo 601 Espaço de trabalho local permite supervisionar o espaço de trabalho da máquina-ferramenta. O comando cria uma imagem do espaço de trabalho atual a partir da posição em que se encontra o mandril no momento da chamada de ciclo. Em seguida, o comando executa uma comparação de imagens com as imagens de referência produzidas anteriormente e, se necessário, força uma interrupção de programa. Pode programar este ciclo conforme a aplicação e predefinir um ou mais intervalos de supervisão. O ciclo 601 atua a partir da sua definição e não necessita de ser chamado. Antes de trabalhar com a supervisão de câmara, necessita de criar imagens de referência e definir um intervalo de supervisão.
Mais informações: "Criar imagens de referência", Página 707
Mais informações: "Fase de supervisão", Página 709



Criar imagens de referência

O comando começa a criar imagens de referência assim que o ciclo é executado pela primeira vez no modo de Execução do Programa Bloco a Bloco ou Execução Contínua do Programa.

A execução do ciclo seguinte é válida enquanto o comando não tiver guardado suficientes imagens de referência. O número de imagens de referência é indicado no ciclo com o parâmetro Q617.



Execução do ciclo

1 A câmara é instalada pelo fabricante da máquina no mandril principal.
2 O comando abre automaticamente a tampa da câmara.
3 O comando cria uma imagem da situação atual e envia-a para o ecrã.
4 Na primeira execução deste ciclo, na parte inferior do ecrã vê-se a mensagem "**Ponto de supervisão não configurado: desenhar áreas!**"
5 Defina o intervalo de supervisão.
Mais informações: "Definir o intervalo de supervisão", Página 700
6 Pode decidir se a imagem atual deve ser guardada como imagem de referência ou como imagem de erro, para além de também poder alterar o intervalo de supervisão.
Mais informações: "Configuração", Página 698
7 Prima a softkey **VOLTAR**.
8 Por fim, o comando fecha a tampa da câmara.
9 Prima **NC-Start** e execute o programa NC da forma habitual.

Depois de ter definido o intervalo de supervisão, adicionalmente à softkey **VOLTAR**, pode pressionar também as seguintes softkeys:

REPE-TIR

- O comando guarda a imagem atual e regressa ao ecrã de execução do programa. Se a configuração tiver sido alterada, o comando executa uma avaliação de imagens.
  Mais informações: "Resultado da avaliação de imagens", Página 697

IMAGEM DE REFERENCIA

- Na visualização de estado em cima à direita, aparece a palavra "Referência". A imagem atual ficou marcada como imagem de referência. Como uma imagem de referência nunca pode ser, simultaneamente, uma imagem de erro, a softkey **IMAGEM DE ERRO** fica a cinzento (Mais informações: ver "Princípios básicos", Página 692)

IMAGEM ERRADA

- Na visualização de estado em cima à direita, aparece a palavra "Erro". A imagem atual ficou marcada como imagem de erro. Como uma imagem de erro nunca pode ser, simultaneamente, uma imagem de referência, a softkey **IMAGEM DE REFERÊNCIA** fica a cinzento. (Mais informações: ver "Princípios básicos", Página 692)

CONFIGU-RAR

- A barra de softkeys comuta. Neste momento, oferece-se a possibilidade de alterar as definições anteriormente ativadas relativas ao intervalo de supervisão e ao intervalo de erros. Se proceder a uma modificação neste menu, todas as imagens poderão ser afetadas por isso. (Mais informações: ver "Configuração", Página 698)

VOLTAR

- O comando guarda a imagem atual e regressa ao ecrã de execução do programa. Se a configuração tiver sido alterada, o comando executa uma avaliação de imagens.
  Mais informações: "Resultado da avaliação de imagens", Página 697)

Assim que o comando tenha criado, pelo menos, uma imagem de referência, as imagens são avaliadas e os erros indicados. Quando não é reconhecido nenhum erro, vê-se a seguinte mensagem: **Imagens ref. insuf.: selecionar a ação seguinte com softkey!**. Esta mensagem deixa de aparecer ao alcançar-se o número de imagens de referência definido no parâmetro Q617.

O comando cria uma imagem de valores médios tendo em consideração todas as imagens de referência. Na avaliação, as imagens novas são comparadas com a imagem de valores médios tendo em consideração a variância. Apenas quando estiverem disponíveis todas as imagens de referência é que o ciclo deixa de parar por imagens de referência insuficientes.

Fase de supervisão

A fase de supervisão inicia-se assim que o comando tenha criado suficientes imagens de referência.

Execução do ciclo: fase de supervisão

1 A câmara é instalada pelo fabricante da máquina no mandril principal.
2 O comando abre automaticamente a tampa da câmara.
3 O comando cria uma imagem da situação atual.
4 Em seguida, tem lugar uma comparação de imagens com a imagem de valores médios e de variância
5 Dependendo de o comando ter detetado um assim chamado "Erro" (desvio), o comando pode agora forçar uma interrupção do programa. Se estiver definido o parâmetro Q309=1, depois de reconhecer um erro, o comando envia a imagem para o ecrã. Estando definido o parâmetro Q309=1, não é enviada nenhuma imagem para o ecrã nem há qualquer interrupção do programa
6 Dependendo do parâmetro Q613, o comando deixa a tampa da câmara aberta ou fecha-a.

Ter em atenção ao programar!

Adicionalmente à característica de imagem de referência tem a possibilidade de atribuir às suas imagens também a característica de imagem de erro. Esta atribuição pode influenciar a avaliação de imagens.

Tenha em atenção o seguinte:

- Uma imagem de referência nunca pode ser, simultaneamente, uma imagem de erro.

Uma alteração do intervalo de supervisão repercute-se em todas as imagens.

- De preferência, defina o intervalo de supervisão só uma vez no início e, em seguida, não proceda a alterações ou proceda a alterações mínimas.

O número de imagens de referência tem efeitos na precisão da avaliação de imagens. Um elevado número de imagens de referência melhora a qualidade da avaliação.

- Indique no parâmetro Q617 um número conveniente de imagens de referência. (Valor orientativo: 10 imagens)
- Também pode criar mais imagens de referência do que aquelas que indicou em Q617.

A máquina deve estar preparada para a verificação com base em câmaras!

AVISO

Perigo de contaminação da câmara devido à tampa da câmara aberta com o parâmetro Q613.

Podem produzir-se imagens pouco nítidas e, eventualmente, a câmara pode ser danificada.

Feche a tampa da câmara antes de prosseguir com a maquinagem!

Parâmetros de ciclo

- **QS600** (parâmetro de string) **Nome do ponto de supervisão?**: indique o nome do ficheiro de supervisão
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: (0/1) determinar se o comando executa uma paragem de programa depois de reconhecer um erro.
  0: o programa NC não para depois de reconhecer um erro. Mesmo que ainda não tenham sido criadas todas as imagens de referência, não se realiza nenhuma paragem. Assim, a imagem criada não é apresentada no ecrã. O parâmetro Q601 também é descrito em Q309=0.
  1: o programa NC para depois de reconhecer um erro e a imagem criada é apresentada no ecrã. Se ainda não tiverem sido criadas imagens de referência suficientes, cada imagem nova é apresentada no ecrã até que o comando tenha produzido imagens de referência suficientes. Quando seja reconhecido um erro, o comando emite uma mensagem.
- **Q613 Manter fecho da câmara aberto?**: (0/1) determina se o comando deve fechar a tampa da câmara após a supervisão.
  0: o comando fecha a tampa da câmara depois de ter executado o ciclo 601.
  1: o comando deixa a tampa da câmara aberta depois de ter executado o ciclo 601. Esta função é vantajosa quando, depois da primeira chamada do ciclo 601, se pretenda novamente criar uma imagem do espaço de trabalho noutra posição. Para isso, programe a nova posição num bloco linear e chame o ciclo 601 com um novo ponto de supervisão. Programe Q613=0 antes de prosseguir com a maquinagem de corte.
- **Q617 Número de imagens de referência?**: número das imagens de referência de que o comando necessita para a supervisão.

Exemplo

```
4 TCH PROBE 601 ESPACO TRAB. LOCAL
   QS600="OS" ;PONTO DE SUPERVISAO
   Q309=+1    ;PARAG. PGM SEM ERRO
   Q613=0     ;MANTER CAMARA
              ABERTA
   Q617=10    ;IMAGENS DE REFERENCIA
```

20

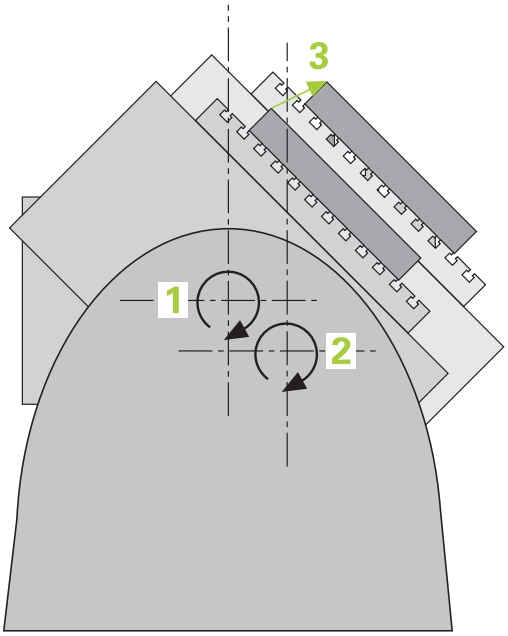
Ciclos de apalpação: medir cinemática automaticamente

20.1 Medição da cinemática com apalpadores TS (opção KinematicsOpt)

Princípios básicos

As exigências de precisão, especialmente também na área de maquinagem de 5 eixos, tornam-se cada vez mais elevadas. Por isso, deve ser produzir acabar peças complexas de forma exata e com precisão reproduzível também durante períodos prolongados.

As causas de imprecisão na maquinagem multiaxial são, entre outras, os desvios entre o modelo cinemático guardado no comando (ver figura à direita **1**) e as condições cinemáticas efetivamente existentes na máquina (ver figura à direita **2**). Ao posicionar os eixos rotativos, estes desvios conduzem a erros na peça (ver figura à direita **3**). Deve-se, por isso, criar uma possibilidade de fazer coincidir o modelo e a realidade com a maior proximidade possível.

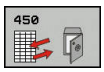


A função do comando **KinematicsOpt** é uma componente importante que contribui para concretizar efetivamente esta complexa exigência: o ciclo de apalpação 3D mede os eixos rotativos existentes na sua máquina de forma totalmente automática, independentemente de os eixos rotativos estarem montados como mesa ou cabeça. Para isso, é fixada uma esfera de calibração num local qualquer da mesa da máquina e medida com a fineza a definir por si. Basta, para isso, que determine separadamente na definição de ciclo para cada eixo rotativo o intervalo que deseja medir.

Com base nos valores medidos, o comando determina a precisão de inclinação estática. O software minimiza aqui os erros de posicionamento causados pelos movimentos de inclinação e guarda automaticamente a geometria da máquina no final do processo de medição nas respetivas constantes de máquina da tabela de cinemática.

Resumo

O comando põe à disposição ciclos com que pode guardar, restaurar, verificar e otimizar automaticamente a cinemática da sua máquina:

Softkey	Ciclo	Página
	450 **GUARDAR CINEMATICA** Cópia de segurança automática e restauro de cinemáticas	718
	451 **MEDIR CINEMATICA** Verificação ou otimização automática da cinemática da máquina	721
	452 **COMPENSACAO PRESET** Verificação ou otimização automática da cinemática da máquina	736
	453 **CINEMÁTICA GRELHA** Verificação ou otimização automática da cinemática da máquina	746

20.2 Condições

Para poder utilizar KinematicsOpt, devem estar preenchidas as seguintes condições:

- As opções de software 48 (KinematicsOpt), 8 (opção de software 1) e 17 (função Touch probe) devem estar ativadas
- O apalpador 3D utilizado na medição deve estar calibrado
- Os ciclos podem ser executados apenas com o eixo de ferramenta Z
- Uma esfera de medição com um raio conhecido exatamente e suficiente rigidez deve estar fixada a um local qualquer na mesa da máquina. A HEIDENHAIN recomenda a utilização das esferas de calibração **KKH 250 (Número de artigo 655475-01)** ou **KKH 100 (Número de artigo 655475-02)**, que possuem uma rigidez particularmente elevada e foram construídas especialmente para a calibração de máquinas. Caso esteja interessado, entre em contacto com a HEIDENHAIN.
- A descrição cinemática da máquina deve estar correta e completamente definida. As medidas de transformação devem ser registadas com uma precisão de aprox. 1 mm
- A máquina deve ter medidas totalmente geométricas (a realizar pelo fabricante da máquina na colocação em funcionamento)
- O fabricante da máquina deve ter registado os parâmetros de máquina para **CfgKinematicsOpt** (N.º 204800) nos dados de configuração. **maxModification** (N.º 204801) define os limites de tolerância a partir dos quais o comando mostrará um aviso, se as alterações aos dados de cinemática excederem este valor limite. **maxDevCalBall** (N.º 204802) define o tamanho que poderá ter o raio da esfera de calibração do parâmetro de ciclo introduzido. **mStrobeRotAxPos** (N.º 204803) estabelece uma função M especialmente definida pelo fabricante da máquina com a qual os eixos rotativos podem ser posicionados.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação 400 a 499, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**,Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**,Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

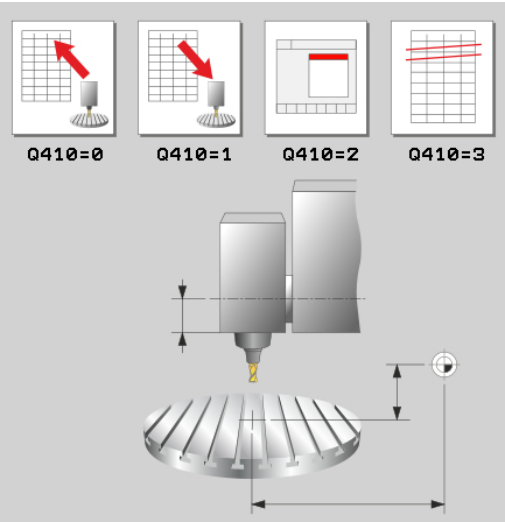
Se no parâmetro de máquina **mStrobeRotAxPos** (N.º 204803) estiver definida uma função M, é necessário, antes do início de um dos ciclos KinematicsOpt (exceto 450), posicionar os eixos rotativos em 0 graus (sistema REAL).

Se os parâmetros de máquina tiverem sido alterados devido aos ciclos KinematicsOpt, é necessário executar um novo arranque do comando. De outro modo, em determinadas circunstâncias, existe o perigo de estas alterações se perderem.

20.3 GUARDAR CINEMÁTICA (ciclo 450, DIN/ISO: G450, opção)

Execução do ciclo

Com o ciclo de apalpação 450, pode guardar a cinemática de máquina ativa ou restaurar um cinemática de máquina guardada anteriormente. Os dados memorizados podem ser visualizados e apagados. No total, estão à disposição 16 posições de memória.



Ter em atenção ao programar!

Antes de efetuar uma otimização de cinemática, deverá, por princípio, guardar a cinemática ativa. Vantagem:

- Se o resultado não corresponder às expectativas, ou se ocorrerem erros durante a otimização (p. ex., corte de corrente), poderá restaurar os dados antigos.

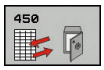
Tenha em consideração no modo **Criar**:

- Por princípio, o comando só pode responder a dados guardados numa descrição de cinemática idêntica.
- Uma alteração da cinemática tem sempre como consequência uma alteração do ponto de referência. Se necessário, definir novamente o ponto de referência.

O ciclo já não produz valores iguais. Só fornece dados, se estes se diferenciarem dos dados existentes. Também as compensações só são produzidas, se delas tiver sido feita uma cópia de segurança.

A cópia de segurança e o restauro com o ciclo 450 só deverão ser executados se não estiver ativa nenhuma cinemática do suporte de ferramenta com transformações.

Parâmetros de ciclo



- **Q410 Modo (0/1/2/3)?**: determinar se se deseja guardar ou restaurar uma cinemática:
  0: guardar cinemática ativa
  1: restaurar uma cinemática guardada
  2: mostrar o estado atual da memória
  3: apagar um bloco de dados
- **Q409/QS409 Designacao do bloco de dados?**: número ou nome do identificador do bloco de dados. Ao introduzir números, pode indicar valores de 0 a 99999; o comprimento dos carateres quando se utilizem letras não pode exceder 16 carateres. No total, estão à disposição 16 posições de memória. Q409 não tem função quando está selecionado o Modo 2. Nos Modos 1 e 3 (Criar e Apagar) podem ser utilizados marcadores - os chamados wildcards - para a pesquisa. Se, devido aos wildcards, o comando encontrar vários blocos de dados possíveis, o comando restaura os valores médios dos dados (Modo 1) ou apaga todos os blocos de dados selecionados após confirmação (Modo 3). Para a pesquisa, pode utilizar os seguintes wildcards:
  ?: um único carácter indefinido
  $: um único carácter alfabético (letra)
  #: um único algarismo indefinido
  *****: uma cadeia de caracteres indefinida com um comprimento qualquer

Guardar a cinemática ativa

```
5 TCH PROBE 450  GUARDAR
    CINEMATICA
    Q410=0        ;MODO
    Q409=947      ;DESIGNACAO DA
                   MEMORIA
```

Restaurar blocos de dados

```
5 TCH PROBE 450  GUARDAR
    CINEMATICA
    Q410=1        ;MODO
    Q409=948      ;DESIGNACAO DA
                   MEMORIA
```

Visualizar todos os blocos de dados memorizados

```
5 TCH PROBE 450  GUARDAR
    CINEMATICA
    Q410=2        ;MODO
    Q409=949      ;DESIGNACAO DA
                   MEMORIA
```

Apagar blocos de dados

```
5 TCH PROBE 450  GUARDAR
    CINEMATICA
    Q410=3        ;MODO
    Q409=950      ;DESIGNACAO DA
                   MEMORIA
```

Função de protocolo

Depois de executar o ciclo 450, o comando cria um registo (**tchprAUTO.html**) que contém os seguintes dados:

- Data e hora a que foi criado o registo
- Nome do programa NC em que foi executado o ciclo
- Identificador da cinemática ativa
- Ferramenta ativa

Os restantes dados no protocolo dependem do modo selecionado:

- Modo 0: protocolo de todos os registos de eixos e transformações da cadeia cinemática que o comando guardou
- Modo 1: protocolo de todos os registos de transformação antes e depois da restauração
- Modo 2: listagem dos blocos de dados memorizados.
- Modo 3: listagem dos blocos de dados apagados.

Indicações acerca da conservação de dados

O comando memoriza os dados guardados no ficheiro **TNC:\table\DATA450.KD**. Este ficheiro pode ser guardado no PC externo, por exemplo, com **TNCremo**. Se o ficheiro for apagado, também os dados guardados são removidos. Uma alteração manual dos dados no ficheiro pode levar a que os blocos de dados fiquem corrompidos e, desse modo, deixem de poder ser utilizados.

Se o ficheiro **TNC:\table\DATA450.KD** não existir, é gerado automaticamente durante a execução do ciclo 450.

Tenha o cuidado de eliminar ficheiros eventualmente vazios com o nome **TNC:\table\DATA450.KD** antes de iniciar o ciclo 450. Se existir uma tabela de posições de memória vazia **TNC:\table\DATA450.KD** que ainda não contenha dados, é emitida uma mensagem de erro ao executar o ciclo 450. Neste caso, elimine a tabela de posições de memória vazia e execute novamente o ciclo.

Não realize alterações manuais nos dados guardados.

Guarde o ficheiro **TNC:\table\DATA450.KD**, para poder restaurar o ficheiro em caso de necessidade (p. ex., avaria no suporte de dados).

20.4 MEDIR A CINEMÁTICA (ciclo 451, DIN/ISO: G451, opção)

Execução do ciclo

Com o ciclo de apalpação 451, pode verificar a cinemática da sua máquina e, se necessário, otimizá-la. Para isso, meça com o apalpador TS 3D uma esfera de calibração HEIDENHAIN que fixou à mesa da máquina.

> A HEIDENHAIN recomenda a utilização das esferas de calibração **KKH 250 (Número de artigo 655475-01)** ou **KKH 100 (Número de artigo 655475-02)**, que possuem uma rigidez particularmente elevada e foram construídas especialmente para a calibração de máquinas. Caso esteja interessado, entre em contacto com a HEIDENHAIN.

O comando determina a precisão de inclinação estática. O software minimiza aqui os erros de espaço causados pelos movimentos de inclinação e guarda automaticamente a geometria da máquina no final do processo de medição nas respetivas constantes de máquina da descrição de cinemática.

1 Fixar a esfera de calibração, ter em atenção a ausência de colisão
2 No modo de funcionamento manual, memorizar o ponto de referência no centro da esfera, se estiverem definidos **Q431=1** ou **Q431=3**: posicionar o apalpador manualmente no eixo do apalpador através da esfera de calibração e, no plano de maquinagem, no centro da esfera
3 Selecionar o modo de funcionamento de execução de programa e iniciar o programa de calibração
4 O comando mede automática e consecutivamente todos os eixos rotativos na precisão definida por si
5 O comando guarda os valores de medição nos seguintes parâmetros Q:

Número do parâmetro	Significado
Q141	Desvio standard do eixo A medido (-1, se o eixo não tiver sido medido)
Q142	Desvio standard do eixo B medido (-1, se o eixo não tiver sido medido)
Q143	Desvio standard do eixo C medido (-1, se o eixo não tiver sido medido)
Q144	Desvio standard do eixo A otimizado (-1, se o eixo não tiver sido otimizado)
Q145	Desvio standard do eixo B otimizado (-1, se o eixo não tiver sido otimizado)
Q146	Desvio standard do eixo C otimizado (-1, se o eixo não tiver sido otimizado)
Q147	Erros de offset na direção X, para aceitação manual nos parâmetros de máquina correspondentes
Q148	Erros de offset na direção Y, para aceitação manual nos parâmetros de máquina correspondentes
Q149	Erros de offset na direção Z, para aceitação manual nos parâmetros de máquina correspondentes

Sentido de posicionamento

O sentido de posicionamento do eixo rotativo resulta do ângulo inicial e final definido por si no ciclo. Com 0º, faz-se automaticamente uma medição de referência.

Definir o ângulo inicial e final de forma a que a mesma posição não seja duplamente medida pelo comando. Um registo de pontos de medição em duplicado (p. ex., uma posição de medição de +90º e -270º) não é plausível, embora não seja produzida qualquer mensagem de erro.

- Exemplo: ângulo inicial = +90º, ângulo final = -90º
  - Ângulo inicial = +90°
  - Ângulo final = -90°
  - Número de pontos de medição = 4
  - Passo angular daí calculado = (-90° - +90°) / (4 – 1) = -60°
  - Ponto de medição 1 = +90°
  - Ponto de medição 2 = +30°
  - Ponto de medição 3 = -30°
  - Ponto de medição 4 = -90°
- Exemplo: ângulo inicial = +90º, ângulo final = +270º
  - Ângulo inicial = +90°
  - Ângulo final = +270°
  - Número de pontos de medição = 4
  - Passo angular daí calculado = (270° – 90°) / (4 – 1) = +60°
  - Ponto de medição 1 = +90°
  - Ponto de medição 2 = +150°
  - Ponto de medição 3 = +210°
  - Ponto de medição 4 = +270°

Máquinas com eixos de recortes dentados hirth

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Para o posicionamento, o eixo deve mover-se para fora do entalhe Hirth. O comando arredonda, eventualmente, as posições de medição, de modo a que se ajustem ao entalhe Hirth (dependendo do ângulo inicial, do ângulo final e do número de pontos de medição).

- Providencie, por isso, uma distância de segurança suficientemente grande para que não ocorra nenhuma colisão entre o apalpador e a esfera de calibração
- Preste atenção simultaneamente a que haja espaço suficiente na aproximação da distância de segurança (interruptor limite do software)

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Dependendo da configuração da máquina, o comando não pode posicionar os eixos rotativos automaticamente. Neste caso, é necessária uma função M especial do fabricante da máquina, com a qual o comando possa movimentar os eixos rotativos. No parâmetro de máquina **mStrobeRotAxPos** (N.º 244803), o fabricante da máquina deve ter registado, para esse efeito, o número da função M.

- Respeitar a documentação do fabricante da máquina

Definir uma altura de retração maior que 0, se a opção de software 2 não estiver disponível.

As posições de medição são calculadas a partir do ângulo inicial, ângulo final, número de medições de cada eixo e do entalhe hirth.

Exemplo de cálculo das posições de medição para um eixo A:

Ângulo inicial **Q411** = -30

Ângulo final **Q412** = +90

Número de pontos de medição **Q414** = 4

Entalhe hirth = 3º

Passo angular calculado = (Q412 - Q411) / (Q414 -1)

Passo angular calculado = (90° - (-30°)) / (4 – 1) = 120 / 3 = 40°

Posição de medição 1 = Q411 + 0 * passo angular = -30° --> -30°

Posição de medição 2 = Q411 + 1 * passo angular = +10° --> 9°

Posição de medição 3 = Q411 + 2 * passo angular = +50° --> 51°

Posição de medição 4 = Q411 + 3 * passo angular = +90° --> 90°

Escolha da quantidade de pontos de medição

Para poupar tempo, pode executar uma otimização grosseira, por exemplo, na colocação em funcionamento, com um número reduzido de pontos de medição (12).

Em seguida, executa-se então a otimização fina com um número de pontos de medição médio (valor recomendado = aprox. 4). Geralmente, um número de pontos de medição ainda mais alto não fornece melhores resultados. O ideal será distribuir os pontos de medição uniformemente pela área de inclinação do eixo.

Portanto, um eixo com uma área de inclinação de 0-360º é, idealmente, medido com três pontos de medição nos 90º, 180º e 270º. Defina, portanto, o ângulo inicial com 90º e o ângulo final com 270º.

Se desejar verificar adequadamente a precisão, também pode indicar um número mais alto de pontos de medição no modo **Verificar**.

> Quando um ponto de medição está definido em 0º, este é ignorado, dado que é sempre feita uma medição de referência em 0º.

Seleção da posição da esfera de calibração na mesa da máquina

Em princípio, a esfera de calibração pode-se instalar em qualquer ponto acessível na mesa da máquina, mas também em dispositivos tensores ou peças de trabalho. Os seguintes fatores deverão influenciar positivamente o resultado da medição:

- Máquinas com mesa rotativa/mesa inclinada: fixar a esfera de calibração o mais afastada possível do centro de rotação
- Máquinas com percursos de deslocação longos: fixar a esfera de calibração o mais próximo possível da posição de maquinagem posterior

Indicações acerca daprecisão

Os erros de geometria e posicionamento influenciam os valores de medição e, por conseguinte, também a otimização de um eixo rotativo. Deste modo, existirá sempre um erro residual que não é possível eliminar.

Partindo do princípio de que não existem erros de geometria e posicionamento, os valores registados pelo ciclo num determinado momento em qualquer ponto da máquina serão exatamente repetíveis. Quanto maiores os erros de geometria e posicionamento, maior será a dispersão dos resultados de medição, se as medições forem executadas em diferentes posições.

A dispersão assinalada pelo comando no registo de medições é uma aferição da precisão dos movimentos estáticos de inclinação de uma máquina. Contudo, também o raio do círculo de medição, assim como o número e posição dos pontos de medição, influenciam a apreciação da precisão. Não é possível calcular a dispersão com apenas um ponto de medição; neste caso, a dispersão registada corresponde ao erro de espaço do ponto de medição.

Caso vários eixos rotativos se movimentem simultaneamente, os seus erros sobrepõem-se ou, na pior das hipóteses, adicionam-se.

Se a sua máquina estiver equipada com um mandril regulado, deve ativar-se a condução posterior do ângulo na tabela de apalpadores (**coluna TRACK**). Deste modo, aumentam-se, em geral, as precisões na medição com um apalpador 3D.

Se necessário, desativar o aperto dos eixos rotativos durante a medição; de outro modo, os resultados da medição podem ser falseados. Consulte o manual da máquina.

Indicações acerca dos diferentes métodos de calibração

- **Otimização grosseira durante a colocação em funcionamento após introdução de medidas aproximadas**
  - Número de pontos de medição entre 1 e 2
  - Passo angular dos eixos rotativos: aprox. 90º
- **Otimização fina para a área de deslocação completa**
  - Número de pontos de medição entre 3 e 6
  - O ângulo inicial e final devem cobrir a maior área de deslocação dos eixos rotativos possível
  - Posicione a esfera de calibração na mesa da máquina, de modo a que nos eixos rotativos da mesa se crie um grande raio do círculo de medição ou a que nos eixos rotativos de cabeça seja possível a medição numa posição representativa (p ex., no centro da área de deslocação)
- **Otimização de uma posição especial do eixo rotativo**
  - Número de pontos de medição entre 2 e 3
  - As medições são feitas no ângulo do eixo rotativo em que mais tarde terá lugar a maquinagem
  - Posicione a esfera de calibração na mesa da máquina, de forma a que a calibração seja efetuada no local em que mais tarde será também feita a maquinagem
- **Verificação da precisão da máquina**
  - Número de pontos de medição entre 4 e 8
  - O ângulo inicial e final devem cobrir a maior área de deslocação dos eixos rotativos possível
- **Determinação da folga do eixo rotativo**
  - Número de pontos de medição entre 8 e 12
  - O ângulo inicial e final devem cobrir a maior área de deslocação dos eixos rotativos possível

Folga

Por folga entende-se um desaperto insignificante entre o encoder rotativo (aparelho de medição angular) e a mesa, devido a uma inversão de direção. Se os eixos rotativos tiverem uma folga fora do trajeto regulado, por exemplo, porque a medição do ângulo é feita com o encoder motorizado, podem ocorrer erros consideráveis na inclinação.

Com o parâmetro de introdução **Q432**, é possível ativar uma medição da folga. Para isso, introduza um ângulo, que o comando utilizará como ângulo de travessia. O ciclo executa então duas medições por eixo rotativo. Se aceitar o valor de ângulo 0, o comando não determina nenhuma folga.

O comando não executa a compensação automática da folga.

Se o raio do círculo de medição for < 1 mm, o comando já não executa qualquer cálculo da folga. Quanto maior for o raio do círculo de medição, com maior exatidão poderá o comando determinar a folga dos eixos rotativos (ver "Função de protocolo", Página 735).

Se no parâmetro de máquina **mStrobeRotAxPos** (N.º 204803) estiver definida uma função M de posicionamento dos eixos rotativos ou se o eixo for um eixo hirth, então a determinação da folga não é possível.

Ter em atenção ao programar!

Antes do início do ciclo, assegure-se de que **M128** ou **FUNCTION TCPM** estão desligados.

O ciclo 453, assim como o 451 e 452, é deixado no modo automático com uma ROT 3D ativa que coincide com a posição dos eixos rotativos.

Selecionar a posição da esfera de calibração na mesa da máquina, de forma a que não haja qualquer colisão no processo de medição.

Antes da definição de ciclo, é necessário ter definido e ativado o ponto de referência no centro da esfera de calibração, ou definir o parâmetro de introdução Q431 em conformidade para 1 ou 3.

Se o parâmetro de máquina **mStrobeRotAxPos** (N.º 204803) estiver definido diferente de -1 (a função M posiciona o eixo rotativo), inicie uma medição apenas quando todos os eixos rotativos estiverem em 0º.

Como avanço de posicionamento para aproximação à altura de apalpação no eixo de apalpação, o comando utiliza o valor mais baixo do parâmetro de ciclo **Q253** e o valor **FMAX** da tabela de apalpadores. Em princípio, o comando executa os movimentos do eixo rotativo com o avanço de posicionamento **Q253**, estando a supervisão do sensor inativa.

O comando ignora indicações na definição de ciclo para eixos não ativos.

Para otimizar o ângulo, o fabricante da máquina pode impedir a configuração em conformidade.

Nesse caso, uma correção no ponto zero da máquina (Q406=3) só será possível, se forem medidos eixos rotativos sobrepostos do lado da cabeça ou da mesa.

A compensação do ângulo só é possível com a Opção #52 **KinematicsComp**.

Se, no modo Otimizar, os dados de cinemática registados se encontrarem acima do valor limite permitido (**maxModification**), o comando emite uma mensagem de aviso. A aceitação dos valores registados deve ser confirmada com **NC-Start**.

Tenha em atenção que uma alteração da cinemática conduz sempre a uma alteração do ponto de referência. Definir novamente o ponto de referência após uma otimização.

Em cada processo de apalpação, o comando regista, antes de tudo, o raio da esfera de calibração. Se o raio de esfera determinado se desviar mais do raio de esfera introduzido do que o definido no parâmetro de máquina **maxDevCalBall** (N.º 204802), o comando emite uma mensagem de erro e termina a medição.

Programação em polegadas: por norma, o comando fornece os resultados de medições e dados de registo em mm.

Durante a definição do ponto de referência, o raio da esfera de calibração programado só é supervisionado na segunda medição. Isso acontece porque, se o posicionamento prévio é inexato em relação à esfera de calibração e é executada a definição do ponto de referência, a apalpação da esfera de calibração é feita duas vezes.

Parâmetros de ciclo

- **Q406 Modo (0/1/2/3)?**: determinar se o comando deve verificar ou otimizar a cinemática ativa:
  0: verificar a cinemática de máquina ativa. O comando mede a cinemática nos eixos rotativos definidos pelo utilizador, mas não efetua quaisquer alterações na cinemática ativa. O comando mostra os resultados de medição num protocolo de medição.
  1: otimizar a cinemática de máquina ativa: o comando mede a cinemática nos eixos rotativos que o utilizador tenha definido. Em seguida, otimiza **a posição dos eixos rotativos** da cinemática ativa.
  2: otimizar a cinemática de máquina ativa: o comando mede a cinemática nos eixos rotativos que o utilizador tenha definido. Por fim, são otimizados os **erros angulares e de posição**. Para uma correção de erros angulares, é condição essencial a opção #52 KinematicsComp.
  3: otimizar a cinemática de máquina ativa: o comando corrige aqui automaticamente o ponto zero da máquina. Por fim, são otimizados os **erros angulares e de posição**. É condição essencial a opção #52 KinematicsComp.
- **Q407 Raio esfera calibração exacto?** Indique o raio exato da esfera de calibração utilizada. Campo de introdução 0,0001 a 99,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999Em alternativa, **PREDEF**
- **Q408 Altura de retrocesso?** (absoluto): campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
  0: Nenhuma aproximação à altura de retração, o comando faz a aproximação à posição de medição seguinte no eixo a medir. Não permitido em eixos Hirth! O comando faz a aproximação por ordem sequencial à posição de medição em A, depois B, depois C
  >0:Altura de retração no sistema de coordenadas da peça de trabalho não inclinado a que o comando posiciona o eixo do mandril antes de um posicionamento do eixo rotativo. Além disso, o comando posiciona o apalpador no plano de maquinagem no ponto zero. A supervisão do sensor não está ativa neste modo. Defina a velocidade de posicionamento no parâmetro Q253
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?** Indique a velocidade de deslocação da ferramenta no posicionamento em mm/min. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**

Guardar e verificar a cinemática

```
4 TOOL CALL "SENSOR" Z
5 TCH PROBE 450 GUARDAR
  CINEMATICA
    Q410=0      ;MODO
    Q409=5      ;DESIGNACAO DA
                 MEMORIA
6 TCH PROBE 451 MEDIR CINEMATICA
    Q406=0      ;MODO
    Q407=12.5   ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0      ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q408=0      ;ALTURA DE RETROCESSO
    Q253=750    ;AVANCO PRE-POSICION.
    Q380=0      ;ANGULO REFERENCIA
    Q411=-90    ;ANGULO INIC. EIXO A
    Q412=+90    ;ANGULO FINAL EIXO A
    Q413=0      ;ANGULO INCID. EIXO A
    Q413=0      ;PONTOS MEDIR EIXO A
    Q415=-90    ;ANGULO INIC. EIXO B
    Q416=+90    ;ANGULO FINAL EIXO B
    Q417=0      ;ANGULO INCID. EIXO B
    Q418=2      ;PONTOS MEDIR EIXO B
    Q419=-90    ;ANGULO INIC. EIXO C
    Q420=+90    ;ANGULO FINAL EIXO C
    Q421=0      ;ANGULO INCID. EIXO C
    Q422=2      ;PONTOS MEDIR EIXO C
    Q423=4      ;NUMERO APALPACOES
    Q431=0      ;DEFINIR PRESET
    Q432=0      ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

- **Q380Âng. ref. eixo principal?** (absoluto) Indique o ângulo de referência (a rotação básica) para registo dos pontos de medição no sistema de coordenadas da peça de trabalho atuante. A definição de um ângulo de referência pode aumentar consideravelmente a área de medição de um eixo. Campo de introdução de 0 a 360,0000
- **Q411 Ângulo inicial do eixo A?** (absoluto): ângulo inicial no eixo A em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q412 Ângulo final do eixo A?** (absoluto) : ângulo final no eixo A em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q413 Ângulo de incidência do eixo A?**: ângulo de incidência do eixo A em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q414 Nº pontos medição em A (0...12)?**: número de apalpações que o comando deve utilizar para medir o eixo A. Se se introduzir 0, o comando não realiza a medição deste eixo Campo de introdução de 0 a 12
- **Q415 Ângulo inicial do eixo B?** (absoluto): ângulo inicial no eixo B em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q416 Ângulo final do eixo B?** (absoluto) : ângulo final no eixo B em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q417 Ângulo de incidência do eixo B?**: ângulo de incidência do eixo B em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q418 Nº pontos medição em B (0...12)?**: número de apalpações que o comando deve utilizar para medir o eixo B. Se se introduzir 0, o comando não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução de 0 a 12
- **Q419 Ângulo inicial do eixo C?** (absoluto): ângulo inicial no eixo C em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q420 Ângulo final do eixo C?** (absoluto) : ângulo final no eixo C em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q421 Ângulo de incidência do eixo C?**: ângulo de incidência do eixo C em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999

- **Q422 Nº pontos medição em C (0...12)?**: número de apalpações que o comando deve utilizar para medir o eixo C. Campo de introdução de 0 a 12. Se se introduzir 0, o comando não realiza a medição deste eixo
- **Q423 Número de apalpações?** Defina o número de apalpações que o comando deve utilizar para medir a esfera de calibração no plano. Campo de introdução: 3 a 8 Menos pontos de medição aumentam a velocidade, mais pontos de medição aumentam a segurança da medição.
- **Q431 Definir preset (0/1/2/3)?** Determine se o comando deve definir o ponto de referência ativo automaticamente no centro da esfera:
  0: não definir o ponto de referência automaticamente no centro da esfera: definir manualmente o ponto de referência antes do início do ciclo
  1: definir automaticamente o ponto de referência no centro da esfera antes da medição (o ponto de referência ativo é sobrescrito): pré-posicionar manualmente o apalpador sobre a esfera de calibração antes do início do ciclo
  2: definir o ponto de referência automaticamente no centro da esfera após a medição: definir o ponto de referência manualmente antes do início do ciclo
  3: definir o ponto de referência no centro da esfera antes e depois da medição (o ponto de referência ativo é sobrescrito): pré-posicionar o apalpador manualmente sobre a esfera de calibração antes do início do ciclo
- **Q432 Campo angular compensação folga?**: define-se aqui o valor de ângulo que deverá ser utilizado como travessia para a medição da folga do eixo rotativo. O ângulo de travessia deve ser claramente maior que a folga efetiva dos eixos rotativos. Se se introduzir 0, o comando não realiza a medição da folga. Campo de introdução: -3,0000 a +3,0000

> Se tiver ativado a definição do ponto de referência antes da medição (Q431 = 1/3), posicione o apalpador à distância de segurança (Q320 + SET_UP) aproximadamente ao centro sobre a esfera de calibração antes do início do ciclo.

Diferentes Modos (Q406)

Modo Verificar Q406 = 0

- O comando mede os eixos rotativos nas posições definidas e determina com isso a precisão estática da transformação de inclinação
- O comando elabora um protocolo dos resultados de uma eventual otimização de posição, mas não procede a quaisquer ajustes

Modo Otimizar posição dos eixos rotativos Q406 = 1

- O comando mede os eixos rotativos nas posições definidas e determina com isso a precisão estática da transformação de inclinação
- Com isso, o comando tenta alterar a posição do eixo rotativo no modelo de cinemática, de forma a que se obtenha uma precisão mais elevada
- As alterações nos dados da máquina são feitas automaticamente

Modo Otimizar posição e ângulo Q406 = 2

- O comando mede os eixos rotativos nas posições definidas e determina com isso a precisão estática da transformação de inclinação
- Primeiro, o comando tenta otimizar a posição angular do eixo rotativo mediante uma compensação (Opção #52 KinematicsComp)
- Após a otimização de ângulo, realiza-se a otimização de posição. Para isso, não são necessárias medições adicionais; a otimização de posição é calculada automaticamente pelo comando.

Otimização da posição dos eixos rotativos com definição automática prévia dos pontos de referência e medição da folga dos eixos rotativos

```
1 TOOL CALL "SENSOR" Z
2 TCH PROBE 451 MEDIR CINEMATICA
   Q406=1       ;MODO
   Q407=12.5    ;RAIO DA ESFERA
   Q320=0       ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q408=0       ;ALTURA DE RETROCESSO
   Q253=750     ;AVANCO PRE-POSICION.
   Q380=0       ;ANGULO REFERENCIA
   Q411=-90     ;ANGULO INIC. EIXO A
   Q412=+90     ;ANGULO FINAL EIXO A
   Q413=0       ;ANGULO INCID. EIXO A
   Q413=0       ;PONTOS MEDIR EIXO A
   Q415=-90     ;ANGULO INIC. EIXO B
   Q416=+90     ;ANGULO FINAL EIXO B
   Q417=0       ;ANGULO INCID. EIXO B
   Q418=0       ;PONTOS MEDIR EIXO B
   Q419=+90     ;ANGULO INIC. EIXO C
   Q420=+270    ;ANGULO FINAL EIXO C
   Q421=0       ;ANGULO INCID. EIXO C
   Q422=3       ;PONTOS MEDIR EIXO C
   Q423=3       ;NUMERO APALPACOES
   Q431=1       ;DEFINIR PRESET
   Q432=0.5     ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

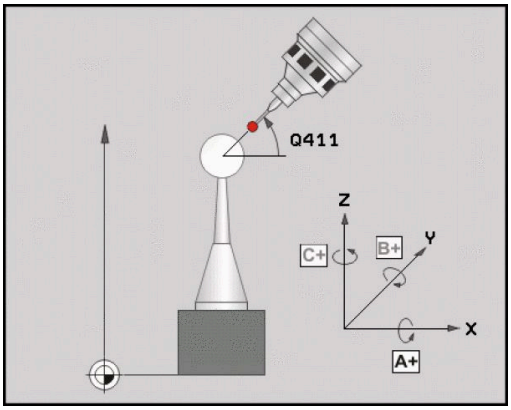
Função de protocolo

Depois de executar o ciclo 451, o comando cria um protocolo **(TCHPR451.html)** e guarda o ficheiro de protocolo na mesma pasta em que se encontra o respetivo programa NC. O protocolo contém os seguintes dados:

- Data e hora a que foi criado o protocolo
- Nome do caminho do programa NC em que foi executado o ciclo
- Modo executado (0=verificar/1=otimizar posição/2=otimizar posições)
- Número de cinemática ativo
- Raio da esfera de medição introduzido
- Para cada eixo rotativo medido:
  - Ângulo inicial
  - Ângulo final
  - Ângulo de incidência
  - Número de pontos de medição
  - Dispersão (desvio standard)
  - Erro máximo
  - Erro de ângulo
  - Folga média
  - Erro de posicionamento médio
  - Raio do círculo de medição
  - Valores de correção em todos os eixos (deslocação do ponto de referência)
  - Posição dos eixos rotativos verificados antes da otimização (refere-se ao início da cadeia de transformações cinemáticas, habitualmente, ao came do mandril)
  - Posição dos eixos rotativos verificados após a otimização (refere-se ao início da cadeia de transformações cinemáticas, habitualmente, ao came do mandril)

20.5 COMPENSAÇÃO DE PRESET (ciclo 452, DIN/ISO: G452, opção)

Execução do ciclo



Com o ciclo de apalpação 452, é possível otimizar a cadeia de transformações cinemáticas da máquina, (ver "MEDIR A CINEMÁTICA (ciclo 451, DIN/ISO: G451, opção)", Página 721). Em seguida, o comando corrige igualmente o sistema de coordenadas da peça de trabalho no modelo de cinemática, de modo que o ponto de referência atual fica no centro da esfera de calibração após a otimização.

Com este ciclo é possível, por exemplo, conjugar cabeças intercambiáveis umas com as outras.

1 Fixar esfera de calibração
2 Medir completamente a cabeça de referência com o ciclo 451 e, em seguida, memorizar o ponto de referência no centro da esfera com o ciclo 451
3 Trocar pela segunda cabeça
4 Medir a cabeça intercambiável com o ciclo 452 até à interface de troca de cabeça
5 Ajustar as outras cabeças intercambiáveis à cabeça de referência com o ciclo 452

Se, durante a maquinagem, for possível deixar a esfera de calibração fixa na mesa da máquina, pode-se, por exemplo, compensar um desvio da máquina. Este processo também é possível numa máquina sem eixos rotativos.

1 Fixar a esfera de calibração, ter em atenção a ausência de colisão
2 Definir ponto de referência na esfera de calibração
3 Definir o ponto de referência na peça de trabalho e iniciar a maquinagem da peça de trabalho
4 Executar uma compensação de preset com o ciclo 452 a intervalos regulares. Com isso, o comando determina o desvio dos eixos afetados e corrige-os na cinemática

Número do parâmetro	Significado
Q141	Desvio standard do eixo A medido (-1, se o eixo não tiver sido medido)
Q142	Desvio standard do eixo B medido (-1, se o eixo não tiver sido medido)
Q143	Desvio standard do eixo C medido (-1, se o eixo não tiver sido medido)
Q144	Desvio standard do eixo A otimizado (-1, se o eixo não tiver sido medido)
Q145	Desvio standard do eixo B otimizado (-1, se o eixo não tiver sido medido)
Q146	Desvio standard do eixo C otimizado (-1, se o eixo não tiver sido medido)
Q147	Erros de offset na direção X, para aceitação manual nos parâmetros de máquina correspondentes
Q148	Erros de offset na direção Y, para aceitação manual nos parâmetros de máquina correspondentes
Q149	Erros de offset na direção Z, para aceitação manual nos parâmetros de máquina correspondentes

Ter em atenção ao programar!

Antes do início do ciclo, assegure-se de que **M128** ou **FUNCTION TCPM** estão desligados.

O ciclo 453, assim como o 451 e 452, é deixado no modo automático com uma ROT 3D ativa que coincide com a posição dos eixos rotativos.

Para poder executar uma compensação de preset, é necessário que a cinemática esteja adequadamente preparada. Consultar o manual da máquina.

Prestar atenção a que todas as funções de inclinação do plano de maquinagem estejam desativadas.

Selecionar a posição da esfera de calibração na mesa da máquina, de forma a que não haja qualquer colisão no processo de medição.

Antes da definição de ciclo, deve-se memorizar e ativar o ponto de referência no centro da esfera de calibração.

No caso de eixos sem sistema de medição de posição separado, selecionar os pontos de medição, de modo a ter 1 grau de percurso de deslocação até ao interruptor de fim de curso. O comando necessita deste percurso para a compensação de folga interna.

Como avanço de posicionamento para aproximação à altura de apalpação no eixo de apalpação, o comando utiliza o valor mais baixo do parâmetro de ciclo **Q253** e o valor **FMAX** da tabela de apalpadores. Em princípio, o comando executa os movimentos do eixo rotativo com o avanço de posicionamento **Q253**, estando a supervisão do sensor inativa.

Se se interromper o ciclo durante a medição, pode acontecer que os dados de cinemática já não se encontrem no seu estado original. Guarde a cinemática ativa antes de uma otimização com o ciclo 450, para, em caso de erro, poder restaurar a cinemática ativa em último lugar.

Se os dados de cinemática registados se encontrarem acima do valor limite permitido (**maxModification**), o comando emite uma mensagem de aviso. A aceitação dos valores registados deve ser confirmada com **NC-Start**.

Tenha em atenção que uma alteração da cinemática conduz sempre a uma alteração do ponto de referência. Definir novamente o ponto de referência após uma otimização.

Em cada processo de apalpação, o comando regista, antes de tudo, o raio da esfera de calibração. Se o raio de esfera determinado se desviar mais do raio de esfera introduzido do que o definido no parâmetro de máquina **maxDevCalBall** (N.º 204802), o comando emite uma mensagem de erro e termina a medição.

Programação em polegadas: por norma, o comando fornece os resultados de medições e dados de registo em mm.

Parâmetros de ciclo

- **Q407 Raio esfera calibração exacto?** Indique o raio exato da esfera de calibração utilizada. Campo de introdução 0,0001 a 99,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q408 Altura de retrocesso?** (absoluto): campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
  0: Nenhuma aproximação à altura de retração, o comando faz a aproximação à posição de medição seguinte no eixo a medir. Não permitido em eixos Hirth! O comando faz a aproximação por ordem sequencial à posição de medição em A, depois B, depois C
  >0:Altura de retração no sistema de coordenadas da peça de trabalho não inclinado a que o comando posiciona o eixo do mandril antes de um posicionamento do eixo rotativo. Além disso, o comando posiciona o apalpador no plano de maquinagem no ponto zero. A supervisão do sensor não está ativa neste modo. Defina a velocidade de posicionamento no parâmetro Q253
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?** Indique a velocidade de deslocação da ferramenta no posicionamento em mm/min. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Q380Âng. ref. eixo principal?** (absoluto) Indique o ângulo de referência (a rotação básica) para registo dos pontos de medição no sistema de coordenadas da peça de trabalho atuante. A definição de um ângulo de referência pode aumentar consideravelmente a área de medição de um eixo. Campo de introdução de 0 a 360,0000
- **Q411 Ângulo inicial do eixo A?** (absoluto): ângulo inicial no eixo A em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q412 Ângulo final do eixo A?** (absoluto) : ângulo final no eixo A em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q413 Ângulo de incidência do eixo A?**: ângulo de incidência do eixo A em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q414 Nº pontos medição em A (0...12)?**: número de apalpações que o comando deve utilizar para medir o eixo A. Se se introduzir 0, o comando não realiza a medição deste eixo Campo de introdução de 0 a 12

Programa de calibração

4 TOOL CALL "SENSOR" Z	
5 TCH PROBE 450 GUARDAR CINEMATICA	
Q410=0	;MODO
Q409=5	;DESIGNACAO DA MEMORIA
6 TCH PROBE 452 COMPENSACAO PRESET	
Q407=12.5	;RAIO DA ESFERA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q408=0	;ALTURA DE RETROCESSO
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q380=0	;ANGULO REFERENCIA
Q411=-90	;ANGULO INIC. EIXO A
Q412=+90	;ANGULO FINAL EIXO A
Q413=0	;ANGULO INCID. EIXO A
Q413=0	;PONTOS MEDIR EIXO A
Q415=-90	;ANGULO INIC. EIXO B
Q416=+90	;ANGULO FINAL EIXO B
Q417=0	;ANGULO INCID. EIXO B
Q418=2	;PONTOS MEDIR EIXO B
Q419=-90	;ANGULO INIC. EIXO C
Q420=+90	;ANGULO FINAL EIXO C
Q421=0	;ANGULO INCID. EIXO C
Q422=2	;PONTOS MEDIR EIXO C
Q423=4	;NUMERO APALPACOES
Q432=0	;CAMPO ANGULAR FOLGA

- **Q415 Ângulo inicial do eixo B?** (absoluto): ângulo inicial no eixo B em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q416 Ângulo final do eixo B?** (absoluto) : ângulo final no eixo B em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q417 Ângulo de incidência do eixo B?**: ângulo de incidência do eixo B em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q418 Nº pontos medição em B (0...12)?**: número de apalpações que o comando deve utilizar para medir o eixo B. Se se introduzir 0, o comando não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução de 0 a 12
- **Q419 Ângulo inicial do eixo C?** (absoluto): ângulo inicial no eixo C em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q420 Ângulo final do eixo C?** (absoluto) : ângulo final no eixo C em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q421 Ângulo de incidência do eixo C?**: ângulo de incidência do eixo C em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q422 Nº pontos medição em C (0...12)?**: número de apalpações que o comando deve utilizar para medir o eixo C. Campo de introdução de 0 a 12. Se se introduzir 0, o comando não realiza a medição deste eixo
- **Q423 Número de apalpações?** Defina o número de apalpações que o comando deve utilizar para medir a esfera de calibração no plano. Campo de introdução: 3 a 8 Menos pontos de medição aumentam a velocidade, mais pontos de medição aumentam a segurança da medição.
- **Q432 Campo angular compensação folga?**: define-se aqui o valor de ângulo que deverá ser utilizado como travessia para a medição da folga do eixo rotativo. O ângulo de travessia deve ser claramente maior que a folga efetiva dos eixos rotativos. Se se introduzir 0, o comando não realiza a medição da folga. Campo de introdução: -3,0000 a +3,0000

Ajuste de cabeças intercambiáveis

O objetivo deste processo é que o ponto de referência da peça de trabalho permaneça inalterado após a troca de eixos rotativos (troca de cabeças)

No exemplo seguinte descreve-se o ajuste de uma cabeça de forquilha com os eixos AC Os eixos A são trocados, o eixo C permanece na máquina de base.

- Troca de uma das cabeças intercambiáveis que depois serve de cabeça de referência
- Fixar esfera de calibração
- Trocar de apalpador
- Mediante o ciclo 451, meça a cinemática completa com a cabeça de referência
- Defina o ponto de referência (com Q431 = 2 ou 3 no ciclo 451) após a medição da cabeça de referência

Medir a cabeça de referência

```
1 TOOL CALL  "SENSOR" Z
2 TCH PROBE  451 MEDIR CINEMATICA
    Q406=1       ;MODO
    Q407=12.5    ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0       ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q408=0       ;ALTURA DE RETROCESSO
    Q253=2000    ;AVANCO PRE-POSICION.
    Q380=45      ;ANGULO REFERENCIA
    Q411=-90     ;ANGULO INIC. EIXO A
    Q412=+90     ;ANGULO FINAL EIXO A
    Q413=45      ;ANGULO INCID. EIXO A
    Q413=4       ;PONTOS MEDIR EIXO A
    Q415=-90     ;ANGULO INIC. EIXO B
    Q416=+90     ;ANGULO FINAL EIXO B
    Q417=0       ;ANGULO INCID. EIXO B
    Q418=2       ;PONTOS MEDIR EIXO B
    Q419=+90     ;ANGULO INIC. EIXO C
    Q420=+270    ;ANGULO FINAL EIXO C
    Q421=0       ;ANGULO INCID. EIXO C
    Q422=3       ;PONTOS MEDIR EIXO C
    Q423=4       ;NUMERO APALPACOES
    Q431=3       ;DEFINIR PRESET
    Q432=0       ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

- Troca da segunda cabeça intercambiável
- Trocar de apalpador
- Medir a cabeça intercambiável com o ciclo 452
- Meça apenas os eixos que foram efetivamente trocados (no exemplo, apenas o eixo A, o eixo C foi ocultado com Q422)
- Não é possível alterar o ponto de referência e a posição da esfera de calibração durante todo o processo
- É possível ajustar todas as outras cabeças intercambiáveis da mesma forma

A troca de cabeças é uma função específica da máquina: consulte o manual da sua máquina.

Ajustar a cabeça intercambiável

```
3 TOOL CALL "SENSOR" Z
4 TCH PROBE 452 COMPENSACAO
  PRESET
    Q407=12.5  ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q408=0     ;ALTURA DE RETROCESSO
    Q253=2000  ;AVANCO PRE-POSICION.
    Q380=45    ;ANGULO REFERENCIA
    Q411=-90   ;ANGULO INIC. EIXO A
    Q412=+90   ;ANGULO FINAL EIXO A
    Q413=45    ;ANGULO INCID. EIXO A
    Q413=4     ;PONTOS MEDIR EIXO A
    Q415=-90   ;ANGULO INIC. EIXO B
    Q416=+90   ;ANGULO FINAL EIXO B
    Q417=0     ;ANGULO INCID. EIXO B
    Q418=2     ;PONTOS MEDIR EIXO B
    Q419=+90   ;ANGULO INIC. EIXO C
    Q420=+270  ;ANGULO FINAL EIXO C
    Q421=0     ;ANGULO INCID. EIXO C
    Q422=0     ;PONTOS MEDIR EIXO C
    Q423=4     ;NUMERO APALPACOES
    Q432=0     ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

Compensação do desvio

Durante a maquinagem, os diferentes componentes de uma máquina estão sujeitos a um desvio, devido às variáveis influências circundantes. Se o desvio for suficientemente constante através da área de deslocação e a esfera de calibração puder manter-se na mesa da máquina durante maquinagem, é possível registar e compensar este desvio com o ciclo 452.

- Fixar esfera de calibração
- Trocar de apalpador
- Meça completamente a cinemática com o ciclo 451 antes de iniciar a maquinagem
- Memorize o ponto de referência (com Q432 = 2 ou 3 no ciclo 451) após a medição da cinemática
- Memorize então os pontos de referência para as suas peças de trabalho e inicie a maquinagem

Medição de referência para compensação do desvio

```
1 TOOL CALL "SENSOR" Z
2 CYCL DEF 247 FIXAR P.REFERENCIA
    Q339=1       ;NUMERO PONTO REFER.
3 TCH PROBE  451 MEDIR CINEMATICA
    Q406=1       ;MODO
    Q407=12.5    ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0       ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q408=0       ;ALTURA DE RETROCESSO
    Q253=750     ;AVANCO PRE-POSICION.
    Q380=45      ;ANGULO REFERENCIA
    Q411=+90     ;ANGULO INIC. EIXO A
    Q412=+270    ;ANGULO FINAL EIXO A
    Q413=45      ;ANGULO INCID. EIXO A
    Q413=4       ;PONTOS MEDIR EIXO A
    Q415=-90     ;ANGULO INIC. EIXO B
    Q416=+90     ;ANGULO FINAL EIXO B
    Q417=0       ;ANGULO INCID. EIXO B
    Q418=2       ;PONTOS MEDIR EIXO B
    Q419=+90     ;ANGULO INIC. EIXO C
    Q420=+270    ;ANGULO FINAL EIXO C
    Q421=0       ;ANGULO INCID. EIXO C
    Q422=3       ;PONTOS MEDIR EIXO C
    Q423=4       ;NUMERO APALPACOES
    Q431=3       ;DEFINIR PRESET
    Q432=0       ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

- Registe o desvio dos eixos a intervalos regulares
- Trocar de apalpador
- Ativar o ponto de referência na esfera de calibração
- Meça a cinemática com o ciclo 452
- Não é possível alterar o ponto de referência e a posição da esfera de calibração durante todo o processo

> Este processo também é possível em máquinas sem eixos rotativos

Compensar desvio

```
4 TOOL CALL "SENSOR" Z
5 TCH PROBE 452 COMPENSACAO
  PRESET
    Q407=12.5  ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q408=0     ;ALTURA DE RETROCESSO
    Q253=99999;AVANCO PRE-POSICION.
    Q380=45    ;ANGULO REFERENCIA
    Q411=-90   ;ANGULO INIC. EIXO A
    Q412=+90   ;ANGULO FINAL EIXO A
    Q413=45    ;ANGULO INCID. EIXO A
    Q413=4     ;PONTOS MEDIR EIXO A
    Q415=-90   ;ANGULO INIC. EIXO B
    Q416=+90   ;ANGULO FINAL EIXO B
    Q417=0     ;ANGULO INCID. EIXO B
    Q418=2     ;PONTOS MEDIR EIXO B
    Q419=+90   ;ANGULO INIC. EIXO C
    Q420=+270  ;ANGULO FINAL EIXO C
    Q421=0     ;ANGULO INCID. EIXO C
    Q422=3     ;PONTOS MEDIR EIXO C
    Q423=3     ;NUMERO APALPACOES
    Q432=0     ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

Função de protocolo

Depois de executar o ciclo 452, o comando cria um protocolo **(TCHPR452.html)**, que contém os seguintes dados:

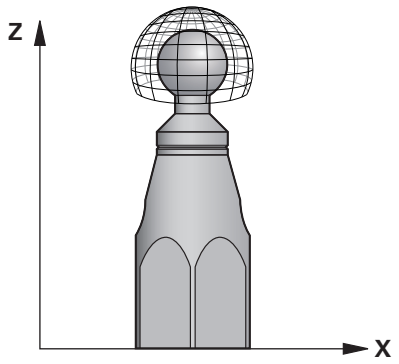
- Data e hora a que foi criado o registo
- Nome do atalho do programa NC em que foi executado o ciclo
- Número de cinemática ativo
- Raio da esfera de medição introduzido
- Para cada eixo rotativo medido:
  - Ângulo inicial
  - Ângulo final
  - Ângulo de incidência
  - Número de pontos de medição
  - Dispersão (desvio standard)
  - Erro máximo
  - Erro de ângulo
  - Folga média
  - Erro de posicionamento médio
  - Raio do círculo de medição
  - Valores de correção em todos os eixos (deslocação do ponto de referência)
  - Instabilidade de medição para eixos rotativos
  - Posição dos eixos rotativos verificados antes da compensação de preset (refere-se ao início da cadeia de transformações cinemáticas, habitualmente, ao came do mandril)
  - Posição dos eixos rotativos verificados após a compensação de preset (refere-se ao início da cadeia de transformações cinemáticas, habitualmente, ao came do mandril)

Explicações sobre os valores do protocolo

(ver "Função de protocolo", Página 735)

20.6 CINEMÁTICA GRELHA (ciclo 453, DIN/ISO: G453, opção)

Execução do ciclo



Mesmo que a sua máquina já tenha sido otimizada quanto a erros de posição (p. ex., com o ciclo 451), podem permanecer erros residuais no Tool Center Point (TCP) ao inclinar os eixos rotativos. Esses erros ocorrem, sobretudo, nas máquinas com cabeças basculantes. Podem resultar, p. ex., de erros dos componentes (p. ex., do erro de um mancal) de eixos de rotação de cabeça.

O ciclo 453 CINEMÁTICA GRELHA permite detetar e compensar estes erros em função das posições dos eixos basculantes. São necessárias as opções de software #48 KinematicsOpt e #52 KinematicsComp. Com a ajuda de um apalpador TS 3D, este ciclo serve para medir uma esfera de calibração HEIDENHAIN que se fixou à mesa da máquina. O ciclo movimenta automaticamente o apalpador para posições que estão dispostas em forma de grelha à volta da esfera de calibração. Estas posições do eixo basculante são definidas pelo fabricante da sua máquina. As posições podem estar em até três dimensões (cada dimensão é um eixo rotativo). Após o processo de apalpação na esfera, pode realizar-se uma compensação dos erros mediante uma tabela multidimensional. Esta tabela de compensações (*.kco) é definida pelo fabricante da máquina, que também define o local de arquivo da tabela.

Se trabalhar com o ciclo 453, execute o ciclo em várias posições diferentes no espaço de trabalho. Assim, pode verificar imediatamente se a compensação com o ciclo 453 tem os desejados efeitos positivos na precisão da máquina. Este tipo de compensação para uma máquina específica só é adequado quando se consigam as melhorias desejadas com os mesmos valores de correção em múltiplas posições. Se não for esse o caso, então devem-se procurar os erros fora dos eixos rotativos.

Execute a medição com o ciclo 453 com os erros de posição dos eixos rotativos otimizados. Para isso, trabalhe previamente, p. ex., com o ciclo 451.

A HEIDENHAIN recomenda a utilização das esferas de calibração **KKH 250 (Número de artigo 655475-01)** ou **KKH 100 (Número de artigo 655475-02)**, que possuem uma rigidez particularmente elevada e foram construídas especialmente para a calibração de máquinas. Caso esteja interessado, entre em contacto com a HEIDENHAIN.

Para o ciclo 453 CINEMÁTICA GRELHA, são necessárias as opções de software #48 KinematicsOpt e #52 KinematicsComp.

Esta função deve ser ativada e ajustada pelo fabricante da máquina.

Para poder utilizar este ciclo, o fabricante da máquina deve criar e configurar previamente uma tabela de compensações (*.kco), assim como proceder a outras definições.

O comando otimiza a precisão da sua máquina. Para isso, guarda os valores de compensação automaticamente numa tabela de compensações (*.kco) no final do processo de medição. (Com o modo Q406=1)

1 Fixar a esfera de calibração, ter em atenção a ausência de colisão
2 No modo de Funcionamento Manual, memorizar o ponto de referência no centro da esfera, se estiverem definidos **Q431=1** ou **Q431=3**: posicionar o apalpador manualmente no eixo do apalpador através da esfera de calibração e, no plano de maquinagem, no centro da esfera
3 Selecionar o modo de funcionamento de execução de programa e iniciar o programa NC
4 O ciclo é executado em função de Q406 (-1=Eliminar / 0=Verificar / 1=Compensar)

Diferentes Modos (Q406)

Modo Eliminar Q406 = -1

- Não se realiza nenhum movimento dos eixos
- O comando descreve todos os valores da tabela de compensações (*.kco) com "0". Isso leva a que compensações adicionais não atuem na cinemática atualmente selecionada

Modo Verificar Q406 = 0

- O comando executa apalpações na esfera de calibração.
- Os resultados são guardados num protocolo em formato .html. Este protocolo é guardado na mesma pasta em que se encontra o programa NC atual

Modo Compensar Q406 = 1

- O comando executa apalpações na esfera de calibração
- O comando escreve os desvios na tabela de compensações (*.kco). A tabela é atualizada e as compensações atuam imediatamente
- Os resultados são guardados num protocolo em formato .html. Este protocolo é guardado na mesma pasta em que se encontra o programa NC atual

Seleção da posição da esfera de calibração na mesa da máquina

Em princípio, a esfera de calibração pode-se instalar em qualquer ponto acessível na mesa da máquina, mas também em dispositivos tensores ou peças de trabalho. Recomenda-se, no entanto, fixar a esfera de calibração o mais próximo possível da posição de maquinagem posterior.

Ter em atenção ao programar!

Para o ciclo 453 CINEMÁTICA GRELHA, são necessárias as opções de software #48 KinematicsOpt e #52 KinematicsComp.

Esta função deve ser ativada e ajustada pelo fabricante da máquina.

O fabricante da máquina determina o local de arquivo da tabela de compensações (*.kco).

Antes do início do ciclo, assegure-se de que **M128** ou **FUNCTION TCPM** estão desligados.

O ciclo 453, assim como o 451 e 452, é deixado no modo automático com uma ROT 3D ativa que coincide com a posição dos eixos rotativos.

Selecione a posição da esfera de calibração na mesa da máquina, de forma a que não haja qualquer colisão no processo de medição.

Antes da definição de ciclo, é necessário ter definido e ativado o ponto de referência no centro da esfera de calibração, ou definir o parâmetro de introdução Q431 em conformidade para 1 ou 3.

Se o parâmetro de máquina **mStrobeRotAxPos** (N.º 204803) estiver definido diferente de -1 (a função M posiciona o eixo rotativo), inicie uma medição apenas quando todos os eixos rotativos estiverem em 0º.

Como avanço de posicionamento para aproximação à altura de apalpação no eixo de apalpação, o comando utiliza o valor mais baixo do parâmetro de ciclo **Q253** e o valor **FMAX** da tabela de apalpadores. Em princípio, o comando executa os movimentos do eixo rotativo com o avanço de posicionamento **Q253**, estando a supervisão do sensor inativa.

No processo de apalpação, o comando regista, antes de tudo, o raio da esfera de calibração. Se o raio de esfera determinado se desviar mais do raio de esfera introduzido do que o definido no parâmetro de máquina **maxDevCalBall** (N.º 204802), o comando emite uma mensagem de erro somente na Segunda Medição (medição repetida) e termina a medição.

Programação em polegadas: por norma, o comando fornece os resultados de medições e dados de registo em mm.

Durante a definição do ponto de referência, o raio da esfera de calibração programado só é supervisionado na segunda medição. Isso acontece porque, se o posicionamento prévio é inexato em relação à esfera de calibração e é executada a definição do ponto de referência, a apalpação da esfera de calibração é feita duas vezes.

Se a sua máquina estiver equipada com um mandril regulado, deve ativar-se a condução posterior do ângulo na tabela de apalpadores (**coluna TRACK**). Deste modo, aumentam-se, em geral, as precisões na medição com um apalpador 3D.

Parâmetros de ciclo

- **Q406 Modo (-1/0/+1)**: determinar se o comando deve descrever os valores da tabela de compensações (*.kco) com o valor 0 ou verificar ou compensar os desvios atualmente existentes. É criado um protocolo (*.html).
  -1: eliminar valores na tabela de compensações (*.kco). Os valores de compensação de erros de posição TCP são definidos para o valor 0 na tabela de compensações (*.kco). Não são apalpadas posições de medição. Não são emitidos resultados no protocolo (*.html).
  0: verificar os erros de posição TCP. O comando mede os erros de posição TCP dependendo das posições dos eixos rotativos, mas não efetua registos na tabela de compensações (*.kco). O comando apresenta o desvio padrão e máximo num protocolo (*.html).
  1: compensar erros de posição TCP. O comando mede os erros de posição TCP dependendo das posições dos eixos rotativos e escreve os desvios na tabela de compensações (*.kco). Seguidamente, as compensações atuam de imediato. O comando apresenta o desvio padrão e máximo num protocolo (*.html).
- **Q407 Raio esfera calibração exacto?** Indique o raio exato da esfera de calibração utilizada. Campo de introdução 0,0001 a 99,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999Em alternativa, **PREDEF**
- **Q408 Altura de retrocesso?** (absoluto): campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
  0: Nenhuma aproximação à altura de retração, o comando faz a aproximação à posição de medição seguinte no eixo a medir. Não permitido em eixos Hirth! O comando faz a aproximação por ordem sequencial à posição de medição em A, depois B, depois C
  >0:Altura de retração no sistema de coordenadas da peça de trabalho não inclinado a que o comando posiciona o eixo do mandril antes de um posicionamento do eixo rotativo. Além disso, o comando posiciona o apalpador no plano de maquinagem no ponto zero. A supervisão do sensor não está ativa neste modo. Defina a velocidade de posicionamento no parâmetro Q253

Apalpação com o ciclo 453

```
4 TOOL CALL "SENSOR" Z
6 TCH PROBE 453 CINEMÁTICA GRELHA
    Q406=0      ;MODO
    Q407=12.5   ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0      ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q408=0      ;ALTURA DE RETROCESSO
    Q253=750    ;AVANCO PRE-POSICION.
    Q380=0      ;ANGULO REFERENCIA
    Q423=4      ;NUMERO APALPACOES
    Q431=0      ;DEFINIR PRESET
```

- **Q253 Avanco pre-posicionamento?** Indique a velocidade de deslocação da ferramenta no posicionamento em mm/min. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Q380Âng. ref. eixo principal?** (absoluto) Indique o ângulo de referência (a rotação básica) para registo dos pontos de medição no sistema de coordenadas da peça de trabalho atuante. A definição de um ângulo de referência pode aumentar consideravelmente a área de medição de um eixo. Campo de introdução de 0 a 360,0000
- **Q423 Número de apalpações?** Defina o número de apalpações que o comando deve utilizar para medir a esfera de calibração no plano. Campo de introdução: 3 a 8 Menos pontos de medição aumentam a velocidade, mais pontos de medição aumentam a segurança da medição.
- **Q431 Definir preset (0/1/2/3)?** Determine se o comando deve definir o ponto de referência ativo automaticamente no centro da esfera:
  0: não definir o ponto de referência automaticamente no centro da esfera: definir manualmente o ponto de referência antes do início do ciclo
  1: definir automaticamente o ponto de referência no centro da esfera antes da medição (o ponto de referência ativo é sobrescrito): pré-posicionar manualmente o apalpador sobre a esfera de calibração antes do início do ciclo
  2: definir o ponto de referência automaticamente no centro da esfera após a medição: definir o ponto de referência manualmente antes do início do ciclo
  3: definir o ponto de referência no centro da esfera antes e depois da medição (o ponto de referência ativo é sobrescrito): pré-posicionar o apalpador manualmente sobre a esfera de calibração antes do início do ciclo

> Se tiver ativado a definição do ponto de referência antes da medição (Q431 = 1/3), posicione o apalpador à distância de segurança (Q320 + SET_UP) aproximadamente ao centro sobre a esfera de calibração antes do início do ciclo.

Função de protocolo

Depois de executar o ciclo 453, o comando cria um protocolo **(TCHPR453.html)**, que é guardado na mesma pasta em que se encontra o programa NC atual. Contém os seguintes dados:

- Data e hora a que foi criado o registo
- Nome do atalho do programa NC em que foi executado o ciclo
- Número e nome da ferramenta ativa
- Modo
- Dados medidos: desvio padrão e desvio máximo
- Informação da posição em graus (°) em que ocorreu o desvio máximo
- Número de posições de medição

21

Ciclos de apalpação: medir ferramentas automaticamente

21.1 Princípios básicos

Resumo

Instruções de operação

- Durante a execução dos ciclos de apalpação, o ciclo **8 ESPELHAMENTO**, o ciclo **11 FACTOR ESCALA** e o ciclo **26 FATOR ESCALA EIXO** não podem estar ativos.
- A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O fabricante da máquina prepara a máquina e o comando para se poder usar o apalpador TT.

É provável que a sua máquina não disponha de todos os ciclos e funções aqui descritos. Consulte o manual da sua máquina!

Os ciclos de apalpação só estão disponíveis com a opção de software #17 Touch Probe Functions.

Com o apalpador de ferramenta e os ciclos para a medição de ferramentas do comando, é possível medir ferramentas automaticamente: os valores de correção para o comprimento e o raio são guardados na memória central de ferramentas TOOL.T do comando e calculados automaticamente no final do ciclo de apalpação. Dispõe-se dos seguintes tipos de medições:

- Medição de ferramentas com a ferramenta parada
- Medição de ferramentas com a ferramenta a rodar
- Medição de lâminas individuais

Os ciclos de medição de ferramentas são programados no modo de funcionamento **Programar** com a tecla **TOUCH PROBE**. Dispõe-se dos seguintes ciclos:

Novo formato	Antigo formato	Ciclo	Página
480 CAL.	30 CAL.	Calibrar TT, ciclos 30 e 480	759
484 CAL.		Calibrar TT 449 sem fios, ciclo 484	761
481	31	Medir comprimento da ferramenta, ciclos 31 e 481	763
482	32	Medir o raio da ferramenta, ciclos 32 e 482	766
483	33	Medir o comprimento e o raio da ferramenta, ciclos 33 e 483	768

Os ciclos de medição só funcionam quando está ativa a memória central de ferramentas TOOL.T.

Antes de se trabalhar com ciclos de medição, devem-se introduzir primeiro todos os dados necessários para a medição na memória central de ferramentas e chamar a ferramenta que se pretende medir com **TOOL CALL**.

Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483

As funções e a execução do ciclo são absolutamente idênticas. Entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483 existem apenas as duas diferenças seguintes:

- Os ciclos 481 a 483 estão disponíveis em G481 a G483 também em DIN/ISO
- Em vez de um parâmetro de livre seleção para o estado da medição, os novos ciclos utilizam o parâmetro fixo **Q199**

Ajustar parâmetros de máquina

Antes de trabalhar com os ciclos de medição, verifique todos os parâmetros de máquina que estão definidos em **ProbeSettings** > **CfgTT** (N.º 122700) e **CfgTTRoundStylus** (N.º 114200).

Os ciclos de apalpador de mesa 480, 481, 482, 483, 484 podem ser ocultados com o parâmetro de máquina **hideMeasureTT** (N.º 128901).

Para a medição com o mandril parado, o comando utiliza o avanço de apalpação do parâmetro de máquina **probingFeed** (N:º 122709).

Na medição com a ferramenta a rodar, o comando calcula automaticamente as rotações da ferramenta e o avanço de apalpação.

A velocidade do mandril calcula-se da seguinte forma:

n = **maxPeriphSpeedMeas** / (r • 0,0063) com

n:	Rotações [U/min]
maxPeriphSpeedMeas:	Máxima velocidade de rotação permitida [m/min]
r:	Raio da ferramenta ativo [mm]

O avanço de apalpação é calculado a partir de:
v = tolerância de medição • n com

v:	Avanço de apalpação [mm/min]
Tolerância de medição:	Tolerância de medição [mm], dependendo de **maxPeriphSpeedMeas**
n:	Rotações [U/min]

Com **probingFeedCalc** (N.º 122710), calcula-se o avanço de apalpação:

probingFeedCalc (N.º 122710) = **ConstantTolerance**:

A tolerância de medição permanece constante, independentemente do raio da ferramenta. Quando as ferramentas são muito grandes, deve reduzir-se o avanço de apalpação para zero. Este efeito nota-se tanto mais rapidamente, quanto menor for a velocidade máxima de percurso (**maxPeriphSpeedMeas**, N.º 122712) e a tolerância admissível (**measureTolerance1**, N.º 122715) selecionadas.

probingFeedCalc (N.º 122710) = **VariableTolerance**:

A tolerância de medição modifica-se com o aumento do raio da ferramenta. Assim, assegura-se um avanço de apalpação suficiente para grandes raios de ferramenta. O comando modifica a tolerância de medição de acordo com o seguinte quadro:

Raio da ferramenta	Tolerância de medição
Até 30 mm	**measureTolerance1**
30 a 60 mm	2 • **measureTolerance1**
60 a 90 mm	3 • **measureTolerance1**
90 a 120 mm	4 • **measureTolerance1**

probingFeedCalc (N.º 122710) = **ConstantFeed**:

O avanço de apalpação permanece constante, mas o erro de medição aumenta de forma linear à medida que aumenta o raio da ferramenta:

Tolerância de medição = (r • **measureTolerance1**)/ 5 mm) com

r:	Raio da ferramenta ativo [mm]
measureTolerance1:	Máximo erro de medição admissível

Introduções na tabela de ferramentas TOOL.T

Abrev.	Introduções	Diálogo
CUT	Quantidade de lâminas da ferramenta (máx. 20 lâminas)	**Numero de facas?**
LTOL	Desvio admissível do comprimento L da ferramenta para reconhecimento de desgaste. Se o valor introduzido for excedido, o comando bloqueia a ferramenta (estado **L**). Campo de introdução: 0 até 0,9999 mm	**Tolerancia de desgaste: compr.?**
RTOL	Desvio admissível do raio R da ferramenta para reconhecimento de desgaste. Se o valor introduzido for excedido, o comando bloqueia a ferramenta (estado **I**). Campo de introdução: 0 até 0,9999 mm	**Tolerancia de desgaste: Raio?**
R2TOL	Desvio admissível do raio R2 da ferramenta para reconhecimento de desgaste. Se o valor introduzido for excedido, o comando bloqueia a ferramenta (estado **I**). Campo de introdução: 0 até 0,9999 mm	**Tolerância de desgaste: raio 2?**
DIRECT.	Direção de corte da ferramenta para medição com ferramenta a rodar	**Direção de corte (M3 = -)?**
R-OFFS	Medição do comprimento: desvio da ferramenta entre o centro da haste e o centro da própria ferramenta. Ajuste prévio: nenhum valor registado (desvio = raio da ferramenta)	**Desvio ferramenta: Raio?**
L-OFFS	Medição do raio: desvio suplementar da ferramenta para **offsetToolAxis** entre o lado superior da haste e o lado inferior da ferramenta. Ajuste prévio: 0	**Desvio ferramenta: comprimento?**
LBREAK	Desvio admissível do comprimento L da ferramenta para reconhecimento de rotura. Se o valor introduzido for excedido, o comando bloqueia a ferramenta (estado **L**). Campo de introdução: 0 até 0,9999 mm	**Tolerancia de quebra: compr.?**
RBREAK	Desvio admissível do raio R da ferramenta para reconhecimento de rotura. Se o valor introduzido for excedido, o comando bloqueia a ferramenta (estado **I**). Campo de introdução: 0 até 0,9999 mm	**Tolerancia de quebra: Raio?**

Exemplos de tipos de ferramenta comuns

Tipo de ferramenta	CUT	R-OFFS	L-OFFS
Broca	– (sem função)	0 (não é necessário desvio, pois deve ser medida a extremidade da broca)	
Fresa de topo	4 (4 Cortar)	0 (é necessário desvio, se o diâmetro da ferramenta for maior que o diâmetro do prato do apalpador TT)	0 (não é necessário desvio adicional na medição do raio. Utiliza-se o desvio de **offsetToolAxis** (N.º 122707)
Fresa esférica com diâmetro, p. ex., de 10 mm	4 (4 Cortar)	0 (não é necessário desvio, pois deve ser medido o polo sul da esfera)	5 (definir o raio da ferramenta sempre como desvio, para o diâmetro não ser medido no raio)

21.2 Calibrar TT (ciclo 30 ou 480, DIN/ISO: G480 opção #17)

Execução do ciclo

O TT é calibrado com o ciclo de medição TCH PROBE 30 ou TCH PROBE 480. (ver "Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483", Página 755). O processo de calibração decorre automaticamente. O comando determina também automaticamente o desvio central da ferramenta de calibração. Para isso, o comando roda o mandril em 180°, na metade do ciclo de calibração.

Como ferramenta de calibração é usada uma parte exatamente cilíndrica, por exemplo, um pino cilíndrico. O comando memoriza os valores de calibração, e tem-nos em conta para posteriores medições de ferramenta.

Execução da calibração:

1 Fixar a ferramenta de calibração. Como ferramenta de calibração é usada uma parte exatamente cilíndrica, por exemplo, um pino cilíndrico
2 Posicionar manualmente a ferramenta de calibração no plano de maquinagem sobre o centro do TT
3 Posicionar a ferramenta de calibração sobre o TT no eixo da ferramenta a aproximadamente 15 mm + distância de segurança.
4 O primeiro movimento do comando realiza-se longitudinalmente ao eixo da ferramenta. A ferramenta é deslocada, em primeiro lugar, para uma altura segura de 15 mm + distância de segurança
5 Começa o processo de calibração longitudinalmente ao eixo da ferramenta
6 Em seguida, realiza-se a calibração no plano de maquinagem
7 Primeiro, o comando posiciona a ferramenta de calibração no plano de maquinagem a um valor de 11 mm + raio TT + distância de segurança
8 Em seguida, o comando desloca a ferramenta longitudinalmente ao eixo da ferramenta para baixo e começa o processo de calibração
9 Durante o processo de apalpação, o comando realiza uma imagem de movimento quadrada
10 O comando guarda os valores de calibração e considera-os em medições de ferramenta posteriores
11 Por fim, o comando retrai a haste de apalpação longitudinalmente ao eixo da ferramenta para a distância de segurança e desloca-a para o centro do TT

Ter em atenção ao programar!

A forma de funcionamento do ciclo de calibração depende do parâmetro de máquina **CfgTTRoundStylus** (N.º 114200). Consulte o manual da sua máquina.

A forma de funcionamento do ciclo depende do parâmetro de máquina **probingCapability** (N.º 122723). (Este parâmetro permite, entre outras coisas, realizar uma medição de comprimentos de ferramenta com o mandril parado e, simultaneamente, bloquear uma medição do raio da ferramenta e de lâminas individuais.) Consulte o manual da sua máquina.

Antes de calibrar, deve-se introduzir na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento exatos da ferramenta de calibração.

Nos parâmetros de máquina **centerPos** (N.º 114201) > **[0]** a **[2]**, deve estar determinada a posição do TT no espaço de trabalho da máquina.

Se se modificar um dos parâmetros de máquina **centerPos** (N.º 114201) > **[0]** até **[2]**, é necessário calibrar novamente.

Parâmetros de ciclo

- **Q260 Altura de seguranca?**: introduzir a posição no eixo do mandril, na qual esteja excluída uma colisão com a peça ou com utensílios de fixação. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça. Se for introduzida a Altura Segura de tal forma pequena, que a extremidade da ferramenta fique por baixo da aresta superior do prato, o comando posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de **safetyDistToolAx** (N.º 114203)). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

Exemplo de formato antigo

```
6 TOOL CALL  1 Z
7 TCH PROBE 30.0  CALIBRACAO TT
8 TCH PROBE 30.1  ALTURA: +90
```

Exemplo de formato novo

```
6 TOOL CALL  1 Z
7 TCH PROBE 480  CALIBRACAO TT
    Q260=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA
```

21.3 Calibrar TT 449 sem fio (ciclo 484, DIN/ISO: G484)

Princípios básicos

O ciclo 484 permite calibrar o apalpador de ferramenta, por exemplo, o apalpador de mesa de infravermelhos TT 449. Dependendo dos parâmetros introduzidos, o processo de calibração decorre de forma totalmente automática ou semiautomática.

- **Semiautomaticamente** - Com paragem antes do início do ciclo: pede-se ao utilizador que movimente a ferramenta manualmente sobre o TT
- **Automaticamente** - Sem paragem antes do início do ciclo: antes de se aplicar o ciclo 484, é necessário mover a ferramenta sobre o TT

Execução do ciclo

Para calibrar o seu apalpador de ferramenta, programe o ciclo de medição TCH PROBE 484. No parâmetro de introdução Q536, pode definir se o ciclo é executado de forma semiautomática ou totalmente automática.

Semiautomaticamente - com paragem antes do início do ciclo

- Trocar de ferramenta de calibração
- Definir e iniciar ciclo de calibração
- O comando interrompe o ciclo de calibração
- O comando abre um diálogo numa nova janela
- Solicita-se ao utilizador que posicione a ferramenta de calibração manualmente sobre o centro do apalpador. Preste atenção a que a ferramenta de calibração se encontre sobre a superfície de medição da sonda

Automaticamente - sem paragem antes do início do ciclo

- Trocar de ferramenta de calibração
- Posicione a ferramenta de calibração sobre o centro do apalpador. Preste atenção a que a ferramenta de calibração se encontre sobre a superfície de medição da sonda
- Definir e iniciar ciclo de calibração
- O ciclo de calibração é executado sem paragem. O processo de calibração começa na posição atual em que se encontra a ferramenta

Ferramenta de calibração:

Como ferramenta de calibração é usada uma parte exatamente cilíndrica, por exemplo, um pino cilíndrico. Registe na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento exatos da ferramenta de calibração. Após o processo de calibração, o comando memoriza os valores de calibração e leva-os em conta em posteriores medições de ferramenta. A ferramenta de calibração deverá ter um diâmetro superior a 15 mm e sobressair aprox. 50 mm do mandril.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se desejar evitar uma colisão, com **Q536**=1, a ferramenta deve ser pré-posicionada antes da chamada de ciclo! No processo de calibração, o comando determina também o desvio central da ferramenta de calibração. Para isso, o comando roda o mandril em 180°, na metade do ciclo de calibração.

- Determinar se deve ocorrer uma paragem antes do início do ciclo ou se o ciclo deve ser executado automaticamente sem paragem.

A forma de funcionamento do ciclo depende do parâmetro de máquina **probingCapability** (N.º 122723). (Este parâmetro permite, entre outras coisas, realizar uma medição de comprimentos de ferramenta com o mandril parado e, simultaneamente, bloquear uma medição do raio da ferramenta e de lâminas individuais.) Consulte o manual da sua máquina.

A ferramenta de calibração deverá ter um diâmetro superior a 15 mm e sobressair aprox. 50 mm do mandril. Se utilizar um macho cilíndrico com estas dimensões, ocorre apenas uma deformação de 0,1 µm por 1 N de força de apalpação. Caso se utilize uma ferramenta de calibração que possua um diâmetro demasiado pequeno e/ou sobressaia muito longe do mandril, podem ocorrer grandes imprecisões.

Antes de calibrar, deve-se introduzir na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento exatos da ferramenta de calibração.

Se a posição do TT na mesa for modificada, é necessário calibrar de novo.

Parâmetros de ciclo

- **Q536 Stop antes de execução (0=Stop)?**: determinar se deve ocorrer uma paragem antes do início do ciclo ou se o ciclo deve ser executado automaticamente sem paragem:
  0: Com paragem antes do início do ciclo. Num diálogo, pede-se ao utilizador que movimente a ferramenta manualmente sobre o apalpador de mesa. Ao alcançar a posição aproximada sobre o apalpador de mesa, pode continuar a maquinagem com NC-Start ou interrompê-la com a softkey **INTERRUP.**
  1: Sem paragem antes do início do ciclo. O comando inicia o processo de calibração na posição atual. Antes do ciclo 484, deve movimentar a ferramenta sobre o apalpador de mesa.

Exemplo

```
6 TOOL CALL  1 Z
7 TCH PROBE 484  CALIBRACAO TT
    Q536=+0     ;STOP ANTES EXEC.
```

21.4 Medir o comprimento da ferramenta (ciclo 31 ou 481, DIN/ISO: G481)

Execução do ciclo

Para medir o comprimento da ferramenta, programe o ciclo de medição TCH PROBE 31 ou TCH PROBE 481 (ver "Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483"). Com os parâmetros de introdução da máquina, é possível determinar o comprimento da ferramenta de três formas diferentes:

- Quando o diâmetro da ferramenta é maior do que o diâmetro da superfície de medição do TT, faz-se a medição com a ferramenta a rodar
- Quando o diâmetro da ferramenta é menor do que o diâmetro da superfície de medição do apalpador TT, ou quando se determina o comprimento da broca ou da fresa esférica, mede-se com a ferramenta parada
- Quando o diâmetro da ferramenta é maior do que o diâmetro da superfície de medição do TT, efetua-se uma medição de lâminas individuais com a ferramenta parada

Processo de "Medição com a ferramenta a rodar"

Para se calcular a lâmina mais comprida, a ferramenta a medir desvia-se em relação ao ponto central do apalpador e desloca-se sobre a superfície de medição do TT. O desvio é programado na tabela de ferramentas em Desvio da Ferramenta: Raio (**R-OFFS**).

Processo de "Medição com a ferramenta parada" (p. ex. para broca)

A ferramenta a medir desloca-se para o centro da superfície de medida. Seguidamente, desloca-se com o mandril parado sobre a superfície de medição do TT. Para esta medição, introduza na tabela de ferramentas o Desvio da Ferramenta: Raio (**R_OFFS**) "0".

Execução da "Medição de lâminas individuais"

O comando posiciona a ferramenta a medir a um lado da superfície do apalpador. A superfície frontal da ferramenta encontra-se agora por baixo da aresta superior da ferramenta de apalpação, tal como determinado em **offsetToolAxis** (N.º 122707). Na tabela de ferramentas, em Desvio da Ferramenta: Comprimento (**L-OFFS**), é possível determinar um desvio adicional. O comando apalpa de forma radial a ferramenta a rodar, para determinar o ângulo inicial na medição individual de lâminas. Seguidamente, mede o comprimento de todas as lâminas por meio da modificação da orientação do mandril. Para esta medição, programe MEDIÇÃO DE LÂMINAS no ciclo TCH PROBE 31 = 1.

Ter em atenção ao programar!

Antes de medir ferramentas pela primeira vez, registe na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento aproximados, o número de lâminas e a direção de corte da respetiva ferramenta.

Pode efetuar medições de lâminas individuais para ferramentas com **até 20 lâminas**.

Parâmetros de ciclo

- **Modo medição ferramenta (0/-2)?**: determinar se e de que forma os dados determinados são registados na tabela de ferramentas.
  0: O comprimento da ferramenta medido é escrito na tabela de ferramentas TOOL.T na memória L, definindo-se a correção de ferramenta DL=0. Se já houver um valor guardado em TOOL.T, este será sobrescrito.
  1:O comprimento da ferramenta medido é comparado com o comprimento da ferramenta L de TOOL.T. O comando calcula o desvio, introduzindo-o depois como valor delta DL em TOOL.T. Além disso, está também disponível o desvio no parâmetro Q115. Quando o valor delta é maior do que a tolerância de desgaste ou de rotura admissível para o comprimento da ferramenta, o comando bloqueia essa ferramenta (estado L em TOOL.T)
  2: O comprimento da ferramenta medido é comparado com o comprimento da ferramenta L de TOOL.T. O comando calcula o desvio e escreve o valor no parâmetro Q Q115. Não se faz qualquer registo na tabela de ferramentas em L ou DL.
- **Nr. parametro para o resultado?**: número de parâmetro onde o comando memoriza o estado da medição:
  0,0: ferramenta dentro da tolerância
  1,0: ferramenta está desgastada (**LTOL** excedido)
  2,0: ferramenta está partida (**LBREAK** excedido).
  Se não se quiser continuar a processar o resultado de medição dentro do programa NC, confirme a pergunta de diálogo com a tecla **NO ENT**
- **Altura de seguranca?**: introduzir a posição no eixo do mandril, na qual esteja excluída uma colisão com a peça ou com utensílios de fixação. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça. Se for introduzida a Altura Segura de tal forma pequena, que a extremidade da ferramenta fique por baixo da aresta superior do prato, o comando posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de **safetyDistStylus**). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medicao das facas? 0=nao/1=sim**: determinar se deve ser efetuada uma medição de lâmina individual (é possível medir, no máximo, 20 lâminas)

Primeira medição com a ferramenta a rodar; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 31.0  COMPR.
    FERRAMENTA
8 TCH PROBE 31.1  TESTE: 0
9 TCH PROBE 31.2  ALTURA: +120
10 TCH PROBE 31.3  MEDICAO DAS
    FACAS: 0
```

Verificar com medição de corte individual, memorizar estado em Q5; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 31.0  COMPR.
    FERRAMENTA
8 TCH PROBE 31.1  TESTE: 1  q5
9 TCH PROBE 31.2  ALTURA: +120
10 TCH PROBE 31.3  MEDICAO DAS
    FACAS: 1
```

Exemplo de formato novo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 481  COMPR.
    FERRAMENTA
    Q340=1       ;TESTE
    Q260=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA
    Q341=1       ;MEDICAO DAS FACAS
```

21.5 Medir o raio da ferramenta (ciclo 32 ou 482, DIN/ISO: G482)

Execução do ciclo

Para medir o raio da ferramenta, programe o ciclo de medição TCH PROBE 32 ou TCH PROBE 482 (ver "Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483", Página 755). Com os parâmetros de introdução, é possível determinar o raio da ferramenta de duas maneiras:

- Medição com a ferramenta a rodar
- Medição com a ferramenta a rodar seguida de medição de lâminas individuais

O comando posiciona a ferramenta a medir a um lado da superfície do apalpador. A superfície frontal da fresa encontra-se agora por baixo da aresta superior da ferramenta de apalpação, tal como determinado em **offsetToolAxis**. O comando apalpa de forma radial com a ferramenta a rodar. Se, para além disso, desejar executar a medição de lâminas individuais, são medidos os raios de todas as lâminas por meio da orientação do mandril.

Ter em atenção ao programar!

Antes de medir ferramentas pela primeira vez, registe na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento aproximados, o número de lâminas e a direção de corte da respetiva ferramenta.

A forma de funcionamento do ciclo depende do parâmetro de máquina **probingCapability** (N.º 122723). (Este parâmetro permite, entre outras coisas, realizar uma medição de comprimentos de ferramenta com o mandril parado e, simultaneamente, bloquear uma medição do raio da ferramenta e de lâminas individuais.) Consulte o manual da sua máquina.

As ferramentas cilíndricas com superfície de diamante podem ser medidas com o mandril parado. Para isso, é necessário definir com 0 a quantidade de cortes **CUT** na tabela de ferramentas e adaptar o parâmetro de máquina **CfgTT** (N.º 122700). Consulte o manual da sua máquina.

Parâmetros de ciclo

- **Modo medição ferramenta (0/-2)?**: determinar se e de que forma os dados determinados são registados na tabela de ferramentas.
  0: O raio da ferramenta medido é escrito na tabela de ferramentas TOOL.T na memória R, definindo-se a correção de ferramenta DR=0. Se já houver um valor guardado em TOOL.T, este será sobrescrito.
  1:O raio da ferramenta medido é comparado com o raio da ferramenta R de TOOL.T. O comando calcula o desvio, introduzindo-o depois como valor delta DR em TOOL.T. Além disso, está também disponível o desvio no parâmetro Q116. Quando o valor delta é maior do que a tolerância de desgaste ou de rotura admissível para o raio da ferramenta, o comando bloqueia essa ferramenta (estado L em TOOL.T)
  2: O raio da ferramenta medido é comparado com o raio da ferramenta de TOOL.T. O comando calcula o desvio e escreve o valor no parâmetro Q Q116. Não se faz qualquer registo na tabela de ferramentas em R ou DR.
- **Nr. parametro para o resultado?**: número de parâmetro onde o comando memoriza o estado da medição:
  0,0: ferramenta dentro da tolerância
  1,0: ferramenta está desgastada (**RTOL** excedido)
  2,0: ferramenta está partida (**RBREAK** excedido).
  Se não se quiser continuar a processar o resultado de medição dentro do programa NC, confirme a pergunta de diálogo com a tecla **NO ENT**
- **Altura de seguranca?**: introduzir a posição no eixo do mandril, na qual esteja excluída uma colisão com a peça ou com utensílios de fixação. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça. Se for introduzida a Altura Segura de tal forma pequena, que a extremidade da ferramenta fique por baixo da aresta superior do prato, o comando posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de **safetyDistStylus**). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medicao das facas? 0=nao/1=sim**: determinar se deve ser efetuada uma medição de lâmina individual (é possível medir, no máximo, 20 lâminas)

Primeira medição com a ferramenta a rodar; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 32.0  RAIO FERRAMENTA
8 TCH PROBE 32.1  TESTE: 0
9 TCH PROBE 32.2  ALTURA: +120
10 TCH PROBE 32.3  MEDICAO DAS
   FACAS: 0
```

Verificar com medição de corte individual, memorizar estado em Q5; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 32.0  RAIO FERRAMENTA
8 TCH PROBE 32.1  TESTE: 1  q5
9 TCH PROBE 32.2  ALTURA: +120
10 TCH PROBE 32.3  MEDICAO DAS
   FACAS: 1
```

Exemplo de formato novo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 482  RAIO FERRAMENTA
   Q340=1      ;TESTE
   Q260=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q341=1      ;MEDICAO DAS FACAS
```

21.6 Medir completamente a ferramenta (ciclo 33 ou 483, DIN/ISO: G483)

Execução do ciclo

Para medir completamente a ferramenta (comprimento e raio), programe o ciclo de medição TCH PROBE 33 ou TCH PROBE 483 (ver "Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483", Página 755). O ciclo é especialmente adequado para a primeira medição de ferramentas pois – em comparação com a medição individual de comprimento e raio – há uma enorme vantagem de tempo despendido. Com os parâmetros de introdução, é possível medir a ferramenta de duas maneiras:

- Medição com a ferramenta a rodar
- Medição com a ferramenta a rodar seguida de medição de lâminas individuais

O comando mede a ferramenta segundo um processo fixo programado. Primeiro, é medido o raio da ferramenta, e depois o comprimento da ferramenta. O processo de medição corresponde aos processos dos ciclos de medição 31 e 32 e também 481 e 482.

Ter em atenção ao programar!

Antes de medir ferramentas pela primeira vez, registe na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento aproximados, o número de lâminas e a direção de corte da respetiva ferramenta.

A forma de funcionamento do ciclo depende do parâmetro de máquina **probingCapability** (N.º 122723). (Este parâmetro permite, entre outras coisas, realizar uma medição de comprimentos de ferramenta com o mandril parado e, simultaneamente, bloquear uma medição do raio da ferramenta e de lâminas individuais.) Consulte o manual da sua máquina.

As ferramentas cilíndricas com superfície de diamante podem ser medidas com o mandril parado. Para isso, é necessário definir com 0 a quantidade de cortes **CUT** na tabela de ferramentas e adaptar o parâmetro de máquina **CfgTT** (N.º 122700). Consulte o manual da sua máquina.

Parâmetros de ciclo

- **Modo medição ferramenta (0/-2)?**: determinar se e de que forma os dados determinados são registados na tabela de ferramentas.
  0: O comprimento da ferramenta medido e o raio da ferramenta medido são escritos na tabela de ferramentas TOOL.T na memória L e R, definindo-se a correção de ferramenta DL=0 e DR=0. Se já houver um valor guardado em TOOL.T, este será sobrescrito.
  1:O comprimento da ferramenta medido e o raio da ferramenta medido são comparados com o comprimento da ferramenta L e o raio da ferramenta R de TOOL.T. O comando calcula o desvio, introduzindo-o depois como valor delta DL e DR em TOOL.T. Além disso, o desvio está também disponível no parâmetro Q115 e Q116. Quando o valor delta é maior do que a tolerância de desgaste ou de rotura admissível para o comprimento da ferramenta ou o raio, o comando bloqueia essa ferramenta (estado L em TOOL.T)
  2: O comprimento da ferramenta medido e o raio da ferramenta medido são comparados com o comprimento da ferramenta L e o raio da ferramenta R de TOOL.T. O comando calcula o desvio e escreve o valor no parâmetro Q Q115 ou Q116. Não se faz qualquer registo na tabela de ferramentas em L, R ou DL, DR.
- **Nr. parametro para o resultado?**: número de parâmetro onde o comando memoriza o estado da medição:
  0,0: ferramenta dentro da tolerância
  1,0: ferramenta está desgastada (**LTOL** ou/e **RTOL** excedido)
  2,0: ferramenta está partida (**LBREAK** ou/e **RBREAK** excedido). Se não se quiser continuar a processar o resultado de medição dentro do programa NC, confirme a pergunta de diálogo com a tecla **NO ENT**
- **Altura de seguranca?**: introduzir a posição no eixo do mandril, na qual esteja excluída uma colisão com a peça ou com utensílios de fixação. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça. Se for introduzida a Altura Segura de tal forma pequena, que a extremidade da ferramenta fique por baixo da aresta superior do prato, o comando posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de **safetyDistStylus**). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medicao das facas? 0=nao/1=sim**: determinar se deve ser efetuada uma medição de lâmina individual (é possível medir, no máximo, 20 lâminas)

Primeira medição com a ferramenta a rodar; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 33.0  MEDIR FERRAMENTA
8 TCH PROBE 33.1  TESTE: 0
9 TCH PROBE 33.2  ALTURA: +120
10 TCH PROBE 33.3  MEDICAO DAS
   FACAS: 0
```

Verificar com medição de corte individual, memorizar estado em Q5; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 33.0  MEDIR FERRAMENTA
8 TCH PROBE 33.1  TESTE: 1  q5
9 TCH PROBE 33.2  ALTURA: +120
10 TCH PROBE 33.3  MEDICAO DAS
   FACAS: 1
```

Exemplo de formato novo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 483  MEDIR FERRAMENTA
   Q340=1      ;TESTE
   Q260=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q341=1      ;MEDICAO DAS FACAS
```

22

Tabelas de resumo dos ciclos

22.1 Tabela de resumo

Ciclos de maquinagem

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
7	Deslocação do ponto zero	■		295
8	Espelhar	■		302
9	Tempo de espera	■		319
10	Rotação	■		303
11	Fator de escala	■		305
12	Chamada de programa	■		320
13	Orientação do mandril	■		321
14	Definição do contorno	■		222
18	Roscar à lâmina		■	357
19	Inclinação do plano de maquinagem	■		308
20	Dados do contorno SL II	■		227
21	Pré-furar SL II		■	229
22	Desbaste SL II		■	231
23	Acabamento profundidade SL II		■	235
24	Acabamento lateral SL II		■	237
25	Traçado do contorno		■	240
26	Fator de escala específico do eixo	■		306
27	Superfície cilíndrica		■	263
28	Superfície cilíndrica Fresar ranhuras		■	266
29	Superfície cilíndrica		■	270
32	Tolerância	■		322
39	Superfície cilíndrica		■	273
200	Furar		■	83
201	Alargar furo		■	85
202	Mandrilar		■	87
203	Furar universal		■	90
204	Rebaixamento invertido		■	95
205	Furar em profundidade universal		■	99
206	Roscagem com mandril compensador, nova		■	123
207	Roscagem sem mandril compensador, nova		■	126
208	Fresar furo		■	107
209	Roscagem com quebra de apara		■	130
220	Padrão de pontos sobre círculo	■		211
221	Padrão de pontos sobre linhas	■		214

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
225	Gravação		■	344
232	Fresagem horizontal		■	350
233	Fresagem transversal (direção de fresagem selecionável, considerar paredes laterais)		■	198
239	Determinar carga	■		355
240	Centrar		■	81
241	Furação Profund. Gume Único		■	110
247	Memorizar o ponto de referência	■		301
251	Caixa retangular maquinagem completa		■	161
252	Caixa circular maquinagem completa		■	167
253	Fresagem de ranhura		■	173
254	Ranhura redonda		■	178
256	Ilha retangular maquinagem completa		■	184
257	Ilhas circulares maquinagem completa		■	189
258	Ilha poligonal		■	193
262	Fresar rosca		■	137
263	Fresar rosca em rebaixamento		■	140
264	Fresar rosca em furo		■	144
265	Fresar rosca em furo de hélice		■	148
267	Fresagem de rosca externa		■	152
270	Dados do traçado do contorno		■	248
275	Ranhura de contorno trocoidal		■	249
276	Traçado do contorno 3D		■	244
285	Definir engrenagem	■		361
286	Fresagem envolvente de engrenagem		■	364
287	Aparar engrenagem		■	369
291	Torneamento de interpolação de acoplamento		■	326
292	Torneamento de interpolação de acabamento de contorno		■	337

Ciclos de torneamento

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
800	Adaptar sistema de torneamento	■		390
801	Restaurar sistema de torneamento	■		396
810	Tornear contorno longitudinalmente		■	410
811	Tornear escalão longitudinalmente		■	399
812	Tornear escalão longitudinal avançado		■	401
813	Tornear afundamento longitudinal		■	404
814	Tornear afundamento longitudinal avançado		■	407
815	Tornear paralelamente ao contorno		■	414
820	Tornear contorno transversalmente		■	428
821	Tornear escalão transversalmente		■	417
822	Tornear escalão transversalmente avançado		■	419
823	Tornear afundamento transversal		■	422
824	Tornear afundamento transversal avançado		■	425
830	Rosca paralelamente ao contorno		■	484
831	Rosca longitudinal		■	476
832	Rosca avançada		■	480
840	Torneamento de corte de contorno radial		■	439
841	Torneamento de corte simples radial		■	432
842	Torneamento de corte avançado radial		■	435
850	Torneamento de corte de contorno axial		■	450
851	Torneamento de corte simples axial		■	443
852	Torneamento de corte avançado axial		■	446
860	Puncionamento contorno radial		■	460
861	Puncionamento radial		■	453
862	Puncionamento radial avançado		■	456
870	Puncionamento contorno axial		■	471
871	Puncionamento axial		■	464
872	Puncionamento axial avançado		■	467
880	Fresagem envolvente de engrenagem		■	492
883	Tornear acabamento simultâneo		■	488
892	Verificar o desequilíbrio	■		498

Ciclos do apalpador

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
0	Plano de referência	■		626
1	Ponto de referência polar	■		627
3	Medir	■		665
4	Medir 3D	■		667
444	Apalpação 3D	■		669
30	Calibrar TT	■		759
31	Medir/testar comprimento da ferramenta	■		763
32	Medir/testar o raio da ferramenta	■		766
33	Medir/testar o comprimento e raio da ferramenta	■		768
400	Rotação básica sobre dois pontos	■		541
401	Rotação básica sobre dois furos	■		544
402	Rotação básica sobre duas ilhas	■		547
403	Compensar posição inclinada com eixo rotativo	■		551
404	Memorizar rotação básica	■		555
405	Compensar a posição inclinada com eixo C	■		556
408	Memorizar ponto de referência do centro da ranhura (função FCL-3)	■		566
409	Memorizar ponto de referência do centro da nervura (função FCL-3)	■		570
410	Memorização do ponto de referência retângulo interior	■		574
411	Memorização do ponto de referência retângulo exterior	■		578
412	Memorização do ponto de referência círculo interior (furo)	■		582
413	Memorização do ponto de referência círculo exterior (ilha)	■		587
414	Memorização do ponto de referência esquina exterior	■		592
415	Memorização do ponto de referência esquina interior	■		597
416	Memorização do ponto de referência centro do círculo de furos	■		601
417	Memorização do ponto de referência eixo do apalpador	■		605
418	Memorização do ponto de referência centro de quatro furos	■		608
419	Memorização do ponto de referência eixo individual selecionável	■		612
420	Medir ferramenta ângulo	■		628
421	Medir ferramenta círculo interior (furo)	■		631
422	Medir ferramenta círculo exterior (ilha)	■		635
423	Medir peça de trabalho retângulo interior	■		639
424	Medir peça de trabalho retângulo exterior	■		642
425	Medir ferramenta largura interior (ranhura)	■		645
426	Medir ferramenta largura exterior (nervura)	■		648

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
427	Medir ferramenta eixo individual selecionável	■		651
430	Medir ferramenta círculo de furos	■		654
431	Medir ferramenta plano	■		654
441	Apalpação rápida	■		688
450	KinematicsOpt: Guardar cinemática (opção)	■		718
451	KinematicsOpt: Medir cinemática (opção)	■		721
452	KinematicsOpt: Compensação de preset	■		714
453	Cinemática grelha	■		746
460	Calibrar apalpador	■		676
461	Calibrar comprimento do apalpador	■		681
462	Calibrar raio do apalpador internamente	■		683
463	Calibrar raio do apalpador externamente	■		685
480	Calibrar TT	■		759
481	Medir/testar comprimento da ferramenta	■		763
482	Medir/testar o raio da ferramenta	■		766
483	Medir/testar o comprimento e raio da ferramenta	■		768
484	Calibrar TT	■		761
600	Espaço de trabalho global	■		702
601	Espaço de trabalho local	■		707
1410	Apalpação de aresta	■		531
1411	Apalpação de dois círculos	■		535
1420	Apalpação no plano	■		527

Índice

A

ACABAMENTO DO CONTORNO DE TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO..... 326
Acabamento em profundidade. 235
Acabamento lateral..... 237
ACOPLAMENTO DE TORNEAMENTO DE INTERPOLAÇÃO..... 337
ADAPTAR SISTEMA DE COORDENADAS..... 390
Alargar furo..... 85
Apalpadores 3D..... 510
APARAR ENGRENAGEM..... 369
Avanço de apalpação..... 514

C

Caixa circular
desbaste+acabamento..... 167
Caixa retangular
desbaste+acabamento..... 161
Centrar..... 81
Chamada do programa
através de ciclo..... 320
Ciclo..... 58
chamar..... 60
definir..... 59
Ciclos de apalpação
para o modo de funcionamento automático..... 512
Ciclos de contorno..... 220
Ciclos de furação..... 80
Ciclos de remoção de aparas... 398
Ciclos de torneamento..... 384
acabamento simultâneo..... 488
Afundamento longitudinal... 404
Afundamento longitudinal avançado..... 407
afundamento transversal..... 422
afundamento transversal avançado..... 425
contorno longitudinal..... 410
contorno transversal..... 428
escalão longitudinal..... 399
escalão longitudinal avançado.... 401
escalão transversal..... 417
escalão transversal avançado.... 419
paralelamente ao contorno. 414
puncionamento axial... 443, 464
puncionamento axial avançado..... 446, 467
puncionamento de contorno axial..... 450, 471
puncionamento de contorno radial..... 439, 460
puncionamento radial.. 432, 453
puncionamento radial avançado..... 435, 456
rosca avançada..... 480
rosca longitudinal..... 476
rosca paralela ao contorno.. 484
Ciclos e tabelas de pontos..... 76
Ciclos SL..... 220, 263, 273
acabamento em profundidade.... 235
acabamento lateral..... 237
ciclo de contorno..... 222
Contornos sobrepostos 223, 284
dados do contorno..... 227
Desbaste..... 231
pré-furar..... 229
princípios básicos..... 220, 290
traçado de contorno..... 240, 248
traçado do contorno..... 244
Ciclos SL com fórmula de contorno complexa..... 280
Ciclos SL com fórmula de contorno simples..... 290
Cinemática grelha..... 746
Cinemática grelha..... 746
Círculo de furos..... 211
Compensar a posição inclinada da peça de trabalho
através da medição de dois pontos de uma reta..... 541
através de dois furos..... 544
através de duas ilhas circulares..... 547
através de eixo rotativo..... 556
através de um eixo rotativo.. 551
Compensar a posição inclinada da peça de trabalho <$nopage>... 540
Considerar a rotação básica..... 510
Conversão de coordenadas..... 294
Correção da ferramenta..... 624

D

Dados do apalpador..... 517
Definição de padrões..... 68
Definir automaticamente o ponto de referência..... 562
DEFINIR ENGRENAGEM..... 361
Definir ponto de referência automaticamente
centro da nervura..... 570
centro da ranhura..... 566
centro de 4 furos..... 608
esquina exterior..... 592
esquina interior..... 597
no eixo do apalpador..... 605
num eixo qualquer..... 612
ponto central de uma caixa circular (furo)..... 582
ponto central de uma caixa retangular..... 574
ponto central de uma ilha circular..... 587
ponto central de uma ilha retangular..... 578
ponto central de um círculo de furos..... 601
Desbaste:\Ver ciclos SL, Desbastar..... 231
Deslocação do ponto zero..... 295
com tabelas de pontos zero. 296
no programa..... 295

E

Espelhar..... 302
Estado da medição..... 623
Estado de desenvolvimento..... 47

F

Fator de escala..... 305
Fator de escala específico do eixo..... 306
Fresagem de ranhuras
desbaste+acabamento..... 173
Fresagem de rosca
princípios básicos..... 135
Fresagem de rosca em furo..... 144
Fresagem de rosca em furo helicoidal..... 148
Fresagem de rosca exterior..... 152
Fresagem de rosca interior.... 137, 357
FRESAGEM ENVOLVENTE.... 492, 498
FRESAGEM ENVOLVENTE DE ENGRENAGEM..... 364
Fresagem transversal..... 350
Fresar furo..... 107
Fresar rosca em rebaixamento. 140
Função FCL..... 47
FUNCTION TURNDATA..... 388
Furar..... 83, 90, 99
Furar com gume único..... 110
Furar em profundidade..... 99, 110
Furar universal..... 90, 99

G

Gravação..... 344

I

Ilha circular..... 189
Ilha poligonal..... 193
Ilha retangular..... 184
Imagem de referência..... 693
Inclinação do plano de

maquinagem..... 308
Inclinar plano de maquinagem.. 308
ciclo..... 308
normas..... 313

K

KinematicsOptMedição da cinemática..... 714

L

Lógica de posicionamento..... 515

M

Mandrilar..... 87
Medição automática de ferramentas..... 758
Medição da cinemática
Condições..... 716
folga..... 728
Função de protocolo.... 719, 735, 745, 752
guardar cinemática..... 718
medir a cinemática..... 721, 736
métodos de calibração.... 727, 741, 743
Precisão..... 726
recorte dentado hirth..... 724
Seleção das posições de medição..... 726, 747
Seleção dos pontos de medição..... 720, 725
Medição da ferramenta
calibrar TT..... 759, 761
comprimento da ferramenta 763
medir completamente..... 768
parâmetros de máquina máquina..... 756
raio da ferramenta..... 766
Medição de ferramentas.. 754, 758
Medir a cinemática..... 721
Compensação de preset..... 736
Medir ângulo..... 628
Medir ângulo do plano..... 657
Medir caixa retangular..... 642
Medir círculo de furos..... 654
Medir círculo exterior..... 635
Medir círculo interior..... 631
Medir coordenada única..... 651
Medir furo..... 631
Medir ilha retangular..... 639
Medir largura da ranhura..... 645
Medir largura externamente..... 648
Medir largura interior..... 645
Medir nervura externamente.... 648, 648
Medir o ângulo de uma aresta..... 531, 535
Medir o ângulo de um plano..... 527, 657
Medir peças de trabalho..... 620

O

Orientação do mandril..... 321

P

Padrão de pontos
sobre círculo..... 211
sobre linhas..... 214
Padrões de maquinagem..... 68
Padrões de pontos..... 210
resumo..... 210
Parâmetro de máquina para apalpador 3D..... 513
Parâmetro de resultado..... 623
Princípios básicos dos ciclos de apalpação 14xx para rotações.. 522
Princípios básicos para a produção de denteações..... 359

R

Ranhura circular
desbaste+acabamento..... 178
Rebaixamento invertido..... 95
Registar resultados de medição.... 621
RESTAURAR SISTEMA DE COORDENADAS..... 396
Resultados de medição em parâmetros Q..... 623
Roscagem
com mandril compensador.. 123
com rotura de apara..... 130
sem mandril compensador.... 126, 130
Rotação..... 303
Rotação básica
definir diretamente..... 555
determinar durante a execução do programa..... 540

S

Seguimento do bloco..... 388
Sobre este manual..... 40
Superfície cilíndrica
Maquinagem de contorno.... 263, 273
maquinagem de nervura..... 270
maquinagem de ranhura..... 266
Supervisão da ferramenta 624, 624
Supervisão da tolerância.. 623, 623

T

Tabela de apalpadores..... 516
Tabelas de pontos..... 74
Tempo de espera..... 319
Traçado de contorno..... 240, 248
Traçado do contorno..... 244

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany
☏ +49 8669 31-0
FAX +49 8669 32-5061
E-mail: info@heidenhain.de

Technical support FAX +49 8669 32-1000
Measuring systems ☏ +49 8669 31-3104
E-mail: service.ms-support@heidenhain.de
NC support ☏ +49 8669 31-3101
E-mail: service.nc-support@heidenhain.de
NC programming ☏ +49 8669 31-3103
E-mail: service.nc-pgm@heidenhain.de
PLC programming ☏ +49 8669 31-3102
E-mail: service.plc@heidenhain.de
APP programming ☏ +49 8669 31-3106
E-mail: service.app@heidenhain.de

www.heidenhain.de

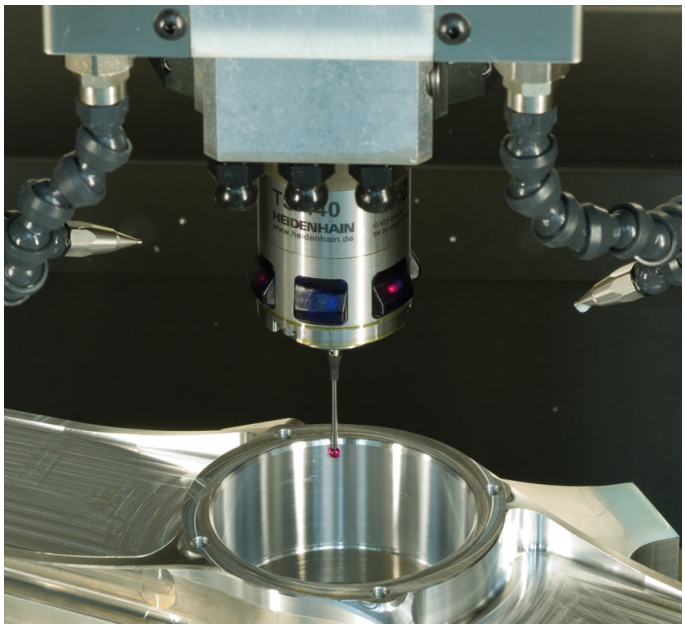
Os apalpadores HEIDENHAIN

contribuem para reduzir os tempos não produtivose para melhorar a estabilidade dimensional das peças de trabalho produzidas.

Apalpadores de peças de trabalho

TS 220	transmissão de sinal por cabo
TS 440, TS 444	transmissão por infravermelhos
TS 640, TS 740	transmissão por infravermelhos

- Alinhar peças de trabalho
- memorizar pontos de referência
- Medir peças



Apalpadores de ferramenta

TT 140	transmissão de sinal por cabo
TT 449	transmissão por infravermelhos
TL	sistemas a laser sem contacto

- Medir ferramentas
- Supervisionar desgaste
- Detetar rotura de ferramenta

Documentação original
892905-Q6 · Ver06 · SW09 · 10/2018 · H · Printed in Germany