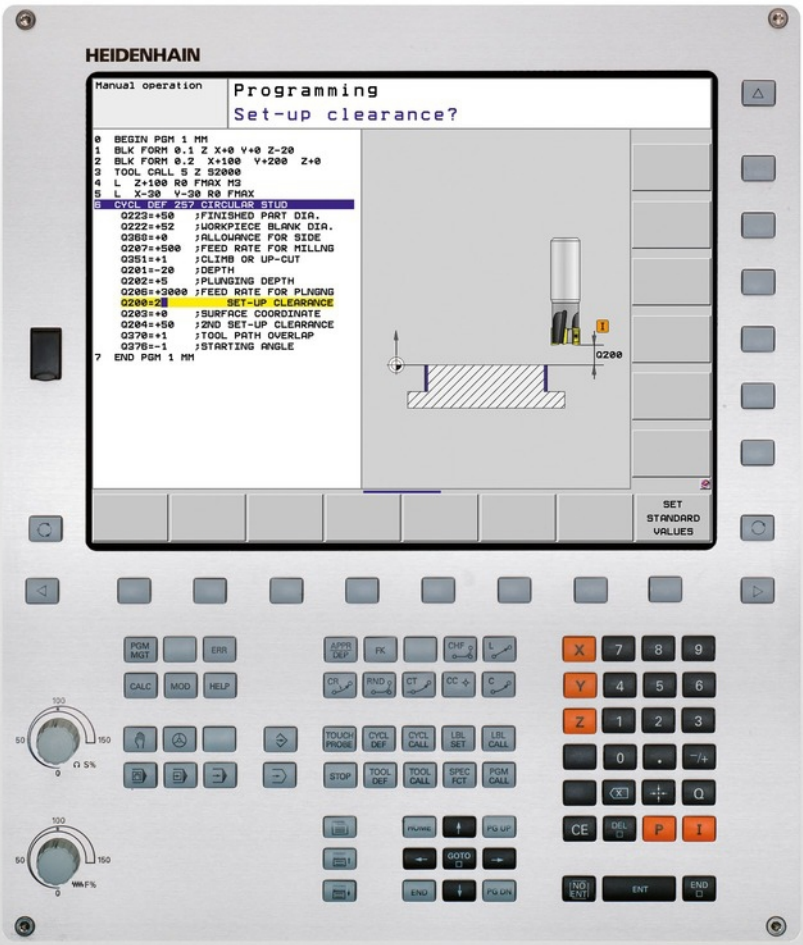
HEIDENHAIN



TNC 620

Manual do Utilizador
Programação de ciclos

Software NC
340560-04
340561-04
340564-04
734980-02
734981-02

Português (pt)
1/2014

Princípios básicos

Sobre este manual

Apresenta-se seguidamente uma lista dos símbolos indicadores utilizados neste manual

Este símbolo significa que há indicações especiais a respeitar relativamente à função descrita.

AVISO! Este símbolo assinala uma situação eventualmente perigosa que pode causar lesões insignificantes ou ligeiras se não for evitada.

Este símbolo significa que, ao utilizar-se a função descrita, existem um ou mais dos perigos seguintes:

- Perigos para a peça de trabalho
- Perigos para o dispositivo tensor
- Perigos para a ferramenta
- Perigos para a máquina
- Perigos para o operador

Este símbolo significa que a função descrita deve ser ajustada pelo fabricante da sua máquina. Por conseguinte, a função descrita pode diferir de máquina para máquina.

Este símbolo indica que as descrições detalhadas de uma função se encontram noutro manual de utilizador.

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**.

Tipo de TNC, software e funções

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

Tipo de TNC	N.º de software de NC
TNC 620	734980-02 340560-04
TNC 620 E	734981-02 340561-04
TNC 620 Posto de programação	340564-04

A letra E caracteriza a versão de exportação do TNC. Para a versão de exportação do TNC, é válida a seguinte restrição:

- Movimentos lineares simultâneos até 4 eixos

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

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

- Medição de ferramentas com o apalpador TT

Contacte o fabricante da máquina para ficar a conhecer exatamente todas as funções da sua máquina.

Muitos fabricantes de máquinas e a HEIDENHAIN oferecem cursos de programação para os TNCs. Recomenda-se a participação nestes cursos, para se ficar a conhecer de forma intensiva as funções do TNC.

Manual do Utilizador:

Todas as funções do TNC que não estão relacionadas com o ciclo encontram-se descritas no Manual do Utilizador do TNC 620. Consulte a HEIDENHAIN se necessitar deste manual.

ID Manual do Utilizador Diálogo em texto claro: 679351-xx (TNC 620 com software 34056x), 819499-xx (TNC 620 com software 73498x).

ID Manual do Utilizador DIN/ISO: 679355-xx (TNC 620 com software 34056x), 819500-xx (TNC 620 com software 73498x).

Opções de software

O TNC 620 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:

Opções de hardware	
	■ 1. Eixo auxiliar para 4 eixos e mandril ■ 2. Eixo auxiliar para 5 eixos e mandril
Opção de software 1 (Opção número #08)	
Maquinagem de mesa rotativa	■ Programação de contornos sobre o desenvolvimento de um cilindro ■ Avanço em mm/min
Conversões de coordenadas	■ Inclinação do plano de maquinagem
Interpolação	■ Círculo em 3 eixos com plano de maquinagem rodado (círculo espacial)
Opção de software 2 (Opção número #09)	
Maquinagem 3D	■ Guia do movimento especialmente livre de solavancos ■ Correção da ferramenta 3D por meio de vetores normais ■ Modificação da posição de 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 do movimento e direção da ferramenta
Interpolação	■ Reta em 5 eixos (sujeito a autorização de exportação)
Opção de software Touch probe function (Opção número #17)	
Ciclos de apalpação	■ Compensar a inclinação da ferramenta em funcionamento manual ■ Compensar a inclinação da ferramenta em funcionamento automático ■ Definir ponto de referência em funcionamento manual ■ Definir ponto de referência em funcionamento automático ■ Medir peças de trabalho automaticamente ■ Medir ferramentas automaticamente
HEIDENHAIN DNC (Opção número #18)	
	■ Comunicação com aplicações PC externas através de componentes COM
Opção de software Advanced programming features (Opção número #19)	
Livre programação de contornos FK	■ Programação em texto claro HEIDENHAIN com apoio gráfico para peças de trabalho com dimensões não adequadas a NC

Opção de software Advanced programming features (Opção número #19)	
Ciclos de maquinagem	■ Furar em profundidade, alargar furo, mandrilar, rebaixar, centrar (ciclos 201 - 205, 208, 240, 241) ■ Fresagem de roscas interiores e exteriores ■ Acabar caixas e ilhas retangulares e circulares (ciclos 212 - 215, 251 - 257) ■ Facejamento de superfícies planas e inclinadas (ciclos 230 - 232) ■ Ranhuras retas e ranhuras circulares (ciclos 210, 211,253, 254) ■ Padrão de pontos em círculo e linhas (ciclos 220, 221) ■ Traçado do contorno, caixa de contorno - também paralela ao contorno (ciclos 20 - 25) ■ Podem ser integrados ciclos do fabricante (ciclos especialmente criados pelo fabricante da máquina)

Opção de software Advanced grafic features (Opção número #20)	
Gráficos de teste e maquinagem	■ Vista de cima ■ Representação em três planos ■ Representação 3D

Opção de software 3 (Opção número #21)	
Correção da ferramenta	■ M120: Calcular contorno de raio corrigido com uma antecipação de até 99 blocos(LOOK AHEAD)
Maquinagem 3D	■ M118: Sobrepor posicionamentos do volante durante a execução de um programa

Opção de software Pallet management (Opção número #22)	
	■ Gestão de paletes

Display step (Opção número #23)	
Precisão de introdução e resolução	■ Eixos lineares até 0,01 µm ■ Eixos angulares até 0,00001°

Opção de software Idiomas de diálogo suplementares (Opção número #41)	
Idiomas de diálogo suplementares	■ Esloveno ■ Norueguês ■ Eslovaco ■ Letão ■ Coreano ■ Estónio ■ Turco ■ Romeno ■ Lituano

Opção de software DXF Converter (Opção número #42)

Extrair programas de contornos e posições de maquinagem de dados DXF. Extrair secções de contorno de programas de diálogo em texto claro.	■ Formato DXF suportado: AC1009 (AutoCAD R12) ■ Para contornos e padrões de pontos ■ Determinação prática de um ponto de referência ■ Selecionar graficamente secções de contorno de programas de diálogo em texto claro

Opção de software KinematicsOpt (Opção número #48)

Ciclos do apalpador para o teste automático e a otimização da cinemática da máquina	■ Guardar/restabelecer a cinemática ativa ■ Testar a cinemática ativa ■ Otimizar a cinemática ativa

Opção de software Cross Talk Compensation CTC (Opção número #141)

Compensação de acoplamentos de eixos	■ Determinação de desvio de posição por causas dinâmicas através de acelerações dos eixos ■ Compensação TCP

Opção de software Position Adaptive Control PAC (Opção número #142)

Ajuste de parâmetros de regulação	■ 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

Opção de software Load Adaptive Control LAC (Opção número #143)

Ajuste dinâmico de parâmetros de regulação	■ Determinação automática de massas de peças de trabalho e forças de atrito ■ Durante a maquinagem, adaptar continuamente os parâmetros do pré-comando adaptativo à massa atual da peça de trabalho

Opção de software Active Chatter Control ACC (Opção número #145)

Função totalmente automática para supressão de vibrações durante a maquinagem

Estado de desenvolvimento (funções de atualização)

Juntamente com as opções de software, são geridos outros desenvolvimentos essenciais do software TNC através de funções de atualização, o chamado **F**eature **C**ontent **L**evel (termo inglês para Estado de Desenvolvimento). As funções contidas no FCL não estarão disponíveis se for efetuada uma atualização do software do TNC.

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

As funções de atualização constam do manual assinalado 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 TNC 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 Memorização/Edição
- Função MOD
- Softkey AVISOS DE LICENÇA

Novas funções de ciclo do software 34049x-02

- Novo ciclo de maquinagem 225 Gravação ver "GRAVAÇÃO (Ciclo 225, DIN/ISO: G225)", Página 274
- No ciclo 256 Ilha retangular está agora disponível um parâmetro com o qual é possível determinar a posição de aproximação na ilha ver "ILHA RETANGULAR (ciclo 256, DIN/ISO: G256, opção de software 19)", Página 151
- No ciclo 257 Fresagem de ilha circular está agora disponível um parâmetro com o qual é possível determinar a posição de aproximação na ilha ver "ILHA CIRCULAR (ciclo 257, DIN/ISO: G257, opção de software 19)", Página 155
- O ciclo 402 também pode agora compensar uma posição inclinada da peça de trabalho mediante rotação da mesa rotativa ver "ROTAÇÃO BÁSICA através de duas ilhas circulares (ciclo 402, DIN/ISO: G402, opção de software 17)", Página 298
- Novo ciclo de apalpação 484 para calibração do apalpador sem cabo TT 449 ver "Calibrar TT 449 sem cabo (ciclo 484, DIN/ISO: G484, opção de software 17)", Página 467
- Novo ciclo de apalpação manual "Eixo central como ponto de referência" (consultar o manual do utilizador)
- Nos ciclos, agora também é possível aceitar valores predefinidos num parâmetro de ciclo com a função PREDEFver "Predefinições de programa para ciclos", Página 48
- Nos ciclos KinematicsOpt foram introduzidas as seguintes melhorias:
  - Novo algoritmo de otimização mais rápido
  - Após a otimização de ângulo, deixa de ser necessária uma série de medições separada para a otimização de posição ver "Diferentes Modos (Q406)", Página 446
  - Retorno dos erros de offset (alteração do ponto zero da máquina) nos parâmetros Q147-149 ver "Execução do ciclo", Página 434
  - Até 8 pontos de medição de plano na medição de esfera ver "Parâmetros de ciclo", Página 443
- A direção do eixo da ferramenta ativa pode agora ser ativada como eixo da ferramenta virtual no modo de funcionamento manual e durante a sobreposição do volante (consultar o manual do utilizador)

Conteúdos

1 Princípios básicos / resumos 39
2 Utilização de ciclos de maquinagem 43
3 Ciclos de maquinagem: furar 63
4 Ciclos de maquinagem: roscagem / fresagem de roscas 95
5 Ciclos de maquinagem: fresar caixas / fresar ilhas / fresar ranhuras 131
6 Ciclos de maquinagem: definições de padrões 161
7 Ciclos de maquinagem: caixa de contorno 171
8 Ciclos de maquinagem: superfície cilíndrica 197
9 Ciclos de maquinagem: Caixa de contorno com fórmula de contorno 213
10 Ciclos de maquinagem: Facejar 227
11 Ciclos: Conversões de coordenadas 241
12 Ciclos: Funções especiais 265
13 Trabalhar com ciclos de apalpação 279
14 Ciclos de apalpação: determinar inclinações da peça de trabalho automaticamente 289
15 Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente 311
16 Ciclos de apalpação: controlar peças de trabalho automaticamente 367
17 Ciclos de apalpação: Funções especiais 413
18 Ciclos de apalpação: medir cinemática automaticamente 427
19 Ciclos de apalpação: medir ferramentas automaticamente 459
20 Tabelas de resumo dos ciclos 475

1 Princípios básicos / resumos 39

1.1 Introdução 40

1.2 Grupos de ciclos disponíveis 41

Resumo dos ciclos de maquinagem 41

Resumo dos ciclos de apalpação 42

2 Utilização de ciclos de maquinagem ... 43

2.1 Trabalhar com ciclos de maquinagem ... 44

Ciclos específicos da máquina (opção de software 19) ... 44
Definir um ciclo com softkeys ... 45
Definir o ciclo com a função GOTO (IR PARA) ... 45
Chamar ciclos ... 46

2.2 Predefinições de programa para ciclos ... 48

Resumo ... 48
Introduzir GLOBAL DEF ... 48
Utilizar as indicações GLOBAL-DEF ... 49
Dados globais válidos em geral ... 50
Dados globais para programas de furar ... 50
Dados globais para programas de fresagem com ciclos de caixa 25x ... 50
Dados globais para programas de fresagem com ciclos de contorno ... 51
Dados globais para o comportamento de posições ... 51
Dados globais para funções de apalpação ... 51

2.3 Definição de padrões PATTERN DEF ... 52

Aplicação ... 52
Introduzir PATTERN DEF ... 53
Utilizar PATTERN DEF ... 53
Definir posições de maquinagem individuais ... 54
Definir série individual ... 54
Definir o padrão individual ... 55
Definir a margem individual ... 56
Definir o círculo completo ... 57
Definir o círculo parcial ... 58

2.4 Tabelas de pontos ... 59

Aplicação ... 59
Introduzir tabela de pontos ... 59
Omitir pontos individuais para a maquinagem ... 60
Selecionar tabelas de pontos no programa ... 60
Chamar ciclo em conjunto com tabelas de pontos ... 61

3 Ciclos de maquinagem: furar ... 63

3.1 Princípios básicos ... 64

Resumo ... 64

3.2 CENTRAR (ciclo 240, DIN/ISO: G240, opção de software 19) ... 65

Execução do ciclo ... 65
Ter em atenção ao programar! ... 65
Parâmetros de ciclo ... 66

3.3 FURAR (ciclo 200) ... 67

Execução do ciclo ... 67
Ter em atenção ao programar! ... 67
Parâmetros de ciclo ... 68

3.4 ALARGAR FURO (ciclo 201, DIN/ISO: G201, opção de software 19) ... 69

Execução do ciclo ... 69
Ter em atenção ao programar! ... 69
Parâmetros de ciclo ... 70

3.5 MANDRILAR (ciclo 202, DIN/ISO: G202, opção de software 19) ... 71

Execução do ciclo ... 71
Ter em atenção ao programar! ... 72
Parâmetros de ciclo ... 73

3.6 FURAR UNIVERSAL (ciclo 203, DIN/ISO: G203, opção de software 19) ... 74

Execução do ciclo ... 74
Ter em atenção ao programar! ... 74
Parâmetros de ciclo ... 75

3.7 REBAIXAMENTO INVERTIDO (ciclo 204, DIN/ISO: G204, opção de software 19) ... 77

Execução do ciclo ... 77
Ter em atenção ao programar! ... 78
Parâmetros de ciclo ... 79

3.8 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL (ciclo 205, DIN/ISO: G205, opção de software 19) ... 81

Execução do ciclo ... 81
Ter em atenção ao programar! ... 82
Parâmetros de ciclo ... 83

3.9 FRESAR FURO (ciclo 208, opção de software 19)....85

Execução do ciclo.... 85
Ter em atenção ao programar!.... 86
Parâmetros de ciclo.... 87

3.10 FURAR COM GUME ÚNICO (ciclo 241, DIN/ISO: G241, opção de software 19).... 88

Execução do ciclo.... 88
Ter em atenção ao programar!.... 88
Parâmetros de ciclo.... 89

3.11 Exemplos de programação.... 91

Exemplo: ciclos de furar.... 91
Exemplo: utilização de ciclos de furar em ligação com PATTERN DEF.... 92

4 Ciclos de maquinagem: roscagem / fresagem de roscas.....95

4.1 Princípios básicos.....96

Resumo..... 96

4.2 ROSCAGEM NOVA com mandril compensador (ciclo 206, DIN/ISO: G206).....97

Execução do ciclo..... 97
Ter em atenção ao programar!..... 98
Parâmetros de ciclo..... 99

4.3 ROSCAGEM sem mandril compensador GS NOVA (ciclo 207, DIN/ISO: G207)..... 100

Execução do ciclo..... 100
Ter em atenção ao programar!..... 101
Parâmetros de ciclo..... 102

4.4 ROSCAGEM COM ROTURA DE APARA (ciclo 209, DIN/ISO: G209, opção de software 19).....103

Execução do ciclo..... 103
Ter em atenção ao programar!..... 104
Parâmetros de ciclo..... 105

4.5 Princípios básicos para fresagem de rosca..... 107

Condições.....107

4.6 FRESAGEM DE ROSCA (ciclo 262, DIN/ISO: G262, opção de software 19).....109

Execução do ciclo..... 109
Ter em atenção ao programar!..... 110
Parâmetros de ciclo..... 111

4.7 FRESAR ROSCA EM REBAIXAMENTO (ciclo 263, DIN/ISO: G263, opção de software 19).....112

Execução do ciclo..... 112
Ter em atenção ao programar!..... 113
Parâmetros de ciclo..... 114

4.8 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO (ciclo 264, DIN/ISO: G264, opção de software 19).....116

Execução do ciclo..... 116
Ter em atenção ao programar!..... 117
Parâmetros de ciclo..... 118

4.9 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO DE HÉLICE (ciclo 265, DIN/ISO: G265, opção de software 19)....120

Execução do ciclo.... 120

Ter em atenção ao programar!.... 121

Parâmetros de ciclo.... 122

4.10 FRESAGEM DE ROSCA EXTERIOR (ciclo 267, DIN/ISO: G267, opção de software 19)....124

Execução do ciclo.... 124

Ter em atenção ao programar!.... 125

Parâmetros de ciclo.... 126

4.11 Exemplos de programação.... 128

Exemplo: roscagem....128

5 Ciclos de maquinagem: fresar caixas / fresar ilhas / fresar ranhuras 131

5.1 Princípios básicos 132

Resumo 132

5.2 CAIXA RETANGULAR (ciclo 251, DIN/ISO: G251, opção de software 19) 133

Execução do ciclo 133
Ter em atenção ao programar 134
Parâmetros de ciclo 135

5.3 CAIXA CIRCULAR (ciclo 252, DIN/ISO: G252, opção de software 19) 138

Execução do ciclo 138
Ter em atenção ao programar! 139
Parâmetros de ciclo 140

5.4 FRESAGEM DE RANHURAS (ciclo 253, DIN/ISO: G253, opção de software 19) 142

Execução do ciclo 142
Ter em atenção ao programar! 143
Parâmetros de ciclo 144

5.5 RANHURA CIRCULAR (ciclo 254, DIN/ISO: G254, opção de software 19) 146

Execução do ciclo 146
Ter em atenção ao programar! 147
Parâmetros de ciclo 148

5.6 ILHA RETANGULAR (ciclo 256, DIN/ISO: G256, opção de software 19) 151

Execução do ciclo 151
Ter em atenção ao programar! 152
Parâmetros de ciclo 153

5.7 ILHA CIRCULAR (ciclo 257, DIN/ISO: G257, opção de software 19) 155

Execução do ciclo 155
Ter em atenção ao programar! 156
Parâmetros de ciclo 157

5.8 Exemplos de programação 159

Exemplo: fresar caixa, ilha e ranhura 159

6 Ciclos de maquinagem: definições de padrões ... 161

6.1 Princípios básicos ... 162

Resumo ... 162

6.2 PADRÃO DE PONTOS SOBRE CÍRCULO (ciclo 220, DIN/ISO: G220, opção de software 19) ... 164

Execução do ciclo ... 164

Ter em atenção ao programar! ... 164

Parâmetros de ciclo ... 165

6.3 PADRÃO DE PONTOS SOBRE LINHAS (ciclo 221, DIN/ISO: G221, opção de software 19) ... 167

Execução do ciclo ... 167

Ter em atenção ao programar! ... 167

Parâmetros de ciclo ... 168

6.4 Exemplos de programação ... 169

Exemplo: Círculos de furos ... 169

7 Ciclos de maquinagem: caixa de contorno ... 171

7.1 Ciclos SL ... 172

Princípios básicos ... 172
Resumo ... 173

7.2 CONTORNO (Ciclo 14, DIN/ISO: G37) ... 174

Ter em atenção ao programar! ... 174
Parâmetros de ciclo ... 174

7.3 Contornos sobrepostos ... 175

Princípios básicos ... 175
Subprogramas: caixas sobrepostas ... 175
Superfície de "soma" ... 176
Superfície de "diferença" ... 177
Superfície de "intersecção" ... 178

7.4 DADOS DO CONTORNO (ciclo 20, DIN/ISO: G120, opção de software 19) ... 179

Ter em atenção ao programar! ... 179
Parâmetros de ciclo ... 180

7.5 PRÉ-FURAR (ciclo 21, DIN/ISO: G121, opção de software 19) ... 181

Execução do ciclo ... 181
Ter em atenção ao programar! ... 181
Parâmetros de ciclo ... 182

7.6 DESBASTE (ciclo 22, DIN/ISO: G122, opção de software 19) ... 183

Execução do ciclo ... 183
Ter em atenção ao programar! ... 184
Parâmetros de ciclo ... 185

7.7 ACABAMENTO EM PROFUNDIDADE (ciclo 23, DIN/ISO: G123, opção de software 19) ... 186

Execução do ciclo ... 186
Ter em atenção ao programar! ... 186
Parâmetros de ciclo ... 186

7.8 ACABAMENTO LATERAL (ciclo 24, DIN/ISO: G124, opção de software 19) ... 187

Execução do ciclo ... 187
Ter em atenção ao programar! ... 187
Parâmetros de ciclo ... 188

7.9 TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 25, DIN/ISO: G125, opção de software 19)..... 189

Execução do ciclo..... 189

Ter em atenção ao programar!..... 189

Parâmetros de ciclo..... 190

7.10 Exemplos de programação..... 191

Exemplo: desbaste e acabamento posterior de uma caixa..... 191

Exemplo: pré-furar, desbastar e acabar contornos sobrepostos.....193

Exemplo: traçado do contorno.....195

8 Ciclos de maquinagem: superfície cilíndrica ... 197

8.1 Princípios básicos ... 198

Resumo dos ciclos para superfícies cilíndricas ... 198

8.2 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA (ciclo 27, DIN/ISO: G127, opção de software 1) ... 199

Execução do ciclo ... 199

Ter em atenção ao programar! ... 200

Parâmetros de ciclo ... 201

8.3 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de ranhuras (ciclo 28, DIN/ISO: G128, opção de software 1) ... 202

Execução do ciclo ... 202

Ter em atenção ao programar! ... 203

Parâmetros de ciclo ... 204

8.4 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de nervuras (ciclo 29, DIN/ISO: G129, opção de software 1) ... 206

Execução do ciclo ... 206

Ter em atenção ao programar! ... 207

Parâmetros de ciclo ... 208

8.5 Exemplos de programação ... 209

Exemplo: superfície cilíndrica com ciclo 27 ... 209

Exemplo: superfície cilíndrica com ciclo 28 ... 211

9 Ciclos de maquinagem: Caixa de contorno com fórmula de contorno.....213

9.1 Ciclos SL com fórmula de contorno complexa.....214

Princípios básicos.....214
Selecionar programa com definições de contorno.....216
Definir as descrições de contorno.....216
Introduzir fórmula de contorno mais complexa.....217
Contornos sobrepostos.....218
Executar contorno com ciclos SL.....220
Exemplo: desbastar e acabar contornos sobrepostos com fórmula de contorno.....221

9.2 Ciclos SL com fórmula de contorno simples.....224

Princípios básicos.....224
Introduzir fórmula de contorno simples.....226
Executar contorno com ciclos SL.....226

10 Ciclos de maquinagem: Facejar ... 227

10.1 Princípios básicos ... 228

Resumo ... 228

10.2 FACEJAR (ciclo 230, DIN/ISO: G230, opção de software 19) ... 229

Execução do ciclo ... 229
Ter em atenção ao programar! ... 229
Parâmetros de ciclo ... 230

10.3 SUPERFÍCIE REGULAR (ciclo 231, DIN/ISO: G231, opção de software 19) ... 231

Execução do ciclo ... 231
Ter em atenção ao programar! ... 232
Parâmetros de ciclo ... 233

10.4 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 232, DIN/ISO: G232, opção de software 19) ... 235

Execução do ciclo ... 235
Ter em atenção ao programar! ... 237
Parâmetros de ciclo ... 238

10.5 Exemplos de programação ... 240

Exemplo: facejar ... 240

11 Ciclos: Conversões de coordenadas....241

11.1 Princípios básicos....242

Resumo....242
Ativação da conversão de coordenadas....242

11.2 DESLOCAÇÃO DO PONTO ZERO (ciclo 7, DIN/ISO: G54)....243

Ativação....243
Parâmetros de ciclo....243

11.3 Deslocação do PONTO ZERO com tabelas de pontos zero (ciclo 7, DIN/ISO: G53)....244

Atuação....244
Ter em atenção ao programar!....245
Parâmetros de ciclo....245
Selecionar a tabela de pontos zero no programa NC....246
Editar a tabela de pontos zero no modo de funcionamento Memorização/Edição do programa....246
Configurar a tabela de pontos zero....248
Sair da tabela de pontos zero....248
Apresentação de estados....248

11.4 DEFINIR PONTO DE REFERÊNCIA (Ciclo 247, DIN/ISO: G247)....249

Atuação....249
Ter em atenção antes de programar!....249
Parâmetros de ciclo....249
Apresentação de estados....249

11.5 REFLETIR (Ciclo 8, DIN/ISO: G28)....250

Atuação....250
Ter em atenção ao programar!....251
Parâmetros de ciclo....251

11.6 ROTAÇÃO (Ciclo 10, DIN/ISO: G73)....252

Atuação....252
Ter em atenção ao programar!....253
Parâmetros de ciclo....253

11.7 FATOR DE ESCALA (Ciclo 11, DIN/ISO: G72)....254

Atuação....254
Parâmetros de ciclo....254

11.8 FATOR DE ESCALA ESPECÍF. EIXO (Ciclo 26)..... 255

Atuação..... 255
Ter em atenção ao programar!..... 255
Parâmetros de ciclo..... 256

11.9 PLANO DE MAQUINAGEM (ciclo 19, DIN/ISO: G80, opção de software 1)..... 257

Atuação..... 257
Ter em atenção ao programar!..... 258
Parâmetros de ciclo..... 258
Anular..... 259
Posicionar eixos rotativos..... 259
Visualização de posições num sistema inclinado..... 260
Supervisão do espaço de trabalho..... 260
Posicionamento no sistema inclinado..... 261
Combinação com outros ciclos de conversão de coordenadas..... 261
Normas para trabalhar com o ciclo 19 PLANO DE MAQUINAGEM INCLINADO..... 262

11.10 Exemplos de programação..... 263

Exemplo: ciclos de conversão de coordenadas..... 263

12 Ciclos: Funções especiais ... 265

12.1 Princípios básicos ... 266

Resumo ... 266

12.2 TEMPO DE ESPERA (Ciclo 9, DIN/ISO: G04) ... 267

Função ... 267

Parâmetros de ciclo ... 267

12.3 CHAMADA DO PROGRAMA (ciclo 12, DIN/ISO: G39) ... 268

Função do ciclo ... 268

Ter em atenção ao programar! ... 268

Parâmetros de ciclo ... 269

12.4 ORIENTAÇÃO DO MANDRIL (Ciclo 13, DIN/ISO: G36) ... 270

Função do ciclo ... 270

Ter em atenção ao programar! ... 270

Parâmetros de ciclo ... 270

12.5 TOLERÂNCIA (Ciclo 32, DIN/ISO: G62) ... 271

Função do ciclo ... 271

Influências na definição geométrica no sistema CAM ... 271

Ter em atenção ao programar! ... 272

Parâmetros de ciclo ... 273

12.6 GRAVAÇÃO (Ciclo 225, DIN/ISO: G225) ... 274

Execução do ciclo ... 274

Ter em atenção ao programar! ... 274

Parâmetros de ciclo ... 275

Carateres de gravação permitida ... 277

Caracteres que não podem ser impressos ... 277

Gravar variáveis do sistema ... 277

13 Trabalhar com ciclos de apalpação ... 279

13.1 Generalidades sobre os ciclos de apalpação ... 280

Funcionamento ... 280
Considerar a rotação básica no Modo de Funcionamento Manual ... 280
Ciclos de apalpação nos modos de funcionamento manual e volante eletrónico ... 280
ciclos de apalpação para o funcionamento automático ... 281

13.2 Antes de trabalhar com ciclos de apalpação! ... 283

Percurso máximo até ao ponto de apalpação: DIST na tabela do apalpador ... 283
Distância de segurança para o ponto de apalpação: SET_UP na tabela do apalpador ... 283
Orientar o apalpador de infravermelhos no sentido de apalpação programado: TRACK na tabela do apalpador ... 283
Apalpador digital, avanço de apalpação: F na tabela do apalpador ... 284
Apalpador digital, Avanço para movimentos de posicionamento: FMAX ... 284
Apalpador digital, Marcha rápida para movimentos de posicionamento: F_PREPOS na tabela do apalpador ... 284
Medição múltipla ... 285
Margem fiável para medição múltipla ... 285
Executar ciclos de apalpação ... 286

13.3 Tabela do apalpador ... 287

Generalidades ... 287
Editar tabelas de apalpador ... 287
Dados do apalpador ... 288

14 Ciclos de apalpação: determinar inclinações da peça de trabalho automaticamente..... 289

14.1 Princípios básicos.....290

Resumo..... 290

Características comuns dos ciclos de apalpação para o registo da posição inclinada da peça de trabalho.....291

14.2 ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 400, DIN/ISO: G400, opção de software 17)..... 292

Execução do ciclo..... 292

Ter em atenção ao programar!..... 292

Parâmetros de ciclo..... 293

14.3 ROTAÇÃO BÁSICA através de dois furos (ciclo 401, DIN/ISO: G401, opção de software 17)..... 295

Execução do ciclo..... 295

Ter em atenção ao programar!..... 295

Parâmetros de ciclo..... 296

14.4 ROTAÇÃO BÁSICA através de duas ilhas circulares (ciclo 402, DIN/ISO: G402, opção de software 17).....298

Execução do ciclo..... 298

Ter em atenção ao programar!..... 298

Parâmetros de ciclo..... 299

14.5 ROTAÇÃO BÁSICA através de um eixo rotativo (ciclo 403, DIN/ISO: G403, opção de software 17).....301

Execução do ciclo..... 301

Ter em atenção ao programar!..... 301

Parâmetros de ciclo..... 302

14.6 DEFINIR ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 404, DIN/ISO: G404, opção de software 17).....304

Execução do ciclo..... 304

Parâmetros de ciclo..... 304

14.7 Ajustar a inclinação duma peça de trabalho por meio do eixo C (ciclo 405, DIN/ISO: G405, opção de software 17).....305

Execução do ciclo..... 305

Ter em atenção ao programar!..... 306

Parâmetros de ciclo..... 307

14.8 Exemplo: determinar a rotação básica por meio de dois furos..... 309

15 Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente 311

15.1 Princípios básicos 312

Resumo 312

características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência 315

15.2 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA RANHURA (ciclo 408, DIN/ISO: G408, opção de software 17) 317

Execução do ciclo 317

Ter em atenção ao programar! 318

Parâmetros de ciclo 319

15.3 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA NERVURA (ciclo 409, DIN/ISO: G409, opção de software 17) 321

Execução do ciclo 321

Ter em atenção ao programar! 321

Parâmetros de ciclo 322

15.4 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 410, DIN/ISO: G410, opção de software 17) 324

Execução do ciclo 324

Ter em atenção ao programar! 325

Parâmetros de ciclo 326

15.5 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 411, DIN/ISO: G411, opção de software 17) 328

Execução do ciclo 328

Ter em atenção ao programar! 329

Parâmetros de ciclo 330

15.6 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO INTERIOR (ciclo 412, DIN/ISO: G412, opção de software 17) 332

Execução do ciclo 332

Ter em atenção ao programar! 333

Parâmetros de ciclo 334

15.7 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 413, DIN/ISO: G413, opção de software 17) 337

Execução do ciclo 337

Ter em atenção ao programar! 338

Parâmetros de ciclo 339

15.8 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA EXTERIOR (ciclo 414, DIN/ISO: G414, opção de software 17)....342

Execução do ciclo.... 342
Ter em atenção ao programar!.... 343
Parâmetros de ciclo.... 344

15.9 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA INTERIOR (ciclo 415, DIN/ISO: G415, opção de software 17)....347

Execução do ciclo.... 347
Ter em atenção ao programar!.... 348
Parâmetros de ciclo.... 349

15.10 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DO CÍRCULO DE FUROS (ciclo 416, DIN/ISO: G416, opção de software 17).... 351

Execução do ciclo.... 351
Ter em atenção ao programar!.... 352
Parâmetros de ciclo.... 353

15.11 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO DO APALPADOR (ciclo 417, DIN/ISO: G417, opção de software 17)....355

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

15.12 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DE 4 FUROS (ciclo 418, DIN/ISO: G418, opção de software 17)....357

Execução do ciclo.... 357
Ter em atenção ao programar!.... 358
Parâmetros de ciclo.... 359

15.13 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO INDIVIDUAL (ciclo 419, DIN/ISO: G419, opção de software 17)....361

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

15.14 Exemplo: Definição do ponto de referência centro segmento de círculo e aresta superior da peça de trabalho....364

15.15 Exemplo: definição do ponto de referência lado superior da peça de trabalho e centro círculo de furos....365

16 Ciclos de apalpação: controlar peças de trabalho automaticamente..... 367

16.1 Princípios básicos.....368

Resumo..... 368
Registar resultados de medição..... 369
Resultados de medição em parâmetros Q.....371
Estado da medição..... 371
Supervisão da tolerância.....371
Supervisão da ferramenta.....372
Sistema de referência para resultados de medição..... 373

16.2 PLANO DE REFERÊNCIA (ciclo 0, DIN/ISO: G55, opção de software 17).....374

Execução do ciclo..... 374
Ter em atenção ao programar!..... 374
Parâmetros de ciclo..... 374

16.3 PLANO DE REFERÊNCIA polar (ciclo 1, opção de software 17).....375

Execução do ciclo..... 375
Ter em atenção ao programar!..... 375
Parâmetros de ciclo..... 375

16.4 MEDIR ÂNGULO (ciclo 420, DIN/ISO: G420, opção de software 17).....376

Execução do ciclo..... 376
Ter em atenção ao programar!..... 376
Parâmetros de ciclo..... 377

16.5 MEDIR FURO (ciclo 421, DIN/ISO: G421, opção de software 17)..... 379

Execução do ciclo..... 379
Ter em atenção ao programar!..... 379
Parâmetros de ciclo..... 380

16.6 MEDIR CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 422, DIN/ISO: G422, opção de software 17)..... 382

Execução do ciclo..... 382
Ter em atenção ao programar!..... 382
Parâmetros de ciclo..... 383

16.7 MEDIR RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 423, DIN/ISO: G423, opção de software 17).....385

Execução do ciclo..... 385
Ter em atenção ao programar!..... 386
Parâmetros de ciclo..... 387

16.8 MEDIR RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 424, DIN/ISO: G424, opção de software 17).....389

Execução do ciclo..... 389
Ter em atenção ao programar!..... 389
Parâmetros de ciclo..... 390

16.9 MEDIR LARGURA INTERIOR (ciclo 425, DIN/ISO: G425, opção de software 17)..... 392

Execução do ciclo..... 392
Ter em atenção ao programar!..... 392
Parâmetros de ciclo..... 393

16.10 MEDIÇÃO NERVURA EXTERIOR (ciclo 426, DIN/ISO: G426, opção de software 17)..... 395

Execução do ciclo..... 395
Ter em atenção ao programar!..... 395
Parâmetros de ciclo..... 396

16.11 MEDIR COORDENADA (ciclo 427, DIN/ISO: G427, opção de software 17)..... 398

Execução do ciclo..... 398
Ter em atenção ao programar!..... 398
Parâmetros de ciclo..... 399

16.12 MEDIR CÍRCULO DE FUROS (ciclo 430, DIN/ISO: G430, opção de software 17)..... 401

Execução do ciclo..... 401
Ter em atenção ao programar!..... 402
Parâmetros de ciclo..... 403

16.13 MEDIR PLANO (ciclo 431, DIN/ISO: G431, opção de software 17)..... 405

Execução do ciclo..... 405
Ter em atenção ao programar!..... 406
Parâmetros de ciclo..... 407

16.14 Exemplos de programação..... 409

Exemplo: medir e fazer trabalho de acabamento de ilhas retangulares..... 409
Exemplo: medir caixa retangular, registar os resultados de medição.....411

17 Ciclos de apalpação: Funções especiais ... 413

17.1 Princípios básicos ... 414

Resumo ... 414

17.2 MEDIÇÃO (ciclo 3, opção de software 17) ... 415

Execução do ciclo ... 415

Ter em atenção ao programar! ... 415

Parâmetros de ciclo ... 416

17.3 Calibrar o apalpador digital ... 417

17.4 Visualizar valores de calibração ... 418

17.5 CALIBRAR TS (ciclo 460, DIN/ISO: G460, opção de software 17) ... 419

17.6 CALIBRAR COMPRIMENTO DE TS (ciclo 461, DIN/ISO: G461, opção de software 17) ... 421

17.7 CALIBRAR RAIO DE TS INTERNAMENTE (ciclo 462, DIN/ISO: G462, opção de software 17) ... 422

17.8 CALIBRAR RAIO DE TS EXTERNAMENTE (ciclo 463, DIN/ISO: G463, opção de software 17) ... 424

18 Ciclos de apalpação: medir cinemática automaticamente 427

18.1 Medição da cinemática com o apalpador TS (opção KinematicsOpt) 428

Princípios básicos 428
Resumo 429

18.2 Condições 430

Ter em atenção ao programar! 430

18.3 GUARDAR CINEMÁTICA (ciclo 450, DIN/ISO: G450, opção) 431

Execução do ciclo 431
Ter em atenção ao programar! 431
Parâmetros de ciclo 432
Função de protocolo 432
Indicações acerca da conservação de dados 433

18.4 MEDIR A CINEMÁTICA (ciclo 451, DIN/ISO: G451, opção) 434

Execução do ciclo 434
Sentido de posicionamento 436
Máquinas com eixos de recortes dentados hirth 437
Escolha da quantidade de pontos de medição 438
Seleção da posição da esfera de calibração na mesa da máquina 439
Indicações acerca daprecisão 439
Indicações acerca dos diferentes métodos de calibração 440
Folga 441
Ter em atenção ao programar! 442
Parâmetros de ciclo 443
Diferentes Modos (Q406) 446
Função de protocolo 447

18.5 COMPENSAÇÃO DE PRESET (ciclo 452, DIN/ISO: G452, opção) 448

Execução do ciclo 448
Ter em atenção ao programar! 450
Parâmetros de ciclo 451
Ajuste de cabeças intercambiáveis 453
Compensação do desvio 455
Função de protocolo 457

19 Ciclos de apalpação: medir ferramentas automaticamente....459

19.1 Princípios básicos....460

Resumo.... 460
Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483.... 461
Ajustar os parâmetros de máquina....462
Introduções na tabela de ferramentas TOOL.T.... 464

19.2 Calibrar TT (ciclo 30 ou 480, DIN/ISO: G480, opção de software 17)....466

Execução do ciclo.... 466
Ter em atenção ao programar!.... 466
Parâmetros de ciclo.... 466

19.3 Calibrar TT 449 sem cabo (ciclo 484, DIN/ISO: G484, opção de software 17).... 467

Princípios básicos....467
Execução do ciclo.... 467
Ter em atenção ao programar!.... 467
Parâmetros de ciclo.... 467

19.4 Medir o comprimento da ferramenta (ciclo 31 ou 481, DIN/ISO: G481, opção de software 17)....468

Execução do ciclo.... 468
Ter em atenção ao programar!.... 469
Parâmetros de ciclo.... 469

19.5 Medir o raio da ferramenta (ciclo 32 ou 482, DIN/ISO: G482, opção de software 17)....470

Execução do ciclo.... 470
Ter em atenção ao programar!.... 470
Parâmetros de ciclo.... 471

19.6 Medir completamente a ferramenta (ciclo 33 ou 483, DIN/ISO: G483, opção de software 17)..... 472

Execução do ciclo.... 472
Ter em atenção ao programar!.... 472
Parâmetros de ciclo.... 473

20 Tabelas de resumo dos ciclos 475

20.1 Tabela de resumo 476

Ciclos de maquinagem 476

Ciclos do apalpador 478

1

Princípios básicos / resumos

1.1 Introdução

As maquinagens que se repetem com frequência e que contêm vários passos de maquinagem memorizam-se no TNC 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. Os parâmetros com a mesma função, de que o TNC precisa em diferentes ciclos, têm sempre o mesmo número: p.ex. **Q200** é sempre a distância de segurança, **Q202** é sempre a profundidade de passo, etc.

!

Atenção, perigo de colisão!

Os ciclos executam, eventualmente, maquinagens de grande envergadura. Por razões de segurança executar um teste de programa gráfico 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 TNC atribui internamente de forma permanente o avanço do bloco **TOOL CALL** no processamento da definição de ciclo.

Se quiser apagar um ciclo com vários blocos parciais, o TNC avisa se deve ser apagado o ciclo completo.

1.2 Grupos de ciclos disponíveis

Resumo dos ciclos de maquinagem

CYCL DEF

- A barra de softkeys mostra os diferentes grupos de ciclos

Grupo de ciclos	Softkey	Página
Ciclos para furar em profundidade, alargar furos, mandrilar e rebaixar	FURO ROSCADO	64
Ciclos para furar roscas, abrir roscas e fresar roscas	FURO ROSCADO	96
Ciclos para fresar caixas, ilhas e ranhuras	CAIXAS/ ILHAS/ RANHURAS	132
Ciclos para a elaboração de padrões de pontos, p.ex. círculo de furos ou superfície de furos	FIGURA DE PONTOS	162
Ciclos SL (lista de subcontornos) com que são elaborados contornos complicados paralelamente ao contorno e que se compõem de vários contornos parciais sobrepostos, interpolação de superfície cilíndrica	SL II	198
Ciclos para facejar superfícies planas ou torcidas em si	SUPERFI- CICS PLANAS	228
Ciclos para o cálculo de coordenadas com que são deslocados, rodados, refletidos, ampliados e reduzidos quaisquer contornos	TRANSF. COORD.	242
Ciclos especiais Tempo de Espera, Chamada do Programa, Orientação do Mandril, Tolerância	CICLOS ESPECIAIS	266

▷

- 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

Grupo de ciclos	Softkey	Página
Ciclos para a determinação automática e compensação da posição inclinada duma peça de trabalho		290
Ciclos para a memorização automática do ponto de referência		312
Ciclos para o controlo automático da peça de trabalho		368
Ciclos especiais	CICLOS ESPECIAIS	414
Ciclos para a medição automática da cinemática	CINEMÁTICA	290
Ciclos para a medição automática da ferramenta (disponibilizado pelo fabricante da máquina)		460

▷

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

2

Utilização de ciclos de maquinagem

2.1 Trabalhar com ciclos de maquinagem

Ciclos específicos da máquina (opção de software 19)

Em muitas máquinas estão disponíveis ciclos que são implementados adicionalmente aos ciclos HEIDENHAIN no TNC pelo seu fabricante da máquina. 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 CYCLE 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.

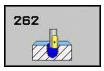
No caso dos ciclos específicos de máquina, em certas circunstâncias, também são utilizados parâmetros de transferência, que a HEIDENHAIN já utilizou em ciclos standard. Na utilização simultânea de ciclos ativos DEF (ciclos que o TNC executa automaticamente na definição do ciclo, ver "Chamar ciclos", Página 46) e ciclos ativos CALL (ciclos que é necessário chamar para a execução, ver "Chamar ciclos", Página 46), para evitar problemas relativamente à substituição 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 furar



- Selecionar ciclo, p. ex. FRESAR ROSCA. O TNC abre um diálogo e pede todos os valores de introdução; ao mesmo tempo, o TNC ilumina um gráfico na metade direita do ecrã, onde está realçado o parâmetro a introduzir
- Introduza todos os parâmetros pedidos pelo TNC e termine cada introdução com a tecla ENT
- O TNC termina o diálogo depois de se terem introduzido todos os dados necessários

Definir o ciclo com a função GOTO (IR PARA)

- A barra de softkeys mostra os diferentes grupos de ciclos

- O TNC mostra numa janela sobreposta o resumo dos ciclos
- Selecione com as teclas de setas o ciclo pretendido ou
- Introduza o número de ciclo e confirme respetivamente com a tecla ENT. O TNC abre então o diálogo de ciclo como atrás descrito

Exemplo de blocos NC

7 CYCL DEF 200 FURAR	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=3	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q210=0	;TEMPO DE ESPERA EM CIMA
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q211=0.25	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO

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 da ferramenta
- Sentido de rotação do mandril (função auxiliar M3/M4)
- Definição do ciclo (CYCL DEF).

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

Os seguintes ciclos atuam a partir da sua definição no programa de maquinagem. 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
- 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 chamada do 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 (ver "Definição de padrões PATTERN DEF", Página 52) ou numa tabela de pontos (ver "Tabelas de pontos", Página 59).

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 TNC aproxima a 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 TNC posiciona primeiro para a posição programada no plano de maquinagem e de seguida no eixo da ferramenta
- Se a posição da ferramenta atual no eixo da ferramenta for inferior à aresta superior da peça de trabalho (Q203), o TNC posiciona primeiro para a altura segura no eixo da ferramenta e de 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-se 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.

O TNC 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 TNC desloca-se para esta posição e a seguir chama o último ciclo de maquinagem definido.

Se quiser que o TNC 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

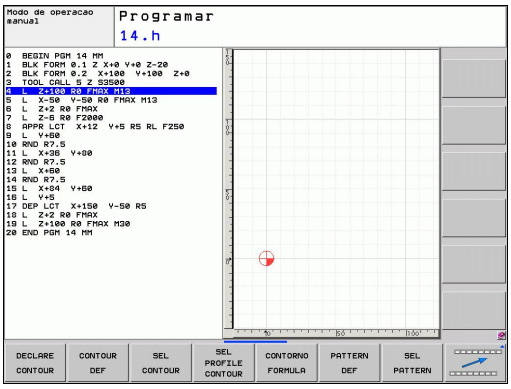
- **M99** no bloco de posicionamento onde se faz a aproximação ao último ponto inicial, ou
- defina com **CYCL DEF** um novo ciclo de maquinagem

2.2 Predefinições de programa para ciclos

Resumo

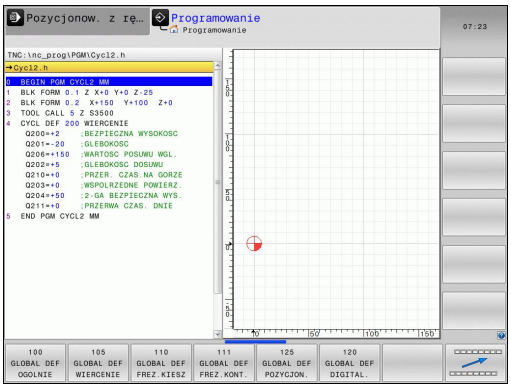
Todos os ciclos 20 a 25 e aqueles com números superiores a 200 utilizam sempre parâmetros de ciclos idênticos, como, p.ex., a distância de segurança **Q200**, que se devem introduzir em cada definição de ciclo. Através da função **GLOBAL DEF**, tem-se a possibilidade de definir estes parâmetros de ciclos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

Dispõe-se das seguintes funções GLOBAL DEF:



Padrões de maquinagem	Softkey	Página
GLOBAL DEF GERAL Definição de parâmetros de ciclos válidos em geral	100 GLOBAL DEF GERAL	50
GLOBAL DEF FURAR Definição de parâmetros especiais de ciclos de furos	105 GLOBAL DEF FURAR	50
GLOBAL DEF FRESAGEM DE CAIXAS Definição de parâmetros especiais de ciclos para fresar caixas	110 GLOBAL DEF FRESA CX.	50
GLOBAL DEF FRESAGEM DE CONTORNO Definição de parâmetros especiais de ciclos de fresagem de contorno	111 GLOBAL DEF FR.CONTORN	51
GLOBAL DEF POSICIONAR Definição do comportamento de posicionamento em **CYCL CALL PAT**	125 GLOBAL DEF POSICION.	51
GLOBAL DEF APALPAÇÃO Definição de parâmetros especiais de ciclos de apalpação	120 GLOBAL DEF APALPADOR	51

Introduzir GLOBAL DEF



- Selecionar modo de funcionamento Memorização/Edição

SPEC FCT

- Selecionar as funções especiais

PREDEFIN PROGRAMA

- Selecionar funções para as predefinições do programa

GLOBAL DEF

- **SELECIONAR AS FUNÇÕES GLOBAL DEF**

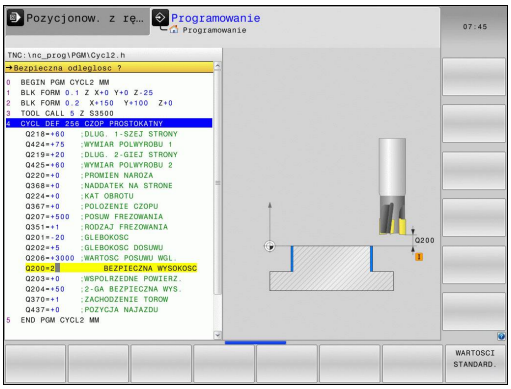
100 GLOBAL DEF GERAL

- Selecionar as funções GLOBAL-DEF pretendidas, por ex. **GLOBAL DEF 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:



- Selecionar modo de funcionamento Memorização/ Edição

- Selecionar os ciclos de maquinagem

- Selecionar o grupo de ciclos pretendido, por exemplo, ciclos de furo

- Selecionar o ciclo pretendido, p.ex. **FURAR**
- O TNC ilumina a softkey INTRODUZIR O VALOR STANDARD, quando exista um parâmetro global para tal

- Premir a softkey MEMORIZAR VALOR STANDARD: o TNC regista a palavra **PREDEF** (em inglês, predefinição) na definição de ciclo. Desta forma efetuou um encadeamento com o parâmetro **GLOBAL DEF** correspondente definido no início do programa

!

Atenção, perigo de colisão!

Tenha em atenção que as alterações efetuadas posteriormente aos ajustes do programa têm efeito sobre todo o programa de maquinagem e, como tal, podem alterar consideravelmente o processo de maquinagem.

Se se registar um valor fixo num ciclo de maquinagem, então este valor não será modificado pelas funções **GLOBAL DEF**.

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
- **2ª distância de segurança**: posição na qual o TNC 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 TNC desloca a ferramenta dentro de um ciclo
- **F Retrocesso**: avanço com o qual o TNC 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 TNC 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 e 262 até 267.

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

- **Fator de sobreposição**: raio da ferramenta x fator de sobreposição tem como resultado a aproximação 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**: raio da ferramenta x fator de sobreposição tem como resultado a aproximação 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: retroceder para a 2ª 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 TNC desloca o sistema de apalpação entre pontos de medição, desde que a opção **Deslocar para altura segura** esteja ativa
- **Deslocar para altura segura**: selecionar se o TNC 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.

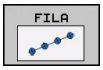
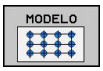
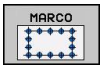
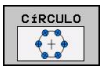
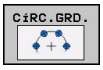
2.3 Definição de padrões PATTERN DEF

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.

Utilizar **PATTERN DEF** somente em conexão com o eixo de ferramenta Z!

Estão à disposição os seguintes padrões de maquinagem:

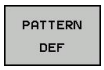
Padrões de maquinagem	Softkey	Página
PONTO Definição de até 9 posições de maquinagem		54
SÉRIE Definição de uma série individual, retilínea ou rodada		54
PADRÃO Definição de um padrão individual retilíneo, rodado ou deformado		55
MARGEM Definição de uma margem individual retilínea, rodada ou deformada		56
CÍRCULO Definição de um círculo completo		57
CÍRCULO TEÓRICO Definição de um círculo teórico		58

Introduzir PATTERN DEF

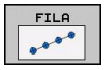
- Selecionar modo de funcionamento Memorização/ Edição

- Selecionar as funções especiais

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



- Abrir o bloco **PATTERN DEF**



- Selecionar o padrão de maquinagem pretendido, por exemplo, a margem individual
- 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**"Chamar ciclos", Página 46. O TNC 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 (consultar o Manual do Utilizador, Capítulo Teste do programa e Execução do programa).

Definir posições de maquinagem individuais

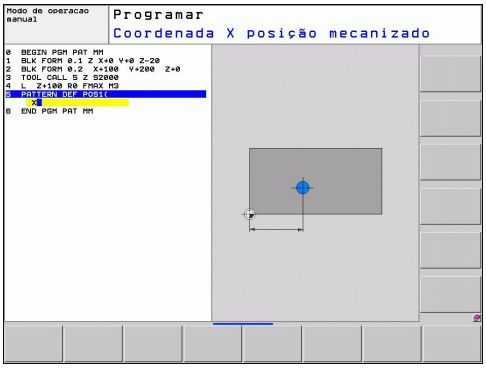
Podem-se introduzir, no máximo, 9 posições de maquinagem; confirmar a introdução com a tecla ENT.

Se se definir uma **superfície da peça de trabalho 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.

- **Coordenada X de uma posição de maquinagem** (absoluta): introduzir a coordenada X
- **Coordenada Y de uma posição de maquinagem** (absoluta): introduzir a coordenada Y
- **Coordenada da superfície da peça de trabalho** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que deve começar a maquinagem

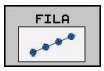
Blocos NC

```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF POS1
(X+25 Y+33,5 Z+0) POS2 (X+50 Y+75 Z
+0)
```



Definir série individual

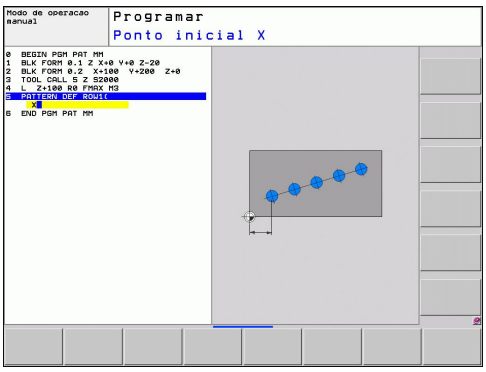
Se se definir uma **superfície da peça de trabalho em Z** diferente de 0, então este valor será válido para a superfície da peça de trabalho **Q203** que se definiu no ciclo de maquinagem.



- **Ponto inicial X** (absoluto): coordenada do ponto inicial da série no eixo X.
- **Ponto inicial Y** (absoluto): coordenada do ponto inicial da série no eixo Y.
- **Distância entre posições de maquinagem (incremental)**: distância entre as posições de maquinagem. Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Número de maquinagens**: número total das posições de maquinagem
- **Posição angular de todo o padrão (absoluta)** ângulo de rotação em torno do ponto inicial introduzido. Eixo de referência: eixo principal do plano de maquinagem ativo (por exemplo, X no eixo Z da ferramenta). Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Coordenada da superfície da peça de trabalho** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que deve começar a maquinagem

Blocos NC

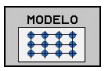
```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF ROW1
(X+25 Y+33,5 D+8 NUM5 ROT+0 Z+0)
```



Definir o padrão individual

Se se definir uma **superfície da peça de trabalho 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.

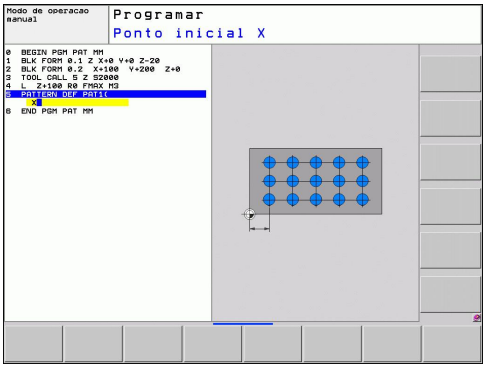
Os parâmetros **Posição angular do eixo principal** e **Posição angular do eixo secundário** atuam adicionalmente numa **Posição angular de todo o padrão** anteriormente realizada.



- **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 entre posições de maquinagem X (incremental)**: distância entre as posições de maquinagem na direção X. Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Distância entre posições de maquinagem Y (incremental)**: distância entre as posições de maquinagem na direção Y. Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Número de colunas**: número de colunas total do padrão
- **Número de linhas**: número de linhas total do padrão
- **Posição angular de todo o padrão (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 Z da ferramenta). Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Posição angular do eixo principal**: ângulo de rotação com o qual exclusivamente o eixo principal do plano de maquinagem é deformado em relação ao ponto de partida introduzido. Introdução de valor positivo ou negativo possível.
- **Posição angular do eixo secundário**: ângulo de rotação com o qual exclusivamente o eixo secundário do plano de maquinagem é deformado em relação ao ponto de partida introduzido. Introdução de valor positivo ou negativo possível.
- **Coordenada da superfície da peça de trabalho** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que deve começar a maquinagem

Blocos NC

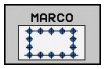
```
10 L Z+100 R0 FMAX
11 PATTERN DEF PAT1 (X+25 Y+33,5
DX+8 DY+10 NUMX5 NUMY4 ROT+0
ROTX+0 ROTY+0 Z+0)
```



Definir a margem individual

Se se definir uma **superfície da peça de trabalho 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.

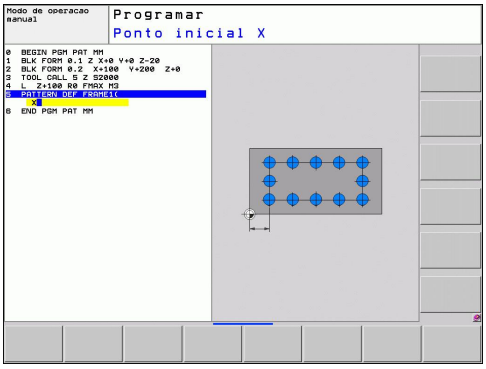
Os parâmetros **Posição angular do eixo principal** e **Posição angular do eixo secundário** atuam adicionalmente numa **Posição angular de todo o padrão** anteriormente realizada.



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

Blocos NC

```
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)
```



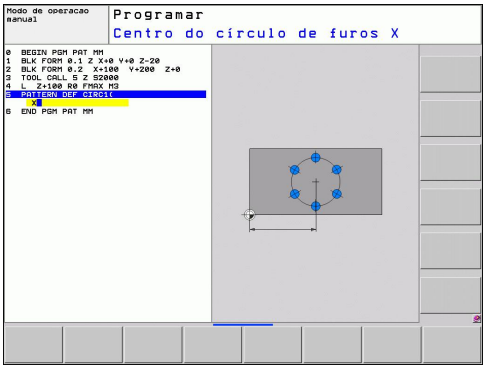
Definir o círculo completo

Se se definir uma **superfície da peça de trabalho 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 Z da ferramenta). Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Número de maquinagens**: número total das posições de maquinagem no círculo
- **Coordenada da superfície da peça de trabalho** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que deve começar a maquinagem

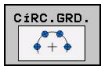
Blocos NC

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



Definir o círculo parcial

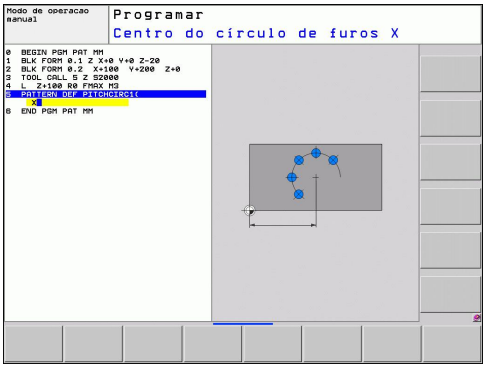
Se se definir uma **superfície da peça de trabalho em Z** diferente de 0, então este valor será válido para a superfície da peça de trabalho **Q203** que se definiu no ciclo de maquinagem.



- **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 Z da ferramenta). Introdução possível de valor positivo ou negativo
- **Passo angular/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 maquinagens**: número total das posições de maquinagem no círculo
- **Coordenada da superfície da peça de trabalho** (absoluta): introduzir a coordenada Z em que deve começar a maquinagem

Blocos NC

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



2.4 Tabelas de pontos

Aplicação

Quando quiser executar um ciclo, ou vários ciclos uns após outros, numa figura de furos 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 introduzir 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.

Introduzir tabela de pontos

Selecionar o modo de funcionamento **MEMORIZAÇÃO/EDIÇÃO DE PROGRAMAS**:

PGM MGT

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

NOME DE FICHEIRO?

ENT

- Introduzir o nome e tipo de ficheiro da tabela de pontos, e confirmar com a tecla ENT.

MM

- Selecionar a unidade métrica: premir a tecla MMou POLEG.. O TNC muda para a janela do programa e apresenta uma tabela de pontos vazia.

INSERIR LINHA

- Com a softkey INSERIR LINHA, acrescentar uma nova linha e as coordenadas e introduzir as coordenadas do local de maquinagem pretendido.

Repetir o processo até estarem introduzidas todas as coordenadas pretendidas.

O nome da tabela de pontos deve começar por uma letra.

Com as softkeys X DESLIGADO/LIGADO, Y DESLIGADO/LIGADO, Z DESLIGADO/LIGADO (segunda barra de softkeys) determinam-se as coordenadas que podem ser introduzidas na tabela de pontos.

Omitir pontos individuais para a maquinagem

Na tabela de pontos pode 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 deve ser omitido.

- Selecionar a coluna **FADE**.

- Ativar Omitir ou

- Desativar Omitir.

Selecionar tabelas de pontos no programa

No modo de funcionamento **MEMORIZAÇÃO/EDIÇÃO DO PROGRAMA**, selecionar o programa para o qual a tabela de pontos deve estar ativada:

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

- Premir a softkey TABELA DE PONTOS.

Introduzir nome da tabela de pontos, e confirmar com a tecla END Quando a tabela de pontos não está memorizada no mesmo diretório do programa NC, tem que se introduzir o nome do caminho completo.

Exemplo de blocos NC

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

Chamar ciclo em conjunto com tabelas de pontos

O TNC executa com **CYCL CALL PAT** a última tabela de pontos que se definiu (mesmo que se tenha definido a tabela de pontos num programa aninhado com **CALL PGM**).

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

- 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 TNC deve deslocar-se entre os furos (sem introdução: deslocação com o último avanço programado, **FMAX** não válido)
- Se necessário, introduzir a função auxiliar M, e confirmar com a tecla END

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

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

Atuação das tabelas de pontos com os ciclos SL e ciclo 12

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

Atuação das tabelas de pontos com os ciclos de 200 a 208 e de 262 a 267

O TNC interpreta os pontos 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 das tabelas de pontos com os ciclos de 210 a 215

O TNC interpreta os pontos como uma deslocação suplementar do ponto zero. Se se quiserem usar os pontos definidos na tabela de pontos como coordenadas do ponto inicial, devem programar-se os pontos iniciais e a aresta superior da peça de trabalho (Q203) no respetivo ciclo de fresar com 0.

Atuação das tabelas de pontos com os ciclos de 251 a 254

O TNC interpreta os pontos 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.

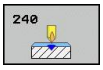
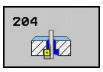
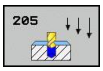
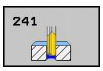
3

Ciclos de maquinagem: furar

3.1 Princípios básicos

Resumo

O TNC dispõe dum total de 9 ciclos para as mais variadas maquinagens de furação:

Ciclo	Softkey	Página
240 CENTRAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, introdução do diâmetro de centragem/profundidade de centragem opcional		65
200 FURAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança		67
201 ALARGAR FURO Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança		69
202 MANDRILAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança		71
203 FURAR UNIVERSAL Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, rotura de apara, depressão		74
204 REBAIXAMENTO INVERTIDO Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança		77
205 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, rotura de apara, distância de posição prévia		81
208 FRESAR FURO Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança		85
241 FURAR COM GUME ÚNICO Com posicionamento prévio automático sobre ponto inicial aprofundado, definição do agente refrigerante por velocidade		88

3.2 CENTRAR (ciclo 240, DIN/ISO: G240, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 O TNC 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 - 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**.

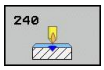
O sinal do parâmetro de ciclo **Q344** (diâmetro) ou **Q201** (profundidade) é determinado pela direção da maquinagem. Se se programar o diâmetro ou a profundidade = 0, o TNC não executa o ciclo.

Atenção, perigo de colisão!

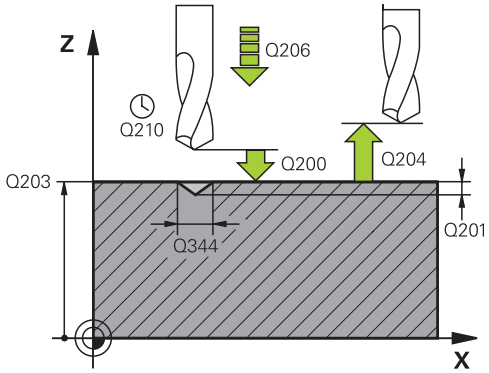
Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr**, define-se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, se o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

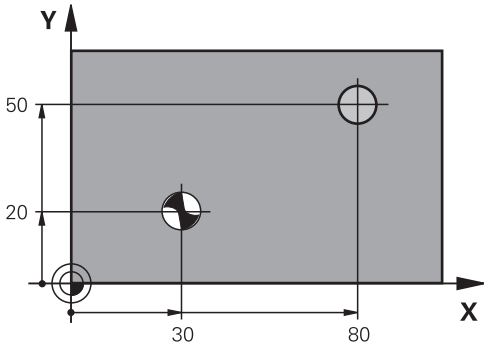
Tenha atenção que em caso de **diâmetro positivo ou de profundidade positiva introduzida** , o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

Parâmetros de ciclo



- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a extremidade da ferramenta e a superfície da peça de trabalho: introduzir valor positivo. Campo de introdução 0 bis 99999,9999
- **Seleção profundidade/diâmetro (0/1)** Q343: seleção, se se deve centrar com base no diâmetro introduzido ou na profundidade introduzida.
  Se o TNC 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
- **Profundidade** Q201 (valor 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
- **Diâmetro (sinal)** Q344: diâmetro de centragem. Só atuante quando está definido Q343=1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao centrar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Tempo de espera em baixo** Q211: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução 0 a 3600,0000
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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





Blocos NC

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 CYCL DEF 240 CENTRAR	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q343=1	;SELEÇÃO PROFUNDIDADE/ DIÂMETRO
Q201=+0	;PROFUNDIDADE
Q344=-9	;DIÂMETRO
Q206=250	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q211=0.1	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO
Q203=+20	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=100	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
12 L X+30 Y+20 R0 FMAX M3 M99	
13 L X+80 Y+50 R0 FMAX M99	

3.3 FURAR (ciclo 200)

Execução do ciclo

1 O TNC 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 **F** programado até à primeira profundidade de passo
3 O TNC retira a ferramenta com **FMAX** para a distância de segurança, espera aí - se tiver sido programado - 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 uma outra profundidade de passo.
5 O TNC repete este processo (2 a 4) até alcançar a profundidade de furo programada
6 A partir da base do furo, a ferramenta desloca-se com **FMAX** 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**.

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

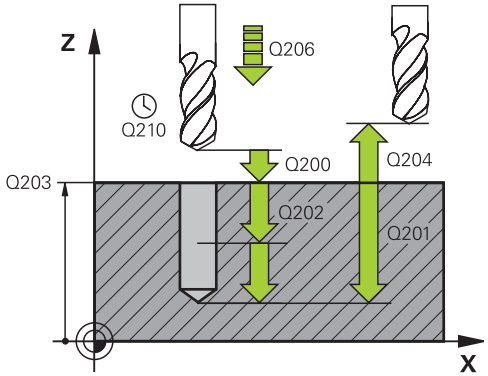
Atenção, perigo de colisão!

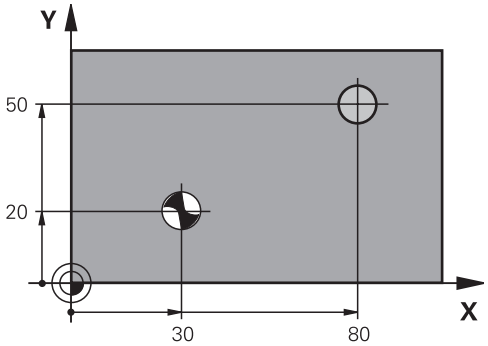
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

Parâmetros de ciclo

- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a extremidade da ferramenta e a superfície da peça de trabalho: introduzir valor positivo. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade** Q201 (valor 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
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao furar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Profundidade de corte** Q202 (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999. A profundidade não tem que ser um múltiplo da profundidade de corte. O TNC desloca-se num só passo de maquinagem para a profundidade total quando:
  - a profundidade de corte e a profundidade total são iguais
  - a profundidade de corte é maior do que a profundidade total
- **Tempo de espera em cima** Q210: tempo em segundos que a ferramenta espera na distância de segurança depois de o TNC a ter retirado do furo. Campo de introdução 0 a 3600,0000
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Tempo de espera em baixo** Q211: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução 0 a 3600,0000





Blocos NC

11 CYCL DEF 200 FURAR	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=-15	;PROFUNDIDADE
Q206=250	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q210=0	;TEMPO DE ESPERA EM CIMA
Q203=+20	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=100	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q211=0.1	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO
12 L X+30 Y+20 FMAX M3	
13 CYCL CALL	
14 L X+80 Y+50 FMAX M99	

3.4 ALARGAR FURO (ciclo 201, DIN/ISO: G201, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 O TNC posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança introduzida 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 TNC repõe a ferramenta com avanço F à distância de segurança e daí - se tiver sido programado - com **FMAX** 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**.

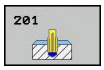
No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se se programar a profundidade = 0, o TNC não executa o ciclo.

Atenção, perigo de colisão!

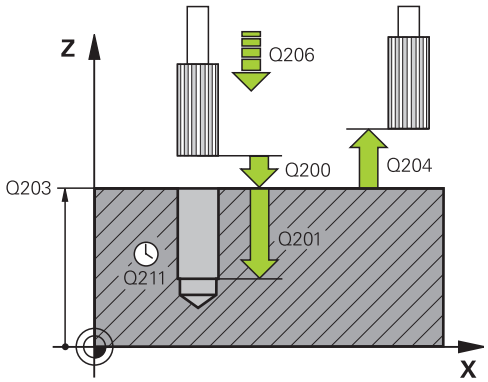
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

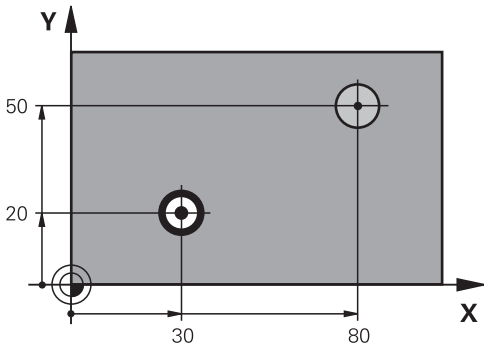
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

Parâmetros de ciclo



- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a extremidade da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao alargar furo em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Tempo de espera em baixo** Q211: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução 0 a 3600,0000
- **Avanço de retrocesso** Q208: velocidade de deslocação da ferramenta ao afastar-se do furo em mm/min. Se introduzir Q208 = 0, é válido o avanço de alargar furo. Campo de introdução 0 bis 99999,999
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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





Blocos NC

11 CYCL DEF 201 ALARGAR FURO	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=-15	;PROFUNDIDADE
Q206=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q211=0.5	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO
Q208=250	;AVANÇO DE RETROCESSO
Q203=+20	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=100	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
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	

3.5 MANDRILAR (ciclo 202, DIN/ISO: G202, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 O TNC 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 TNC executa uma orientação do mandril sobre a posição que está definida no parâmetro Q336
5 Se tiver sido selecionada deslocação livre, o TNC desloca-se livremente 0,2 mm na direcção programada (valor fixo)
6 A seguir, o TNC desloca a ferramenta com o avanço de retrocesso à distância de segurança, e daí - se tiver sido programado - com **FMAX** para a 2.ª distância de segurança Se Q214=0 a retração é feita na parede do furo

3.5 MANDRILAR (ciclo 202, DIN/ISO: G202, opção de software 19)

Ter em atenção ao programar!

A máquina e o TNC 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 se programar a profundidade = 0, o TNC não executa o ciclo.

O TNC restabelece no fim do ciclo o estado do agente refrigerante e o estado do mandril que estava ativado antes da chamada de ciclo.

Atenção, perigo de colisão!

Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

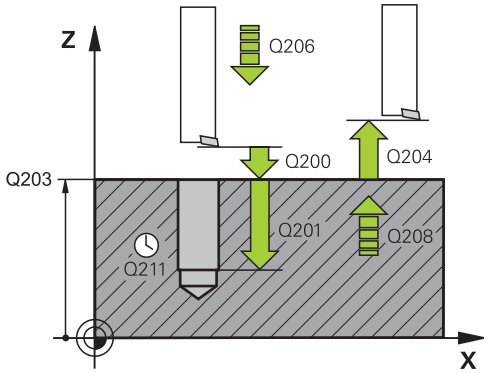
Selecione a direção de livre deslocação, de forma a que a ferramenta se afaste da margem do furo.

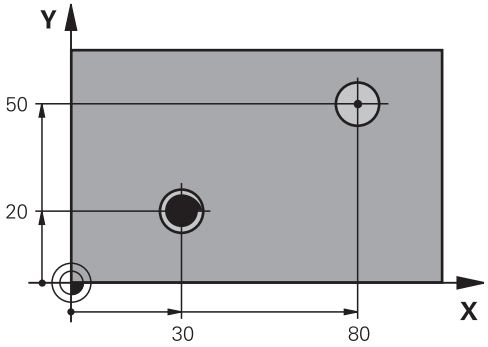
Se programar uma orientação do mandril no ângulo, verifique onde se encontra a ponta da ferramenta que introduziu em Q336 (p.ex. no modo de funcionamento Posicionamento com Introdução Manual). Escolha o ângulo, de forma a que a ponta da ferramenta fique paralela a um eixo de coordenada.

Ao deslocar-se livremente, o TNC considera automaticamente uma rotação ativa do sistema de coordenadas.

Parâmetros de ciclo

- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a extremidade da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao mandrilar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Tempo de espera em baixo** Q211: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução 0 a 3600,0000
- **Avanço de retrocesso** Q208: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se do furo em mm/min. Se introduzir Q208=0, é válido o avanço de corte em profundidade. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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 99999,999
- **Direção de retirada (0/1/2/3/4)** Q214: determinar a direção em que o TNC 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
- **Ângulo para orientação do mandril** Q336 (absoluto): ângulo sobre o qual o TNC posiciona a ferramenta antes de retirar. Campo de introdução -360.000 bis 360.000





10 L Z+100 R0 FMAX	
11 CYCL DEF 202 MANDRILAR	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=-15	;PROFUNDIDADE
Q206=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q211=0.5	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO
Q208=250	;AVANÇO DE RETROCESSO
Q203=+20	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=100	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q214=1	;DIREÇÃO DE RETIRADA
Q336=0	;ÂNGULO MANDRIL
12 L X+30 Y+20 FMAX M3	
13 CYCL CALL	
14 L X+80 Y+50 FMAX M99	

3.6 FURAR UNIVERSAL (ciclo 203, DIN/ISO: G203, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 O TNC posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança introduzida sobre a superfície da peça de trabalho
2 A ferramenta fura com o avanço **F** programado, até à primeira profundidade de passo
3 Se tiver programada rotura de apara, o TNC retira a ferramenta pelo valor de retrocesso programado. Se trabalhar sem rotura da apara, o TNC retira a ferramenta com o avanço de retrocesso na distância de segurança, espera aí – se tiver sido programado – e a seguir desloca-se novamente com **FMAX** até à distância de segurança sobre a primeira profundidade de corte
4 A seguir, a ferramenta fura com o Avanço até à seguinte Profundidade de Passo. Se tiver sido programada, a profundidade de corte vai diminuindo com cada corte segundo o valor de redução
5 O TNC repete este processo (2 a 4) até alcançar a Profundidade do Furo
6 Na base do furo, se tiver sido programado, a ferramenta espera um tempo para cortar livremente, retirando-se depois de transcorrido o tempo de espera com avanço de retrocesso para a distância de segurança. Se se tiver programado uma 2.ª distância de segurança, a ferramenta desloca-se 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 se programar a profundidade = 0, o TNC não executa o ciclo.

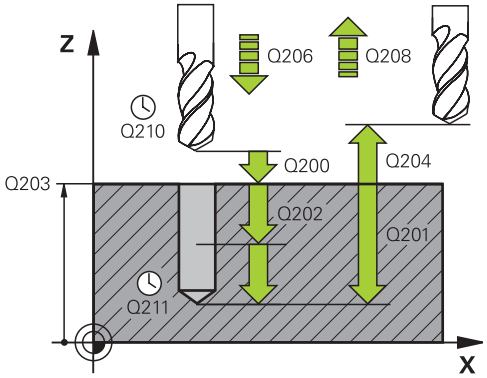
Atenção, perigo de colisão!

Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

Parâmetros de ciclo

- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a extremidade da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade** Q201 (valor 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
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao furar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Profundidade de corte** Q202 (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999. A profundidade não tem que ser um múltiplo da profundidade de corte. O TNC desloca-se num só passo de maquinagem para a profundidade total quando:
  - a profundidade de corte e a profundidade total são iguais
  - a profundidade de corte é superior à profundidade total e, simultaneamente, não estiver definida qualquer rotura de apara
- **Tempo de espera em cima** Q210: tempo em segundos que a ferramenta espera na distância de segurança depois de o TNC a ter retirado do furo para a soltar. Campo de introdução 0 a 3600,0000
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Valor de Redução** Q212 (incremental): valor com que o TNC reduz a profundidade de corte após cada corte. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Quant. de roturas de apara até à retração** Q213: número de roturas de apara antes de o TNC ter que retirar a ferramenta do furo para a soltar. Para a rotura de apara, o TNC retira a ferramenta respetivamente no valor de retrocesso Q256. Campo de introdução 0 bis 99999
- **Profundidade de corte mínima** Q205 (incremental): se tiver introduzido um valor de redução, o TNC limita o corte ao valor introduzido com Q205. Campo de introdução 0 a 99999,9999



Blocos NC

11 CYCL DEF 203 FURAR UNIVERSAL	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q210=0	;TEMPO DE ESPERA EM CIMA
Q203=+20	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q212=0.2	;VALOR DE REDUÇÃO
Q213=3	;ROTURAS DE APARA
Q205=3	;PROFUNDIDADE DE PASSO MÍN.
Q211=0.25	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO
Q208=500	;AVANÇO DE RETROCESSO
Q256=0.2	;RETRC. EM ROTURA DE APARA

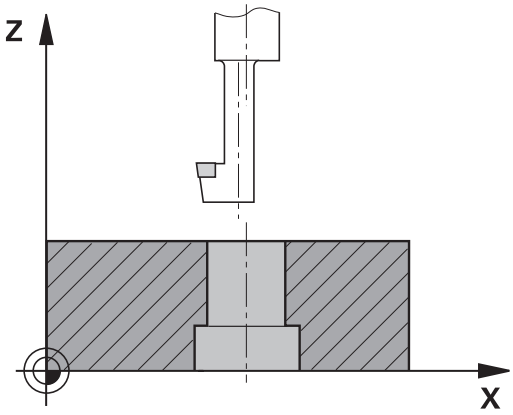
3.6 FURAR UNIVERSAL (ciclo 203, DIN/ISO: G203, opção de software 19)

- **Tempo de espera em baixo** Q211: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução 0 a 3600,0000
- **Avanço de retrocesso** Q208: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se do furo em mm/min. Se se introduzir Q208=0, o TNC retira a ferramenta com o avanço Q206. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Retrocesso em rotura de apara** Q256 (incremental): valor com que o TNC retrocede a ferramenta quando há rotura de apara. Campo de introdução 0,1000 bis 99999,9999

3.7 REBAIXAMENTO INVERTIDO (ciclo 204, DIN/ISO: G204, opção de software 19)

Execução do ciclo

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



1 O TNC 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 TNC 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 TNC desloca agora a ferramenta outra vez para o centro do furo, liga o mandril e, se necessário, também o refrigerante e depois desloca-se com o avanço de rebaixamento para o rebaixamento de profundidade programado
5 Se tiver sido programado, a ferramenta espera na base do rebaixamento e a seguir retira-se de novo do furo, executa uma orientação do mandril e desloca-se de novo segundo a medida do excêntrico
6 A seguir, o TNC desloca a ferramenta com o avanço de posicionamento prévio para a distância de segurança, e daí - se tiver sido programado - com **FMAX** para a 2.ª distância de segurança

3.7 REBAIXAMENTO INVERTIDO (ciclo 204, DIN/ISO: G204, opção de software 19)

Ter em atenção ao programar!

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

Ciclo 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**.

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 um comprimento de ferramenta que esteja dimensionado não pela lâmina mas pela aresta inferior da barra de broquear.

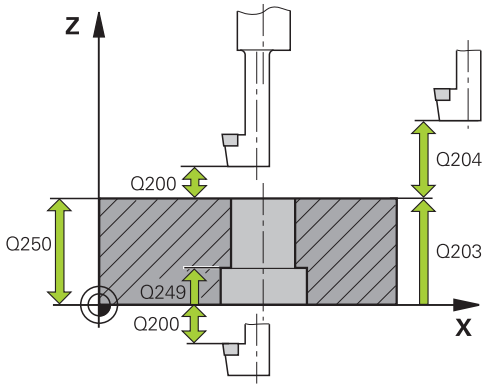
Ao calcular o ponto inicial do rebaixamento, o TNC tem em conta o comprimento da lâmina da barra de broquear e a espessura do material.

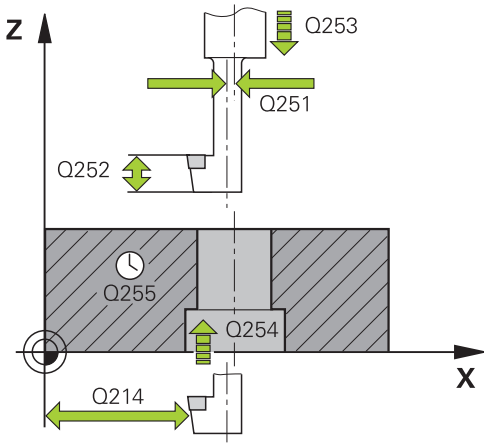
Atenção, perigo de colisão!

Quando programar uma orientação do mandril no ângulo, verifique onde se encontra a ponta da ferramenta programada em **Q336** (p.ex. no modo de funcionamento Posicionamento com Introdução Manual). Escolha o ângulo, de forma a que a ponta da ferramenta fique paralela a um eixo de coordenada. Selecione a direção de livre deslocação, de forma a que a ferramenta se afaste da margem do furo.

Parâmetros de ciclo

- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a extremidade da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade de rebaixamento** Q249 (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
- **Resistência do material** Q250 (incremental): espessura da peça de trabalho. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
- **Medida do excêntrico** Q251 (incremental): medida do excêntrico da barra de broquear; consultar a folha de dados da ferramenta. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
- **Altura de lâmina** Q252 (incremental): distância da aresta inferior barra de broquear – lâmina principal; consultar a folha de dados da ferramenta. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: 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 99999,999, ou, em alternativa, **FMAX**, **FAUTO**





3.7 REBAIXAMENTO INVERTIDO (ciclo 204, DIN/ISO: G204, opção de software 19)

- **Avanço de rebaixamento** Q254: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Tempo de espera** Q255: tempo de espera em segundos na base do rebaixamento. Campo de introdução 0 bis 3600,000
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Direção de retirada (1/2/3/4)** Q214: determinar a direção em que o TNC 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
- **Ângulo para orientação do mandril** Q336 (absoluto): ângulo sobre o qual o TNC posiciona a ferramenta antes de a fazer afundar e antes de a retirar do furo Campo de introdução -360,0000 bis 360,0000

Blocos NC

11 CYCL DEF 204 REBAIXAMENTO INVERTIDO	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q249=+5	;REBAIXAMENTO PROFUNDIDADE
Q250=20	;ESPESSURA DO MATERIAL
Q251=3.5	;DIMENSÃO EXCÊNTRICA
Q252=15	;ALTURA DA LÂMINA
Q253=750	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q254=200	;AVANÇO DE REBAIXAMENTO
Q255=0	;TEMPO DE ESPERA
Q203=+20	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q214=1	;DIREÇÃO DE RETIRADA
Q336=0	;ÂNGULO MANDRIL

3.8 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL (ciclo 205, DIN/ISO: G205, opção de software 19)

Execução do ciclo

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

2 Se foi introduzido um ponto inicial aprofundado, o TNC 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 de passo

4 Se tiver programada rotura de apara, o TNC retira a ferramenta pelo valor de retrocesso programado. Se se trabalhar sem rotura de apara, o TNC 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 corte

5 A seguir, a ferramenta fura com o Avanço até à seguinte Profundidade de Passo. Se tiver sido programada, a profundidade de corte vai diminuindo com cada corte segundo o valor de redução

6 O TNC repete este processo (2 a 4) até alcançar a Profundidade do Furo

7 Na base do furo, se tiver sido programado, a ferramenta espera um tempo para cortar livremente, retirando-se depois de transcorrido o tempo de espera com avanço de retrocesso para a distância de segurança. Se se tiver programado uma 2.ª distância de segurança, a ferramenta desloca-se para aí com **FMAX**

3.8 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL (ciclo 205, DIN/ISO: G205, opção de software 19)

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 se programar a profundidade = 0, o TNC não executa o ciclo.

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

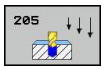
Se se introduzir um ponto inicial aprofundado por meio de **Q379**, o TNC modifica simplesmente o ponto inicial do movimento de passo. Os movimentos de retrocesso não são modificados pelo TNC; referem-se, portanto, à coordenada da superfície da peça de trabalho.

Atenção, perigo de colisão!

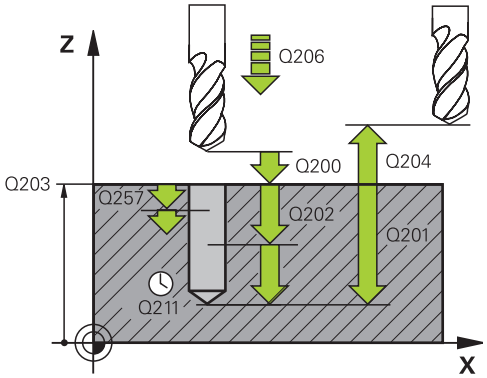
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

Parâmetros de ciclo



- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a extremidade da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade** Q201 (valor 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
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao furar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Profundidade de corte** Q202 (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999. A profundidade não tem que ser um múltiplo da profundidade de corte. O TNC desloca-se num só passo de maquinagem para a profundidade total quando:
  - a profundidade de corte e a profundidade total são iguais
  - a profundidade de corte é maior do que a profundidade total
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Valor de redução** Q212 (incremental): valor com que o TNC reduz a profundidade de corte Q202. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade de corte mínima** Q205 (incremental): se tiver introduzido um valor de redução, o TNC limita o corte ao valor introduzido com Q205. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Distância de posição prévia em cima** Q258 (incremental): distância de segurança para posicionamento em marcha rápida, se o TNC após um retrocesso a partir do furo deslocar de novo a ferramenta para a profundidade de corte atual; valor aquando do primeiro corte. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Distância de posição prévia em baixo** Q259 (incremental): distância de segurança para posicionamento em marcha rápida, se o TNC após um retrocesso a partir do furo deslocar de novo a ferramenta para a profundidade de corte atual; valor aquando do último corte. Campo de introdução 0 a 99999,9999



Blocos NC

11 CYCL DEF 205 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=-80	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q202=15	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q203=+100	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q212=0.5	;VALOR DE REDUÇÃO
Q205=3	;PROFUNDIDADE DE PASSO MÍN.
Q258=0.5	;DISTÂNCIA DE POSIÇÃO PRÉVIA EM CIMA
Q259=1	;DISTÂNCIA DE POSIÇÃO PRÉVIA EM BAIXO
Q257=5	;PROFUNDIDADE DE FURO ROTURA APARA
Q256=0.2	;RETRC. EM ROTURA DE APARA
Q211=0.25	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO
Q379=7.5	;PONTO INICIAL
Q253=750	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO

3.8 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL (ciclo 205, DIN/ISO: G205, opção de software 19)

- **Profundidade de furo até rotura de apara** Q257 (incremental): passo após o qual o TNC executa uma rotura de apara. Sem rotura de apara, quando é introduzido 0. Campo de introdução 0 bis 99999,9999
- **Retrocesso em rotura de apara** Q256 (incremental): valor com que o TNC retrocede a ferramenta quando há rotura de apara. O TNC efetua o retrocesso com um avanço de 3.000 mm/min. Campo de introdução 0,1000 a 99999,9999
- **Tempo de espera em baixo** Q211: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução 0 a 3600,0000
- **Ponto inicial aprofundado** Q379 (referido de forma incremental à superfície da peça de trabalho): ponto inicial da maquinagem de furo propriamente dita, quando já se tiver furado previamente a uma profundidade determinada com uma ferramenta mais curta. O TNC desloca-se em **avanço de posicionamento prévio** da distância de segurança para o ponto inicial aprofundado. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: velocidade de deslocação da ferramenta ao posicionar, desde a distância de segurança para um ponto inicial aprofundado em mm/min. Só atua se estiver introduzido Q379 diferente de 0. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**

3.9 FRESAR FURO (ciclo 208, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 O TNC posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança programada sobre a superfície da peça de trabalho e aproxima ao diâmetro programado sobre um círculo de arredondamento (se houver lugar)

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 TNC executa outra vez um círculo completo para por ocasião do rebaixamento retirar o material que tiver ficado

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

5 No fim, o TNC repõe a ferramenta com **FMAX** na distância de segurança. Se se tiver programado uma 2.ª distância de segurança, a ferramenta desloca-se para aí com **FMAX**

3.9 FRESAR FURO (ciclo 208, opção de software 19)

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 se programar a profundidade = 0, o TNC não executa o ciclo.

Se se tiver introduzido o diâmetro do furo igual ao diâmetro da ferramenta, o TNC 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 TNC calcula então automaticamente o máx. passo permitido e modifica, se necessário, o valor introduzido por si.

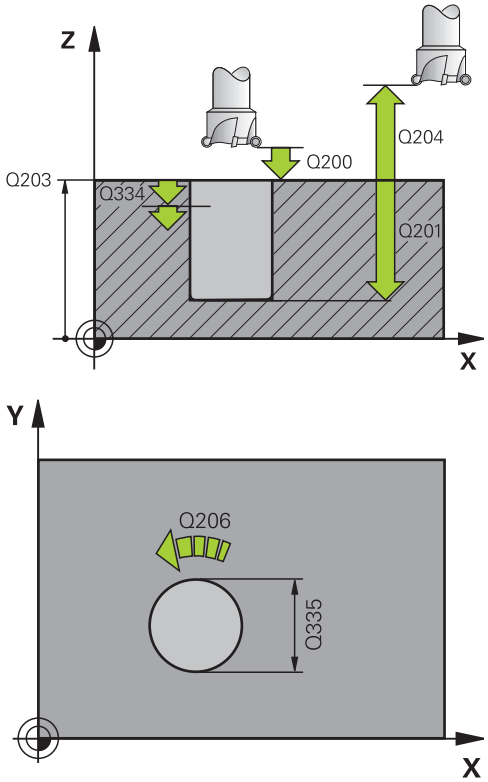
Atenção, perigo de colisão!

Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

Parâmetros de ciclo

- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a aresta inferior da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao furar na hélice em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Passo por hélice** Q334 (incremental): medida segundo a qual a ferramenta avança respetivamente segundo uma hélice (=360°). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Diâmetro nominal** Q335 (valor absoluto): diâmetro do furo. Se se tiver introduzido o diâmetro nominal igual ao diâmetro da ferramenta, o TNC fura sem interpolação de hélice, diretamente na profundidade programada. Campo de introdução 0 bis 99999,9999
- **Diâmetro furado previamente** Q342 (valor absoluto): logo que em Q342 se introduz um valor superior a 0, o TNC deixa de executar qualquer verificação do comportamento do diâmetro nominal em relação ao diâmetro da ferramenta. Assim, podem fresar-se furos cujo diâmetro são mais do dobro do diâmetro da ferramenta. Campo de introdução 0 bis 99999,9999
- **Tipo de fresagem** Q351: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto



Blocos NC

12 CYCL DEF 208 FRESAR FURO	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=-80	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q334=1.5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q203=+100	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q335=25	;DIÂMETRO NOMINAL
Q342=0	;DIÂMETRO DEFINIDO
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM

3.10 FURAR COM GUME ÚNICO (ciclo 241, DIN/ISO: G241, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 O TNC posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança introduzida sobre a superfície da peça de trabalho
2 Em seguida, o TNC desloca a ferramenta com o avanço de posicionamento definido para a distância de segurança sobre o ponto inicial aprofundado e ativa aí as rotações de furação com **M3**, assim como o agente refrigerante. O TNC 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
3 A ferramenta fura com o avanço **F** introduzido até à profundidade de furo programada
4 A ferramenta permanece na base do furo com o mandril a rodar para cortar livremente, caso programado. Depois, o TNC desliga o agente refrigerante e repõe as rotações de novo no valor de saída definido.
5 Na base do furo, após o tempo de espera, faz-se a retirada para a distância de segurança com avanço de retrocesso. Se se tiver programado uma 2.ª distância de segurança, a ferramenta desloca-se 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**.

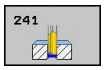
No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se se programar a profundidade = 0, o TNC não executa o ciclo.

Atenção, perigo de colisão!

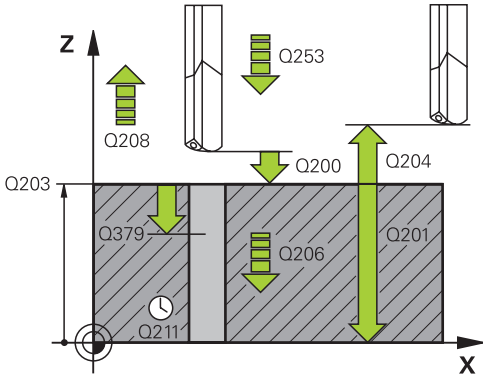
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

Parâmetros de ciclo



- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a extremidade da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao furar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Tempo de espera em baixo** Q211: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução 0 a 3600,0000
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Ponto inicial aprofundado** Q379 (referido de forma incremental à superfície da peça de trabalho): ponto inicial da maquinagem de furo propriamente dita. O TNC desloca-se em **avanço de posicionamento prévio** da distância de segurança para o ponto inicial aprofundado. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: velocidade de deslocação da ferramenta ao posicionar, desde a distância de segurança para o ponto inicial aprofundado em mm/min. Só atua se estiver introduzido Q379 diferente de 0. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Avanço de retrocesso** Q208: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se do furo em mm/min. Se se introduzir Q208=0, o TNC retira a ferramenta com avanço de furação Q206. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Direção de rotação na entrada/retirada (3/4/5)** Q426: 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
- **Velocidade do mandril na entrada/retirada** Q427: velocidade a que a ferramenta deve rodar ao entrar no furo e ao sair do furo. Campo de introdução 0 a 99999



Blocos NC

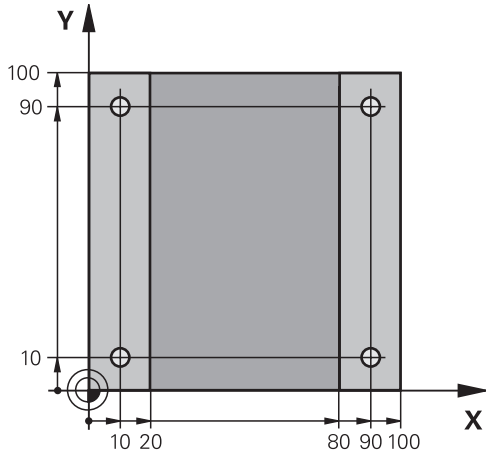
11 CYCL DEF 241 FURAR COM GUME ÚNICO	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=-80	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q211=0.25	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO
Q203=+100	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q379=7.5	;PONTO INICIAL
Q253=750	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q208=1000	;AVANÇO DE RETROCESSO
Q426=3	;DIR.ROTAÇÃO MANDRIL
Q427=25	;VELOC. ENTRADA/ RETIRADA
Q428=500	;VELOC. FURAR
Q429=8	;REFRIGERAÇÃO LIGADA
Q430=9	;REFRIGERAÇÃO DESLIGADA

3.10 FURAR COM GUME ÚNICO (ciclo 241, DIN/ISO: G241, opção de software 19)

- **Velocidade ao furar** Q428: velocidade a que a ferramenta deve furar. Campo de introdução 0 a 99999
- **Função M Agente refrigerante LIGADO** Q429: função auxiliar M para ativar o agente refrigerante. O TNC liga o agente refrigerante quando a ferramenta se encontra no ponto inicial mais profundo na furação. Campo de introdução 0 bis 999
- **Função M Agente refrigerante DESLIGADO** Q430: função auxiliar M para desligar o agente refrigerante. O TNC desliga o agente refrigerante quando a ferramenta está sobre a profundidade de furação. Campo de introdução 0 bis 999

3.11 Exemplos de programação

Exemplo: ciclos de furar

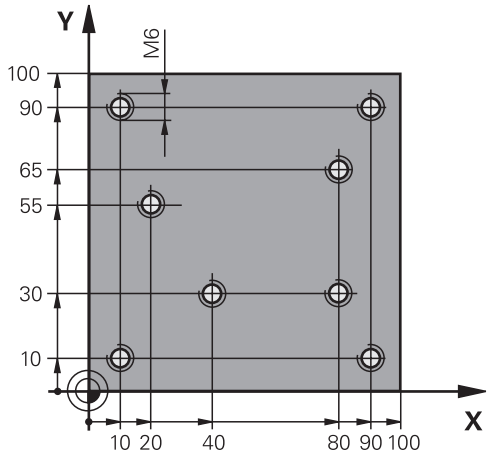


0 BEGIN PGM C200 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	Chamada de ferramenta (raio da ferramenta 3)
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 200 FURAR	Definição do ciclo
Q200=2 ;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q201=-15 ;PROFUNDIDADE	
Q206=250 ;CORTE EM PROFUND. F	
Q202=5 ;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q210=0 ;TEMPO F EM CIMA	
Q203=-10 ;COORD. SUPERFÍCIE	
Q204=20 ;2.ª DISTÂNCIA DE SEGURANÇA	
Q211=0.2 ;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO	
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	Aproximação ao 2º furo, chamada do ciclo
9 L X+90 R0 FMAX M99	Aproximação ao 3º furo, chamada do ciclo
10 L Y+10 R0 FMAX M99	Aproximação ao 4º furo, chamada do 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 estão memorizadas na definição de padrão PATTERN DEF POS e são chamadas pelo TNC com CYCL CALL PAT.

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



Execução do programa

- Centrar (raio de ferramenta 4)
- Furar (raio de ferramenta 2,4)
- Furar roscas (raio de ferramenta 3)

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 de ferramenta centralizador (raio 4)
4 L Z+10 R0 F5000	Deslocar a ferramenta para a altura de segurança (programar F com valor): após cada ciclo o TNC posiciona na altura de segurança
5 PATTERN DEF	Definir todas as posições de furação 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 ;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q343=10 ;SELEÇÃO DIÂMETRO/ PROFUNDIDADE	
Q201=-2 ;PROFUNDIDADE	
Q344=-10 ;DIÂMETRO	
Q206=150 ;CORTE EM PROFUND. F	
Q211=0 ;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO	
Q203=+0 ;COORD. SUPERF.	
Q204=50 ;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA	
7 CYCL CALL PAT F5000 M13	Chamada de ciclo em ligação com padrão de pontos
8 L Z+100 R0 FMAX	Retirar ferramenta, troca da ferramenta
9 TOOL CALL 2 Z S5000	Chamada de ferramenta broca (raio 2,4)

10 L Z+10 R0 F5000	Deslocar a ferramenta para a distância de segurança (programar F com valor)
11 CYCL DEF 200 FURAR	Definição do ciclo de Furar
Q200=2 ;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q201=-25 ;PROFUNDIDADE	
Q206=150 ;AVANÇO CORTE PROFUND.	
Q202=5 ;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q210=0 ;TEMPO DE ESPERA EM CIMA	
Q203=+0 ;COORD. SUPERF.	
Q204=50 ;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q211=0.2 ;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO	
12 CYCL CALL PAT F5000 M13	Chamada de ciclo em ligação com padrão de pontos
13 L Z+100 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
14 TOOL CALL 3 Z S200	Chamada de ferramenta broca de roscagem (raio 3)
15 L Z+50 R0 FMAX	Deslocar a ferramenta para a altura de segurança
16 CYCL DEF 206 ROSCAGEM NOVO	Definição de ciclo de furar roscas
Q200=2 ;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q201=-25 ;PROFUNDIDADE DE ROSCA	
Q206=150 ;AVANÇO CORTE PROFUND.	
Q211=0 ;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFÍCIE	
Q204=50 ;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA	
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	

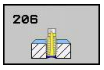
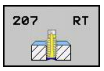
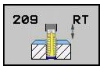
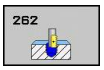
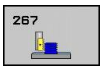
4

Ciclos de maquinagem: roscagem / fresagem de roscas

4.1 Princípios básicos

Resumo

O TNC dispõe dum total de 8 ciclos para as mais variadas maquinagens de roscas:

Ciclo	Softkey	Página
206 ROSCAGEM NOVA Com mandril compensador, com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança		97
207 ROSCAGEM RÍGIDA GS NOVA Sem mandril compensador, com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança		100
209 ROSCAGEM ROTURA DE APARA Sem mandril compensador, com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança; rotura de apara		103
262 FRESAGEM DE ROSCA Ciclo para fresar uma rosca no material previamente furado		109
263 FRESAGEM DE ROSCA EM REBAIXAMENTO Ciclo para fresar uma rosca no material previamente furado com produção de um chanfre de rebaixamento		112
264 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO Ciclo para furar no material maciço e a seguir fresar a rosca com uma ferramenta		116
265 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO DE HÉLICE Ciclo para fresar a rosca no material maciço		120
267 FRESAGEM DE ROSCA EXTERIOR Ciclo para fresar uma rosca exterior com produção de um chanfre de rebaixamento		124

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

Execução do ciclo

1 O TNC posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança introduzida 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, a ferramenta desloca-se para aí com **FMAX**
4 Na distância de segurança, inverte-se de novo a direção de rotação do mandril

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

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 se programar a profundidade = 0, o TNC 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.

Enquanto se executa o ciclo, não está ativado o potenciómetro de override de rotações. O potenciómetro para o override de avanço está ativo com limitações (determinado pelo fabricante da máquina, consultar o manual da máquina).

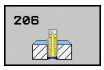
Para roscar à direita, ativar o mandril com **M3**, e para roscar à esquerda, com **M4**.

Atenção, perigo de colisão!

Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

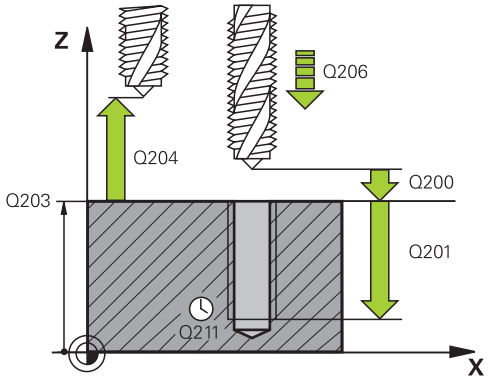
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

Parâmetros de ciclo



- **Distância de segurança** Q200 (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.
- **Profundidade de rosca** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço F** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta na roscagem. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**
- **Tempo de espera em baixo** Q211: 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
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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



Blocos NC

25 CYCL DEF 206 ROSCAGEM NOVA	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q211=0.25	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO
Q203=+25	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA

Calcular avanço: F = S x p

F: Avanço em mm/min)
S: Velocidade do mandril (r.p.m.)
p: Passo de rosca (mm)

Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa

Se, durante a roscagem, se premir a tecla de paragem externa, o TNC mostra uma softkey com que se pode retirar a ferramenta.

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

Execução do ciclo

O TNC corta a rosca à lâmina num ou em vários passos sem mandril compensador de comprimento.

1 O TNC posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança introduzida 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, a ferramenta desloca-se para aí com **FMAX**
4 À distância de segurança o TNC pára o mandril

Ter em atenção ao programar!

A máquina e o TNC 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 se programar a profundidade = 0, o TNC não executa o ciclo.

O TNC calcula o avanço em função da velocidade. Se, durante a roscagem, se ativar o potenciómetro de override de rotações, o TNC ajusta automaticamente o avanço.

O potenciómetro de override de rotações não está ativo.

No fim do ciclo, o mandril fica parado. Antes da maquinagem seguinte, ligar outra vez o mandril com **M3** (ou **M4**).

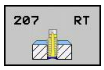
Atenção, perigo de colisão!

Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

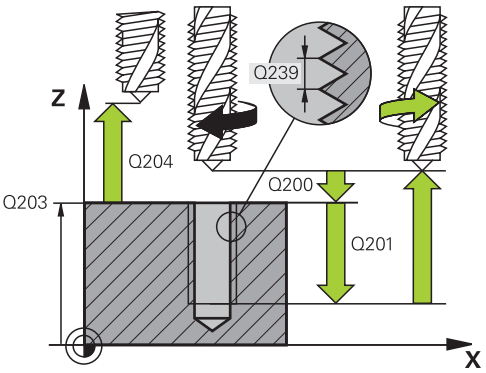
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

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

Parâmetros de ciclo



- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade de rosca** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Passo de rosca** Q239: 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
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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



Blocos NC

26 CYCL DEF 207 NOVA ROSCAGEM GS	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q239=+1	;PASSO DE ROSCA
Q203=+25	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA

Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa

Se durante o processo de corte de rosca, se premir a tecla de paragem externa, o TNC mostra a softkey DESLOCAÇÃO MANUAL. Se premir DESLOCAÇÃO MANUAL, pode retirar a ferramenta de forma controlada. Para isso, prima a tecla de direção positiva do eixo do eixo ativo do mandril.

4.4 ROSCAGEM COM ROTURA DE APARA (ciclo 209, DIN/ISO: G209, opção de software 19)

Execução do ciclo

O TNC 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 TNC 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-se para a profundidade 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. Desde que se tenha definido um fator de aumento de rotações, o TNC retira-se do furo com velocidade do mandril correspondentemente mais alta

3 Seguidamente, a direção de rotação do mandril é outra vez invertida e desloca-se para a profundidade de passo seguinte

4 O TNC 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, a ferramenta desloca-se para aí com **FMAX**

6 À distância de segurança o TNC pára o mandril

4.4 ROSCAGEM COM ROTURA DE APARA (ciclo 209, DIN/ISO: G209, opção de software 19)

Ter em atenção ao programar!

A máquina e o TNC 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.

O TNC calcula o avanço em função da velocidade. Se, durante a roscagem, se ativar o potenciómetro de override de rotações, o TNC ajusta automaticamente o avanço.

O potenciómetro de override de rotações não está ativo.

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

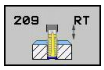
No fim do ciclo, o mandril fica parado. Antes da maquinagem seguinte, ligar outra vez o mandril com **M3** (ou **M4**).

Atenção, perigo de colisão!

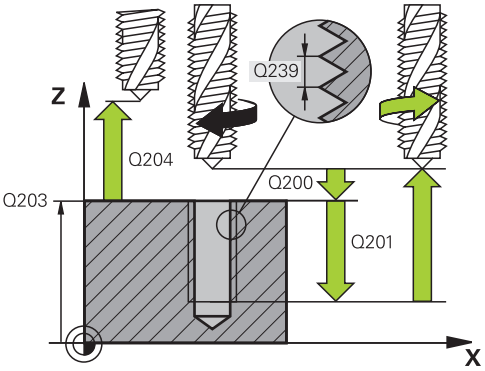
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

Parâmetros de ciclo



- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade de rosca** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Passo de rosca** Q239: 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
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Profundidade de furo até rotura de apara** Q257 (incremental): passo após o qual o TNC executa uma rotura de apara. Sem rotura de apara, quando é introduzido 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Retrocesso em rotura de apara** Q256: o TNC multiplica o passo Q239 com o valor programado e retrocede a ferramenta em rotura de apara neste valor calculado. Se se introduzir Q256 = 0, o TNC retira-se completamente para fora do furo para remoção de aparas (à distância de segurança) Campo de introdução 0,1000 a 99999,9999



Blocos NC

26 CYCL DEF 209 ROSCAR ROTURA APARA	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q239=+1	;PASSO DE ROSCA
Q203=+25	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q257=5	;PROFUNDIDADE DE FURO ROTURA APARA
Q256=+25	;RETRC. EM ROTURA DE APARA
Q336=50	;ÂNGULO MANDRIL
Q403=1.5	;FATOR DE ROTAÇÕES

4.4 ROSCAGEM COM ROTURA DE APARA (ciclo 209, DIN/ISO: G209, opção de software 19)

- **Ângulo para orientação do mandril** Q336 (absoluto): ângulo sobre o qual o TNC 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
- **Fator de alteração das rotações de retrocesso** Q403: fator pelo qual o TNC 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

Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa

Se durante o corte de rosca, se premir a tecla de paragem externa, o TNC mostra a softkey RETIRADA MANUAL. Se premir RETIRADA MANUAL, pode retirar a ferramenta de forma controlada. Para isso, prima a tecla de direção positiva do eixo do eixo ativo do mandril.

4.5 Princípios básicos para fresagem de rosca

Condições

- A máquina deve estar 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+

O TNC refere o avanço programado para a fresagem de roscas à lâmina da ferramenta. Mas como o TNC visualiza o avanço referido à trajetória 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.

!

Atenção, perigo de colisão!

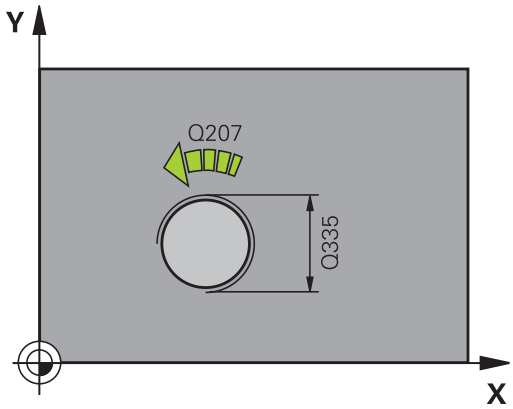
Nos cortes em profundidade, programe sempre os mesmos sinais, pois os ciclos contêm vários processos que são independentes uns dos outros. A sequência com que é decidida a direção de trabalho está descrita nos respetivos ciclos. Se se quiser, por exemplo, repetir um ciclo só com o processo de rebaixamento, em profundidade de rosca introduza 0, e o sentido da maquinagem é então determinado com a profundidade de rebaixamento.

Comportamento em caso de rotura da ferramenta!

Se durante a roscagem à lâmina acontecer uma rotura da ferramenta, pare a execução do programa, mude para o modo de funcionamento Posicionar com Introdução Manual e desloque a ferramenta num movimento linear para o centro do furo. A seguir, pode mover-se a ferramenta para o eixo de aproximação e fazer a troca.

4.6 FRESAGEM DE ROSCA (ciclo 262, DIN/ ISO: G262, opção de software 19)

Execução do ciclo



1 O TNC posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança introduzida 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 De seguida, a ferramenta desloca-se tangente num movimento helicoidal no diâmetro nominal da rosca. Assim, antes do movimento de partida de hélice é executado ainda um movimento de compensação no eixo da ferramenta, para se começar com a trajetória de rosca sobre o 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 TNC desloca a ferramenta em marcha rápida para a Distância de Segurança, ou – se tiver sido programado – para a 2.ª distância de segurança

4.6 FRESAGEM DE ROSCA (ciclo 262, DIN/ISO: G262, opção de software 19)

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 TNC 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.

Tenha atenção a que o TNC 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. Ter atenção a que haja espaço suficiente no furo!

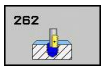
Se alterar a profundidade de rosca, o TNC altera automaticamente o ponto de partida do movimento de hélice.

Atenção, perigo de colisão!

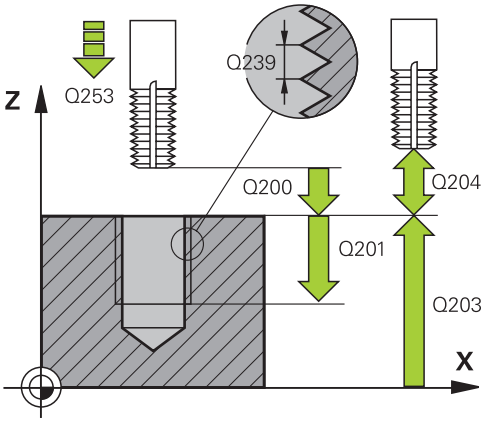
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

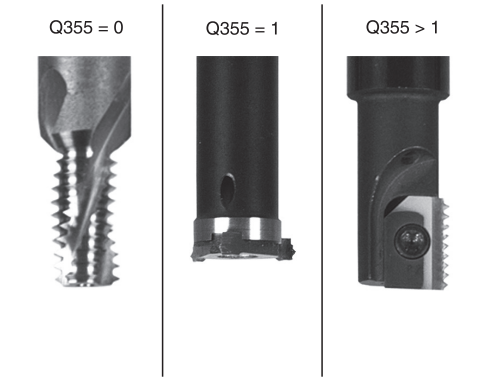
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

Parâmetros de ciclo



- **Diâmetro nominal** Q335: diâmetro nominal de rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Passo de rosca** Q239: 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
- **Profundidade de rosca** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Recolocação** Q355: 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 TNC desloca a ferramenta segundo Q355 multiplicado pelo passo. Campo de introdução 0 a 99999
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: 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**
- **Tipo de fresagem** Q351: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**





Blocos NC

25 CYCL DEF 262 FRESAR ROSCA	
Q335=10	;DIÂMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO
Q201=-20	;PROFUNDIDADE DE ROSCA
Q355=0	;RECOLOCAÇÃO
Q253=750	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+30	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM

4.7 FRESAR ROSCA EM REBAIXAMENTO (ciclo 263, DIN/ISO: G263, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 O TNC posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança introduzida 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 TNC posiciona a ferramenta igualmente em avanço de posicionamento prévio para a profundidade de rebaixamento

4 A seguir, consoante as relações de posições, o TNC 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 TNC 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 TNC desloca a ferramenta outra vez segundo um semicírculo para o centro do furo

Fresar rosca

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

9 Seguidamente, a ferramenta desloca-se num movimento de hélice, de forma tangente 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 TNC 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

Caso um dos parâmetros de profundidade seja ocupado com 0, o TNC não executa este 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.

Atenção, perigo de colisão!

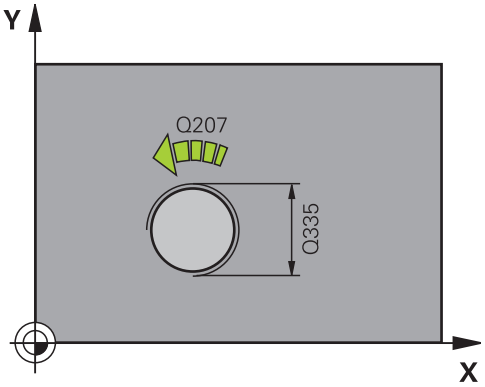
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

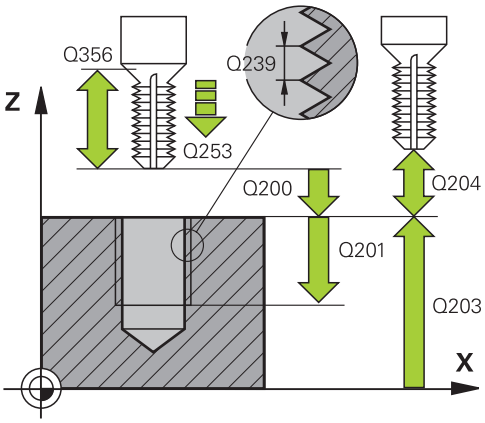
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

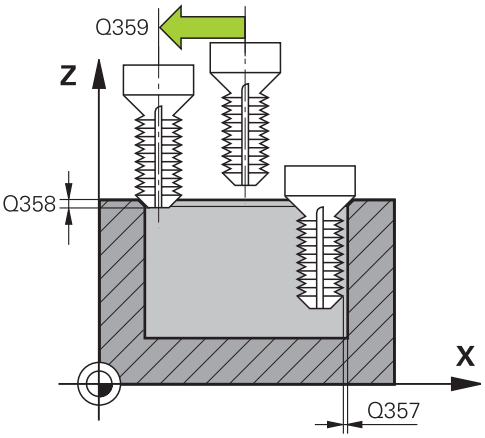
4.7 FRESAR ROSCA EM REBAIXAMENTO (ciclo 263, DIN/ISO: G263, opção de software 19)

Parâmetros de ciclo

- **Diâmetro nominal** Q335: diâmetro nominal de rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Passo de rosca** Q239: 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
- **Profundidade de rosca** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Profundidade de rebaixamento** Q356 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a ponta da ferramenta. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: 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**
- **Tipo de fresagem** Q351: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Distância de segurança lado** Q357 (incremental): distância entre a lâmina da ferramenta e a parede do furo. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade lado frontal** Q358 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a ponta da ferramenta no processo de rebaixamento frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Desvio de rebaixamento do lado frontal** Q359 (incremental): distância com que o TNC desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999







- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Avanço de rebaixamento** Q254: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**

Blocos NC

25 CYCL DEF 263 FRESAR REBAIXAMENTO EM ROSCA	
Q335=10	;DIÂMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO
Q201=-16	;PROFUNDIDADE DE ROSCA
Q356=-20	;PROFUNDIDADE DE REBAIXAMENTO
Q253=750	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q357=0.2	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA LADO
Q358=+0	;PROFUNDIDADE DE LADO FRONTAL
Q359=+0	;DESVIO FRONTAL
Q203=+30	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q254=150	;AVANÇO DE REBAIXAMENTO
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM

4.8 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO (ciclo 264, DIN/ISO: G264, opção de software 19)

Execução do ciclo

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

Furar

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

3 Se tiver programada rotura de apara, o TNC retira a ferramenta pelo valor de retrocesso programado. Se se trabalhar sem rotura de apara, o TNC 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 corte

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

5 O TNC repete este processo (2 a 4) até alcançar a Profundidade do Furo

Rebaixamento frontal

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

7 O TNC 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 TNC desloca a ferramenta outra vez segundo um semicírculo para o centro do furo

Fresar rosca

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

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

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

12 No fim do ciclo, o TNC 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

Caso um dos parâmetros de profundidade seja ocupado com 0, o TNC não executa este passo de maquinagem.

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

Atenção, perigo de colisão!

Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

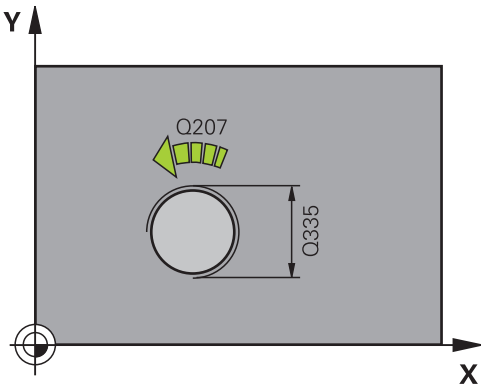
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

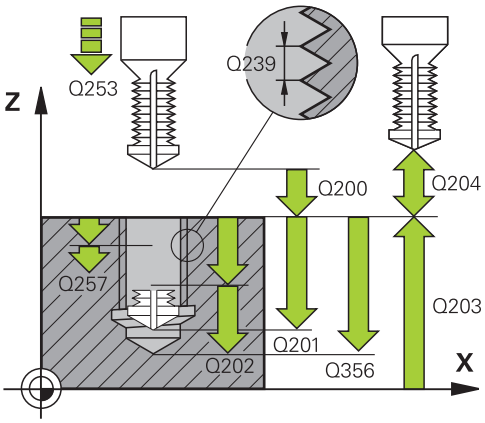
4.8 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO (ciclo 264, DIN/ISO: G264, opção de software 19)

Parâmetros de ciclo

- **Diâmetro nominal** Q335: diâmetro nominal de rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Passo de rosca** Q239: 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
- **Profundidade de rosca** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Profundidade de furo** Q356 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: 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**
- **Tipo de fresagem** Q351: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto
- **Profundidade de corte** Q202 (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça de trabalho. A profundidade não tem que ser um múltiplo da profundidade de passo. Campo de introdução 0 a 99999,9999

  O TNC desloca num só passo de maquinagem para a profundidade total quando:
  - a profundidade de corte e a profundidade total são iguais
  - a profundidade de corte é maior do que a profundidade total
- **Distância de posição prévia em cima** Q258 (incremental): distância de segurança para posicionamento de marcha rápida, quando o TNC 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
- **Profundidade de furo até rotura de apara** Q257 (incremental): passo após o qual o TNC executa uma rotura de apara. Sem rotura de apara, quando é introduzido 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999





Blocos NC

25 CYCL DEF 264 FRESAR ROSCA	
Q335=10	**;DIÂMETRO NOMINAL**
Q239=+1.5	**;PASSO**
Q201=-16	**;PROFUNDIDADE DE ROSCA**
Q356=-20	**;PROFUNDIDADE DE FURO**
Q253=750	**;AVANÇO POSICION. PRÉVIO**
Q351=+1	**;TIPO DE FRESAGEM**
Q202=5	**;PROFUNDIDADE DE PASSO**
Q258=0.2	**;DISTÂNCIA DE POSIÇÃO PRÉVIA EM CIMA**
Q257=5	**;PROFUNDIDADE DE FURO ROTURA APARA**

- **Retrocesso em rotura de apara** Q256 (incremental): valor com que o TNC retrocede a ferramenta quando há rotura de apara. Campo de introdução 0,1000 a 99999,9999
- **Profundidade lado frontal** Q358 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a ponta da ferramenta no processo de rebaixamento frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Desvio de rebaixamento do lado frontal** Q359 (incremental): distância com que o TNC desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**

Q256=0.2	;RETRC. EM ROTURA DE APARA
Q358=+0	;PROFUNDIDADE DE LADO FRONTAL
Q359=+0	;DESVIO FRONTAL
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+30	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM

4.9 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO DE HÉLICE (ciclo 265, DIN/ISO: G265, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 O TNC posiciona a ferramenta no eixo do mandril em marcha rápida **FMAX** na distância de segurança introduzida 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 TNC desloca a ferramenta para a profundidade de rebaixamento em avanço de posicionamento prévio

3 O TNC 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 TNC desloca a ferramenta outra vez segundo um semicírculo para o centro do furo

Fresar rosca

5 O TNC desloca a ferramenta com o avanço programado de posicionamento prévio para o plano de partida destinado à rosca

6 Seguidamente, a ferramenta desloca-se tangente num movimento helicoidal no diâmetro nominal de rosca

7 O TNC 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 TNC 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

Caso um dos parâmetros de profundidade seja ocupado com 0, o TNC não executa este passo de maquinagem.

Se alterar a profundidade de rosca, o TNC altera automaticamente o ponto de partida do movimento de hélice.

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.

Atenção, perigo de colisão!

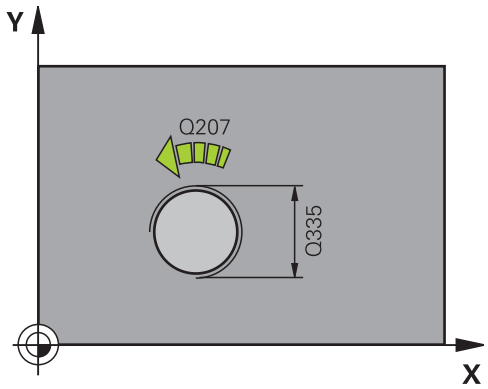
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

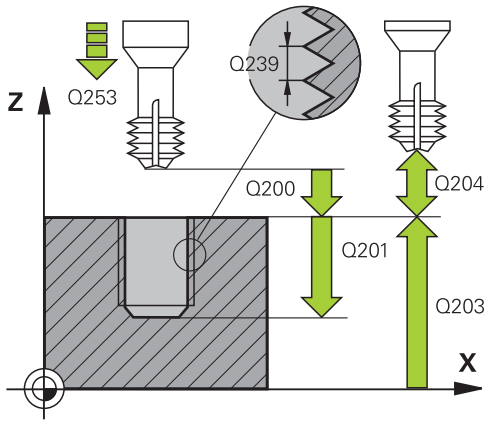
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

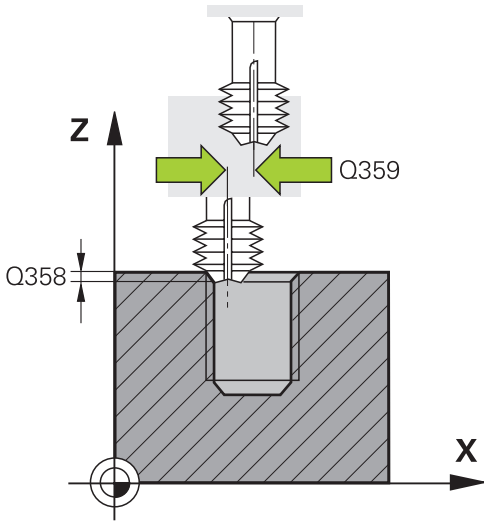
4.9 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO DE HÉLICE (ciclo 265, DIN/ISO: G265, opção de software 19)

Parâmetros de ciclo

- **Diâmetro nominal** Q335: diâmetro nominal de rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Passo de rosca** Q239: 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
- **Profundidade de rosca** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: 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**
- **Profundidade lado frontal** Q358 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a ponta da ferramenta no processo de rebaixamento frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Desvio de rebaixamento do lado frontal** Q359 (incremental): distância com que o TNC desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Processo de rebaixamento** Q360: execução do chanfre
  0 = antes da maquinagem da rosca
  1 = depois da maquinagem da rosca
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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







- **Avanço de rebaixamento** Q254: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**

Blocos NC

25 CYCL DEF 265 FRESAR ROSCA DE HÉLICE	
Q335=10	;DIÂMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO
Q201=-16	;PROFUNDIDADE DE ROSCA
Q253=750	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q358=+0	;PROFUNDIDADE DE LADO FRONTAL
Q359=+0	;DESVIO FRONTAL
Q360=0	;PROCESSO DE REBAIXAMENTO
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+30	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q254=150	;AVANÇO DE REBAIXAMENTO
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM

4.10 FRESAGEM DE ROSCA EXTERIOR (ciclo 267, DIN/ISO: G267, opção de software 19)

Execução do ciclo

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

Rebaixamento frontal

2 O TNC desloca o ponto inicial destinado ao rebaixamento de 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 TNC 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 TNC desloca a ferramenta outra vez segundo um semicírculo para o ponto inicial

Fresar rosca

6 O TNC posiciona a ferramenta sobre o ponto inicial se não tiver sido rebaixada antes de lado frontal. Ponto de partida fresar rosca = Ponto de partida rebaixar de 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 desloca-se tangente num movimento helicoidal no diâmetro nominal de rosca

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 TNC 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

Caso um dos parâmetros de profundidade seja ocupado com 0, o TNC não executa este passo de maquinagem.

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

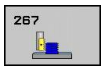
Atenção, perigo de colisão!

Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

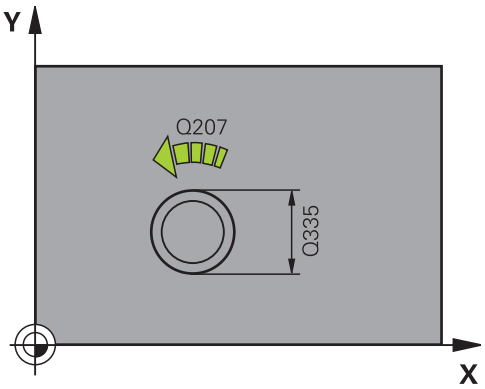
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

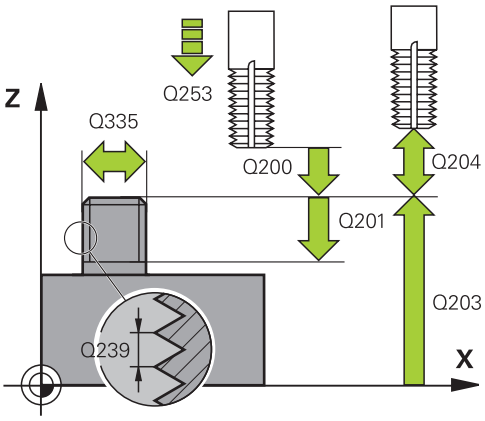
4.10 FRESAGEM DE ROSCA EXTERIOR (ciclo 267, DIN/ISO: G267, opção de software 19)

Parâmetros de ciclo

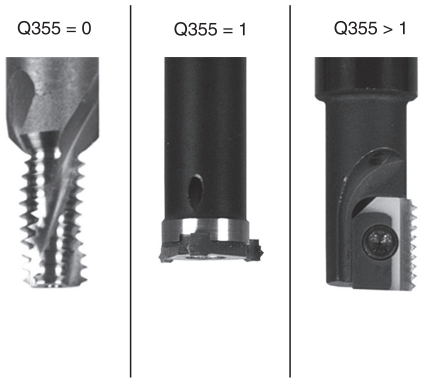


- **Diâmetro nominal** Q335: diâmetro nominal de rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Passo de rosca** Q239: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda Campo de introdução -99,9999 a 99,9999
- **Profundidade de rosca** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Recolocação** Q355: 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 TNC desloca a ferramenta segundo Q355 multiplicado pelo passo. Campo de introdução 0 a 99999
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: 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**
- **Tipo de fresagem** Q351: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Profundidade lado frontal** Q358 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a ponta da ferramenta no processo de rebaixamento frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





- **Desvio de rebaixamento do lado frontal** Q359 (incremental): distância com que o TNC desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Avanço de rebaixamento** Q254: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**



Blocos NC

25 CYCL DEF 267 FR. ROSCA EXTERIOR	
Q335=10	;DIÂMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO
Q201=-20	;PROFUNDIDADE DE ROSCA
Q355=0	;RECOLOCAÇÃO
Q253=750	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q358=+0	;PROFUNDIDADE DE LADO FRONTAL
Q359=+0	;DESVIO FRONTAL
Q203=+30	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q254=150	;AVANÇO DE REBAIXAMENTO
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM

4.11 Exemplos de programação

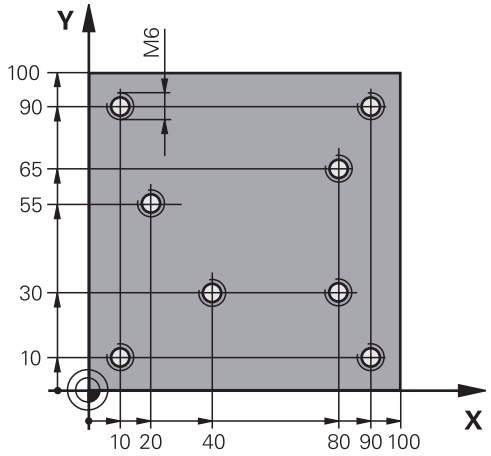
Exemplo: roscagem

As coordenadas de furos estão memorizadas na Tabela de Pontos TAB1.PNT e são chamadas pelo TNC com **CYCL CALL PAT**.

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

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 Y+0		
3 TOOL CALL 1 Z S5000		Chamada da ferramenta centralizador
4 L Z+10 R0 F5000		Deslocar a ferramenta para a altura de segurança (programar F com valor): após cada ciclo o TNC posiciona na altura de segurança
5 SEL PATTERN “TAB1“		Determinar a tabela de pontos
6 CYCL DEF 200 FURAR		Definição do ciclo Centrar
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q201=-2	;PROFUNDIDADE	
Q206=150	;CORTE EM PROFUND. F	
Q202=2	;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q210=0	;TEMPO F EM CIMA	
Q203=+0	;COORD. SUPERF.	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q204=0	;2.ª DISTÂNCIA DE SEGURANÇA	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q211=0.2	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO	
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 ferramenta, troca da 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 de Furar
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q201=-25	;PROFUNDIDADE	
Q206=150	;AVANÇO CORTE PROFUND.	

Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q210=0	;TEMPO DE ESPERA EM CIMA	
Q203=+0	;COORD. SUPERF.	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q204=0	;2.ª DISTÂNCIA DE SEGURANÇA	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q211=0.2	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO	
15 CYCL CALL PAT F5000 M3		Chamada do ciclo em ligação com a tabela de pontos TAB1.PNT
16 L Z+100 R0 FMAX M6		Retirar ferramenta, troca da 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 NOVO		Definição de ciclo de roscagem
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q201=-25	;PROFUNDIDADE DE ROSCA	
Q206=150	;AVANÇO CORTE PROFUND.	
Q211=0	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO	
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q204=0	;2.ª DISTÂNCIA DE SEGURANÇA	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
20 CYCL CALL PAT F5000 M3		Chamada do ciclo em ligação com a tabela de pontos TAB1.PNT
21 L Z+100 R0 FMAX M2		Retirar ferramenta, fim do programa
22 END PGM 1 MM		

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]

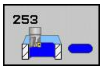
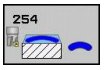
5

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

5.1 Princípios básicos

Resumo

O TNC dispõe dum total de 6 ciclos para maquinagens de caixas, ilhas e ranhuras:

Ciclo	Softkey	Página
251 CAIXA RETANGULAR Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento em forma de hélice		133
252 CAIXA CIRCULAR Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento em forma de hélice		138
253 FRESAGEM DE RANHURAS Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento de forma pendular		142
254 RANHURA CIRCULAR Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento de forma pendular		146
256 ILHA RETANGULAR Ciclo de desbaste/acabamento com corte lateral, quando são necessárias múltiplas voltas		151
257 ILHA CIRCULAR Ciclo de desbaste/acabamento com corte lateral, quando são necessárias múltiplas voltas		155

5.2 CAIXA RETANGULAR (ciclo 251, DIN/ ISO: G251, opção de software 19)

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 afunda 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 TNC desbasta a caixa de dentro para fora, tendo em consideração o fator de sobreposição (parâmetro Q370) e as medidas excedentes de acabamento (parâmetro Q368)
3 No fim do processo de desbaste o TNC afasta a ferramenta tangente à parede da caixa, desloca-se na distância de segurança através da profundidade de passo atual e daí em marcha rápida de volta para o centro da caixa.
4 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade de caixa programada

Acabamento

5 Desde que haja medidas excedentes de acabamento definidas, o TNC acaba as paredes da caixa, caso tenha sido introduzido em vários passos. A aproximação à parede da caixa faz-se então de forma tangente
6 De seguida o TNC acaba o fundo da caixa de dentro para fora. A aproximação ao fundo da caixa faz-se então de forma tangente

5.2 CAIXA RETANGULAR (ciclo 251, DIN/ISO: G251, opção de software 19)

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 TNC posiciona previamente a ferramenta no seu eixo, de forma automática. Observar o parâmetro Q204 (2ª distância de segurança)

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

O TNC posiciona a ferramenta no fim do ciclo de regresso à posição inicial.

No fim de um procedimento de desbaste em marcha rápida, o TNC volta a posicionar a ferramenta no centro da caixa. A ferramenta encontra-se na distância de segurança sobre a profundidade de corte 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 TNC 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**.

O TNC 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.

Atenção, perigo de colisão!

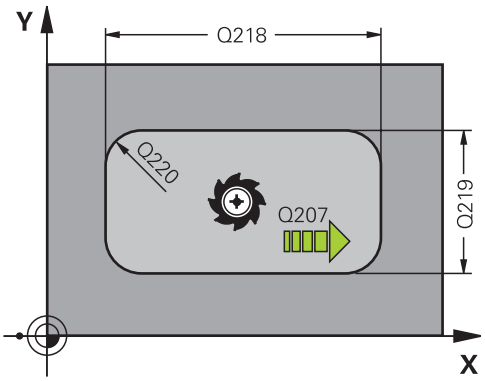
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

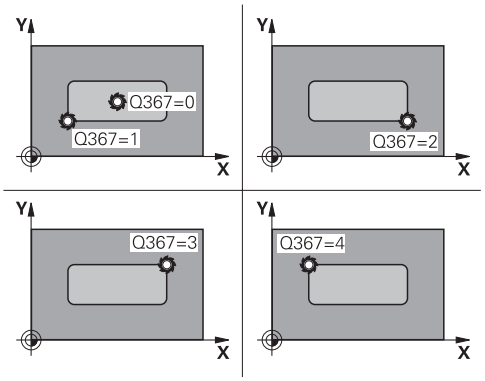
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

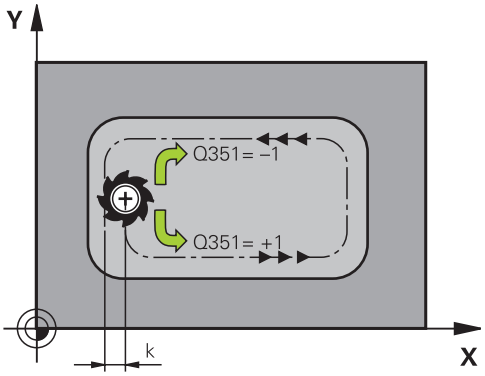
Se se chamar o ciclo com a extensão de maquinagem 2 (somente acabamento), o TNC posiciona a ferramenta no centro da caixa em marcha rápida sobre a primeira profundidade de corte!

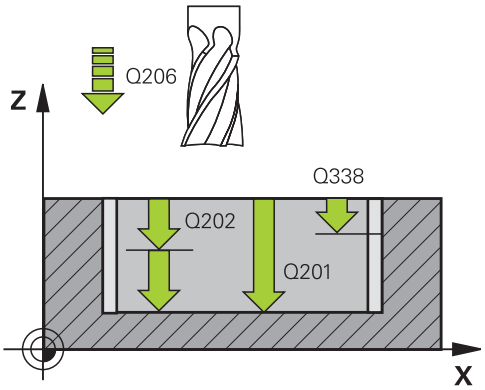
Parâmetros de ciclo

- **Extensão da maquinagem (0/1/2)** Q215: 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)
- **1º comprimento do lado** Q218 (valor incremental): comprimento da caixa, paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **2º comprimento do lado** Q219 (valor incremental): comprimento da caixa, paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Raio da esquina** Q220: raio da esquina da caixa. Se tiver sido programado com 0, o TNC fixa o raio da esquina igual ao raio da ferramenta. Campo de introdução 0 bis 99999,9999
- **Medida excedente acabamento lateral** Q368 (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Posição angular** Q224 (valor absoluto): ângulo em que é rodada toda a maquinagem. O centro de rotação situa-se na posição onde se encontra a ferramenta, na ocasião da chamada de ciclo. Campo de introdução -360,0000 bis 360,0000
- **Posição da caixa** Q367: 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
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Tipo de fresagem** Q351: tipo de maquinagem de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF
- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da caixa. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



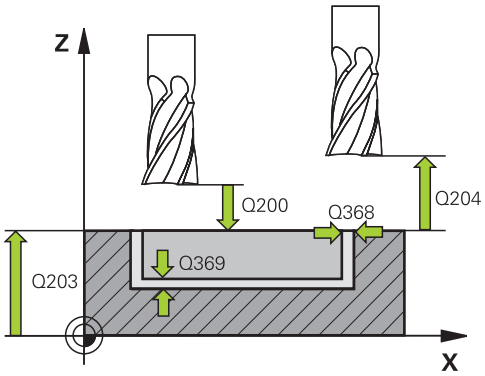






5.2 CAIXA RETANGULAR (ciclo 251, DIN/ISO: G251, opção de software 19)

- **Profundidade de corte** Q202 (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida exced. acabamento em profundidade** Q369 (incremental): medida exced. de acabamento para a profundidade. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Corte de acabamento** Q338 (valor incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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**
- **Fator de sobreposição de trajetória** Q370: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o corte lateral k. Campo de introdução 0,1 a 1,9999, em alternativa **PREDEF**



Blocos NC

8 CYCL DEF 251 CAIXA RETANGULAR	
Q215=0	;EXTENSÃO DA MAQUINAGEM
Q218=80	;1.º COMPRIMENTO LATERAL
Q219=60	;2.º COMPRIMENTO LATERAL
Q250=5	;RAIO DA ESQUINA
Q368=0.2	;MEDIDA EXC. LATERAL
Q224=+0	;POSIÇÃO DE ROTAÇÃO
Q367=0	;POSIÇÃO DA CAIXA
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q369=0.1	;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q338=5	;ACABAMENTO CONTÍNUO

- **Estratégia de afundamento** Q366: tipo de estratégia de afundamento:
  0: afundar na perpendicular. Independentemente do ângulo de afundamento **ANGLE** definido na tabela de ferramentas, o TNC 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 TNC 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 TNC emite uma mensagem de erro. O comprimento pendular depende do ângulo de afundamento, utilizando o TNC como valor mínimo o dobro do diâmetro da ferramenta
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF
- **Avanço de acabamento** Q385: velocidade de deslocação da ferramenta ao fazer o acabamento lateral e em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q370=1	;SOBREPOSIÇÃO DE TRAJETÓRIA
Q366=1	;AFUNDAR
Q385=500	;AVANÇO DE ACABAMENTO
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99	

5.3 CAIXA CIRCULAR (ciclo 252, DIN/ISO: G252, opção de software 19)

Execução do ciclo

Com o ciclo de caixa circular 252, pode-se maquinar por completo 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 A ferramenta afunda 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 TNC desbasta a caixa de dentro para fora, tendo em consideração o fator de sobreposição (parâmetro Q370) e as medidas excedentes de acabamento (parâmetro Q368)
3 No fim do processo de desbaste o TNC afasta a ferramenta tangente à parede da caixa, desloca-se na distância de segurança através da profundidade de passo atual e daí em marcha rápida de volta para o centro da caixa.
4 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade de caixa programada

Acabamento

1 Desde que haja medidas excedentes de acabamento definidas, o TNC acaba as paredes da caixa, caso tenha sido introduzido em vários passos. A aproximação à parede da caixa faz-se então de forma tangente
2 De seguida o TNC acaba o fundo da caixa de dentro para fora. A aproximação ao fundo da caixa faz-se então de forma tangente

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 TNC posiciona previamente a ferramenta no seu eixo, de forma automática. Observar o parâmetro Q204 (2ª distância de segurança)

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

O TNC posiciona a ferramenta no fim do ciclo de regresso à posição inicial.

No fim de um procedimento de desbaste em marcha rápida, o TNC volta a posicionar a ferramenta no centro da caixa. A ferramenta encontra-se na distância de segurança sobre a profundidade de corte 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 TNC 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**.

O TNC 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.

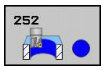
Atenção, perigo de colisão!

Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

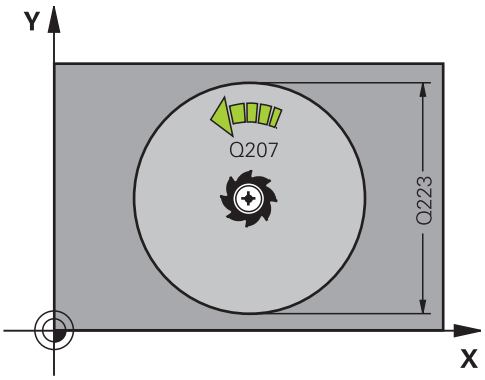
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

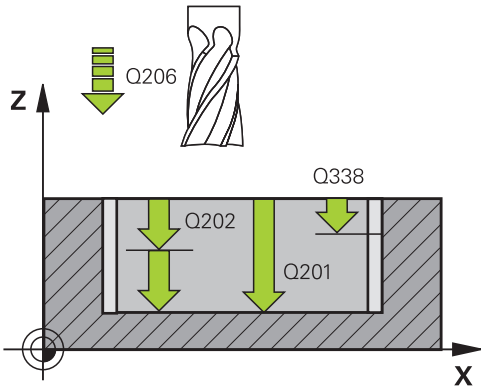
Se se chamar o ciclo com a extensão de maquinagem 2 (somente acabamento), o TNC posiciona a ferramenta no centro da caixa em marcha rápida sobre a primeira profundidade de corte!

Parâmetros de ciclo

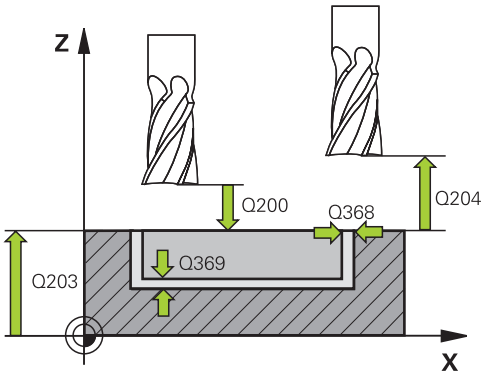


- **Extensão da maquinagem (0/1/2)** Q215: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Diâmetro do círculo** Q223: diâmetro da caixa já maquinada. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida excedente acabamento lateral** Q368 (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Tipo de fresagem** Q351: tipo de maquinagem de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF
- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da caixa. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Profundidade de corte** Q202 (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida exced. acabamento em profundidade** Q369 (incremental): medida exced. de acabamento para a profundidade. Campo de introdução 0 a 99999,9999





- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Corte de acabamento** Q338 (valor incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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**
- **Fator de sobreposição de trajetória** Q370: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o corte lateral k. Campo de introdução 0,1 a 1,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Estratégia de afundamento** Q366: 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 TNC 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 TNC emite uma mensagem de erro
  - Em alternativa, **PREDEF**
- **Avanço de acabamento** Q385: velocidade de deslocação da ferramenta ao fazer o acabamento lateral e em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**



Blocos NC

8 CYCL DEF 252 CAIXA CIRCULAR	
Q215=0	;EXTENSÃO DA MAQUINAGEM
Q223=60	;DIÂMETRO DO CÍRCULO
Q368=0.2	;MEDIDA EXC. LATERAL
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q369=0.1	;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q338=5	;ACABAMENTO CONTÍNUO
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q370=1	;SOBREPOSIÇÃO DE TRAJETÓRIA
Q366=1	;AFUNDAR
Q385=500	;AVANÇO DE ACABAMENTO
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99	

5.4 FRESAGEM DE RANHURAS (ciclo 253, DIN/ISO: G253, opção de software 19)

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 TNC desbasta a ranhura de dentro para fora, tendo em consideração as medidas excedentes de acabamento (parâmetro Q368 e Q369)

3 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade da ranhura programada

Acabamento

4 Desde que haja medidas excedentes de acabamento definidas, o TNC acaba as paredes da ranhura, caso tenha sido introduzido em vários passos. A aproximação à parede da ranhura faz-se então de forma tangente no círculo da ranhura esquerdo

5 De seguida o TNC 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 TNC posiciona previamente a ferramenta no seu eixo, de forma automática. Observar o parâmetro Q204 (2ª distância de segurança)

No fim do ciclo, o TNC posiciona a ferramenta no plano de maquinagem apenas de volta no centro da ranhura, enquanto que nos outros eixos do plano de maquinagem o TNC não executa nenhum posicionamento. Se se definir um centro de ranhura diferente de 0, então o TNC posiciona a ferramenta exclusivamente no eixo da ferramenta na 2.ª distância de segurança. Antes de uma nova chamada de ciclo, levar outra vez a ferramenta para a posição inicial ou programar sempre movimentos de deslocação absolutos após a chamada de ciclo.

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

Se a largura da ranhura for maior que o dobro do diâmetro da ferramenta, o TNC desbasta a ranhura respetivamente de dentro para fora. Pode portanto fresar ranhuras com ferramentas pequenas.

O TNC 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.

Atenção, perigo de colisão!

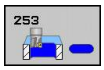
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

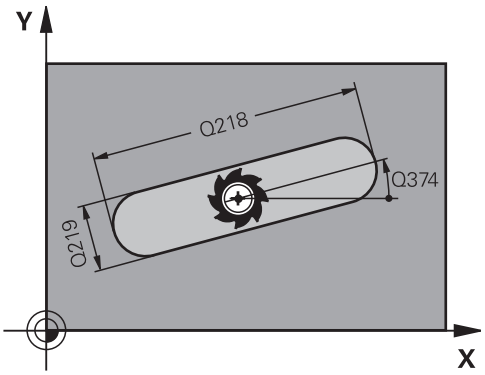
Se se chamar o ciclo com a extensão de maquinagem 2 (somente acabamento), o TNC posiciona a ferramenta em marcha rápida sobre a primeira profundidade de corte!

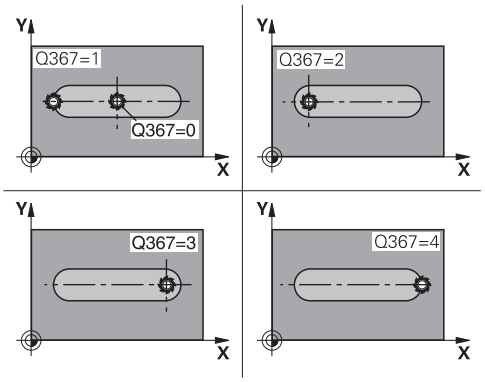
5.4 FRESAGEM DE RANHURAS (ciclo 253, DIN/ISO: G253, opção de software 19)

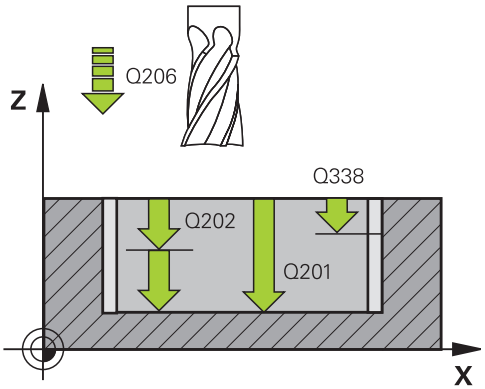
Parâmetros de ciclo

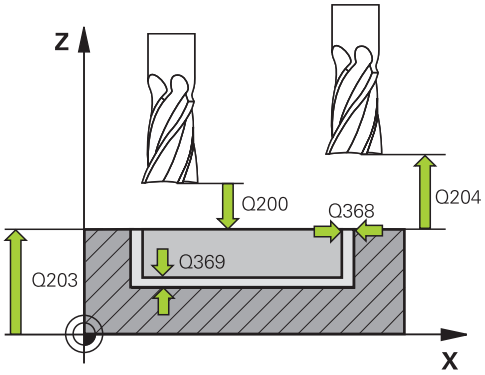


- **Extensão da maquinagem (0/1/2)** Q215: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Comprimento da ranhura** Q218 (valor paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem): introduzir lado mais longo da ranhura. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Largura da ranhura** Q219 (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 TNC só desbasta (fresar oblongo). Largura de ranhura máxima no desbaste: dobro do diâmetro da ferramenta. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida excedente acabamento lateral** Q368 (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Posição angular** Q374 (valor absoluto): ângulo em que é rodada toda a ranhura. O centro de rotação situa-se na posição onde se encontra a ferramenta, na ocasião da chamada de ciclo. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Posição da ranhura (0/1/2/3/4)** Q367: 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
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Tipo de fresagem** Q351: tipo de maquinagem de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF









- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ranhura. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Profundidade de corte** Q202 (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida exced. acabamento em profundidade** Q369 (incremental): medida exced. de acabamento para a profundidade. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Corte de acabamento** Q338 (valor incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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**
- **Estratégia de afundamento** Q366: 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 TNC emite uma mensagem de erro
  - Em alternativa, **PREDEF**
- **Avanço de acabamento** Q385: velocidade de deslocação da ferramenta ao fazer o acabamento lateral e em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Blocos NC

8 CYCL DEF 253 FRESAR RANHURA	
Q215=0	;EXTENSÃO DA MAQUINAGEM
Q218=80	;COMPRIMENTO DA RANHURA
Q219=12	;LARGURA DA RANHURA
Q368=0.2	;MEDIDA EXC. LATERAL
Q374=+0	;POSIÇÃO DE ROTAÇÃO
Q367=0	;POSIÇÃO DA RANHURA
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q369=0.1	;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q338=5	;ACABAMENTO CONTÍNUO
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q366=1	;AFUNDAR
Q385=500	;AVANÇO DE ACABAMENTO
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99	

5.5 RANHURA CIRCULAR (ciclo 254, DIN/ISO: G254, opção de software 19)

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 TNC desbasta a ranhura de dentro para fora, tendo em consideração as medidas excedentes de acabamento (parâmetro Q368 e Q369)
3. Este processo repete-se até se alcançar a profundidade da ranhura programada

Acabamento

4. Desde que haja medidas excedentes de acabamento definidas, o TNC acaba as paredes da ranhura, caso tenha sido introduzido em vários passos. A aproximação à parede da ranhura faz-se então de forma tangente
5. De seguida o TNC 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 TNC posiciona previamente a ferramenta no seu eixo, de forma automática. Observar o parâmetro Q204 (2ª distância de segurança)

No final do ciclo, o TNC posiciona a ferramenta no plano de maquinagem novamente no ponto inicial (centro do círculo teórico). Exceção: quando se define um centro de ranhura diferente de 0, então o TNC posiciona a ferramenta apenas no eixo da ferramenta na 2.ª distância de segurança. Nestes casos, programar sempre os movimentos absolutos de deslocação após a chamada do ciclo.

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

Se a largura da ranhura for maior que o dobro do diâmetro da ferramenta, o TNC 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 TNC 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.

Atenção, perigo de colisão!

Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

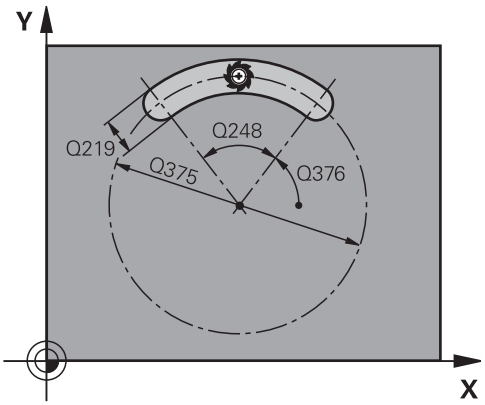
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

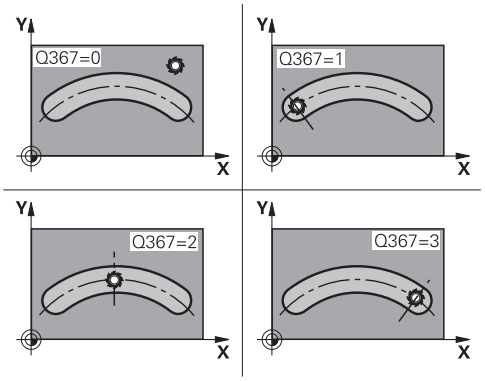
Se se chamar o ciclo com a extensão de maquinagem 2 (somente acabamento), o TNC posiciona a ferramenta em marcha rápida sobre a primeira profundidade de corte!

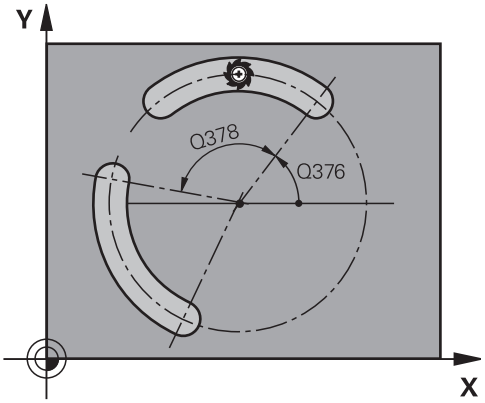
5.5 RANHURA CIRCULAR (ciclo 254, DIN/ISO: G254, opção de software 19)

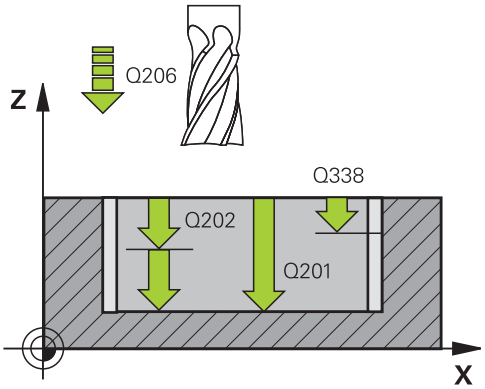
Parâmetros de ciclo

- **Extensão da maquinagem (0/1/2)** Q215: 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)
- **Largura da ranhura** Q219 (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 TNC só desbasta (fresar oblongo). Largura de ranhura máxima no desbaste: dobro do diâmetro da ferramenta. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida excedente acabamento lateral** Q368 (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Diâmetro do círculo teórico** Q375: introduzir diâmetro do círculo teórico. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Referência para a posição da ranhura (0/1/2/3)** Q367: 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
- **Centro do 1.º eixo** Q216 (valor 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
- **Centro do 2º eixo** Q217 (valor 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
- **Ângulo inicial** Q376 (absoluto): introduzir ângulo polar do ponto inicial. Campo de introdução -360,000 a 360,000

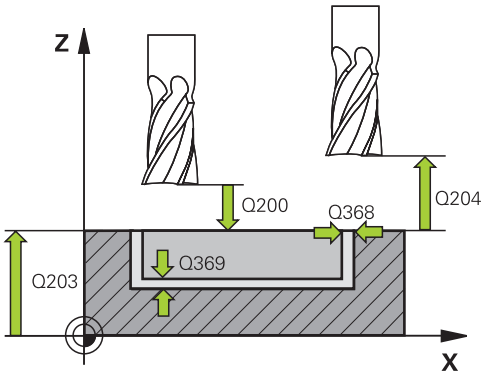








- **Ângulo de abertura da ranhura** Q248 (incremental): introduzir ângulo de abertura da ranhura. Campo de introdução 0 bis 360.000
- **Passo angular** Q378 (incremental): ângulo em que é rodada toda a ranhura. O centro de rotação situa-se no centro do círculo teórico. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Nº de maquinagens** Q377: quantidade de maquinagens sobre o círculo teórico. Campo de introdução 1 bis 99999
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Tipo de fresagem** Q351: tipo de maquinagem de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF
- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ranhura. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Profundidade de corte** Q202 (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida exced. acabamento em profundidade** Q369 (incremental): medida exced. de acabamento para a profundidade. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Corte de acabamento** Q338 (valor incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

8 CYCL DEF 254 RANHURA CIRCULAR	
Q215=0	;EXTENSÃO DA MAQUINAGEM
Q219=12	;LARGURA DA RANHURA
Q368=0.2	;MEDIDA EXC. LATERAL
Q375=80	;DIÂMETRO CÍRCULO TEÓRICO
Q367=0	;REFERÊNCIA DA POSIÇÃO DA RANHURA
Q216=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q217=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q376=+45	;ÂNGULO INICIAL
Q248=90	;ÂNGULO DE ABERTURA
Q378=0	;PASSO ANGULAR
Q377=1	;QUANTIDADE DE MAQUINAGENS
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q369=0.1	;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q338=5	;ACABAMENTO CONTÍNUO
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE

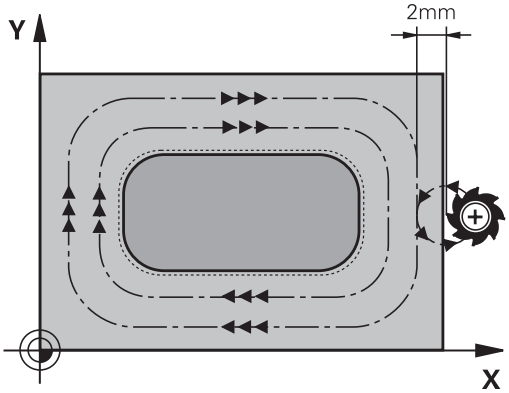
5.5 RANHURA CIRCULAR (ciclo 254, DIN/ISO: G254, opção de software 19)

- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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**
- **Estratégia de afundamento** Q366: 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 TNC emite uma mensagem de erro
  PREDEF:: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF
- **Avanço de acabamento** Q385: velocidade de deslocação da ferramenta ao fazer o acabamento lateral e em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**

```
Q204=50     ;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q366=1      ;AFUNDAR
Q385=500    ;AVANÇO DE ACABAMENTO
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99
```

5.6 ILHA RETANGULAR (ciclo 256, DIN/ ISO: G256, opção de software 19)

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 TNC 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 TNC desloca-se em marcha rápida **FMAX** para a distância de segurança e daí com o avanço de corte em profundidade para a primeira profundidade de corte
3 Finalmente, a ferramenta avança tangencialmente ao contorno das ilhas e fresa depois uma volta.
4 Quando a medida acabada não se deixa atingir numa volta, o TNC coloca a ferramenta na profundidade de corte atual e fresa de novo uma volta. O TNC 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. Desde que o ponto inicial tenha sido colocado sobre uma esquina (Q437 diferente de 0), o TNC fresa em forma de espiral desde o ponto inicial para o interior até se alcançar a medida acabada
5 Se forem necessários mais cortes, a ferramenta sai tangencialmente do contorno, de regresso ao ponto inicial da maquinagem da ilha
6 Finalmente, o TNC conduz a ferramenta para a profundidade de corte 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 TNC apenas posiciona a ferramenta no eixo da ferramenta à altura segura definida no ciclo. A posição final não coincide, portanto, com a posição inicial

5.6 ILHA RETANGULAR (ciclo 256, DIN/ISO: G256, opção de software 19)

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 TNC posiciona previamente a ferramenta no seu eixo, de forma automática. Observar o parâmetro Q204 (2ª distância de segurança)

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

O TNC 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.

Atenção, perigo de colisão!

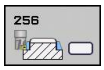
Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

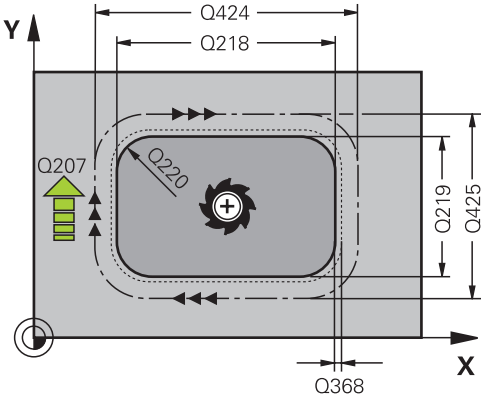
Deixar espaço suficiente ao lado das ilhas, à direita, para os movimentos de aproximação. Mínimo: diâmetro da ferramenta + 2 mm.

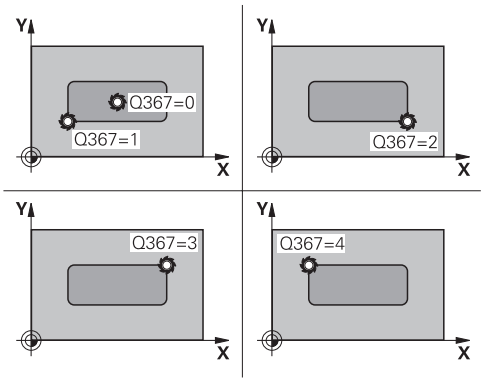
No final, o TNC posiciona a ferramenta de volta na distância de segurança, quando introduzido na 2.ª distância de segurança. A posição final da ferramenta após o ciclo não coincide, portanto, com a posição inicial.

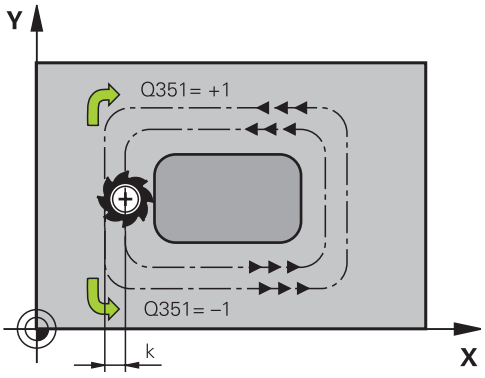
Parâmetros de ciclo

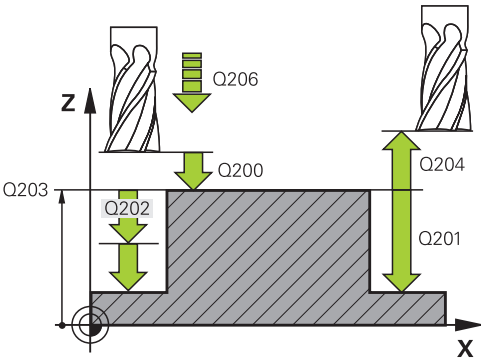


- **1º comprimento de lado** Q218: comprimento da ilha, paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida do bloco 1º comprimento do lado** Q424: comprimento do bloco de ilha, paralelamente ao eixo principal do plano de maquinagem. Introduzir uma **medida do bloco 1º comprimento do lado** superior a **1º comprimento do lado**. O TNC executa diversos cortes laterais quando a diferença entre a medida do bloco 1 e a medida acabada 1 é superior ao corte lateral permitido (raio da ferramenta vezes sobreposição da trajetória **Q370**). O TNC calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **2º Comprimento do lado** Q219: comprimento da ilha, paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Introduzir uma **medida do bloco 2º comprimento do lado** superior ao **2º comprimento do lado** . O TNC executa diversos cortes laterais quando a diferença entre a medida do bloco 2 e a medida acabada 2 é superior ao corte lateral permitido (raio da ferramenta vezes sobreposição da trajetória **Q370**). O TNC calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida do bloco 2º comprimento do lado** Q425: comprimento do bloco de ilha, paralelamente ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Raio de esquina** Q220: raio da esquina da ilha. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida excedente do lado** Q368 (incremental): medida excedente de acabamento lateral no plano de maquinagem que o TNC mantém na maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Posição angular** Q224 (valor absoluto): ângulo em que é rodada toda a maquinagem. O centro de rotação situa-se na posição onde se encontra a ferramenta, na ocasião da chamada de ciclo. Campo de introdução -360,0000 bis 360,0000
- **Posição da ilha** Q367: posição da ilha referida à posição da ferramenta na ocasião da 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









5.6 ILHA RETANGULAR (ciclo 256, DIN/ISO: G256, opção de software 19)

- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Tipo de fresagem** Q351: tipo de maquinagem de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF
- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ilha. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Profundidade de corte** Q202 (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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**
- **Fator de sobreposição de trajetória** Q370: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o corte lateral k. Campo de introdução 0,1 a 1,414, em alternativa **PREDEF**
- **Posição de aproximação (0...4)** Q437: 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 uma posição de aproximação diferente se, na aproximação com a definição Q437=0, ocorrerem marcas de aproximação na superfície da ilha

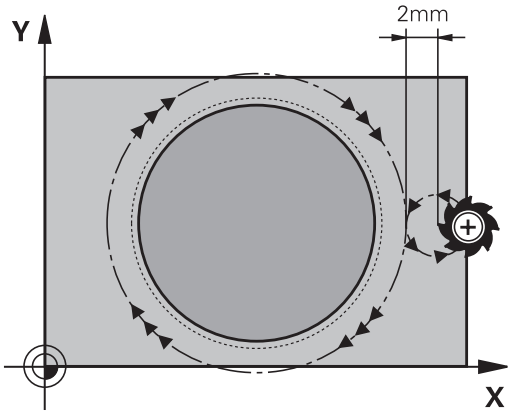
Blocos NC

8 CYCL DEF 256 ILHAS RETANGULARES	
Q218=60	;1.º COMPRIMENTO LATERAL
Q424=74	;MEDIDA DO BLOCO 1
Q219=40	;2.º COMPRIMENTO LATERAL
Q424=60	;MEDIDA DO BLOCO 2
Q250=5	;RAIO DA ESQUINA
Q368=0.2	;MEDIDA EXC. LATERAL
Q224=+0	;POSIÇÃO DE ROTAÇÃO
Q367=0	;POSIÇÃO DA ILHA
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q370=1	;SOBREPOSIÇÃO DE TRAJETÓRIA
Q437=0	;POSIÇÃO DE APROXIMAÇÃO
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99	

5.7 ILHA CIRCULAR (ciclo 257, DIN/ISO: G257, opção de software 19)

Execução do ciclo

Com o ciclo de ilhas circulares 257, pode-se maquinar uma ilha circular. Quando o diâmetro do bloco é superior ao corte lateral máximo possível, então o TNC executa diversos cortes laterais até alcançar o diâmetro da peça de trabalho pronta.



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 sobre o ângulo polar referente ao centro da ilha com o parâmetro Q376
2 Se a ferramenta estiver na 2.ª distância de segurança, o TNC desloca-se em marcha rápida **FMAX** para a distância de segurança e daí com o avanço de corte em profundidade para a primeira profundidade de corte
3 Finalmente, a ferramenta avança em movimento helicoidal tangencialmente ao contorno das ilhas e fresa depois uma volta.
4 Quando não é possível alcançar o diâmetro da peça pronta com uma volta, o TNC corta de forma helicoidal durante o tempo necessário para alcançar o diâmetro da peça pronta. O TNC tem em consideração o diâmetro do bloco, o diâmetro da peça pronta e o corte lateral permitido
5 O TNC afasta a ferramenta do traçado do contorno numa trajetória helicoidal
6 Se forem necessários vários cortes em profundidade, o novo corte 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, o TNC posiciona a ferramenta – após o afastamento helicoidal – no eixo da ferramenta na 2ª distância de segurança definida no ciclo e, em seguida, no centro da ilha

5.7 ILHA CIRCULAR (ciclo 257, DIN/ISO: G257, opção de software 19)

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 TNC posiciona previamente a ferramenta no seu eixo, de forma automática. Observar o parâmetro Q204 (2ª distância de segurança)

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

O TNC posiciona a ferramenta no fim do ciclo de regresso à posição inicial.

O TNC 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.

Atenção, perigo de colisão!

Com o parâmetro de máquina displayDepthErr, é possível definir se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off).

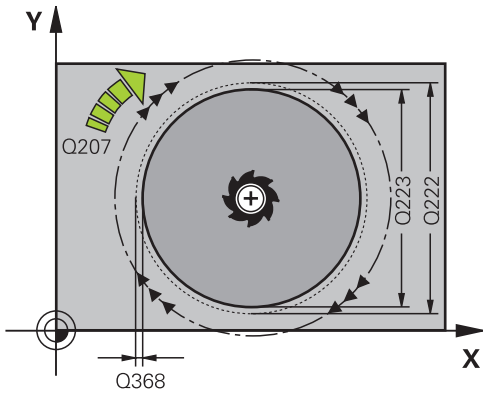
Tenha em atenção que, em caso de **profundidade positiva introduzida**, o TNC inverte o cálculo da posição prévia. A ferramenta desloca-se, por isso, no eixo da ferramenta, com marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

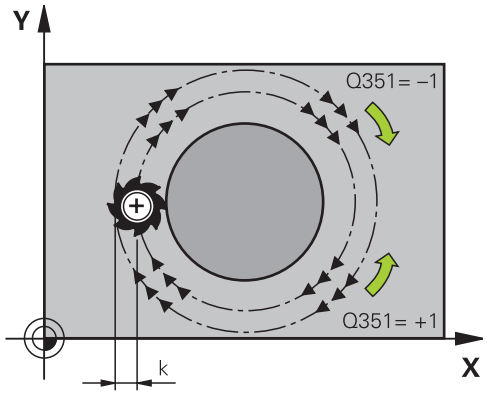
Deixar espaço suficiente ao lado das ilhas, à direita, para os movimentos de aproximação. Mínimo: diâmetro da ferramenta + 2 mm.

No final, o TNC posiciona a ferramenta de volta na distância de segurança, quando introduzido na 2.ª distância de segurança. A posição final da ferramenta após o ciclo não coincide, portanto, com a posição inicial.

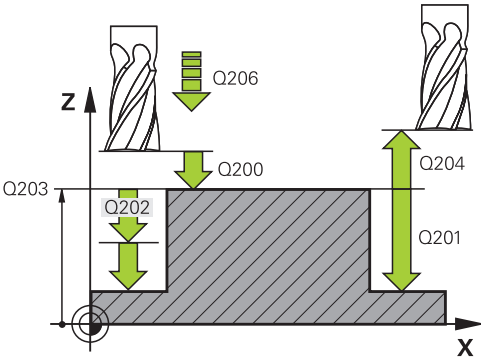
Parâmetros de ciclo

- **Diâmetro da peça pronta** Q223: introduzir diâmetro da ilha pronta. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Diâmetro do bloco** Q222: diâmetro do bloco Introduzir um diâmetro do bloco superior ao diâmetro da peça pronta. O TNC executa diversos cortes laterais quando a diferença entre o diâmetro do bloco e o diâmetro da peça pronta é superior ao corte lateral permitido (Raio da ferramenta vezes sobreposição da trajetória **Q370**). O TNC calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida excedente acabamento lateral** Q368 (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Tipo de fresagem** Q351: tipo de maquinagem de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF
- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ilha. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Profundidade de corte** Q202 (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**





- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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**
- **Fator de sobreposição de trajetória** Q370: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o corte lateral k. Campo de introdução 0,1 a 1,414, em alternativa **PREDEF**
- **Ângulo inicial** Q376: ângulo polar referente ao ponto central da ilha, a partir do qual a ferramenta aproxima à ilha. Campo de introdução 0 a 359°

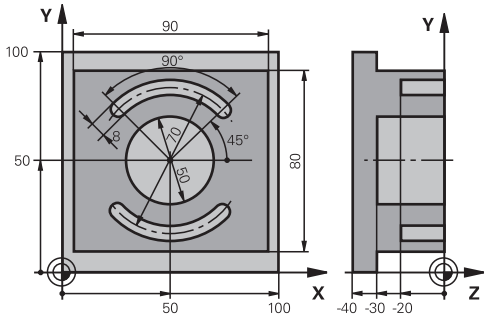


Blocos NC

8 CYCL DEF 257 ILHAS CIRCULARES	
Q223=60	;DIÂMETRO DA PEÇA PRONTA
Q222=60	;DIÂMETRO DO BLOCO
Q368=0.2	;MEDIDA EXC. LATERAL
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q370=1	;SOBREPOSIÇÃO DE TRAJETÓRIA
Q376=0	;ÂNGULO INICIAL
9 L X+50 Y+50 R0 FMAX M3 M99	

5.8 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 da ferramenta para desbaste/acabamento
4 L Z+250 R0 FMAX		Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 256 ILHAS RETANGULARES		Definição do ciclo de maquinagem exterior
Q218=90	;1.º COMPRIMENTO LATERAL	
Q424=100	;MEDIDA DO BLOCO 1	
Q219=80	;2.º COMPRIMENTO LATERAL	
Q425=100	;MEDIDA DO BLOCO 2	
Q220=0	;RAIO DA ESQUINA	
Q368=0	;MEDIDA EXC. LADO	
Q224=0	;POSIÇÃO DE ROTAÇÃO	
Q367=0	;POSIÇÃO DA ILHA	
Q207=250	;AVANÇO DE FRESAGEM	
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM	
Q201=-30	;PROFUNDIDADE	
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q206=250	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE	
Q204=20	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q370=1	;SOBREPOSIÇÃO DE TRAJETÓRIA	
Q437=0	;POSIÇÃO DE APROXIMAÇÃO	
6 L X+50 Y+50 R0 M3 M99		Chamada do ciclo de maquinagem exterior
7 CYCL DEF 252 CAIXA CIRCULAR		Definição do ciclo de caixa circular
Q215=0	;EXTENSÃO DA MAQUINAGEM	
Q223=50	;DIÂMETRO DO CÍRCULO	
Q368=0.2	;MEDIDA EXC. LATERAL	
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM	
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM	

Q201=-30	;PROFUNDIDADE	
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q369=0.1	;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE	
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q338=5	;ACABAMENTO CONTÍNUO	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE	
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q370=1	;SOBREPOSIÇÃO DE TRAJETÓRIA	
Q366=1	;AFUNDAR	
Q385=750	;AVANÇO DE ACABAMENTO	
8 L X+50 Y+50 R0 FMAX M99		Chamada do ciclo de caixa circular
9 L Z+250 R0 FMAX M6		Troca de ferramenta
10 TOOL CALL 2 Z S5000		Chamada da ferramenta para a fresagem da ranhura
11 CYCL DEF 254 RANHURA CIRCULAR		Definição do ciclo ranhura
Q215=0	;EXTENSÃO DA MAQUINAGEM	
Q219=8	;LARGURA DA RANHURA	
Q368=0.2	;MEDIDA EXC. LATERAL	
Q375=70	;DIÂMETRO CÍRCULO TEÓRICO	
Q367=0	;REFERÊNCIA DA POSIÇÃO DA RANHURA	Não é necessário posicionamento prévio em X/Y
Q216=+50	;CENTRO 1.º EIXO	
Q217=+50	;CENTRO 2.º EIXO	
Q376=+45	;ÂNGULO INICIAL	
Q248=90	;ÂNGULO DE ABERTURA	
Q378=180	;PASSO ANGULAR	Ponto inicial 2.ª ranhura
Q377=2	;QUANTIDADE DE MAQUINAGENS	
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM	
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM	
Q201=-20	;PROFUNDIDADE	
Q202=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q369=0.1	;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE	
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q338=5	;ACABAMENTO CONTÍNUO	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE	
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q366=1	;AFUNDAR	
12 CYCL CALL FMAX M3		Chamada do ciclo ranhura
13 L Z+250 R0 FMAX M2		Retirar ferramenta, fim do programa
14 END PGM C210 MM		

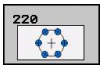
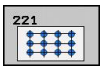
6

Ciclos de maquinagem: definições de padrões

6.1 Princípios básicos

Resumo

O TNC dispõe de 2 ciclos com que se podem elaborar diretamente padrões de pontos:

Ciclo	Softkey	Página
220 PADRÃO DE PONTOS SOBRE CÍRCULO		164
221 PADRÃO DE PONTOS SOBRE LINHAS		167

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").

Com a função **PATTERN DEF** estão disponíveis mais padrões de pontos regulares (ver "Definição de padrões PATTERN DEF").

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

6.2 PADRÃO DE PONTOS SOBRE CÍRCULO (ciclo 220, DIN/ISO: G220, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 O TNC posiciona a ferramenta em marcha rápida desde a posição atual para o ponto inicial da primeira maquinagem.
Sequência:
- 2. Aproximação à distância de segurança (eixo do mandril)
- Chegada ao ponto inicial no plano de maquinagem
- Deslocação na distância de segurança sobre a superfície da peça de trabalho (eixo do mandril)

2 A partir desta posição, o TNC executa o último ciclo de maquinagem definido

3 A seguir, o TNC posiciona a ferramenta com um movimento linear ou um movimento circular sobre o ponto inicial da maquinagem seguinte; para isso, a ferramenta encontra-se na distância de segurança (ou 2.ª distância de segurança)

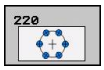
4 Este processo (1 a 3) repete-se até se executarem todas as maquinagens

Ter em atenção ao programar!

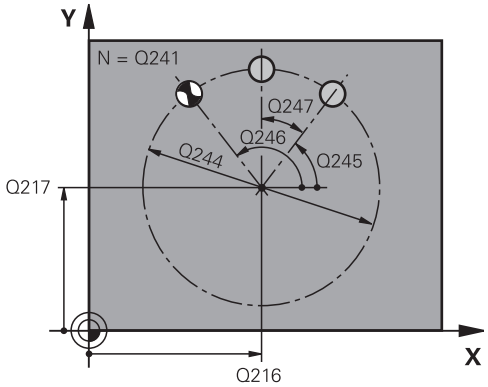
O ciclo 220 ativa-se com DEF, quer dizer, o ciclo 220 chama automaticamente o último ciclo de maquinagem definido.

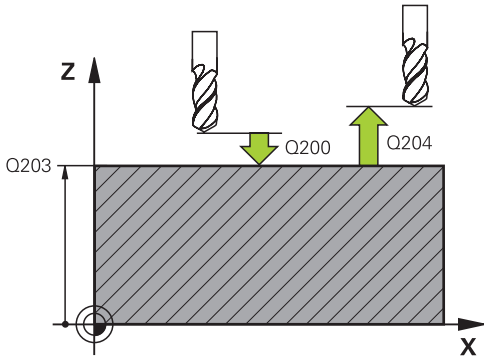
Se se combinar um dos ciclos de maquinagem de 200 a 209 e de 251 a 267 com o ciclo 220, atuam a distância de segurança, a superfície da peça de trabalho e a 2ª distância de segurança a partir do ciclo 220.

Parâmetros de ciclo



- **Centro do 1º eixo**Q216 (absoluto): ponto central do círculo teórico no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro 2º eixo** Q217 (absoluto): ponto central do círculo teórico no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Diâmetro do círculo teórico** Q244: diâmetro do círculo teórico. Campo de introdução 0 bis 99999,9999
- **Ângulo inicial** Q245 (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 bis 360.000
- **Ângulo final** Q246 (valor absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o ponto de partida 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 da maquinagem é em sentido anti-horário; caso contrário, a maquinagem é em sentido horário. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Incremento angular** Q247 (incremental): ângulo entre duas maquinagens sobre o círculo teórico; quando o incremento angular é igual a zero, o TNC calcula o incremento angular a partir do ângulo inicial, do ângulo final e da quantidade de maquinagens; se estiver introduzido um incremento angular, o TNC 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
- **Nº de maquinagens** Q241: quantidade de maquinagens sobre o círculo teórico. Campo de introdução 1 bis 99999
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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





Blocos NC

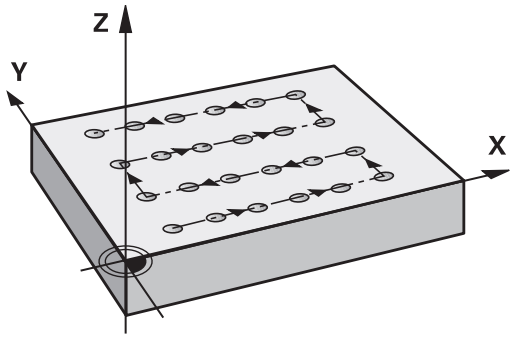
53 CYCL DEF 220 PADRÃO CÍRCULO	
Q216=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q217=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q244=80	;DIÂMETRO CÍRCULO TEÓRICO
Q245=+0	;ÂNGULO INICIAL
Q246=+360	;ÂNGULO FINAL
Q247=+0	;PASSO ANGULAR
Q241=8	;QUANTIDADE DE MAQUINAGENS
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+30	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q301=1	;DESLOCAR PARA ALTURA SEG.
Q365=0	;TIPO DE DESLOCAÇÃO

6.2 PADRÃO DE PONTOS SOBRE CÍRCULO (ciclo 220, DIN/ISO: G220, opção de software 19)

- **Deslocação para altura segura** Q301: 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
- **Modo de deslocação? Ret=0/Círculo=1** Q365: 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

6.3 PADRÃO DE PONTOS SOBRE LINHAS (ciclo 221, DIN/ISO: G221, opção de software 19)

Execução do ciclo



1 O TNC posiciona automaticamente a ferramenta desde a posição atual para o ponto inicial da primeira maquinagem
   Sequência:
   - 2. Aproximação à distância de segurança (eixo do mandril)
   - Chegada ao ponto inicial no plano de maquinagem
   - Deslocamento na distância de segurança sobre a superfície da peça de trabalho (eixo do mandril)
2 A partir desta posição, o TNC executa o último ciclo de maquinagem definido
3 A seguir, o TNC posiciona a ferramenta na direção positiva do eixo principal sobre o ponto inicial da maquinagem seguinte; para isso, a ferramenta encontra-se na distância de segurança (ou 2.ª distância de segurança)
4 Este processo (1 a 3) repete-se até se executarem todas as maquinagens (furos) da primeira linha; a ferramenta fica no último ponto da primeira linha
5 Depois, o TNC desloca a ferramenta para o último furo da segunda linha e executa aí a maquinagem
6 A partir daí o TNC 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 TNC 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!

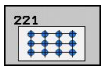
O ciclo 221 ativa-se com DEF, quer dizer, o ciclo 221 chama automaticamente o último ciclo de maquinagem definido.

Se se combinar um dos ciclos de maquinagem de 200 a 204 e de 212 a 215 com o ciclo 221, atuam a distância de segurança, a superfície da peça de trabalho, a 2.ª distância de segurança e a posição angular do ciclo 221.

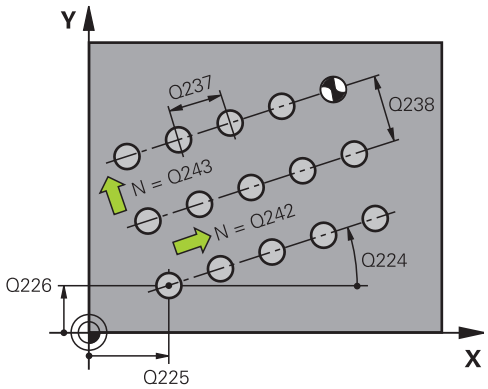
Se utilizar o ciclo 254 de Ranhura Redonda em conjunto com o ciclo 221, então a posição de ranhura 0 não é permitida.

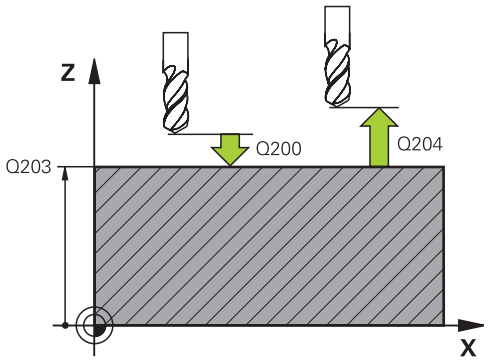
6.3 PADRÃO DE PONTOS SOBRE LINHAS (ciclo 221, DIN/ISO: G221, opção de software 19)

Parâmetros de ciclo



- **Ponto de partida 1.º eixo** Q225 (absoluto): coordenada do ponto inicial no eixo principal do plano de maquinagem
- **Ponto de partida 2º eixo** Q226 (absoluto): coordenada do ponto de partida no eixo secundário do plano de maquinagem
- **Distância 1º eixo** Q237 (incremental): distância entre os furos de uma linha
- **Distância 2º eixo** Q238 (incremental): distância entre as diferentes linhas
- **Nº de colunas** Q242: quantidade de maquinagens sobre uma linha
- **Nº de linhas** Q243: quantidade de linhas
- **Posição angular** Q224 (valor absoluto): ângulo em redor do qual roda toda a imagem; o centro de rotação fica no ponto inicial
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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
- **Deslocação para altura segura** Q301: 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



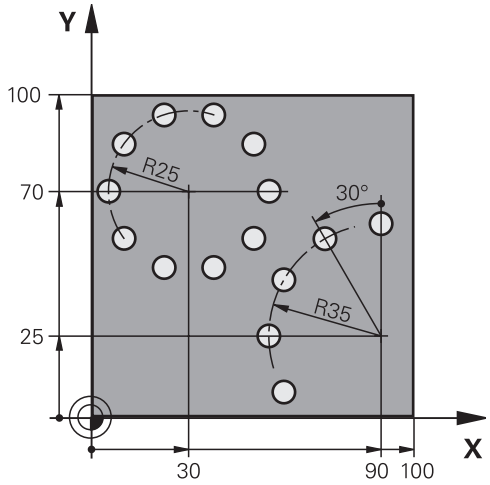


Blocos NC

54 CYCL DEF 221 PADRÃO LINHAS	
Q225=+15	;PONTO INICIAL 1.º EIXO
Q226=+12	;PONTO INICIAL 2.º EIXO
Q237=+10	;DISTÂNCIA 1.º EIXO
Q238=+8	;DISTÂNCIA 2.º EIXO
Q242=6	;QUANT. COLUNAS
Q243=4	;QUANT. LINHAS
Q224=+15	;POSIÇÃO DE ROTAÇÃO
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+30	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q301=1	;DESLOCAR PARA ALTURA SEG.

6.4 Exemplos de programação

Exemplo: Círculos de furos



0 BEGIN PGM MAQUIN.FURO MM		
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40		Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 Y+100 Y+100 Z+0		
3 TOOL CALL 1 Z S3500		Chamada da ferramenta
4 L Z+250 R0 FMAX M3		Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 200 FURAR		Definição do ciclo de Furar
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q201=-15	;PROFUNDIDADE	
Q206=250	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q202=4	;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q210=0	;TEMPO DE ESPERA EM CIMA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE	
Q204=0	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q211=0.25	;TEMPO DE ESPERA EM BAIXO	
6 CYCL DEF 220 PADRÃO CÍRCULO		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 1.º EIXO	
Q217=+70	;CENTRO 2.º EIXO	
Q244=50	;DIÂMETRO CÍRCULO TEÓRICO	
Q245=+0	;ÂNGULO INICIAL	
Q246=+360	;ÂNGULO FINAL	
Q247=+0	;PASSO ANGULAR	
Q241=10	;QUANTIDADE DE MAQUINAGENS	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE	
Q204=100	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA	

Q301=1	;DESLOCAR PARA ALTURA SEG.	
Q365=0	;TIPO DE DESLOCAÇÃO	
7 CYCL DEF 220 PADRÃO CÍRCULO		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 1.º EIXO	
Q217=+25	;CENTRO 2.º EIXO	
Q244=70	;DIÂMETRO CÍRCULO TEÓRICO	
Q245=+90	;ÂNGULO INICIAL	
Q246=+360	;ÂNGULO FINAL	
Q247=30	;PASSO ANGULAR	
Q241=5	;QUANTIDADE DE MAQUINAGENS	
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFÍCIE	
Q204=100	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q301=1	;DESLOCAR PARA ALTURA SEG.	
Q365=0	;TIPO DE DESLOCAÇÃO	
8 L Z+250 R0 FMAX M2		Retirar ferramenta, fim do programa
9 END PGM MAQUIN.FURO MM		

7

Ciclos de maquinagem: caixa de contorno

7.1 Ciclos SL

Princípios básicos

Com os ciclos SL, podem compor-se contornos complexos até 12 contornos parciais (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 TNC 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 pode averiguar facilmente se a maquinagem calculada pelo TNC 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 seguintes subprogramas. Mas não devem ser anuladas depois da chamada de ciclo
- O TNC reconhece uma caixa quando se percorre o contorno por dentro, p. ex., descrição do contorno em sentido horário com correção de raio RR
- O TNC reconhece uma ilha quando se percorre 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 na primeira fase 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 ACABAR LADO ...
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

- O TNC posiciona-se automaticamente antes de cada ciclo na distância de segurança
- Cada nível de profundidade é fresado sem levantamento da ferramenta.; as ilhas maquinam-se lateralmente
- O raio de „esquinas interiores“ é programável: a ferramenta não para, evitam-se marcas de corte (válido para a trajetória mais exterior em desbaste e em acabamento lateral)
- Em acabamento lateral, o TNC efetua a chegada ao contorno segundo uma trajetória circular tangente
- Em acabamento em profundidade, o TNC desloca a ferramenta também segundo uma trajetória circular tangente à peça de trabalho (p. ex.: eixo do mandril Z: trajetória circular no plano Z/X)
- O TNC 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

Ciclo	Softkey	Página
14 CONTORNO (absolutamente necessário)	14 LBL 1...N	174
20 DADOS DO CONTORNO (absolutamente necessário)	20 CONTORNO DADOS	179
21 PRÉ-FURAR (utilizável como opção)	21	181
22 DESBASTE (absolutamente necessário)	22	183
23 ACABAMENTO EM PROF. (utilizável como opção)	23	186
24 ACABAMENTO LATERAL (utilizável como opção)	24	187

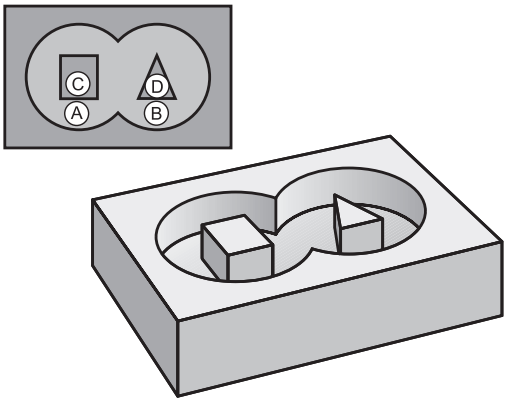
Outros ciclos:

Ciclo	Softkey	Página
25 TRAÇADO DO CONTORNO	25	189

7.2 CONTORNO (Ciclo 14, DIN/ISO: G37)

Ter em atenção ao programar!

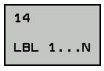
No ciclo 14 CONTORNO, faz-se a listagem de todos os subprogramas que devem ser sobrepostos para formarem um contorno completo.



O ciclo 14 ativa-se com DEF, quer dizer, atua a partir da sua definição no programa.

No ciclo 14, podem listar-se até, no máximo, 12 subprogramas (subcontornos).

Parâmetros de ciclo

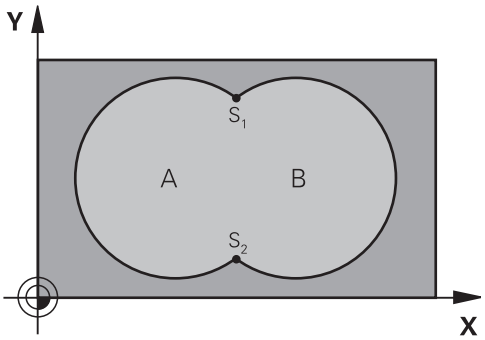


- **Números Label para o contorno**: introduzir todos os números Label de cada subprograma e que se sobrepõem num contorno. Confirmar cada número com a tecla ENT e terminar as introduções com a tecla END. Introdução de até 12 números de subprograma 1 a 254

7.3 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.



Blocos NC

12 CYCL DEF 14.0 CONTORNO
13 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTORNO 1/2/3/4

Subprogramas: caixas sobrepostas

Os seguintes exemplos de programação são subprogramas de contorno, chamados num programa principal do ciclo 14 CONTORNO.

As caixas A e B sobrepõem-se.

O TNC calcula os pontos de intersecção S1 e S2, pelo que não há que 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

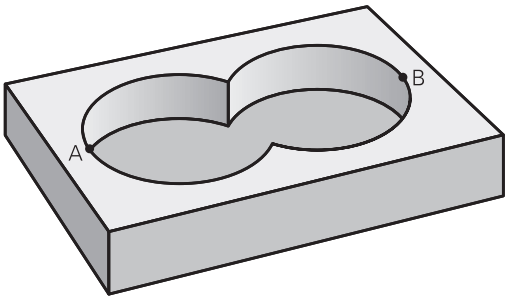
Subprograma 2: caixa B

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
```

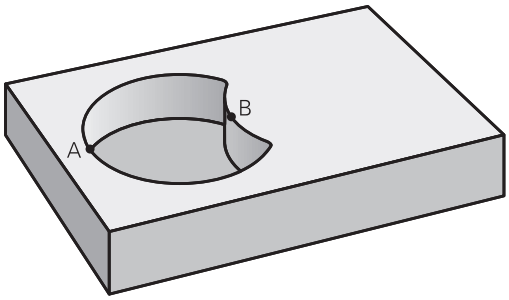
Superfície B:

```
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
```

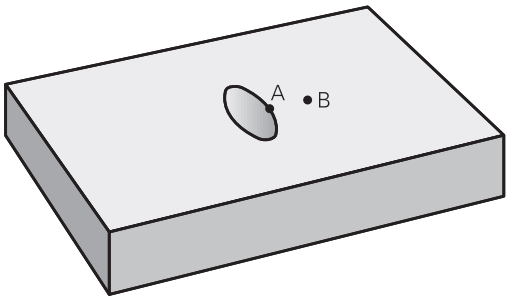
Superfície B:

```
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
```

7.4 DADOS DO CONTORNO (ciclo 20, DIN/ISO: G120, opção de software 19)

Ter em atenção ao programar!

No ciclo 20, indicam-se as informações da maquinagem para os subprogramas com os contornos parciais.

O ciclo 20 ativa-se com DEF, quer dizer, atua a partir da sua definição no programa de maquinagem.

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 se programar a profundidade = 0, o TNC não executa o ciclo.

Se se utilizarem ciclos SL em programas com parâmetros Q, não se podem utilizar os parâmetros Q1 a Q20 como parâmetros do programa.

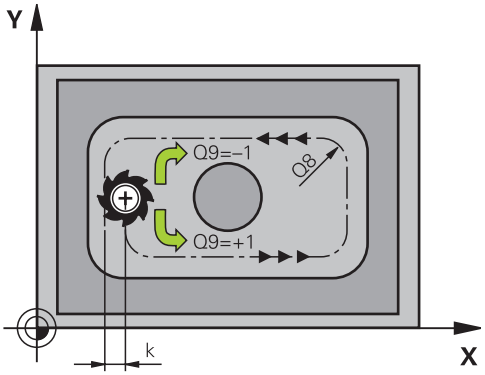
7.4 DADOS DO CONTORNO (ciclo 20, DIN/ISO: G120, opção de software 19)

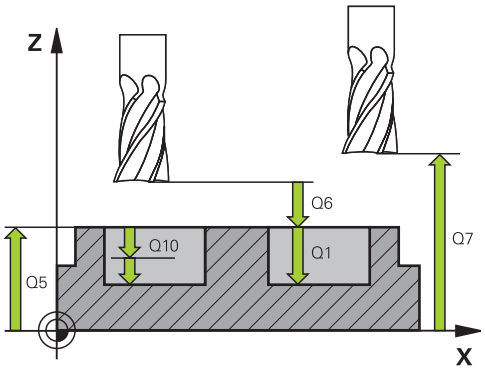
Parâmetros de ciclo

20 CONTORNO DADOS

- **Profundidade de fresagem** Q1 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da caixa. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- Fator de **sobreposição da trajetória** Q2: Q2 x raio da ferramenta dá como resultado o corte lateral k. Campo de introdução -0,0001 a 1,9999
- **Medida excedente acabamento lateral** Q3 (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medida exced. acabamento em profundidade** Q4 (incremental): medida exced. de acabamento para a profundidade. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Coordenada da superfície da peça de trabalho** Q5 (valor absoluto): coordenada absoluta da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q6 (incremental): distância entre o extremo da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 bis 99999,9999
- **Altura segura** Q7 (absoluto): altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça de trabalho (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Raio interior de arredondamento** Q8: 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 TNC insere como elemento de contorno separado entre elementos programados!**Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Sentido de rotação?** Q9: 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.





Blocos NC

57 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO	
Q1=-20	;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM
Q2=1	;SOBREPOSIÇÃO DE TRAJETÓRIA
Q3=+0.2	;MEDIDA EXC. LADO
Q4=+0.1	;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE
Q5=+30	;COORD. SUPERFÍCIE
Q6=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q7=+80	;ALTURA SEGURA
Q8=0.5	;RAIO DE ARREDONDAMENTO
Q9=+1	;SENTIDO DE ROTAÇÃO

7.5 PRÉ-FURAR (ciclo 21, DIN/ISO: G121, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 A ferramenta fura com o avanço **F** introduzido, desde a posição atual até à primeira profundidade de passo
2 Depois, o TNC retira a ferramenta em marcha rápida **FMAX** e volta a deslocar-se até à primeira profundidade de passo, reduzindo a distância de paragem prévia t.
3 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
4 A seguir, a ferramenta desloca-se com o Avanço F introduzido até à seguinte Profundidade de Passo
5 O TNC repete este processo (1 a 4) até alcançar a Profundidade de Furar programada
6 Na base do furo, uma vez transcorrido o tempo de espera para o corte livre, o TNC retira a ferramenta para a posição inicial com **FMAX**

Aplicação

O ciclo 21 PRÉ-FURAR 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.

Ter em atenção ao programar!

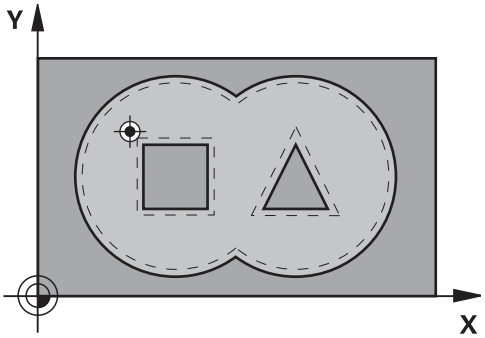
O TNC não considera um valor delta **DR** programado num bloco **TOOL CALL** para o cálculo dos pontos de recesso programados.

Em pontos estreitos, o TNC pode, eventualmente, não pré-furar com uma ferramenta que seja maior do que a ferramenta de desbaste.

7.5 PRÉ-FURAR (ciclo 21, DIN/ISO: G121, opção de software 19)

Parâmetros de ciclo

- **Profundidade de corte** Q10 (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez a peça de trabalho (sinal "–" quando a direção de maquinagem é negativa) Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q11: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Número/nome da ferramenta de desbaste** Q13 ou QS13: número ou nome da ferramenta de desbaste. Campo de introdução 0 a 32767,9 na introdução numérica, 16 caracteres, no máximo, para introdução do nome

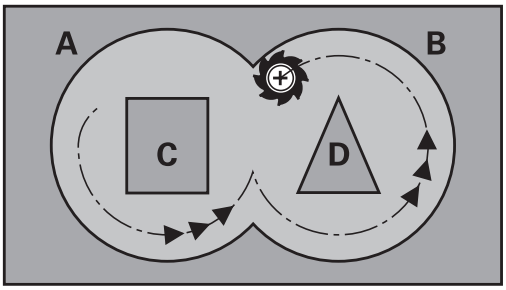


Blocos NC

58 CYCL DEF 21 PRÉ-FURAR	
Q10=+5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q13=1	;FERRAMENTA DE DESBASTE

7.6 DESBASTE (ciclo 22, DIN/ISO: G122, opção de software 19)

Execução do ciclo



1 O TNC posiciona a ferramenta sobre o ponto de recesso; 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 próximo passo o TNC desloca a ferramenta para a próxima profundidade de passo e repete o procedimento de desbaste até atingir a profundidade programada.
5 Para terminar, o TNC volta a deslocar a ferramenta para a altura de segurança

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 TNC afunda, por norma, na perpendicular, mesmo quando para a ferramenta ativa estiver definido um ângulo de afundamento (**ANGLE**)
- Quando se defina **ANGLE**=90º, o TNC 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 TNC 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 TNC emite uma mensagem de erro.
- Se as condições geométricas forem tais que não seja possível efetuar o afundamento em forma de hélice (geometria da ranhura), o TNC 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 TNC não tem em consideração um valor de desgaste **DR** definido da ferramenta de desbaste prévio.

Atenção, perigo de colisão!

Após a execução de um ciclo SL, é necessário programar o primeiro movimento de deslocação no plano de maquinagem com as duas indicações de coordenada, p. ex., **L X+80 Y+0 R0 FMAX**.

Parâmetros de ciclo

- **Profundidade de corte** Q10 (valor incremental): Medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q11: avanço nos movimentos de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de fresagem** Q12: avanço nos movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Ferramenta de desbaste prévio** Q18 ou QS18: número ou nome da ferramenta com que o TNC já efetuou desbaste prévio. Comutar para introdução de nome: premir a softkey NOME DE FERRAMENTA. **Indicação especial para AWT Weber**: o TNC introduz as aspas altas automaticamente quando se abandona o campo de introdução. Se não tiver sido efetuado um desbaste prévio "0"; se se introduzir aqui um número ou um nome, o TNC 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 TNC 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. Se necessário, o TNC emite uma mensagem de erro. Campo de introdução 0 a 32767,9 na introdução numérica, 16 caracteres, no máximo, para introdução do nome
- **Avanço pendular** Q19: avanço pendular em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de retrocesso** Q208: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se depois da maquinagem em mm/min. Se se introduzir Q208=0, o TNC desloca-se com avanço Q12. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX,FAUTO**

Blocos NC

59 CYCL DEF 22 DESBASTAR	
Q10=+5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q12=750	;AVANÇO DE DESBASTE
Q18=1	;FERRAMENTA DE PRÉ-DESBASTE
Q19=150	;AVANÇO PENDULAR
Q208=9999	;AVANÇO DE RETROCESSO

7.7 ACABAMENTO EM PROFUNDIDADE (ciclo 23, DIN/ISO: G123, opção de software 19)

Execução do ciclo

O TNC desloca a ferramenta suavemente (círculo tangente vertical) para a superfície a maquinar, desde que exista espaço suficiente. Quando o espaço é apertado, o TNC desloca a ferramenta na perpendicular em profundidade. A seguir, fresa-se a distância de acabamento que ficou do desbaste.

Ter em atenção ao programar!

O TNC determina automaticamente o ponto inicial do acabamento em profundidade. O ponto inicial depende das proporções de espaço da caixa.

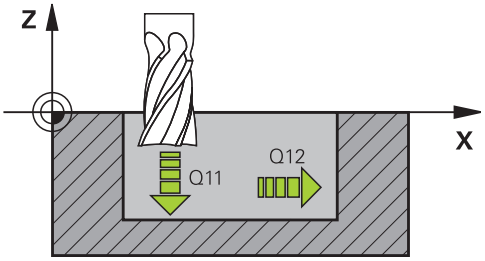
O raio de entrada para posicionamento na profundidade final está definido internamente e não depende do ângulo de afundamento da ferramenta.

Atenção, perigo de colisão!

Após a execução de um ciclo SL, é necessário programar o primeiro movimento de deslocação no plano de maquinagem com as duas indicações de coordenada, p. ex., **L X+80 Y+0 R0 FMAX**.

Parâmetros de ciclo

- **Avanço de corte em profundidade** Q11: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de fresagem** Q12: avanço nos movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de retrocesso** Q208: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se depois da maquinagem em mm/min. Se se introduzir Q208=0, o TNC desloca-se com avanço Q12. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX,FAUTO**



Blocos NC

60 CYCL DEF 23 ACABAMENTO PROFUNDIDADE	
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q12=350	;AVANÇO DE DESBASTE
Q208=9999	;AVANÇO DE RETROCESSO

7.8 ACABAMENTO LATERAL (ciclo 24, DIN/ISO: G124, opção de software 19)

Execução do ciclo

O TNC desloca a ferramenta segundo uma trajetória circular tangente aos subcontornos. Cada subcontorno é acabado em separado.

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 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 que

- definir os contornos a fresar como ilhas individuais (sem limitação de caixa) e
- 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 TNC 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 TNC calcula o ponto inicial também consoante a ordem no processamento. Quando selecionar o ciclo de acabamento com a tecla GOTO e o programa começar, o ponto de partida pode estar situado numa outra posição como quando se maquina o programa na ordem definida.

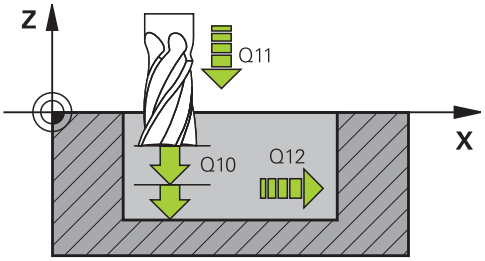
Atenção, perigo de colisão!

Após a execução de um ciclo SL, é necessário programar o primeiro movimento de deslocação no plano de maquinagem com as duas indicações de coordenada, p. ex., **L X+80 Y+0 R0 FMAX**.

7.8 ACABAMENTO LATERAL (ciclo 24, DIN/ISO: G124, opção de software 19)

Parâmetros de ciclo

- **Sentido de rotação** Q9: direção de maquinagem:
  +1: rotação em sentido anti-horário
  –1: rotação em sentido horário
- **Profundidade de corte** Q10 (valor incremental): Medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q11: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de fresagem** Q12: avanço nos movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Medida excedente de acabamento lateral** Q14 (incremental): medida excedente para vários acabamentos; o último acabamento é desbastado se se introduzir Q14=0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

61 CYCL DEF 24 ACABAR LADO	
Q9=+1	;SENTIDO DE ROTAÇÃO
Q10=+5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q12=350	;AVANÇO DE DESBASTE
Q14=+0	;MEDIDA EXC. LADO

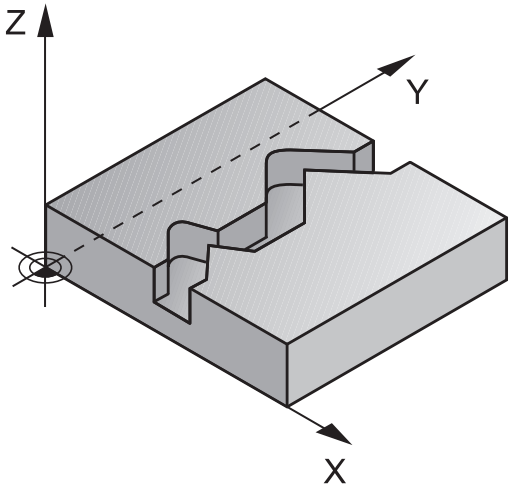
7.9 TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 25, DIN/ISO: G125, opção de software 19)

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 TNC vigia a maquinagem relativamente a danos no contorno. Verificar o contorno com o gráfico de testes
- 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 corte, o TNC 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 se programar a profundidade = 0, o TNC não executa o ciclo.

O TNC considera apenas o primeiro Label do ciclo 14 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**.

As funções auxiliares **M109** e **M110** não atuam na maquinagem de um contorno com ciclo 25.

Quando se utilizem parâmetros Q **QL** locais num subprograma de contorno, estes também devem ser atribuídos ou calculados dentro do subprograma de contorno.

7.9 TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 25, DIN/ISO: G125, opção de software 19)

Atenção, perigo de colisão!

Para evitar possíveis colisões:

- Não programar nenhuma cota incremental diretamente depois do ciclo 25, pois refere-se à posição da ferramenta no fim do ciclo
- Em todos os eixos principais, fazer uma aproximação a uma posição definida (absoluta), pois a posição da ferramenta no fim do ciclo não coincide com a posição no início do ciclo.

Parâmetros de ciclo

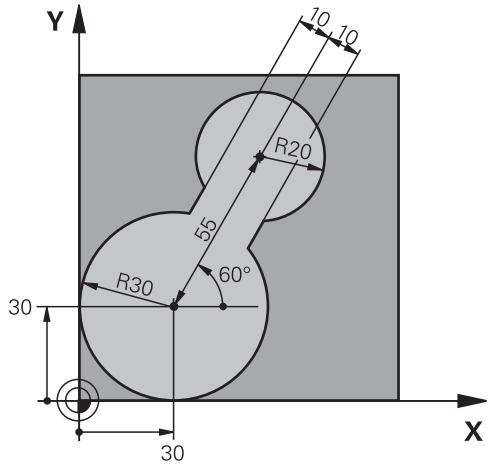
- **Profundidade de fresagem** Q1 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medida excedente acabamento lateral** Q3 (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Coordenada da superfície da peça de trabalho** Q5 (valor absoluto): coordenada absoluta da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Altura segura** Q7 (absoluto): altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça de trabalho (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Profundidade de corte** Q10 (valor incremental): Medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q11: avanço nos movimentos de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de fresagem** Q12: avanço nos movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Tipo de fresagem** Q15:
  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

Blocos NC

62 CYCL DEF 25 TRAÇADO DE CONTORNO	
Q1=-20	;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM
Q3=+0	;MEDIDA EXC. LADO
Q5=+0	;COORD. SUPERFÍCIE
Q7=+50	;ALTURA SEGURA
Q10=+5	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q12=350	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q15=-1	;TIPO DE FRESAGEM

7.10 Exemplos de programação

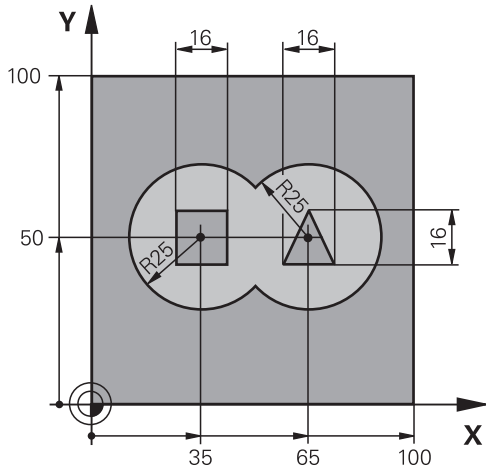
Exemplo: desbaste e acabamento posterior de uma caixa



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 do contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO	Determinar os parâmetros gerais de maquinagem
Q1=-20 ;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM	
Q2=1 ;SOBREPOSIÇÃO DE TRAJETÓRIA	
Q3=+0 ;MEDIDA EXC. LADO	
Q4=+0 ;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE	
Q5=+0 ;COORD. SUPERFÍCIE	
Q6=2 ;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q7=+100 ;ALTURA SEGURA	
Q8=0.1 ;RAIO DE ARREDONDAMENTO	
Q9=-1 ;SENTIDO DE ROTAÇÃO	
8 CYCL DEF 22 DESBASTAR	Definição do ciclo de desbaste prévio
Q10=5 ;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q11=100 ;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=350 ;AVANÇO DE DESBASTE	
Q18=0 ;FERRAMENTA DE PRÉ-DESBASTE	
Q19=150 ;AVANÇO PENDULAR	
Q208=30000 ;AVANÇO DE RETROCESSO	
9 CYCL CALL M3	Chamada do ciclo de desbaste prévio
10 L Z+250 R0 FMAX M6	Troca de ferramenta

11 TOOL CALL 2 Z S3000	Chamada de ferramenta para o desbaste posterior, diâmetro 15
12 CYCL DEF 22 DESBASTAR	Definição do ciclo desbaste posterior
Q10=5 ;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q11=100 ;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=350 ;AVANÇO DE DESBASTE	
Q18=1 ;FERRAMENTA DE PRÉ-DESBASTE	
Q19=150 ;AVANÇO PENDULAR	
Q208=30000 ;AVANÇO DE RETROCESSO	
13 CYCL CALL M3	Chamada do ciclo desbaste posterior
14 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
15 LBL 1	Subprograma do 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	

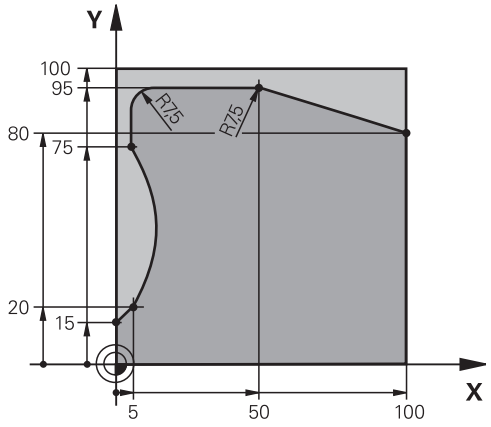
Exemplo: pré-furar, desbastar e acabar contornos sobrepostos



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 da ferramenta broca, diâmetro 12
4 L Z+250 R0 FMAX		Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO		Determinar subprogramas de contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTORNO 1/2/3/4		
7 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO		Determinar os parâmetros gerais de maquinagem
Q1=-20	;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM	
Q2=1	;SOBREPOSIÇÃO DE TRAJETÓRIA	
Q3=+0.5	;MEDIDA EXC. LADO	
Q4=+0.5	;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE	
Q5=+0	;COORD. SUPERFÍCIE	
Q6=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q7=+100	;ALTURA SEGURA	
Q8=0.1	;RAIO DE ARREDONDAMENTO	
Q9=-1	;SENTIDO DE ROTAÇÃO	
8 CYCL DEF 21 PRÉ-FURAR		Definição do ciclo de Pré-furar
Q10=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q11=250	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q13=2	;FERRAMENTA DE DESBASTE	
9 CYCL CALL M3		Chamada do ciclo de pré-furar
10 L +250 R0 FMAX M6		Troca de ferramenta
11 TOOL CALL 2 Z S3000		Chamada da ferramenta para desbaste/acabamento, diâmetro 12
12 CYCL DEF 22 DESBASTAR		Definição do ciclo de desbaste
Q10=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=350	;AVANÇO DE DESBASTE	

Q18=0	;FERRAMENTA DE PRÉ-DESBASTE	
Q19=150	;AVANÇO PENDULAR	
Q208=30000	;AVANÇO DE RETROCESSO	
13 CYCL CALL M3		Chamada do ciclo de desbaste
14 CYCL DEF 23 ACABAMENTO PROFUNDIDADE		Definição do ciclo de profundidade de acabamento
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=200	;AVANÇO DE DESBASTE	
Q208=30000	;AVANÇO DE RETROCESSO	
15 CYCL CALL		Chamada do ciclo de profundidade de acabamento
16 CYCL DEF 24 ACABAR LADO		Definição do ciclo de acabamento lateral
Q9=+1	;SENTIDO DE ROTAÇÃO	
Q10=5	;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=400	;AVANÇO DE DESBASTE	
Q14=+0	;MEDIDA EXC. LADO	
17 CYCL CALL		Chamada do ciclo de acabamento lateral
18 L Z+250 R0 FMAX M2		Retirar ferramenta, fim do programa
19 LBL 1		Subprograma 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		Subprograma 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 quadrangular 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



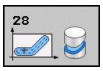
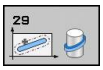
0 BEGIN PGM C25 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S2000	Chamada de ferramenta, diâmetro 20
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Determinar o subprograma do contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 25 TRAÇADO DE CONTORNO	Determinar os parâmetros de maquinagem
Q1=-20 ;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM	
Q3=+0 ;MEDIDA EXC. LADO	
Q5=+0 ;COORD. SUPERFÍCIE	
Q7=+250 ;ALTURA SEGURA	
Q10=5 ;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q11=100 ;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=200 ;AVANÇO DE FRESAGEM	
Q15=+1 ;TIPO DE FRESAGEM	
8 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo
9 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
10 LBL 1	Subprograma do 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	

8

Ciclos de maquinagem: superfície cilíndrica

8.1 Princípios básicos

Resumo dos ciclos para superfícies cilíndricas

Ciclo	Softkey	Página
27 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA		199
28 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de ranhuras		202
29 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de nervuras		206

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

Execução do ciclo

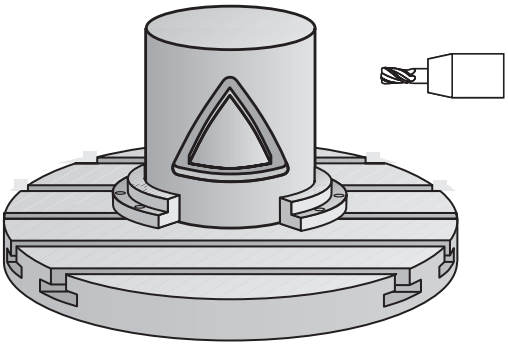
Com este ciclo, pode maquinar-se um contorno cilíndrico previamente programado segundo o desenvolvimento desse cilindro. Use o ciclo 28 se quiser fresar ranhuras de guia no cilindro.

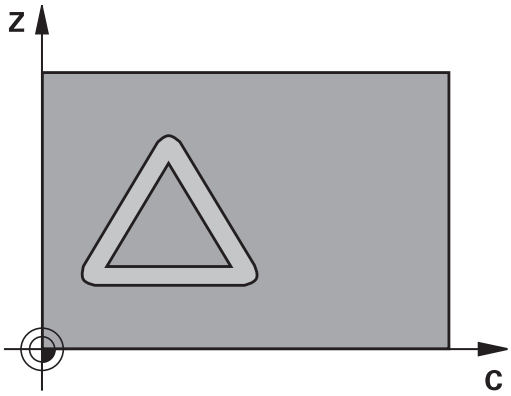
O contorno é descrito num subprograma determinado no ciclo 14 (CONTORNO).

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 TNC posiciona a ferramenta sobre o ponto de recesso; 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 TNC desloca a ferramenta para a distância de segurança e de regresso ao ponto de recesso
4 Repetem-se os passos de 1 a 3 até se ter atingido a profundidade de fresagem Q1
5 A seguir, a ferramenta desloca-se para a distância de segurança





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

Ter em atenção ao programar!

A máquina e o TNC devem ser preparados pelo fabricante da máquina para a interpolação de superfícies cilíndricas.

Consulte o manual da sua máquina.

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 se programar a profundidade = 0, o TNC 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 esse o caso, o TNC emite uma mensagem de erro. Eventualmente, é necessária uma comutação da cinemática.

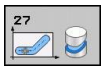
Também se pode executar este ciclo com plano de maquinagem inclinado.

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



- **Profundidade de fresagem** Q1 (incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medida exced. acabamento lateral** Q3 (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
- **Distância de segurança** Q6 (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução 0 bis 99999,9999
- **Profundidade de corte** Q10 (valor incremental): Medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q11: avanço nos movimentos de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de fresagem** Q12: avanço nos movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Raio do cilindro** Q16: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Tipo de dimensão? Graus =0 MM/POLEGADA=1** Q17: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)

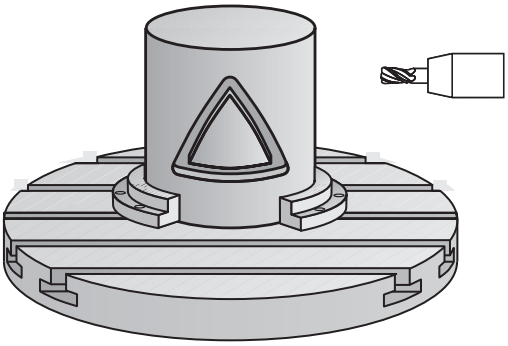
Blocos NC

63 CYCL DEF 27 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA	
Q1=-8	;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM
Q3=+0	;MEDIDA EXC. LADO
Q6=+0	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q10=+3	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q12=350	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q16=25	;RAIO
Q17=0	;TIPO DE DIMENSÃO

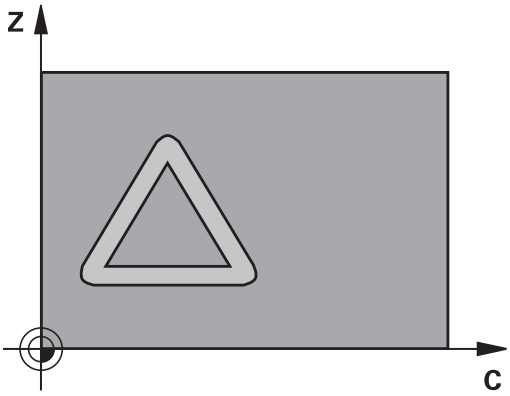
8.3 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de ranhuras (ciclo 28, DIN/ISO: G128, opção de software 1)

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 TNC coloca a ferramenta de forma a que as paredes, mesmo com a correção do raio ativada, 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 relacionadas com o procedimento, pode definir uma tolerância através do parâmetro Q21, com a qual o TNC 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 da correção do raio da ferramenta. Com a correção do raio, determina-se se o TNC produz a ranhura em sentido sincronizado ou em sentido contrário.

1 O TNC posiciona a posição sobre o ponto de recesso
2 Na primeira profundidade de passo, a ferramenta fresa ao longo da parede da ranhura com o avanço de fresagem Q12; é tida em conta a medida excedente de acabamento
3 No fim do contorno, o TNC desloca a ferramenta junto à parede oposta da ranhura e desloca-se de regresso ao ponto de recesso
4 Repetem-se os passos de 2 a 3 até se ter atingido a profundidade de fresagem Q1
5 Se definiu a tolerância Q21, o TNC executa a pós-maquinagem para obter paredes de ranhura o mais paralelas possível.
6 Finalmente, a ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta para a altura segura ou para a última posição programada antes do ciclo

Ter em atenção ao programar!

A máquina e o TNC devem ser preparados pelo fabricante da máquina para a interpolação de superfícies cilíndricas.

Consulte o manual da sua máquina.

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 se programar a profundidade = 0, o TNC 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 esse o caso, o TNC emite uma mensagem de erro. Eventualmente, é necessária uma comutação da cinemática.

Também se pode executar este ciclo com plano de maquinagem inclinado.

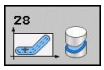
A distância de segurança deve ser maior que o raio da ferramenta.

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.

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

Parâmetros de ciclo



- **Profundidade de fresagem** Q1 (incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medida exced. acabamento lateral** Q3 (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
- **Distância de segurança** Q6 (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução 0 bis 99999,9999
- **Profundidade de corte** Q10 (valor incremental): Medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
-
- **Avanço de fresagem** Q12: avanço nos movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Raio do cilindro** Q16: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Tipo de dimensão? Graus =0 MM/POLEGADA=1** Q17: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)
- **Largura de ranhura** Q20: largura da ranhura a produzir. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

Blocos NC

63 CYCL DEF 28 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA	
Q1=-8	;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM
Q3=+0	;MEDIDA EXC. LADO
Q6=+0	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q10=+3	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q12=350	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q16=25	;RAIO
Q17=0	;TIPO DE DIMENSÃO
Q20=12	;LARGURA DA RANHURA
Q21=0	;TOLERÂNCIA

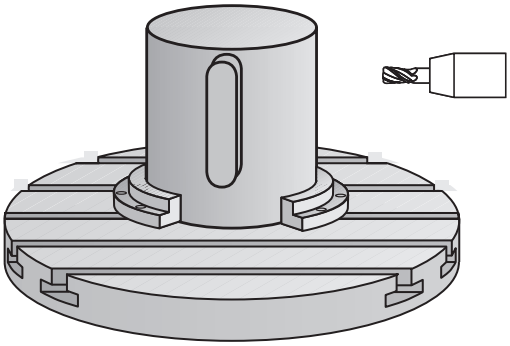
- **Tolerância** Q21: Quando utiliza uma ferramenta que é mais pequena do que a largura da ranhura Q20 programada, ocorrem deformações condicionadas pelo procedimento na parede da ranhura no caso de círculos e de retas oblíquas. Quando definir a tolerância Q21, o TNC aproxima a ranhura num processo de fresagem posterior como se tivesse fresado a ranhura com uma ferramenta exatamente 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 0 a 9,9999
  Recomendação: aplicar uma tolerância de 0,02 mm.
  Função inativa: introduzir 0 (ajuste básico).

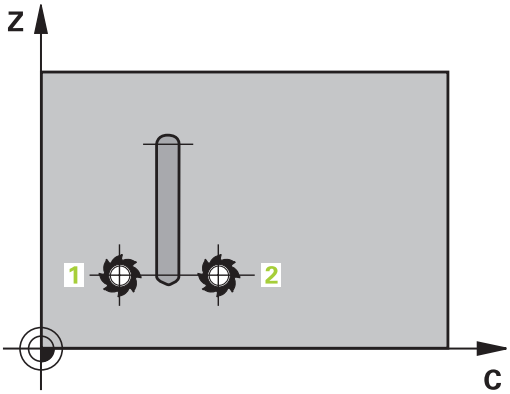
8.4 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de nervuras (ciclo 29, DIN/ISO: G129, opção de software 1)

Execução do ciclo

Com este ciclo, pode transferir-se para a superfície de um cilindro uma nervura definida no desenvolvimento. Neste ciclo o TNC 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 com a indicação da correção do raio da ferramenta. Com a correção do raio, determina-se se o TNC produz a nervura em sentido sincronizado ou em sentido contrário.

Nas extremidades da nervura o TNC junta normalmente um semicírculo, cujo raio corresponde a metade da largura da nervura.





1 O TNC posiciona a ferramenta sobre o ponto inicial da maquinagem. O TNC 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 do raio determina se se inicia do lado esquerdo (1, RL=sincronizado) ou direito da nervura (2, RR=sentido contrário)
2 Depois de o TNC ter posicionado para a primeira profundidade de passo, a ferramenta avança tangencial para a parede da nervura num arco de círculo com avanço de fresa Q12. Se necessário é tida em conta a medida excedente de acabamento 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 desloca-se no eixo da ferramenta para a altura segura ou para a última posição programada antes do ciclo

Ter em atenção ao programar!

A máquina e o TNC devem ser preparados pelo fabricante da máquina para a interpolação de superfícies cilíndricas.

Consulte o manual da sua máquina.

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 se programar a profundidade = 0, o TNC 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 esse o caso, o TNC emite uma mensagem de erro. Eventualmente, é necessária uma comutação da cinemática.

Também se pode executar este ciclo com plano de maquinagem inclinado.

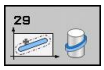
A distância de segurança deve ser maior que o raio da ferramenta.

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.

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

Parâmetros de ciclo



- **Profundidade de fresagem** Q1 (incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medida exced. acabamento lateral** Q3 (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
- **Distância de segurança** Q6 (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução 0 bis 99999,9999
- **Profundidade de corte** Q10 (valor incremental): Medida segundo a qual a ferramenta corta de cada vez na peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Avanço de corte em profundidade** Q11: avanço nos movimentos de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de fresagem** Q12: avanço nos movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Raio do cilindro** Q16: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Tipo de dimensão? Graus =0 MM/POLEGADA=1** Q17: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)
- **Largura de nervura** Q20: largura da nervura a produzir. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

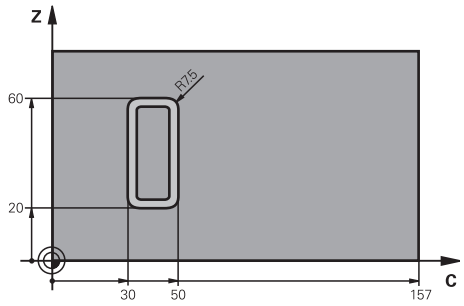
Blocos NC

63 CYCL DEF 29 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA NERVURA	
Q1=-8	;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM
Q3=+0	;MEDIDA EXC. LADO
Q6=+0	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q10=+3	;PROFUNDIDADE DE PASSO
Q11=100	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q12=350	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q16=25	;RAIO
Q17=0	;TIPO DE DIMENSÃO
Q20=12	;LARGURA DA NERVURA

8.5 Exemplos de programação

Exemplo: superfície cilíndrica com ciclo 27

- Máquina com cabeça B e mesa C
- Cilindro fixado no centro da mesa rotativa.
- O ponto de referência encontra-se no lado inferior, no centro da mesa rotativa

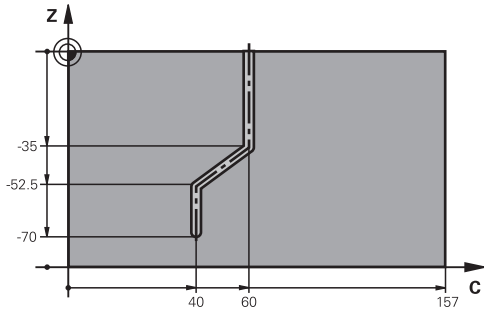


0 BEGIN PGM C27 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	Chamada de ferramenta, diâmetro 7
2 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
3 L X+50 Y0 R0 FMAX	Posicionar previamente a ferramenta no centro da mesa rotativa
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN MBMAX FMAX	Inclinar
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Determinar o subprograma do contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 27 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA	Determinar os parâmetros de maquinagem
Q1=-7 ;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM	
Q3=+0 ;MEDIDA EXC. LADO	
Q6=2 ;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q10=54 ;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q11=100 ;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=250 ;AVANÇO DE FRESAGEM	
Q16=25 ;RAIO	
Q17=1 ;TIPO DE DIMENSÃO	
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 RND R7.5	
18 L IX-20	
19 RND R7.5	
20 L Y+20	

21 RND R7.5	
22 L X+50	
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 da ferramenta, eixo Z da ferramenta, diâmetro 7
2 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
3 L X+50 Y+0 R0 FMAX	Posicionar a ferramenta no centro da mesa rotativa
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN FMAX	Inclinar
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Determinar o subprograma do contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL DE CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 28 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA	Determinar os parâmetros de maquinagem
Q1=-7 ;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM	
Q3=+0 ;MEDIDA EXC. LADO	
Q6=2 ;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q10=-4 ;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q11=100 ;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=250 ;AVANÇO DE FRESAGEM	
Q16=25 ;RAIO	
Q17=1 ;TIPO DE DIMENSÃO	
Q20=10 ;LARGURA DA RANHURA	
Q21=0.02 ;TOLERÂNCIA	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 X+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	

9

Ciclos de maquinagem: Caixa de contorno com fórmula de contorno

9.1 Ciclos SL com fórmula de contorno complexa

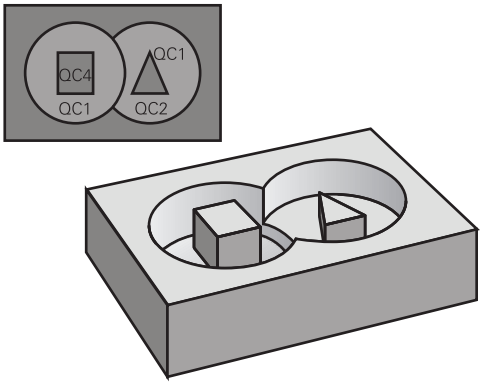
Princípios básicos

Com os ciclos SL e a fórmula de contorno mais complexa, é possível compor contornos complexos com subcontornos (caixas ou ilhas). Os vários subcontornos (dados geométricos) são introduzidos como programas separados. Assim, todos os subcontornos podem ser reutilizados conforme se quiser. A partir dos subcontornos selecionados, ligados entre si por meio de uma fórmula de contorno, o TNC 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 sempre individualmente num programa contornos a que se pretende regressar 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 TNC 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 ACABAR LADO ...
17 CYCL CALL
63 L Z+250 R0 FMAX M2
64 END PGM CONTORNO MM

Características dos subcontornos

- O TNC calcula por princípio todos os contornos como caixa. Não programe nenhuma correção do raio
- O TNC ignora avanços F e funções auxiliares M
- São permitidas conversões de coordenadas. Se forem programadas dentro de subcontornos, ficam também ativadas nos seguintes subprogramas. 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 TNC posiciona-se automaticamente antes de cada ciclo na distância de segurança
- Cada nível de profundidade é fresado sem levantamento da ferramenta.; as ilhas maquinam-se lateralmente
- O raio de „esquinas interiores“ é programável: a ferramenta não para, evitam-se marcas de corte (válido para a trajetória mais exterior em desbaste e em acabamento lateral)
- Em acabamento lateral, o TNC efetua a chegada ao contorno segundo uma trajetória circular tangente
- Em acabamento em profundidade, o TNC desloca a ferramenta também segundo uma trajetória circular tangente à peça de trabalho (p. ex.: eixo do mandril Z: trajetória circular no plano Z/X)
- O TNC 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 MODELO MM
1 DECLARE CONTOUR QC1 =
“CÍRCULO1“
2 DECLARE CONTOUR QC2 =
“CÍRCULOXY“ DEPTH15
3 DECLARE CONTOUR QC3 =
“TRIÂNGULO“ DEPTH10
4 DECLARE CONTOUR QC4 =
“QUADRADO“ DEPTH5
5 QC10 = ( QC1 | QC3 | QC4 ) \ QC2
6 END PGM MODEL MM

0 BEGIN PGM CÍRCULO1 MM
1 CC X+75 Y+50
2 LP PR+45 PA+0
3 CP IPA+360 DR+
4 END PGM CÍRCULO1 MM

0 BEGIN PGM CÍRCULO31XY MM
...
...
```

Selecionar programa com definições de contorno

Com a função**SEL CONTOUR** selecione um programa com definições do contorno às quais o TNC vai buscar as descrições de contorno:

SPEC FCT
- Mostrar barra de softkeys com funções especiais

MAQUINAÇÃO PONTO CONTORNO
- Selecionar o menu de funções para a maquinagem de contorno e de pontos

SEL CONTOUR
- Premir a softkey SEL CONTOUR
- Introduzir o nome completo do programa com as definições de 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 o caminho para programas aos quais o TNC 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
- Selecionar o menu de funções para a maquinagem de contorno e de pontos

DECLARE CONTOUR
- Premir a softkey DECLARAR CONTORNO
- Confirmar o número para o descritor de contorno **QC**. Confirmar com a tecla ENT
- Introduzir o nome completo do programa com a definição 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 subcontornos (se necessário, atribuir profundidade 0).

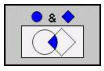
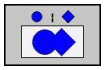
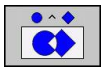
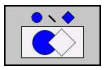
Introduzir fórmula de contorno mais complexa

Com softkeys, podem reunir-se entre si variados contornos numa fórmula matemática:

- Mostrar barra de softkeys com funções especiais

- Selecionar o menu de funções para a maquinagem de contorno e de pontos

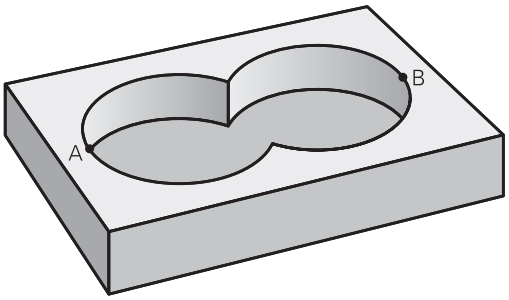
- Premir a softkey FÓRMULA DE CONTORNO: o TNC mostra as seguintes softkeys:

Função lógica	Softkey
cortado com p. ex. **QC10 = QC1 e QC5**	
reunido com p. ex. **QC25 = QC7 | QC18**	
reunido com, mas sem corte p. ex. **QC12 = QC5 ^ QC25**	
sem p.ex. **QC25 = QC1 \ QC2**	
Parênteses abertos p.ex. **QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)**	(
Parênteses fechados p.ex. **QC12 = QC1 * (QC2 + QC3)**	)
Definir contorno individual p. ex. **QC12 = QC1**	

Contornos sobrepostos

Por princípio, o TNC 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 de programação 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 TNC 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 do 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
```

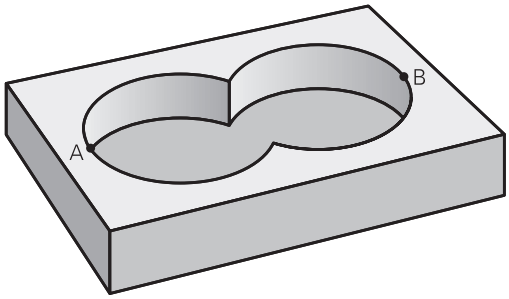
Programa de descrição do contorno 2: caixa B

```
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 separados sem correção do raio
- Na fórmula de contorno, as superfícies A e B são calculadas com a função “reunido com“



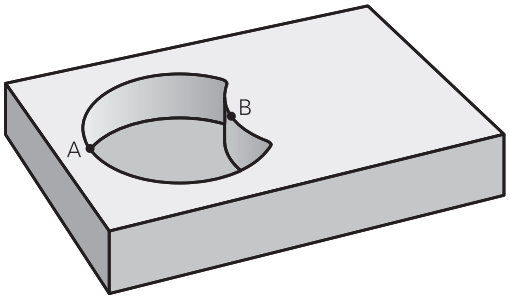
Programa de definição do contorno:

```
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 separados sem correção do raio
- Na fórmula de contorno, a superfície B é retirada pela superfície A com a função **sem**



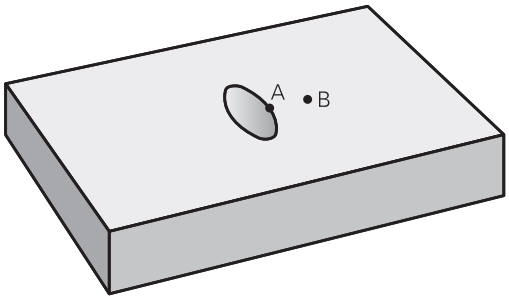
Programa de definição do contorno:

```
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 separados sem correção do raio
- Na fórmula de contorno, as superfícies A e B são calculadas com a função "cortado com"



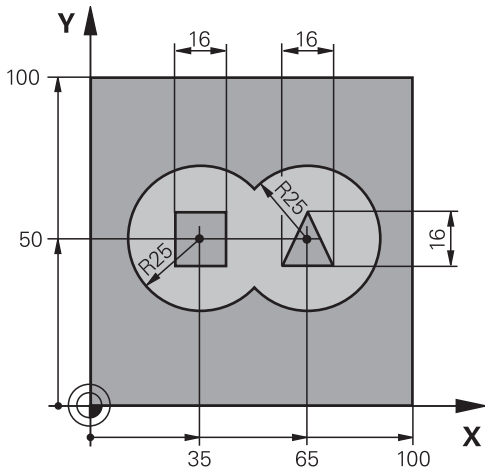
Programa de definição do contorno:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR QC1 = “CAIXA_A.H“
53 DECLARE CONTOUR QC2 = “CAIXA_B.H“
54 QC10 = QC1 E 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 173).

Exemplo: desbastar e acabar contornos sobrepostos com fórmula de contorno



0 BEGIN PGM KONTUR 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 DEF 1 L+0 R+2.5		Definição da ferramenta fresa de desbaste
4 TOOL DEF 2 L+0 R+3		Definição da ferramenta fresa de acabamento
5 TOOL CALL 1 Z S2500		Chamada da ferramenta fresa de desbaste
6 L Z+250 R0 FMAX		Retirar a ferramenta
7 SEL CONTOUR “MODEL“		Determinar o programa de definição do contorno
8 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO		Determinar os parâmetros gerais de maquinagem
Q1=-20	;PROFUNDIDADE DE FRESAGEM	
Q2=1	;SOBREPOSIÇÃO DE TRAJETÓRIA	
Q3=+0.5	;MEDIDA EXC. LADO	
Q4=+0.5	;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE	
Q5=+0	;COORD. SUPERFÍCIE	
Q6=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q7=+100	;ALTURA SEGURA	
Q8=0.1	;RAIO DE ARREDONDAMENTO	
Q9=-1	;SENTIDO DE ROTAÇÃO	

9 CYCL DEF 22 DESBASTAR	Definição do ciclo de desbaste
Q10=5 ;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q11=100 ;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=350 ;AVANÇO DE DESBASTE	
Q18=0 ;FERRAMENTA DE PRÉ-DESBASTE	
Q19=150 ;AVANÇO PENDULAR	
Q401=100 ;FATOR DE AVANÇO	
Q404=0 ;ESTRATÉGIA DE DESBASTE POSTERIOR	
10 CYCL CALL M3	Chamada do ciclo de desbaste
11 TOOL CALL 2 Z S5000	Chamada da ferramenta fresa de acabamento
12 CYCL DEF 23 ACABAMENTO PROFUNDIDADE	Definição do ciclo de profundidade de acabamento
Q11=100 ;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=200 ;AVANÇO DE DESBASTE	
13 CYCL CALL M3	Chamada do ciclo de profundidade de acabamento
14 CYCL DEF 24 ACABAR LADO	Definição do ciclo de acabamento lateral
Q9=+1 ;SENTIDO DE ROTAÇÃO	
Q10=5 ;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q11=100 ;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q12=400 ;AVANÇO DE DESBASTE	
Q14=+0 ;MEDIDA EXC. LADO	
15 CYCL CALL M3	Chamada do ciclo de acabamento lateral
16 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
17 END PGM CONTORNO MM	

Programa de definição de contorno com fórmula de contorno:

0 BEGIN PGM MODELO MM	Programa de definição do contorno
1 DECLARE CONTOUR QC1 = “CÍRCULO1“	Definição do descritor de contorno para o programa "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 = “CÍRCULO31XY“	Definição do descritor de contorno para o programa "CÍRCULO31XY"
6 DECLARE CONTOUR QC3 = “TRIÂNGULO“	Definição do descritor de contorno para o programa "TRIÂNGULO"
7 DECLARE CONTOUR QC4 = “QUADRADO“	Definição do descritor de contorno para o programa "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 CÍRCULO1 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 CÍRCULO1 MM	

0 BEGIN PGM CÍRCULO31XY 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 CÍRCULO31XY MM	

0 BEGIN PGM TRIÂNGULO 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 TRIÂNGULO 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	

9.2 Ciclos SL com fórmula de contorno simples

Princípios básicos

Com os ciclos SL e a fórmula de contorno simples, é possível compor facilmente contornos com até 9 subcontornos (caixas ou ilhas). Os vários subcontornos (dados geométricos) são introduzidos como programas separados. Assim, todos os subcontornos podem ser reutilizados conforme se quiser. A partir dos subcontornos selecionados, o TNC 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 ACABAR LADO ...
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 TNC 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 TNC posiciona-se automaticamente antes de cada ciclo na distância de segurança
- Cada nível de profundidade é fresado sem levantamento da ferramenta.; as ilhas maquinam-se lateralmente
- O raio de „esquinas interiores“ é programável: a ferramenta não para, evitam-se marcas de corte (válido para a trajetória mais exterior em desbaste e em acabamento lateral)
- Em acabamento lateral, o TNC efetua a chegada ao contorno segundo uma trajetória circular tangente
- Em acabamento em profundidade, o TNC desloca a ferramenta também segundo uma trajetória circular tangente à peça de trabalho (p. ex.: eixo do mandril Z: trajetória circular no plano Z/X)
- O TNC 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
- Selecionar o menu de funções para a maquinagem de contorno e de pontos

CONTOUR DEF
- Premir a softkey CONTOUR DEF: o TNC 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 e 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 subcontornos

Iniciar a lista dos subcontornos sempre com a caixa mais profunda!

Quando o contorno é definido como ilha, o TNC 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").

10

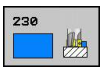
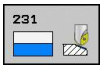
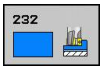
Ciclos de maquinagem: Facejar

10.1 Princípios básicos

Resumo

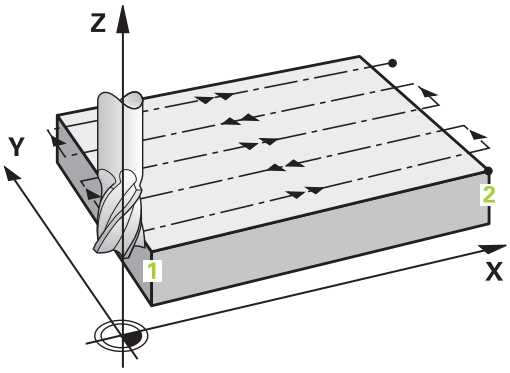
O TNC dispõe de três ciclos com que se podem maquinar superfícies com as seguintes características:

- planas e retangulares
- planas num ângulo oblíquo
- inclinadas de qualquer forma
- unidas entre si

Ciclo	Softkey	Página
230 FACEJAR Para superfícies planas retangulares		229
231 SUPERFÍCIE REGULAR Para superfícies segundo um ângulo oblíquo, inclinadas e unidas entre si		231
232 FRESAGEM TRANSVERSAL Para superfícies planas retangulares, com indicação de medida excedente e várias cortes		235

10.2 FACEJAR (ciclo 230, DIN/ISO: G230, opção de software 19)

Execução do ciclo



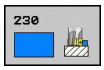
1 O TNC posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** desde a posição atual no plano de maquinagem para o ponto inicial **1**; o TNC desloca a ferramenta no seu raio para a esquerda e para cima
2 A seguir, a ferramenta desloca-se com **FMAX** no eixo do mandril para a distância de segurança e depois com o corte em profundidade sobre a posição inicial programada no eixo do mandril
3 Depois, a ferramenta desloca-se com o avanço de fresagem programado para o ponto final **2**; o TNC calcula o ponto final a partir do ponto inicial programado, do comprimento programado e do raio da ferramenta
4 O TNC desloca a ferramenta com avanço de fresagem transversal para o ponto de partida da linha seguinte; o TNC calcula esta deslocação a partir da largura programada e do número de cortes programados
5 Depois, a ferramenta regressa em direcção negativa ao 1.º eixo
6 O facejamento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada
7 No fim, o TNC desloca a ferramenta com **FMAX** de volta para a distância de segurança

Ter em atenção ao programar!

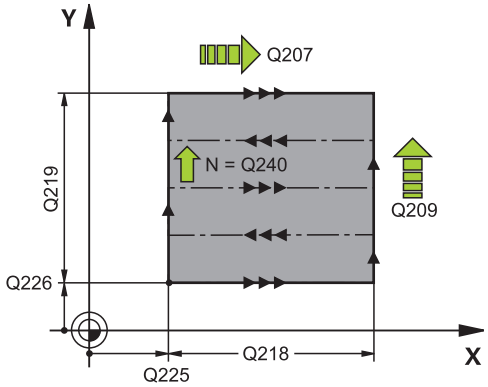
O TNC posiciona a ferramenta desde a posição atual, primeiro no plano de maquinagem, e depois no eixo do mandril, sobre o ponto inicial.

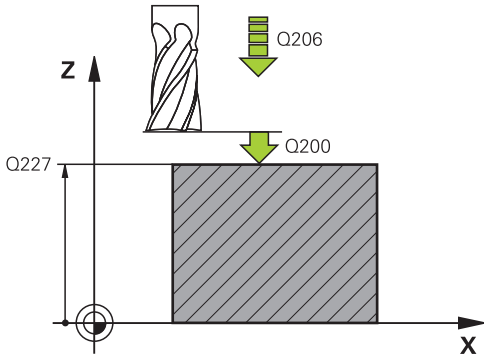
Posicionar previamente a ferramenta, de forma a que não se possa produzir nenhuma colisão com a peça de trabalho ou com o dispositivo de fixação.

Parâmetros de ciclo



- **Ponto inicial do 1º eixo** Q225 (absoluto): coordenada do ponto inicial na superfície a maquinar no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Ponto inicial do 2.º eixo** Q226 (absoluto): coordenada do ponto inicial na superfície a maquinar no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Ponto inicial do 3º eixo** Q227 (absoluto): altura no eixo do mandril a que se faz o facejamento. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1.º comprimento lateral** Q218 (incremental): comprimento da superfície a facejar no eixo principal do plano de maquinagem, referente ao ponto inicial do 1.º eixo Campo de introdução 0 a 99999.9999
- **2.º comprimento lateral** Q219 (incremental): comprimento da superfície a facejar no eixo secundário do plano de maquinagem, referente ao ponto inicial do 2.º eixo. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Número de cortes** Q240: quantidade de linhas sobre as quais o TNC deve deslocar a ferramenta na largura da peça de trabalho. Campo de introdução 0 bis 99999
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se em profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço transversal** Q209: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se para a primeira linha em mm/min; se a deslocação se fizer lateralmente na peça de trabalho, introduzir Q9 menor do que Q8; se se deslocar em vazio, Q209 deve ser maior do que Q207. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a profundidade de fresagem para posicionamento no início do ciclo e no fim do ciclo. Campo de introdução 0 a 99999,9999





Blocos NC

71CYCL DEF 230 FACEJAR	
Q225=+10	;PONTO INICIAL 1.º EIXO
Q226=+12	;PONTO INICIAL 2.º EIXO
Q227=+2.5	;PONTO INICIAL 3.º EIXO
Q218=150	;1.º COMPRIMENTO LATERAL
Q219=75	;2.º COMPRIMENTO LATERAL
Q240=25	;QUANTIDADE DE CORTES
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q209=200	;AVANÇO TRANSVERSAL
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA

10.3 SUPERFÍCIE REGULAR (ciclo 231, DIN/ ISO: G231, opção de software 19)

Execução do ciclo

1 O TNC posiciona a ferramenta desde a posição atual com um movimento linear 3D sobre o ponto inicial **1**

2 Depois, a ferramenta desloca-se com avanço de fresagem programado sobre o ponto final **2**

3 Aí, o TNC desloca a ferramenta em marcha rápida **FMAX** segundo o diâmetro da ferramenta na direção positiva do eixo do mandril e de novo para o ponto inicial **1**

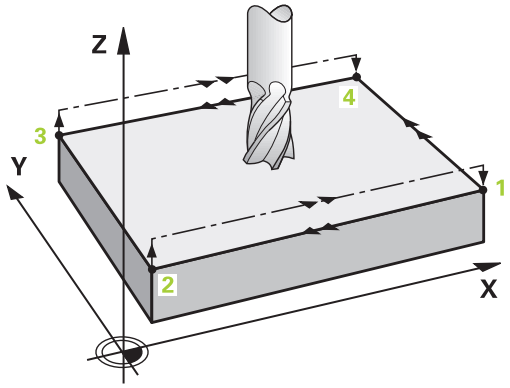
4 No ponto inicial **1**, o TNC desloca de novo a ferramenta para o último valor Z passado

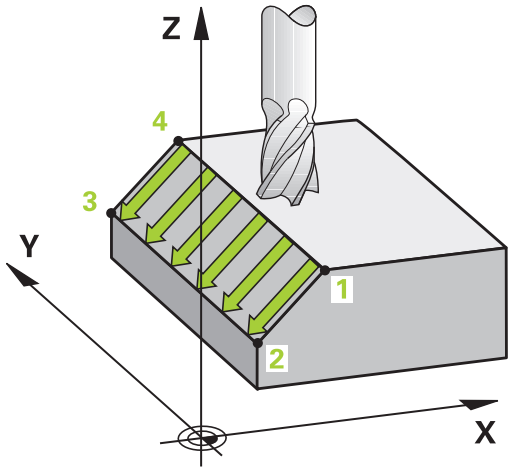
5 Seguidamente, o TNC desloca a ferramenta em todos os três eixos desde o ponto **1** na direção do ponto **4** para a linha seguinte

6 Depois, o TNC desloca a ferramenta até ao ponto final desta linha. O TNC calcula o ponto final a partir do ponto **2** e de um desvio em direção ao ponto **3**

7 O facejamento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada

8 No fim, o TNC posiciona a ferramenta segundo o diâmetro da mesma sobre o ponto mais elevado programado no eixo do mandril





10.3 SUPERFÍCIE REGULAR (ciclo 231, DIN/ISO: G231, opção de software 19)

Direção de corte

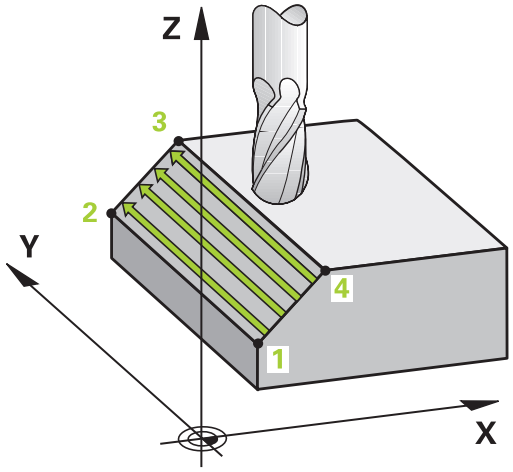
O ponto inicial e portanto a direção de fresagem podem ser escolhidos livremente porque o TNC desloca os cortes individuais em princípio do ponto 1 para o ponto 2 e decorre toda a execução desde o ponto 1 / 2 para o ponto 3 / 4. Pode-se colocar o ponto 1 em cada esquina da superfície que se pretende maquinar.

É possível otimizar a qualidade da superfície utilizando uma fresa cilíndrica:

- Com um corte de percussão (coordenada do eixo do mandril ponto 1 maior do que coordenada do eixo do mandril ponto 2) com superfícies pouco inclinadas.
- Com um corte de puxão (coordenada do eixo do mandril ponto 1 menor do que coordenada do eixo do mandril ponto 2) com superfícies muito inclinadas
- Com superfícies torcidas, colocar a direção do movimento principal (do ponto 1 para o ponto 2) na direção da inclinação maior

É possível otimizar a qualidade da superfície utilizando uma fresa esférica:

- Com superfícies torcidas, colocar a direção do movimento principal (do ponto 1 para o ponto 2) perpendicular à direção da inclinação maior



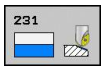
Ter em atenção ao programar!

O TNC posiciona a ferramenta desde a posição atual com um movimento retlíneo 3D para o ponto inicial 1. Posicionar previamente a ferramenta, de forma a que não se possa produzir nenhuma colisão com a peça de trabalho ou com o dispositivo tensor.

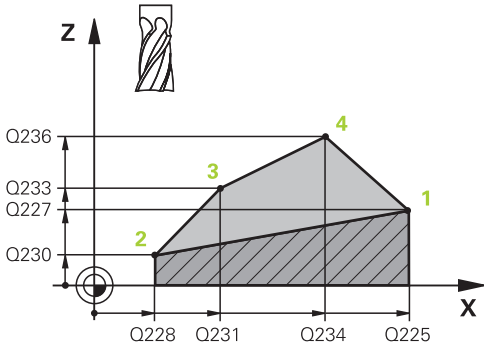
O TNC desloca a ferramenta com correção de raio **R0** entre as posições programadas.

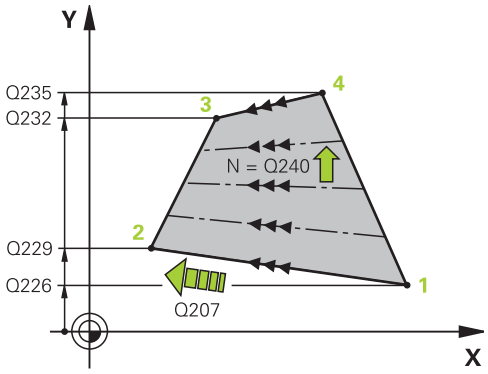
Se necessário, utilizar uma fresa com dentado frontal cortante no centro (DIN 844) ou pré-furar com ciclo 21.

Parâmetros de ciclo



- **Ponto inicial do 1º eixo** Q225 (absoluto): coordenada do ponto inicial na superfície a maquinar no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Ponto inicial do 2.º eixo** Q226 (absoluto): coordenada do ponto inicial na superfície a maquinar no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Ponto inicial do 3º eixo** Q227 (absoluto): coordenada do ponto inicial da superfície a facejar no eixo do mandril. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto do 1º eixo** Q228 (absoluto): coordenada do ponto final da superfície a facejar no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto do 2º eixo** Q229 (absoluto): coordenada do ponto final da superfície a facejar no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto do 3º eixo** Q230 (absoluto): coordenada do ponto final da superfície a facejar no eixo do mandril. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **3.º ponto do 1.º eixo** Q231 (valor absoluto): coordenada do ponto 3 no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **3.º ponto do 2.º eixo** Q232 (valor absoluto): coordenada do ponto 3 no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **3.º ponto do 3.º eixo** Q233 (valor absoluto): coordenada do ponto 3 no eixo do mandril. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **4.º ponto do 1.º eixo** Q234 (valor absoluto): coordenada do ponto 4 no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **4.º ponto do 2.º eixo** Q235 (valor absoluto): coordenada do ponto 4 no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **4.º ponto do 3.º eixo** Q236 (valor absoluto): coordenada do ponto 4 no eixo do mandril. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Número de cortes** Q240: quantidade de linhas que o TNC deve deslocar a ferramenta entre o ponto 1 e 4, ou entre o ponto 2 e 3. Campo de introdução 0 a 99999





Blocos NC

72 CYCL DEF 231 SUPERFÍCIE REGULAR	
Q225=+0	;PONTO INICIAL 1.º EIXO
Q226=+5	;PONTO INICIAL 2.º EIXO
Q227=-2	;PONTO INICIAL 3.º EIXO
Q228=+100	;2.º PONTO 1.º EIXO
Q229=+15	;2.º PONTO 2.º EIXO
Q230=+5	;2.º PONTO 3.º EIXO
Q231=+15	;3.º PONTO 1.º EIXO
Q232=+125	;3.º PONTO 2.º EIXO
Q233=+25	;3.º PONTO 3.º EIXO
Q234=+15	;4.º PONTO 1.º EIXO
Q235=+125	;4.º PONTO 2.º EIXO
Q236=+25	;4.º PONTO 3.º EIXO
Q240=40	;QUANTIDADE DE CORTES
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM

10.3 SUPERFÍCIE REGULAR (ciclo 231, DIN/ISO: G231, opção de software 19)

- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. O TNC executa o primeiro corte com metade do valor programado. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**

10.4 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 232, DIN/ISO: G232, opção de software 19)

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, corte lateral fora da superfície a trabalhar
- **Estratégia Q389=1**: Executar em forma de meandro, corte lateral dentro da superfície a trabalhar
- **Estratégia Q389=2**: Executar linha a linha, retrocesso e corte lateral em avanço de posicionamento

1 O TNC 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 TNC 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 TNC

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 TNC 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 TNC desloca a ferramenta com avanço de posicionamento prévio transversal para o ponto de partida da linha seguinte; o TNC calcula esta deslocação a partir da largura programada, do raio da ferramenta e do fator de sobreposição de trajetórias máximo

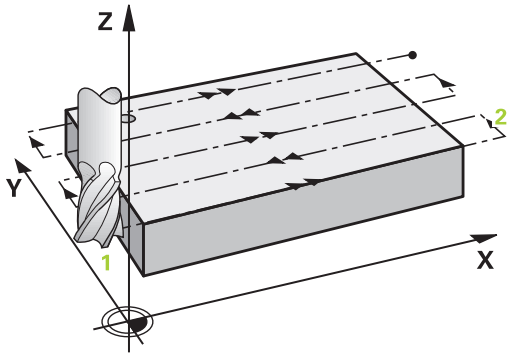
5 Depois, a ferramenta retira-se novamente na direção do ponto inicial 1

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.

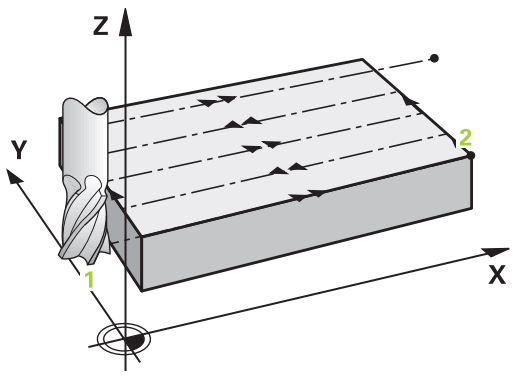
8 Este processo repete-se até todos os passos terem sido executados. No último corte apenas se fresa a medida excedente de acabamento introduzida no avanço de acabamento

9 No fim, o TNC desloca a ferramenta com **FMAX** de volta para a 2.ª distância de segurança



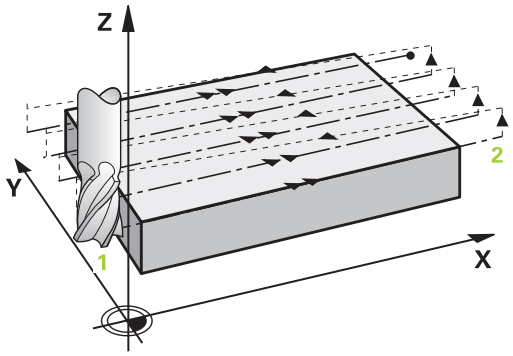
10.4 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 232, DIN/ISO: G232, opção de software 19)

Estratégia Q389=1



3 Depois, a ferramenta desloca-se com avanço de fresagem programado sobre o ponto final 2. O ponto final encontra-se **dentro** da área, o TNC calcula o ponto final a partir do ponto inicial programado, do comprimento programado e do raio da ferramenta programado
4 O TNC desloca a ferramenta com avanço de posicionamento prévio transversal para o ponto de partida da linha seguinte; o TNC calcula esta deslocação a partir da largura programada, do raio da ferramenta e do fator de sobreposição de trajetórias máximo
5 Depois, a ferramenta retira-se novamente na direção do ponto inicial 1. A deslocação para a linha seguinte ocorre novamente dentro 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 apenas se fresa a medida excedente de acabamento introduzida no avanço de acabamento
9 No fim, o TNC 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 TNC 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 TNC 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 TNC 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 de seguida novamente em direção ao ponto final 2
6 O procedimento de facejamento 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 TNC desloca a ferramenta com **FMAX** de volta para a 2.ª distância de segurança

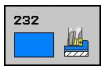
Ter em atenção ao programar!

Definir a 2.ª distância de segurança Q204 de forma a que não se possa produzir nenhuma colisão com a peça de trabalho ou com o dispositivo tensor.

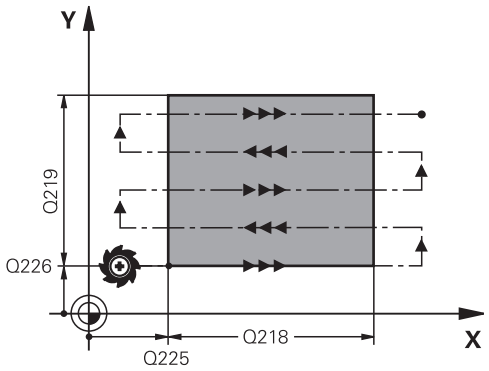
Se o ponto inicial 3.º eixo Q227 e o ponto final 3.º eixo Q386 forem introduzidos igualmente, o TNC não executa o ciclo (Profundidade = 0 programado).

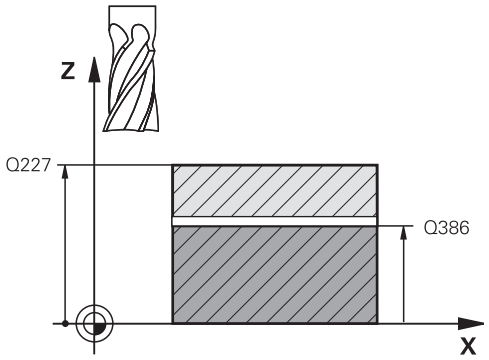
10.4 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 232, DIN/ISO: G232, opção de software 19)

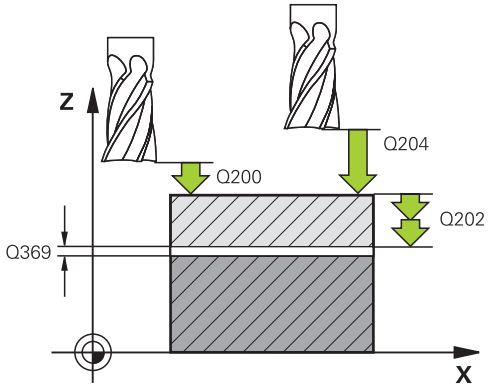
Parâmetros de ciclo

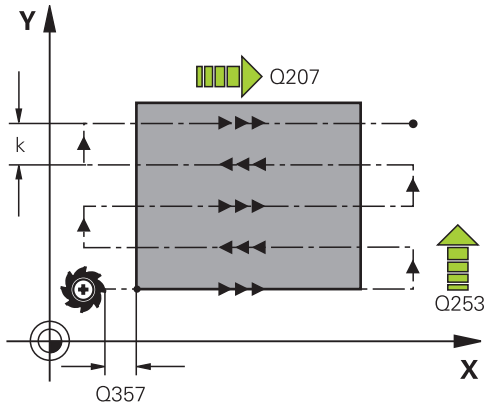


- **Estratégia de maquinagem (0/1/2)** Q389: determinar de que forma o TNC deverá maquinar a superfície:
  0: Maquinar em forma de meandro, corte lateral em avanço de posicionamento fora da superfície a maquinar
  1: Maquinar em forma de meandro, corte lateral em avanço de fresagem dentro da superfície a maquinar
  2: Executar linha a linha, retrocesso e corte lateral em avanço de posicionamento
- **Ponto inicial do 1º eixo** Q225 (absoluto): coordenada do ponto inicial na superfície a maquinar no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Ponto inicial do 2.º eixo** Q226 (absoluto): coordenada do ponto inicial na superfície a maquinar no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Ponto inicial do 3º eixo** Q227 (absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho a partir da qual devem ser calculados os cortes. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Ponto final do 3º eixo** Q386 (absoluto): coordenada no eixo do mandril sobre a qual a superfície deve ser fresada de forma plana. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1º comprimento lateral** Q218 (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
- **2º comprimento lateral** Q219 (incremental): comprimento da superfície a maquinar no eixo secundário do plano de maquinagem. Através do sinal, pode-se determinar a direção do primeiro corte transversal com referência ao **ponto inicial do 2º eixo**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Profundidade de corte máxima** Q202 (valor incremental): medida segundo a qual a ferramenta corta no **máximo** de cada vez na peça de trabalho. O TNC calcula a profundidade de corte 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 corte. Campo de introdução 0 bis 99999,9999









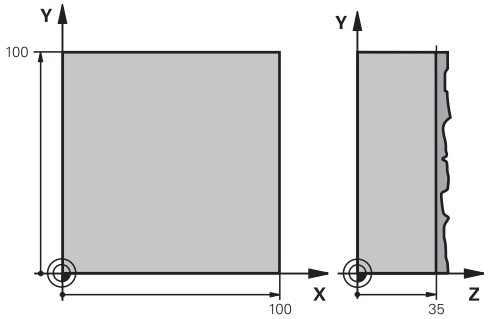
- **Medida exced. acabamento em profundidade** Q369 (incremental): valor com o qual deve ser deslocado o último corte. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Fator de sobreposição de trajetória máximo** Q370: Corte lateral k **máximo** O TNC calcula o corte lateral real a partir do 2º comprimento de lado (Q219) e do raio da ferramenta de modo a que a maquinagem seja feita com corte lateral constante. Se introduziu na tabela de ferramentas um raio R2 (p ex. raio da placa na utilização de uma fresa composta), o TNC diminui correspondentemente o corte lateral. Campo de introdução 0.1 a 1.9999
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de acabamento** Q385: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar o último corte em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: 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 TNC desloca o corte transversal com avanço de fresagem Q207. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a posição inicial no eixo da ferramenta. Se fresa com estratégia de maquinagem Q389=2, o TNC desloca-se na distância de segurança sobre a profundidade de corte atual para o ponto inicial na linha seguinte. Campo de introdução 0 a 99999.9999
- **Distância de segurança do lado** Q357 (incremental): distância lateral da ferramenta à peça de trabalho na aproximação da primeira profundidade de corte e a distância em que é deslocado o corte lateral na estratégia de maquinagem Q389=0 e Q389=2. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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**

Blocos NC

71 CYCL DEF 232 FRESAGEM TRANSVERSAL	
Q389=2	;ESTRATÉGIA
Q225=+10	;PONTO INICIAL 1.º EIXO
Q226=+12	;PONTO INICIAL 2.º EIXO
Q227=+2.5	;PONTO INICIAL 3.º EIXO
Q386=-3	;PONTO FINAL 3.º EIXO
Q218=150	;1.º COMPRIMENTO LATERAL
Q219=75	;2.º COMPRIMENTO LATERAL
Q202=2	;PROFUNDIDADE DE PASSO MÁX.
Q369=0.5	;MEDIDA EXC. PROFUNDIDADE
Q370=1	;SOBREPOSIÇÃO MÁX.
Q207=500	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q385=800	;AVANÇO DE ACABAMENTO
Q253=2000	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q357=2	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA LADO
Q204=2	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA

10.5 Exemplos de programação

Exemplo: facejar



0 BEGIN PGM C230 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z+0	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+40	
3 TOOL CALL 1 Z S3500	Chamada da ferramenta
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 230 FACEJAR	Definição do ciclo de facejar
Q225=+0 ;PONTO INICIAL 1.º EIXO	
Q226=+0 ;PONTO INICIAL 2.º EIXO	
Q227=+35 ;PONTO INICIAL 3.º EIXO	
Q218=100 ;1.º COMPRIMENTO LATERAL	
Q219=100 ;2.º COMPRIMENTO LATERAL	
Q240=25 ;QUANTIDADE DE CORTES	
Q206=250 ;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q207=400 ;AVANÇO DE FRESAGEM	
Q209=150 ;AVANÇO TRANSVERSAL	
Q200=2 ;DISTÂNCIA SEGURANÇA	
6 L X+-25 Y+0 R0 FMAX M3	Posicionamento prévio perto do ponto inicial
7 CYCL CALL	Chamada de ciclo
8 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
9 END PGM C230 MM	

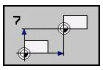
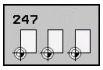
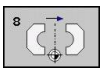
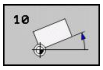
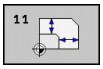
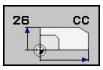
11

Ciclos: Conversões de coordenadas

11.1 Princípios básicos

Resumo

Com as conversões de coordenadas, o TNC pode executar um contorno programado uma vez em diversos pontos da peça de trabalho com posição e dimensão modificadas. O TNC dispõe dos seguintes ciclos de conversão de coordenadas:

Ciclo	Softkey	Página
7 PONTO ZERO Deslocar contornos diretamente no programa ou a partir de tabelas de ponto zero		243
247 DEFINIR PONTO DE REFERÊNCIA Definir o ponto de referência durante a execução do programa		249
8 REFLETIR Refletir contornos		250
10 ROTAÇÃO Rodar contornos no plano de maquinagem		252
11 FATOR DE ESCALA Reduzir ou ampliar contornos		254
26 FATOR DE ESCALA ESPECÍFICO DE CADA EIXO Reduzir ou ampliar contornos com fatores de escala específicos dos eixos		255
19 PLANO DE MAQUINAGEM Executar maquinagens no sistema de coordenadas inclinado para máquinas com ferramenta basculante e/ou mesas rotativas		257

Ativação da conversão de coordenadas

Início da ativação: uma conversão de coordenadas ativa-se a partir da sua definição – não é, portanto, chamada. A conversão atua até ser anulada ou definida uma nova.

Anular uma 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 END PGM (depende do parâmetro da máquina **clearMode**)
- Selecionar novo programa

11.2 DESLOCAÇÃO DO PONTO ZERO (ciclo 7, DIN/ISO: G54)

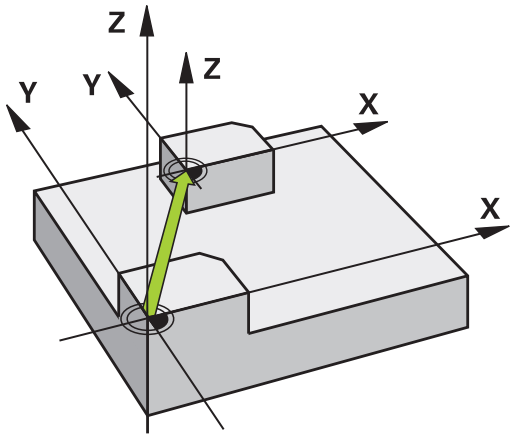
Ativação

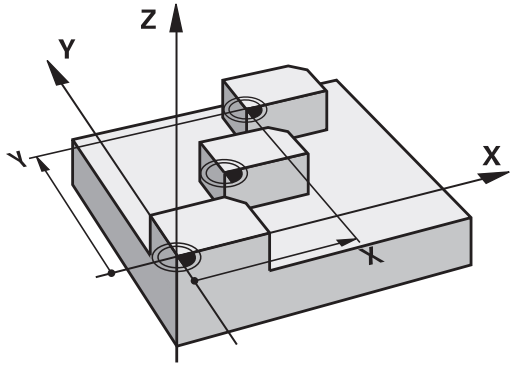
Com DESLOCAÇÃO DO PONTO ZERO, é possível repetir maquinagens em qualquer ponto da peça de trabalho.

Após uma definição de ciclo DESLOCAÇÃO DO PONTO ZERO, todas as introduções de coordenadas referem-se ao novo ponto zero. O TNC visualiza a deslocação em cada eixo na apresentação adicional de estados. É também permitida a introdução de eixos rotativos

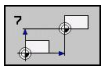
Anular

- 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



- **Deslocação**: introduzir as coordenadas do novo ponto zero; os valores absolutos referem-se ao ponto zero da peça de trabalho determinado através da memorização 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

Blocos NC

```
13 CYCL DEF 7.0 PONTO ZERO
14 CYCL DEF 7.1 X+60
16 CYCL DEF 7.3 Z-5
15 CYCL DEF 7.2 Y+40
```

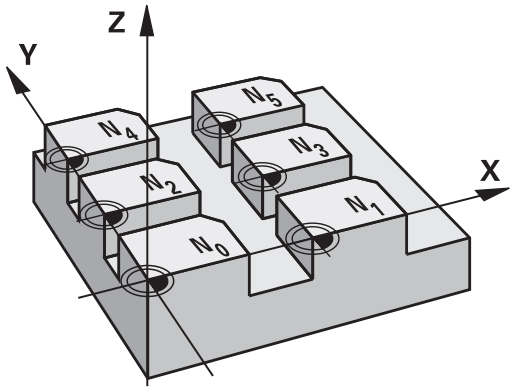
11.3 Deslocação do PONTO ZERO com tabelas de pontos zero (ciclo 7, DIN/ISO: G53)

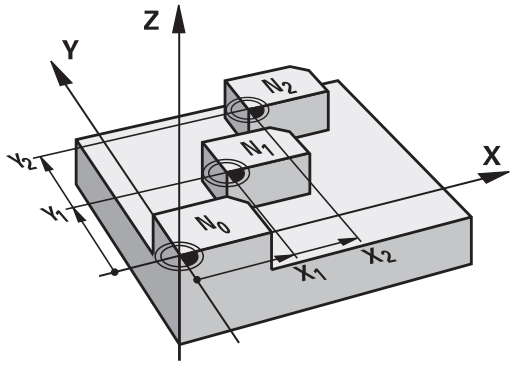
Atuação

Introduzem-se 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, 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

Visualização de estados

Na apresentação de estados suplementar, são visualizados os seguintes dados a partir da tabela de pontos zero:

- Nome e caminho da tabela de pontos zero ativada
- Número do ponto zero ativado
- Comentário a partir da coluna DOC do número do ponto zero ativado

Ter em atenção ao programar!

Atenção, perigo de colisão!

Os pontos zero da tabela de pontos zero referem-se **sempre e exclusivamente** ao ponto de referência atual (preset).

Se aplicar deslocações de ponto zero com tabelas de ponto zero, utilize a função **SEL TABLE**, para ativar a tabela de pontos zero pretendida a partir do programa NC.

Quando trabalhar sem **SEL-TABLE** tem que ativar a tabela de pontos zero pretendida antes do teste do programa ou da execução do programa (também válido para o gráfico de programação):

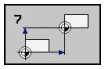
- Selecionar a tabela pretendida para o teste do programa num modo de funcionamento de **teste do programa** com a gestão de ficheiros: a tabela fica com o estado S
- Selecionar a tabela pretendida para o teste do programa num modo de funcionamento de execução do programa com a gestão de ficheiros: a tabela fica com o estado M

Os valores das coordenadas das tabelas de ponto zero são exclusivamente absolutos.

Só se podem acrescentar novas linhas no fim da tabela.

Ao elaborarem-se tabelas de ponto zero, o nome do ficheiro deve começar por uma letra.

Parâmetros de ciclo



- **Deslocação**: introduzir o número do ponto zero a partir da tabela de pontos zero, ou o parâmetro Q; se se utilizar um parâmetro Q, o TNC ativa o número de ponto zero desse parâmetro Q. Campo de introdução de 0 a 9999

Blocos NC

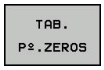
```
77 CYCL DEF 7.0 PONTO ZERO
78 CYCL DEF 7.1 #5
```

11.3 Deslocação do PONTO ZERO com tabelas de pontos zero (ciclo 7, DIN/ISO: G53)

Selecionar a tabela de pontos zero no programa NC

Com a função **SEL TABLE**, seleciona-se a Tabela de Pontos Zero à qual o TNC vai buscar os pontos zero:

- Selecionar as funções para a chamada do programa: premir a tecla PGM CALL



- Premir a softkey TABELA DE PONTOS ZERO
- Introduzir o nome completo do caminho da tabela de pontos zero ou selecionar o ficheiro com a softkey SELECCIONAR, confirmar com a tecla END

Programar o bloco **SEL TABLE** antes do ciclo 7 Deslocação do ponto zero.

Uma tabela de pontos zero selecionada com **SEL TABELA** permanece ativa até se selecionar com **SEL TABELA** ou com PGM MGT uma outra tabela de pontos zero.

Editar a tabela de pontos zero no modo de funcionamento Memorização/Edição do programa

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.

A tabela de pontos zero é selecionada no modo de funcionamento **Memorização/Edição do programa**

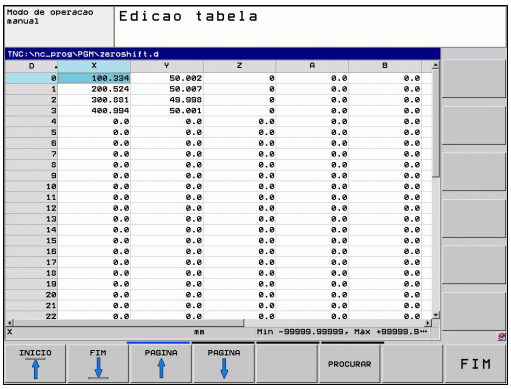
- Chamar Gestão de Ficheiros: premir a tecla PGM MGT
- Visualizar tabelas de pontos zero: premir as softkeys SELECCIONAR TIPO e MOSTRAR. D
- Selecionar a tabela pretendida ou introduzir um novo nome de ficheiro
- Editar um ficheiro A barra de softkeys indica as seguintes funções:

Função	Softkey
Selecionar o início da tabela	INICIO
Selecionar o fim da tabela	FIM
Passar para a página de trás	PAGINA
Passar para a página da frente	PAGINA
Acrescentar linha (só é possível no fim da tabela)	INSERIR LINHA
Apagar linha	APAGAR LINHA
Procurar	PROCURAR
Cursor para o início das linhas	INICIO FILAS
Cursor para o fim das linhas	FINAL FILAS
Copiar os valores atuais	COPIAR VALOR ACTUAL
Introduzir os valores atuais	INSERIR VALOR COPIADO
Acrescentar a quantidade de linhas (pontos zero) possíveis de se introduzir no fim da tabela	MOVER-SE LINHAS N NO FINAL

11.3 Deslocação do PONTO ZERO com tabelas de pontos zero (ciclo 7, DIN/ISO: G53)

Configurar a tabela de pontos zero

Se não quiser definir nenhum ponto zero para um eixo ativo, prima a tecla DEL. O TNC apaga então o valor numérico do respetivo campo de introdução.



É possível alterar as propriedades de tabelas. Para isso, introduza o número de código 555343 no menu MOD. O TNC disponibiliza então a softkey EDITAR FORMATO, se estiver selecionada uma tabela.
Ao premir esta softkey, o TNC 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 outro tipo de ficheiro na gestão de ficheiros e selecionar o ficheiro pretendido.

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 pelo TNC na maquinagem de um programa.

Apresentação de estados

Na visualização de estados suplementar, o TNC mostra os valores da deslocação do ponto zero ativa.

11.4 DEFINIR PONTO DE REFERÊNCIA (Ciclo 247, DIN/ISO: G247)

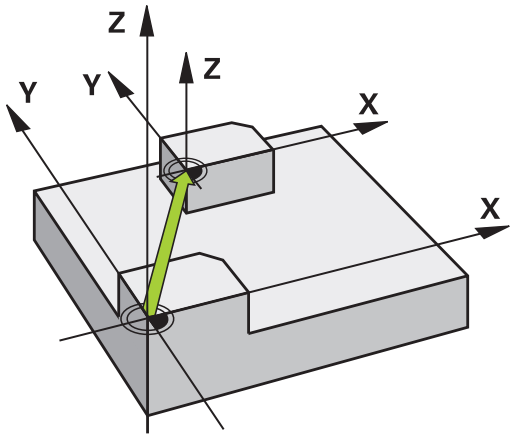
Atuação

Com o ciclo MEMORIZAR PONTO DE REFERÊNCIA, é possível ativar como novo ponto de referência um preset definido numa tabela de preset.

Depois duma definição de ciclo MEMORIZAR PONTO DE REFERÊNCIA todas as introduções de coordenadas e deslocações do ponto zero (absolutas e incrementais) referem-se ao novo preset.

Apresentação de estado

Na apresentação de estados, o TNC indica o número Preset ativo junto ao símbolo de ponto de referência.



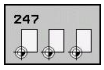
Ter em atenção antes de programar!

Aquando da ativação de um ponto de referência da tabela de preset, o TNC anula uma deslocação de ponto zero, espelhamento, rotação e fator de escala.

Se se ativar o número de preset 0 (linha 0), ativar o último ponto de referência fixado num modo de funcionamento manual.

No modo de funcionamento Teste PGM o ciclo 247 não está ativado.

Parâmetros de ciclo



- **Número para ponto de referência?**: indicar o número do ponto de referência a partir da tabela de preset que deve ser ativado. Campo de introdução de 0 a 65535

Blocos NC

13 CYCL DEF 247 DEFINIR PONTO DE REFERÊNCIA	
Q339=4	;NÚMERO DE PONTO DE REFERÊNCIA

Apresentação de estados

Na visualização de estado adicional (VIS.POS.ESTADO), o TNC mostra o número de preset ativo por trás do diálogo **Ponto ref.**.

11.5 REFLETIR (Ciclo 8, DIN/ISO: G28)

Atuação

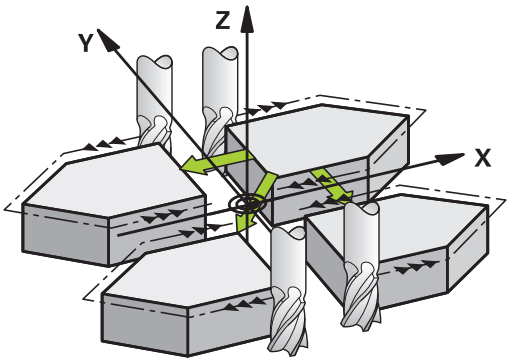
O TNC pode realizar uma maquinagem de reflexo no plano de maquinagem.

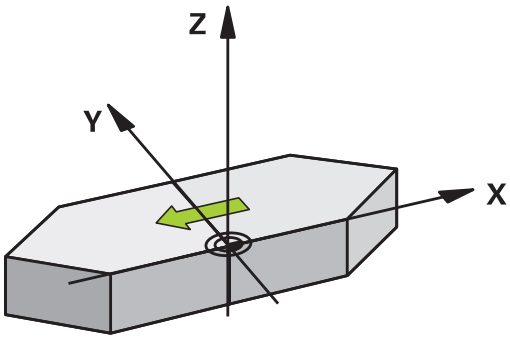
O ciclo de reflexo atua a partir da sua definição no programa. Também atua no modo de funcionamento Posicionamento com Introdução Manual. O TNC mostra na apresentação de estados adicional os eixos refletidos ativados

- Se se refletir só um eixo, modifica-se o sentido de deslocação da ferramenta. Isto não é válido nos ciclos SL.
- Se se refletirem 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 que se pretende: o elemento é refletido diretamente no ponto zero;
- O ponto zero situa-se fora do contorno que se pretende refletir: o elemento desloca-se adicionalmente





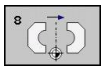
Anular

Programar de novo o ciclo REFLECTIR com a introdução NO ENT.

Ter em atenção ao programar!

Quando se reflete só um eixo, o sentido de percurso nos ciclos de fresagem com números 2xx é alterado. Exceção: o ciclo 208, em que se mantém o sentido de percurso definido.

Parâmetros de ciclo



- **Eixo refletido?**: introduzir o eixo que se pretende refletir; podem-se refletir todos os eixos - incluindo os eixos rotativos - exceto o eixo do mandril e o respetivo eixo secundário. É permitido introduzir, no máximo, três eixos: Campo de introdução até 3 eixos NC **X**, **Y**, **Z**, **U**, **V**, **W**, **A**, **B**, **C**

Blocos NC

```
79 CYCL DEF 8.0 REFLETIR
80 CYCL DEF 8.1 X Y Z
```

11.6 ROTAÇÃO (Ciclo 10, DIN/ISO: G73)

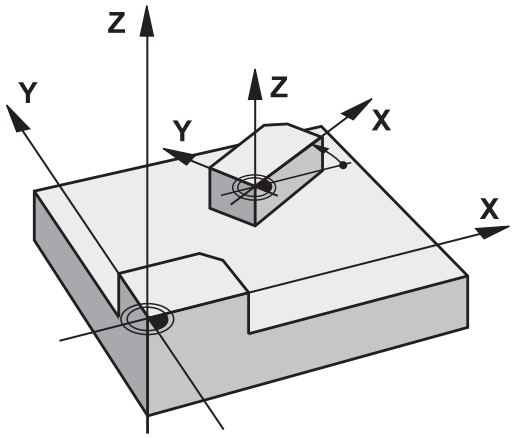
Atuação

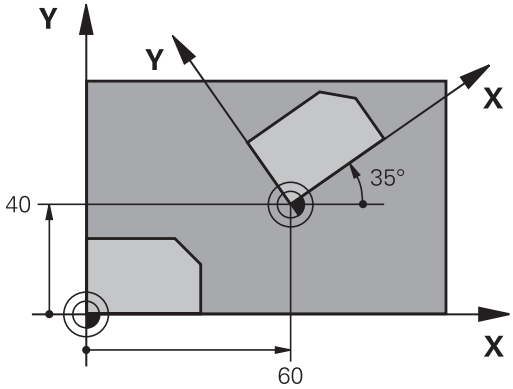
Dentro dum programa pode-se rodar o sistema de coordenadas no plano de maquinagem segundo o ponto zero ativado.

A ROTAÇÃO ativa-se a partir da sua definição no programa. Também atua no modo de funcionamento Posicionamento com Introdução Manual. O TNC visualiza o ângulo de rotação ativado na apresentação de estados 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

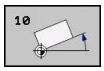
Programa-se de novo o ciclo ROTAÇÃO indicando o ângulo de rotação.

Ter em atenção ao programar!

O TNC 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)

Blocos NC

```
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 ROTAÇÃO
17 CYCL DEF 10.1 ROT+35
18 CALL LBL 1
```

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

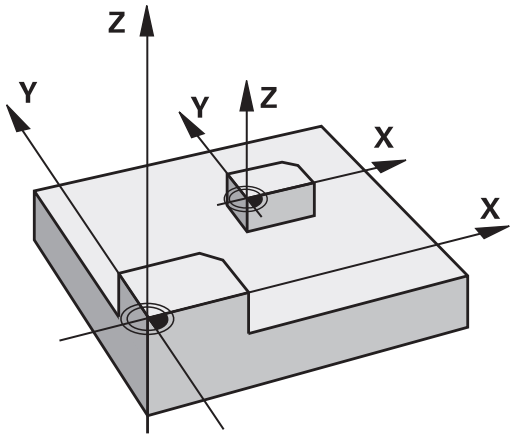
Atuação

O TNC pode aumentar ou reduzir contornos dentro dum programa. É possível, assim, ter em consideração fatores de diminuição ou aumento do tamanho, por exemplo.

O FATOR DE ESCALA fica ativado a partir da sua definição no programa. Também se ativa no modo de funcionamento Posicionamento com Introdução Manual. O TNC visualiza o fator de escala ativado na visualização de estados adicional.

O fator de escala atua

- simultaneamente nos três eixos de coordenadas
- nas cotas indicadas nos ciclos



Condições

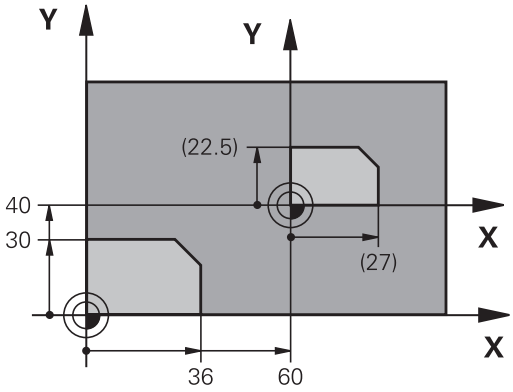
Antes da ampliação ou redução, o ponto zero deve ser deslocado para um lado ou esquina do contorno.

Ampliar: SCL maior do que 1 a 99,999 999

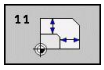
Reduzir: SCL menor do que 1 a 0,000 001

Anular

Programar de novo o ciclo FATOR DE ESCALA com fator de escala 1



Parâmetros de ciclo



- **Fator?**: introduzir o fator SCL (em inglês: scaling); o TNC multiplica as coordenadas e raios pelo fator SCL (tal como descrito em "Ativação"). Campo de introdução de 0,000000 a 99,999999

Blocos NC

```
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 FATOR DE ESCALA
16 CYCL DEF 11.1 SCL 0.75
17 CALL LBL 1
```

11.8 FATOR DE ESCALA ESPECÍF. EIXO (Ciclo 26)

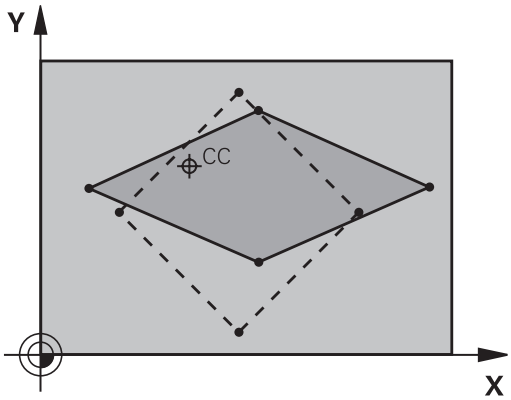
Atuação

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. Também se ativa no modo de funcionamento Posicionamento com Introdução Manual. O TNC visualiza o fator de escala ativado na visualização de estados adicional.

Anular

Programar de novo o ciclo FATOR DE ESCALA com fator 1 para o eixo respetivo



Ter em atenção ao programar!

Não é permitido prolongar ou reduzir os eixos de coordenadas com posições para trajetórias circulares com fatores diferentes.

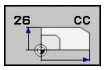
É possível introduzir para cada eixo de coordenadas um fator de escala específico de cada eixo

Além disso, também se podem programar as coordenadas dum centro para todos os fatores de escala.

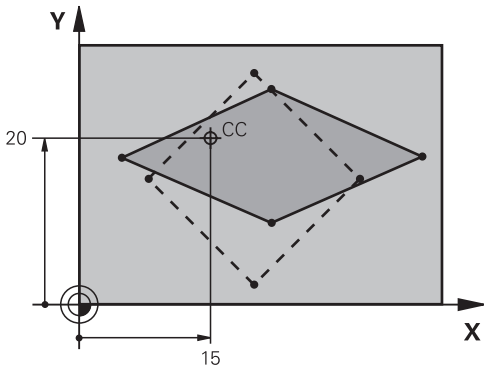
O contorno é prolongado a partir do centro, ou reduzido em direção a este, quer dizer, não é necessário realizá-lo com o ponto zero atual - como no ciclo 11 FATOR DE ESCALA.

11.8 FATOR DE ESCALA ESPECÍF. EIXO (Ciclo 26)

Parâmetros de ciclo



- **Eixo e fator**: selecionar por softkey o(s) eixo(s) de coordenadas e introduzir o(s) fator(es) de escala da ampliação ou redução específicos de cada eixo. Campo de introdução de 0,000000 a 99,999999
- **Coordenadas do centro**: centro da ampliação ou redução específica de cada eixo. Campo de introdução de -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

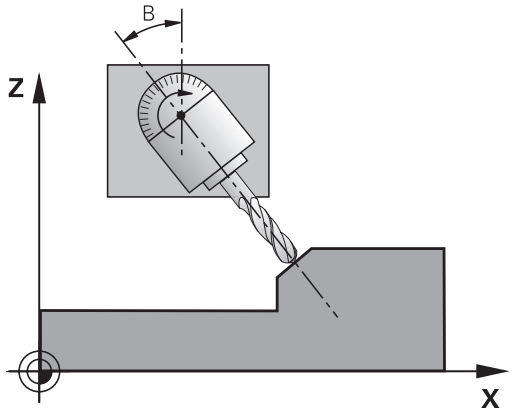
25 CALL LBL 1
26 CYCL DEF 26.0 FATOR DE ESCALA
27 CYCL DEF 26.1 X 1.4 Y 0.6 CCX+15 CCY+20
28 CALL LBL 1

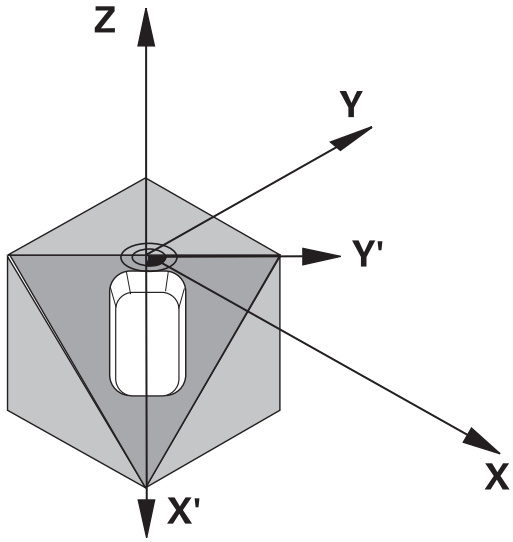
11.9 PLANO DE MAQUINAGEM (ciclo 19, DIN/ISO: G80, opção de software 1)

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 das posições da ferramenta.





> 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 TNC calcula automaticamente as posições angulares necessárias dos eixos basculantes, e coloca-as nos parâmetros de Q120 (eixo A) até Q122 (eixo C). Se forem possíveis duas soluções, o TNC escolhe o caminho mais curto – partindo da posição zero dos eixos rotativos.

A sequência das rotações para o cálculo da posição do plano é fixa: o TNC 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. 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, tem de se movê-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.

11.9 PLANO DE MAQUINAGEM (ciclo 19, DIN/ISO: G80, opção de software 1)

Ter em atenção ao programar!

As funções para a inclinação do plano de maquinagem são adaptadas ao TNC e à máquina pelo fabricante da máquina. Em determinadas cabeças basculantes (mesas basculantes), o fabricante da máquina determina se os ângulos programados no ciclo se interpretam como coordenadas dos eixos rotativos ou como componentes angulares de um plano inclinado.

Consulte o manual da sua máquina.

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.

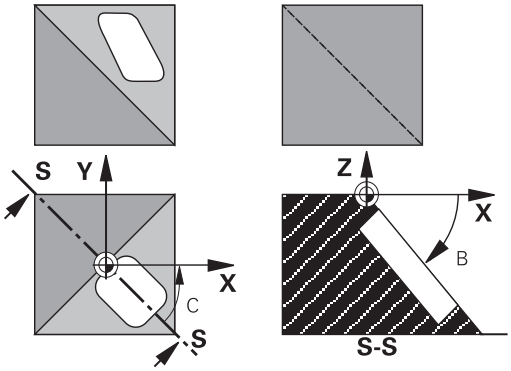
Quando se utiliza o ciclo 19 com o M120 ativo, o TNC anula automaticamente a correção do raio e também a função M120.

Parâmetros de ciclo

- **Eixo e ângulo de rotação?**: introduzir eixo rotativo com respetivo ângulo de rotação; programar os eixos de rotação A, B e C com softkeys. Campo de introdução de -360,000 a 360,000

Se o TNC 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
- **Distância de segurança?** (incremental): o TNC 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 de novo o ciclo PLANO DE MAQUINAGEM INCLINADO e introduzir 0° para todos os eixos rotativos. Seguidamente, definir outra vez o ciclo PLANO DE MAQUINAGEM INCLINADO, e confirmar a pergunta de diálogo com a tecla NO ENT. Desta forma, a função fica inativa.

Posicionar eixos rotativos

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. Consulte o manual da sua máquina.

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 ângulo sólido, 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 de blocos NC:

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 CYCL DEF 19.0 PLANO DE MAQUINAGEM	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

11.9 PLANO DE MAQUINAGEM (ciclo 19, DIN/ISO: G80, opção de software 1)

Posicionar automaticamente os eixos rotativos

Quando o ciclo 19 posiciona automaticamente os eixos rotativos, é válido:

- O TNC 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 TNC efetua o processo de inclinação com o último avanço programado. O máximo avanço possível depende da complexidade da cabeça basculante (mesa basculante).

Exemplo de blocos NC:

10 L Z+100 R0 FMAX	
11 L X+25 Y+10 R0 FMAX	
12 CYCL DEF 19.0 PLANO DE MAQUINAGEM	Definir o ângulo para o cálculo da correção
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0 F5000 DIST50	Definir adicionalmente o avanço e a 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 apresentação de estados 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 TNC comprova, no sistema de coordenadas inclinado, apenas os interruptores limite dos eixos que são deslocados. Se necessário, o TNC 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 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 efetua-se sempre no ponto zero ativado. 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:

1. ativar a deslocação do ponto zero
2. Ativar a inclinação do plano de maquinagem
3. Ativar a rotação

...

Maquinagem da peça de trabalho

...

1. Anular a rotação
2. Anular a inclinação do plano de maquinagem
3. Anular a deslocação do ponto zero

11.9 PLANO DE MAQUINAGEM (ciclo 19, DIN/ISO: G80, opção de software 1)

Normas para trabalhar com o ciclo 19 PLANO DE MAQUINAGEM INCLINADO

1 Elaborar o programa

- Definir a ferramenta (não é preciso, se estiver ativado TOOL.T), e introduzir o comprimento 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 o bloco L no respetivo valor angular (depende de um parâmetro de máquina)
- Se necessário, ativar a deslocação do ponto zero
- Definir o ciclo 19 PLANO DE MAQUINAGEM INCLINADO; 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
- 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. As novas posições angulares podem ser definidas diretamente
- Anular o ciclo 10 PLANO DE MAQUINAGEM INCLINADO, introduzir 0° para todos os eixos rotativos
- Desativar a função PLANO DE MAQUINAGEM INCLINADO; definir de novo o ciclo 19, confirmar a pergunta de diálogo com NO ENT
- Se necessário, anular a deslocação do ponto zero
- Se necessário, posicionar os eixos rotativos na posição 0°

2 Fixar a peça de trabalho

3 Memorizar o ponto de referência

- De forma manual por apalpação
- Controlado com o apalpador 3-D da HEIDENHAIN (ver manual do utilizador Ciclos do apalpador, capítulo 2)
- Automaticamente com o apalpador 3-D da HEIDENHAIN (ver manual do utilizador Ciclos do apalpador, capítulo 3)

4 Iniciar o programa de maquinagem no modo de funcionamento Execução contínua do Programa

5 Modo de funcionamento manual

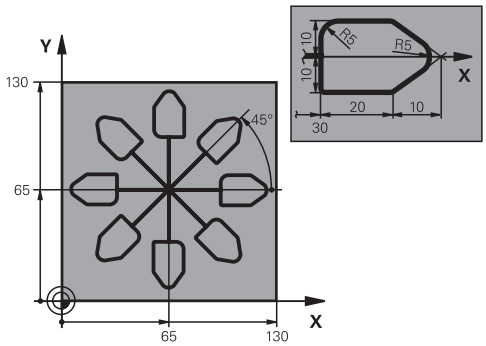
Fixar a função Inclinar plano de maquinagem com a softkey 3D-ROT em INACTIVO. Para todos os eixos rotativos, registar no menu o valor angular 0°.

11.10 Exemplos de programação

Exemplo: ciclos de conversão de coordenadas

Execução do programa

- Conversão 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 Y+130 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	Chamada da 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 ROTAÇÃO	Rotação a 45° em incremental
11 CYCL DEF 10.1 ROTAÇ.INCR.+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 ROTAÇÃO	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	

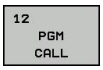
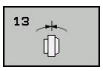
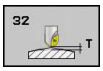
12

Ciclos: Funções especiais

12.1 Princípios básicos

Resumo

O TNC dispõe de cinco ciclos para as seguintes utilizações especiais:

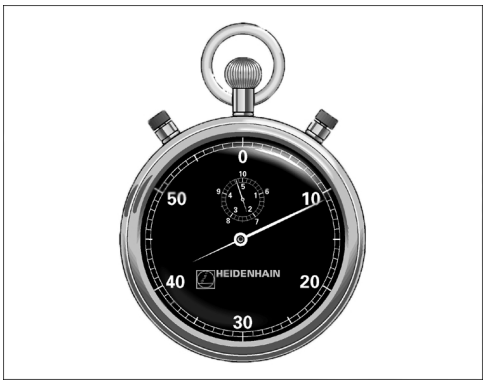
Ciclo	Softkey	Página
9 TEMPO DE ESPERA		267
12 CHAMADA DO PROGRAMA		268
13 ORIENTAÇÃO DO MANDRIL		270
32 TOLERÂNCIA		271
225 GRAVAÇÃO de textos		274

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, por exemplo, para a rotura de apara

O ciclo ativa-se a partir da sua definição no programa. Não afeta os estados (permanentes) que atuam de forma modal, como p.ex. a rotação do mandril.



Blocos NC

```
89 CYCL DEF 9.0 TEMPO DE ESPERA
90 CYCL DEF 9.1 TEMPO ESPERA 1.5
```

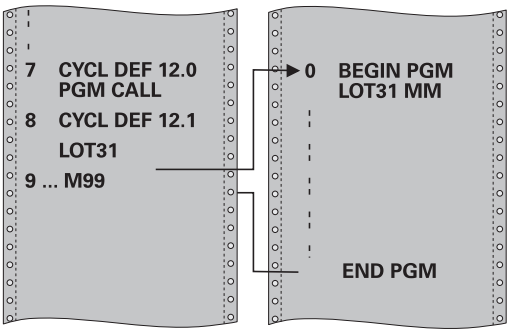
Parâmetros de ciclo

- **Tempo de espera em segundos**: introduzir o tempo de espera em segundos. Campo de introdução de 0 a 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 de maquinagem como, p.ex. ciclos especiais de furar ou módulos geométricos a um ciclo de maquinagem. Este programa é chamado como se fosse um ciclo.



Ter em atenção ao programar!

O programa chamado tem que estar memorizado no disco rígido do TNC.

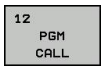
Se introduzir só o nome do programa, o programa declarado para o ciclo deve estar no mesmo diretório que o programa chamado.

Se o programa declarado para o ciclo não estiver no mesmo diretório que o programa 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 introduzir o tipo de ficheiro .I a seguir ao nome do programa.

Os parâmetros Q atuam na chamada de um programa, com o ciclo 12, basicamente de forma global. Tenha atenção a que as modificações em parâmetros Q no programa chamado, atuem também, se necessário, no programa que se pretende chamar.

Parâmetros de ciclo



- **Nome do programa**: nome do programa que se pretende chamar; se necessário indicando o caminho de procura onde está o programa, ou
- através da softkey SELECCIONAR, ativar o diálogo de seleção de ficheiros e selecionar o programa a abrir

O programa é aberto com:

- CYCL CALL (bloco separado) ou
- M99 (bloco a bloco) ou
- M89 (executado depois dum bloco de posicionamento)

Declarar o programa 50 como ciclo e chamá-lo com M99

```
55 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
56 CYCL DEF 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 TNC devem ser preparados pelo fabricante da máquina.

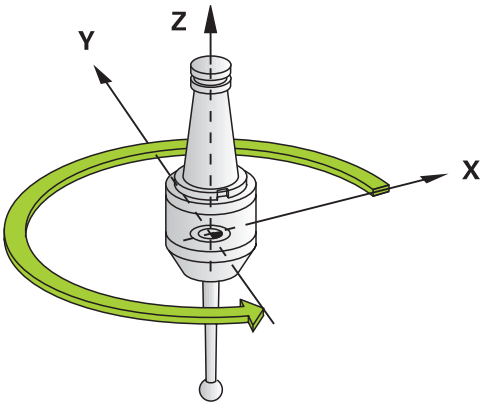
O TNC pode controlar o mandril principal duma máquina-ferramenta e rodá-lo numa posição determinada segundo um ângulo.

A orientação do mandril é precisa, 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 infra-vermelhos

O TNC 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 TNC posiciona o mandril principal num valor angular que é determinado pelo fabricante da máquina (ver manual da máquina).



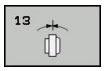
Blocos NC

```
93 CYCL DEF 13.0 ORIENTAÇÃO
94 CYCL DEF 13.1 ÂNGULO 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

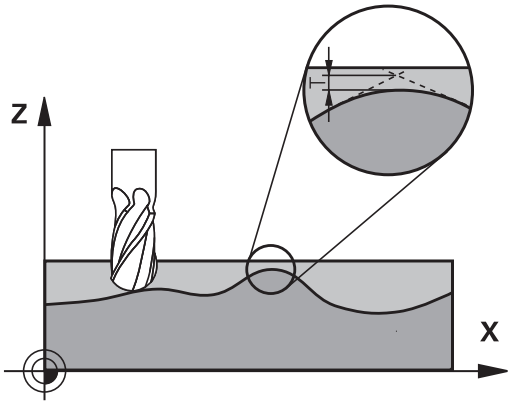


- **Ângulo de orientação**: introduzir o ângulo referente ao eixo de referência angular do plano de maquinagem. Campo de introdução: 0,0000° a 360,0000°

12.5 TOLERÂNCIA (Ciclo 32, DIN/ISO: G62)

Função do ciclo

A máquina e o TNC 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 TNC tenha sido adaptado às características específicas da máquina.

O TNC retifica 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.

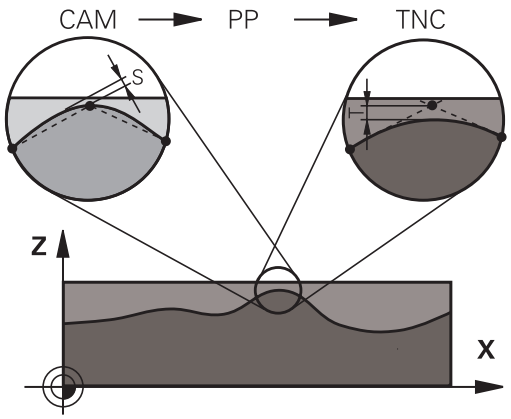
Se necessário, o TNC reduz automaticamente o avanço programado, de forma a que o programa seja executado pelo TNC sempre "sem solavancos" com a máxima velocidade possível. **Mesmo quando o TNC se desloca a velocidade não reduzida, a tolerância definida por si é, em princípio, sempre respeitada**. Quanto maior for a tolerância definida, mais rapidamente se pode deslocar o TNC.

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** selecionado no ciclo 32, então o TNC 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.



12.5 TOLERÂNCIA (Ciclo 32, DIN/ISO: G62)

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 TNC, mas ao facto de o TNC, para se aproximar exatamente 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.

O TNC 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 através da tecla PGM MGT

Depois de ter anulado o ciclo 32, o TNC ativa novamente a tolerância pré-definida através dos parâmetros da máquina.

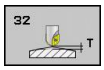
O valor de tolerância T introduzido é interpretado pelo TNC em mm num programa MM e em polegadas num programa de Polegadas.

Se se introduzir a leitura de um programa com o ciclo 32 que, como parâmetro de ciclo, só contém o **Valor de tolerância** T, o TNC insere, se necessário, os dois parâmetros restantes com o valor 0.

Em entradas de tolerância crescentes, o diâmetro do círculo diminui, em geral, em movimentos circulares. Quando o filtro HSC está ativo na máquina (se necessário, perguntar ao fabricante da máquina), o círculo pode também tornar-se maior.

Quando o ciclo 32 está ativado, o TNC mostra na apresentação de estado adicional, separador **CYC**, os parâmetros definidos do ciclo 32.

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 a 99999.9999
- **HSC-MODE, Acabamento=0, Desbaste=1**: Ativar filtro:
  - Valor de introdução 0:**Fresar com maior precisão de contorno**. O TNC utiliza definições de filtro de acabamento estabelecidas internamente
  - Valor de introdução 1: **Fresar com maior velocidade de avanço**. O TNC 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 TNC reduz sempre o avanço de trajetória 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 de maquinagem de vários eixos, pois o TNC nem sempre pode deslocar os eixos rotativos para a posição nominal indicada previamente. O contorno não é danificado com a introdução de uma tolerância dos eixos rotativos. Apenas se modifica a posição do eixo rotativo sobre a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 179,9999

Blocos NC

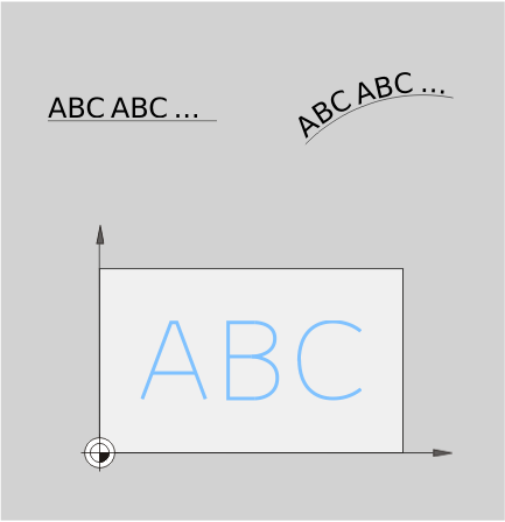
```
95 CYCL DEF 32.0 TOLERÂNCIA
96 CYCL DEF 32.1 T0.05
97 CYCL DEF 32.2 HSC-MODE:1 TA5
```

12.6 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 TNC 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 TNC executa os movimentos de elevação necessários entre os carateres na distância de segurança. No final 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 TNC posiciona a ferramenta na 2.ª altura de segurança.



Ter em atenção ao programar!

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

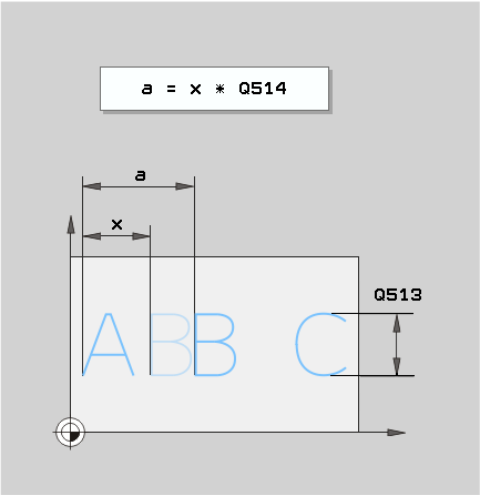
Quando o texto é gravado sobre uma reta (**Q516=0**), a posição da ferramenta determina o ponto inicial do primeiro caráter na chamada do ciclo.

Quando o texto é gravado sobre um círculo (**Q516=0**), a posição da ferramenta determina o ponto central do círculo na chamada do ciclo.

O texto a gravar também pode ser transmitido através de uma variável de string (**QS**).

Parâmetros de ciclo

- **Texto a gravar** QS500: texto a gravar entre aspas altas. Atribuição de uma variável de string através da tecla Q do bloco numérico; a tecla Q no teclado ASCI corresponde à introdução de texto normal. Carateres de introdução permitida: ver "Gravar variáveis do sistema"
- **Altura dos carateres** Q513 (absoluta): altura dos carateres a gravar em mm. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Fator distância** Q514: 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 TNC grava correspondentemente, caso a definição de Q514=0. Se a definição de Q514 for diferente de 0, o TNC aplica uma escala à distância entre os carateres. Campo de introdução 0 a 9,9999
- **Tipo de escrita** Q515: momentaneamente sem função
- **Texto sobre reta/círculo (0/1)** Q516:
  Gravar texto ao longo de uma reta: Introdução = 0
  Gravar texto sobre um arco de círculo: Introdução = 1
- **Posição angular** Q374: ângulo do ponto central, quando o texto deve ser disposto sobre um círculo. Campo de introdução -360,0000 a 360,0000°
- **Raio em texto sobre círculo** Q517 (absoluto): raio do arco de círculo em mm sobre o qual o TNC deve dispor o texto. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Avanço de fresagem** Q207: velocidade de deslocação da ferramenta durante a fresagem em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Profundidade** Q201 (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base de gravação
- **Avanço de corte em profundidade** Q206: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Distância de segurança** Q200 (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**



Blocos NC

62 CYCL DEF 225 GRAVAÇÃO	
Qs500=“A“	;TEXTO A GRAVAR
Q513=10	;ALTURA DO CARÁTER
Q514=0	;FATOR DISTÂNCIA
Q515=0	;TIPO DE ESCRITA
Q516=0	;DISPOSIÇÃO DO TEXTO
Q374=0	;POSIÇÃO DE ROTAÇÃO
Q517=0	;RAIO DO CÍRCULO
Q207=750	;AVANÇO DE FRESAGEM
Q201=-0,5	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.
Q200=2	;DISTÂNCIA SEGURANÇA
Q203=+20	;COORD. SUPERFÍCIE
Q204=50	;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA

- **Coord. da superf. da peça de trabalho** Q203 (valor absoluto): coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª distância de segurança** Q204 (valor 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**

Carateres de gravação permitida

Para além de minúsculas, maiúsculas e algarismos, são permitidos os seguintes carateres especiais:

! # $ % & ‘ ( ) * + , - . / : ; < = > ? @ [\ ] _

O TNC 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., **%%**.

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:

- **\n**: quebra de linha
- **\t**: tabulação horizontal (a distância de tabulação é sempre de 8 carateres)
- **\tv**: tabulação vertical (a distância de tabulação é sempre de 1 linha)

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 o caráter especial **%**.

É possível gravar a data atual. Para isso, introduza **%time<x>**. **<x>** define o formato da data, cujo significado é igual ao da função **SYSSTR ID332** (ver o Manual do Utilizador de Diálogo em Texto Claro, Capítulo Programação de parâmetros Q, Secção Copiar dados do sistema para um parâmetro de string).

Tenha em conta que, ao introduzir os formatos de data 1 a 9, é necessário indicar primeiro um 0, p. ex., **time08**.

13

Trabalhar com ciclos de apalpação

13.1 Generalidades sobre os ciclos de apalpação

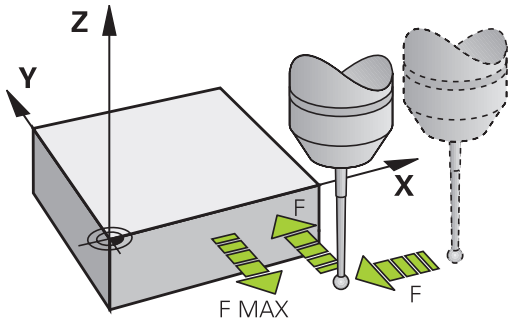
A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O fabricante da máquina deve preparar o TNC para a utilização de apalpadores 3D.

Consulte o manual da sua máquina.

Funcionamento

Quando o TNC 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 (ver "Antes de trabalhar com ciclos de apalpação" mais adiante neste capítulo).



Se a haste de apalpação tocar na peça de trabalho,

- o apalpador 3D emite um sinal para o TNC: as coordenadas da posição apalpada são memorizadas
- o apalpador 3D para e
- regressa em avanço rápido para a posição inicial do processo de apalpação

Se a haste de apalpação não se desviar ao longo de um percurso determinado, o TNC emite a respetiva mensagem de erro (caminho: **DIST** na tabela do apalpador).

Considerar a rotação básica no Modo de Funcionamento Manual

Durante o processo de apalpação, o TNC tem em consideração uma rotação básica e aproxima-se transversalmente da peça de trabalho.

Ciclos de apalpação nos modos de funcionamento manual e volante eletrónico

Nos modos de funcionamento manual e volante eletrónico, o TNC põe à disposição ciclos de apalpação, com os quais pode:

- calibrar o apalpador
- Compensar inclinações da peça de trabalho
- Definir pontos de referência

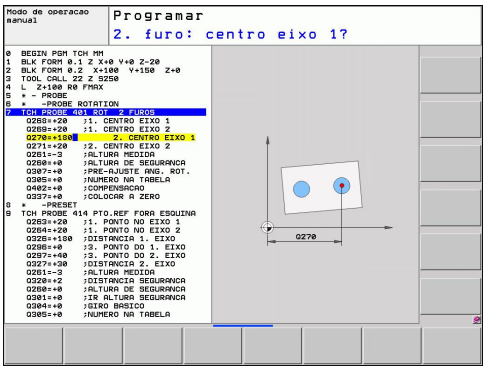
ciclos de apalpação para o funcionamento automático

Além dos ciclos de apalpação utilizados nos modos de funcionamento manual e volante eletrónico, no funcionamento automático o TNC 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 ferramenta
- Medição automática da ferramenta

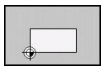
Os ciclos de apalpação são programados no modo de funcionamento Memorização/Edição do Programa com a tecla TOUCH PROBE. Utilizar ciclos de apalpação com números a partir de 400, assim como ciclos mais novos de maquinagem e parâmetros Q como parâmetros de transmissão. O parâmetros com função igual, de que o TNC 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 TNC mostra 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 Memorizar/Editar

- A barra de sotkeys exibe – reunidas em grupos – todas as funções disponíveis do apalpador



- Selecionar o grupo do ciclo de apalpação, p.ex. Memorização do 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 centro de caixa. O TNC abre um diálogo e pede todos os valores de introdução; ao mesmo tempo, o TNC abre um gráfico na metade direita do ecrã, onde o parâmetro a introduzir está realçado
- Introduza todos os parâmetros pedidos pelo TNC e termine cada introdução com tecla ENT
- O TNC termina o diálogo depois de se terem introduzido todos os dados necessários

Grupo de ciclos de medição	Softkey	Página
Ciclos para a determinação automática e compensação da posição inclinada duma peça de trabalho		290
Ciclos para a memorização automática do ponto de referência		312
Ciclos para o controlo automático da peça de trabalho		368
Ciclos especiais	CICLOS ESPECIAIS	414
Ciclos para a medição automática da ferramenta (disponibilizado pelo fabricante da máquina)		460

Blocos NC

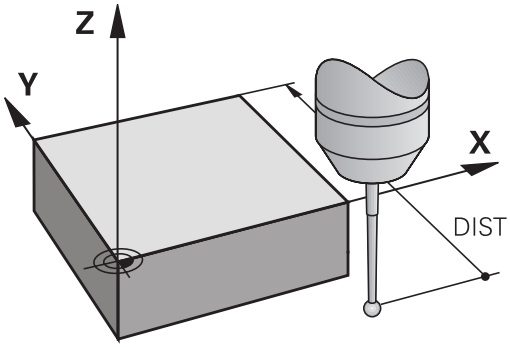
```
5 TCH PROBE 410 P.TO REF RETÂNG INTER
    Q321=+50   ;CENTRO 1.º EIXO
    Q322=+50   ;CENTRO 2.º EIXO
    Q323=60    ;1.º COMPRIMENTO LATERAL
    Q324=20    ;2.º COMPRIMENTO LATERAL
    Q261=-5    ;ALTURA DE MEDIÇÃO
    Q320=0     ;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
    Q260=+20   ;ALTURA SEGURA
    Q301=0     ;DESLOCAR NA ALTURA SEG.
    Q305=10    ;N.º EM TABELA
    Q331=+0    ;PONTO DE REFERÊNCIA
    Q332=+0    ;PONTO DE REFERÊNCIA
    Q303=+1    ;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO
    Q381=1     ;APALPAR EIXO TS
    Q382=+85   ;1.ª CO. PARA EIXO TS
    Q383=+50   ;2.ª CO PARA EIXO TS
    Q384=+0    ;3.ª CO PARA EIXO TS
    Q333=+0    ;PONTO DE REFERÊNCIA
```

13.2 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:

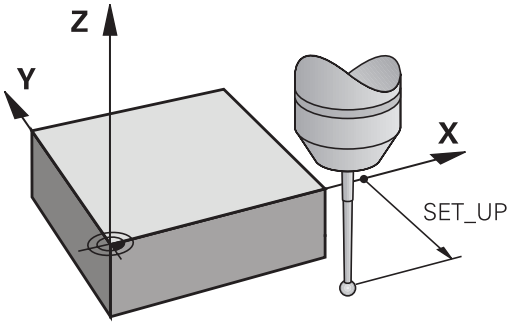
Percurso máximo até ao ponto de apalpação: DIST na tabela do apalpador

Se a haste de apalpação não for desviada dentro do percurso determinado em **DIST**, o TNC emite uma mensagem de erro.



Distância de segurança para o ponto de apalpação: SET_UP na tabela do apalpador

Em **SET_UP**, determina-se a que distância é que o TNC 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, pode-se definir, além disso, uma distância de segurança que funciona complementarmente a **SET_UP**.



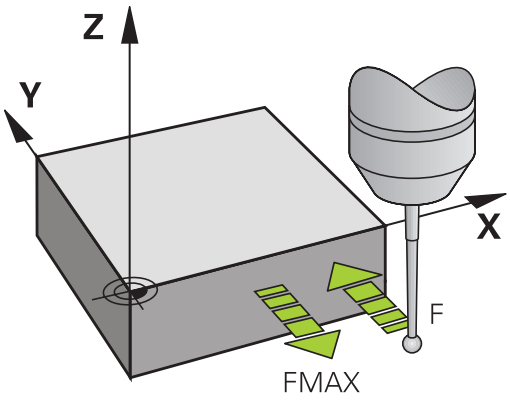
Orientar o apalpador de infravermelhos no sentido de apalpação programado: TRACK na tabela do apalpador

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 defletida sempre no mesmo sentido.

Se **TRACK** = ON for modificado, então é necessário calibrar novamente o apalpador.

Apalpador digital, avanço de apalpação: F na tabela do apalpador

Em **F**, determina-se o avanço com que o TNC deve aproximar-se da peça de trabalho para apalpação.



Apalpador digital, Avanço para movimentos de posicionamento: FMAX

Em **FMAX** determina-se o avanço com que o TNC pré-posiciona o apalpador, ou posiciona entre pontos de medição.

Apalpador digital, Marcha rápida para movimentos de posicionamento: F_PREPOS na tabela do apalpador

Em **F_PREPOS** é possível determinar se o TNC 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

Medição múltipla

Para aumentar a segurança de medição, o TNC pode executar sucessivamente cada processo de apalpação até três vezes. Determine o número de medições no parâmetro de máquina **ProbeSettings** > **Configuração do comportamento de apalpação** > **Funcionamento Automático: Medição múltipla com função de apalpação**. Se os valores de posição medidos se desviarem demasiado entre si, o TNC emite uma mensagem de erro (valor limite determinado em **Margem fiável para medição múltipla**). Com a medição múltipla, é possível, se necessário, determinar eventuais erros de medição que surjam, p.ex., devido a sujidade.

Se os valores de medição se situarem na margem de confiança, o TNC memoriza o valor médio a partir das posições registadas.

Margem fiável para medição múltipla

Ao executar-se uma medição múltipla, os valores de medição que podem desviar-se entre si são definidos no parâmetro de máquina **ProbeSettings** > **Configuração do comportamento de apalpação** > **Funcionamento Automático: Margem fiável de medição múltipla**. Se a diferença dos valores de medição exceder o valor por si definido, o TNC emite uma mensagem de erro.

Executar ciclos de apalpação

Todos os ciclos de apalpação são ativados em DEF. O TNC executa o ciclo automaticamente, quando na execução do programa a definição de ciclo for executada pelo TNC.

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas (ciclo 7 PONTO ZERO, ciclo 8 REFLEXÃO, ciclo 10 ROTAÇÃO, ciclo 11 e 26 FATOR DE ESCALA).

Também pode executar os ciclos de apalpação de 408 a 419 quando estiver ativada a rotação básica. No entanto, preste atenção a que o ângulo da rotação básica não se modifique mais, se depois do ciclo de medição trabalhar com o ciclo 7 Deslocação do ponto zero a partir da tabela de pontos zero.

Os ciclos de apalpação com um número superior a 400 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 TNC 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, o TNC primeiro posiciona o apalpador no plano de maquinagem no primeiro ponto de apalpação e a seguir no eixo do apalpador diretamente na altura de medição

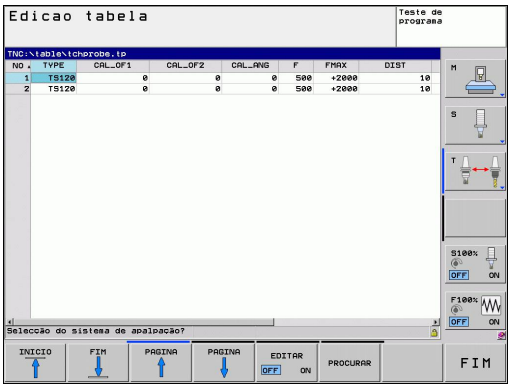
13.3 Tabela do apalpador

Generalidades

Na tabela do apalpador 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.

Editar tabelas de apalpador

Para editar a tabela do apalpador, proceda da seguinte forma:



- Selecionar o funcionamento Manual

- Selecionar funções de apalpação: premir a softkey FUNÇÃO APALPAÇÃO. O TNC visualiza outras softkeys: ver o quadro em cima

- Selecionar a tabela do apalpador: premir a softkey TABELA DO APALPADOR

- Colocar a softkey EDITAR em ON
- Selecionar o ajuste desejado com as teclas de seta
- Executar as modificações desejadas
- Sair da tabela do apalpador: 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	**Seleção do apalpador?**
CAL_OF1	Desvio do eixo do apalpador para o eixo do mandril no eixo principal	**Desvio central do apalpador do eixo principal? [mm]**
CAL_OF2	Desvio do eixo do apalpador para o eixo do mandril no eixo secundário	**Desvio central do apalpador do eixo secundário? [mm]**
CAL_ANG	O TNC orienta o apalpador antes da calibração ou apalpação sobre o ângulo de orientação (no caso de a orientação ser possível)	**Ângulo do mandril ao calibrar?**
F	Avanço com o qual o TNC deverá apalpar a peça de trabalho	**Avanço de apalpação? [mm/min]**
FMAX	Avanço com o qual o apalpador é pré-posicionado ou posicionado entre os pontos de medição	**Marcha rápida no ciclo de apalpação? [mm/min]**
DIST	Se a haste de apalpação não for defletida no valor aqui determinado, o TNC emite uma mensagem de erro.	**Percurso de medição máximo? [mm]**
SET_UP	Em **SET_UP**, determina-se a que distância é que o TNC 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, pode-se definir, além disso, uma distância de segurança que funciona adicionalmente ao parâmetro de máquina **SET_UP**.	**Distância de segurança ? [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**	**Posicionamento prévio com marcha rápida? ENT/NO ENT**
TRACK	Para aumentar a precisão de medição, através de **TRACK = ON** pode fazer-se com que o TNC 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 do mandril ■ **OFF**: Não executar seguimento do mandril	**Orient. apalpador? Sim=ENT, Não=NOENT**

14

Ciclos de apalpação: determinar inclinações da peça de trabalho automaticamente

14.1 Princípios básicos

Resumo

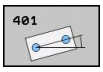
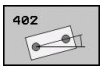
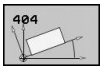
Durante a execução dos ciclos de apalpação, o ciclo 8 REFLEXÃO, o ciclo 11 FATOR DE ESCALA e o ciclo 26 FATOR DE ESCALA ESPECÍFICO DO EIXO não podem estar ativos.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O fabricante da máquina deve preparar o TNC para a utilização de apalpadores 3D.

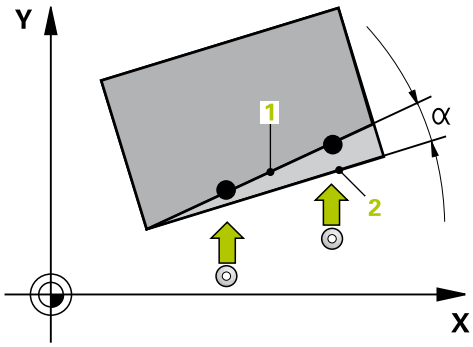
Consulte o manual da sua máquina.

O TNC dispõe de cinco ciclos com que se pode registar e compensar a inclinação duma peça de trabalho. Além disso, pode-se anular uma rotação básica com o ciclo 404:

Ciclo	Softkey	Página
400 ROTAÇÃO BÁSICA Registo automático por meio de dois pontos, compensação por meio da função rotação básica		292
401 ROTAÇÃO 2 FUROS Registo automático por meio de dois furos, compensação por meio da função rotação básica		295
402 ROTAÇÃO 2 ILHAS Registo automático por meio de duas ilhas, compensação por meio da função rotação básica		298
403 ROTAÇÃO POR EIXO ROTATIVO Registo automático por meio de dois pontos, compensação por meio de rotação da mesa		301
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		305
404 MEMORIZAR ROTAÇÃO BÁSICA Definição duma rotação básica qualquer		304

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

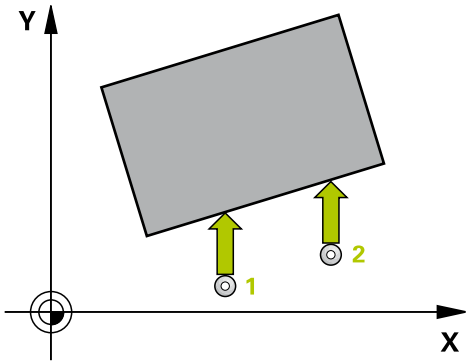
Nos ciclos 400, 401 e 402, com o parâmetro Q307 **Ajuste prévio rotação básica**, é possível pode determinar se o resultado da medição deve ser corrigido num ângulo conhecido a (ver figura à direita). Deste modo, pode medir-se a rotação básica numa reta qualquer **1** da peça de trabalho e produzir a referência para a efetiva direção 0° **2** .



14.2 ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 400, DIN/ISO: G400, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 400, por medição de dois pontos que devem situar-se sobre uma reta, calcula a inclinação duma peça de trabalho. Com a função rotação básica, o TNC compensa o valor medido.



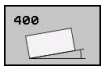
1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação programado 1. O TNC desvia assim o apalpador na distância de segurança contra a direção de deslocação determinada
2 A seguir, o apalpador desloca-se na 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 TNC posiciona o apalpador de regresso na distância de segurança e executa a rotação básica calculada

Ter em atenção ao programar!

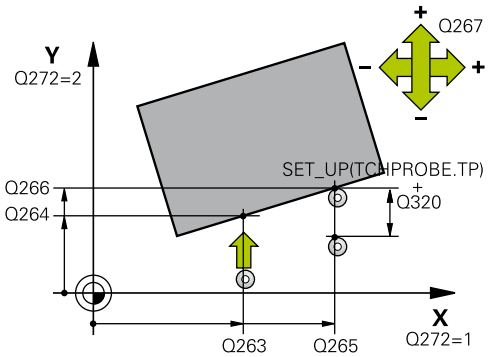
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

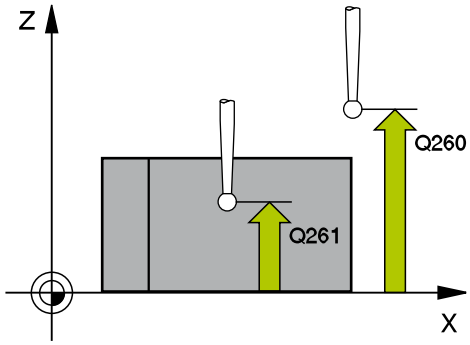
O TNC anula no início do ciclo uma rotação básica ativada.

Parâmetros de ciclo



- **1º ponto de medição 1º eixo** Q263 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q264 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 1º eixo** Q265 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q266 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Eixo de medição** Q272: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Direção de deslocação 1** Q267: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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





Blocos NC

5 TCH PROBE 400 ROTAÇÃO BÁSICA	
Q263=+10	;1.º PONTO 1.º EIXO
Q264=+3,5	;1.º PONTO 2.º EIXO
Q265=+25	;2.º PONTO 1.º EIXO
Q266=+2	;2.º PONTO 2.º EIXO
Q272=2	;EIXO DE MEDIÇÃO
Q267=+1	;DIREÇÃO DE DESLOCAÇÃO
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q301=0	;DESLOCAÇÃO NA ALTURA SEGURA
Q307=0	;PRÉ-AJUSTE ÂNG.ROT.
Q305=0	;N.º EM TABELA

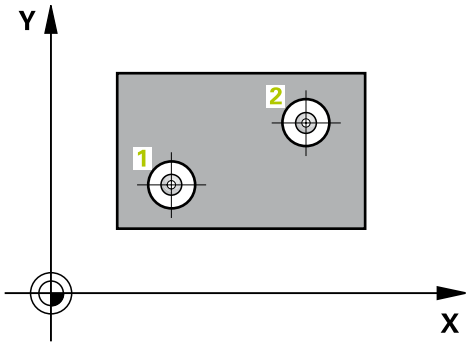
14.2 ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 400, DIN/ISO: G400, opção de software 17)

- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Ajuste prévio do ângulo de rotação** Q307 (valor 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 TNC calcula para a rotação básica a diferença a partir do valor medido e do ângulo das retas de referência. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Número de preset na tabela** Q305: indicar o número na tabela de preset em que o TNC deve guardar a rotação básica determinada. Com a introdução de Q305=0, o TNC coloca a rotação básica obtida, no menu ROT do modo de funcionamento manual. Campo de introdução 0 a 2999

14.3 ROTAÇÃO BÁSICA através de dois furos (ciclo 401, DIN/ISO: G401, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 401 regista o ponto central de dois furos. A seguir, o TNC calcula o ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e a reta de união do ponto central do furo. Com a função rotação básica, o TNC compensa o valor calculado. Em alternativa, também pode compensar a posição inclinada registada através de uma rotação da mesa rotativa.



1 TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) 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 TNC desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o segundo ponto central do furo
5 Finalmente, o TNC desloca o apalpador de regresso à Distância Segura e executa a rotação básica calculada

Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

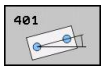
O TNC anula no início do ciclo uma rotação básica ativada.

Se desejar compensar a posição inclinada mediante uma rotação da mesa circular, o TNC utiliza automaticamente os eixos rotativos seguintes:

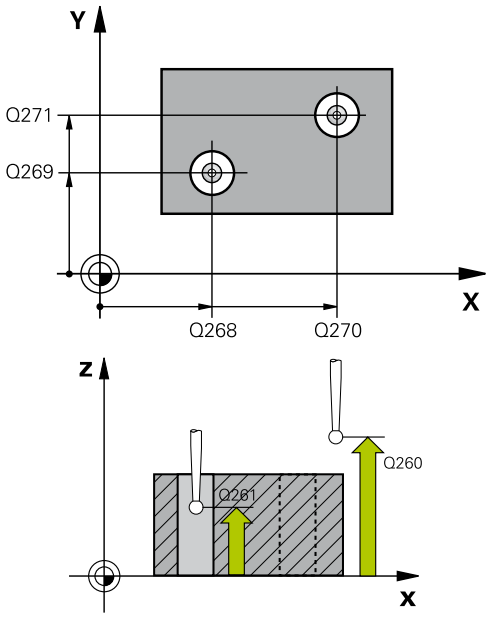
- C no eixo de ferramenta Z
- B no eixo de ferramenta Y
- A no eixo de ferramenta X

14.3 ROTAÇÃO BÁSICA através de dois furos (ciclo 401, DIN/ISO: G401, opção de software 17)

Parâmetros de ciclo



- **1.º furo: centro do 1º eixo** Q268 (valor absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1.º furo: centro do 2º eixo** Q269 (valor absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.º furo: centro do 1º eixo** Q270 (valor absoluto): ponto central do segundo furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.º furo: centro do 2º eixo** Q271 (valor absoluto): ponto central do segundo furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Ajuste prévio do ângulo de rotação** Q307 (valor 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 TNC calcula para a rotação básica a diferença a partir do valor medido e do ângulo das retas de referência. Campo de introdução -360,000 a 360,000



Blocos NC

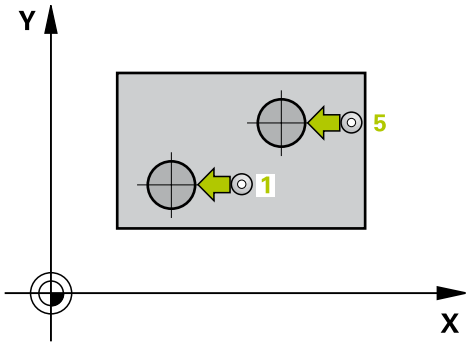
```
5 TCH PROBE 401 ROT 2 FUROS
  Q268=-37   ;1º CENTRO 1º EIXO
  Q269=+12   ;1.º CENTRO 2.º EIXO
  Q270=+75   ;2.º CENTRO 1.º EIXO
  Q271=+20   ;2.º CENTRO 2.º EIXO
  Q261=-5    ;ALTURA DE MEDIÇÃO
  Q260=+20   ;ALTURA SEGURA
  Q307=0     ;PRÉ-AJUSTE ÂNG.ROT.
  Q305=0     ;N.º EM TABELA
  Q402=0     ;COMPENSAÇÃO
  Q337=0     ;DEFINIR ZERO
```

- **Número de preset na tabela** Q305: indicar o número na tabela de preset em que o TNC deve guardar a rotação básica determinada. Com a introdução de Q305=0, o TNC coloca a rotação básica obtida, no menu ROT do modo de funcionamento manual. O parâmetro não tem qualquer efeito, se a posição inclinada tiver de ser compensada através de rotação da mesa circular (**Q402=1**). Neste caso, a posição inclinada não é guardada como valor angular. Campo de introdução 0 a 2999
- **Compensação** Q402: definir se o TNC deve definir a posição inclinada determinada como rotação básica ou ajustá-la mediante rotação da mesa rotativa:
  0: definir rotação básica
  1: executar rotação da mesa rotativa
  Se selecionar a rotação da mesa rotativa, o TNC não guarda a posição inclinada registada, mesmo que se tenha definido uma linha de tabela no parâmetro **Q305**
- **Definir zero depois do ajuste** Q337: determinar se o TNC deve memorizar em 0 a visualização do eixo rotativo ajustado:
  0: não definir a visualização do eixo rotativo em 0 depois do ajuste
  1: definir a visualização do eixo rotativo em 0 depois do ajuste. O TNC só define a visualização = 0, se se tiver definido **Q402=1**

14.4 ROTAÇÃO BÁSICA através de duas ilhas circulares (ciclo 402, DIN/ISO: G402, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 402 regista o ponto central de duas ilhas. A seguir, o TNC calcula o ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e a reta de união do ponto central da ilha. Com a função rotação básica, o TNC compensa o valor calculado. Em alternativa, também pode compensar a posição inclinada registada através de uma rotação da mesa rotativa.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna FMAX) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) 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 TNC desloca o apalpador na **altura de medição 2** introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o segundo ponto central da ilha
5 Finalmente, o TNC desloca o apalpador de regresso à Distância Segura e executa a rotação básica calculada

Ter em atenção ao programar!

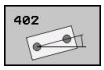
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

O TNC anula no início do ciclo uma rotação básica ativada.

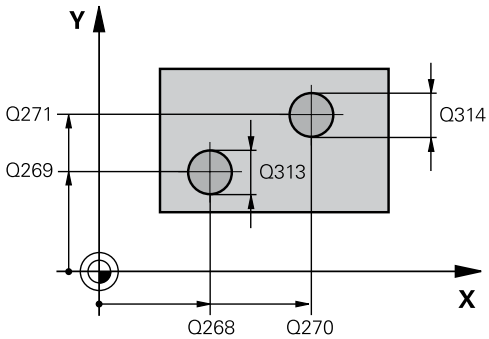
Se desejar compensar a posição inclinada mediante uma rotação da mesa circular, o TNC utiliza automaticamente os eixos rotativos seguintes:

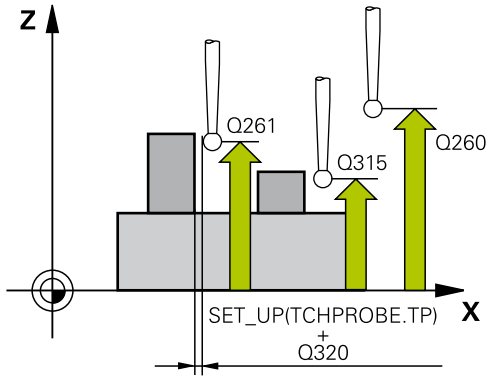
- C no eixo de ferramenta Z
- B no eixo de ferramenta Y
- A no eixo de ferramenta X

Parâmetros de ciclo



- **1.ª ilha: centro do 1.º eixo** Q268 (absoluto): ponto central da primeira ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1.ª ilha: centro do 2º eixo** Q269 (absoluto): ponto central da primeira ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Diâmetro ilha 1** Q313: diâmetro aproximado da 1.ª ilha. De preferência, introduzir o valor em excesso. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura de medição ilha 1 no eixo TS** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição da ilha 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª ilha: centro do 1º eixo** Q270 (valor absoluto): ponto central da segunda ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.ª ilha: centro do 2º eixo** Q271 (absoluto): ponto central da segunda ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Diâmetro ilha 2** Q314: diâmetro aproximado da 2.ª ilha. De preferência, introduzir o valor em excesso. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura de medição ilha 2 no eixo TS** Q315 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição da ilha 2. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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





Blocos NC

5 TCH PROBE 402 ROT 2 ILHA	
Q268=-37	;1º CENTRO 1º EIXO
Q269=+12	;1.º CENTRO 2.º EIXO
Q313=60	;DIÂMETRO ILHA 1
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO 1
Q270=+75	;2.º CENTRO 1.º EIXO
Q271=+20	;2.º CENTRO 2.º EIXO
Q314=60	;DIÂMETRO ILHA 2
Q315=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO 2
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q301=0	;DESLOCAÇÃO NA ALTURA SEGURA
Q307=0	;PRÉ-AJUSTE ÂNG.ROT.
Q305=0	;N.º EM TABELA
Q402=0	;COMPENSAÇÃO
Q337=0	;DEFINIR ZERO

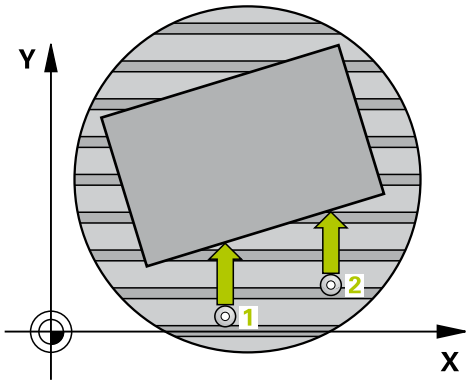
14.4 ROTAÇÃO BÁSICA através de duas ilhas circulares (ciclo 402, DIN/ISO: G402, opção de software 17)

- **Ajuste prévio do ângulo de rotação** Q307 (valor 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 TNC calcula para a rotação básica a diferença a partir do valor medido e do ângulo das retas de referência. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Número de preset na tabela** Q305: indicar o número na tabela de preset em que o TNC deve guardar a rotação básica determinada. Com a introdução de Q305=0, o TNC coloca a rotação básica obtida, no menu ROT do modo de funcionamento manual. O parâmetro não tem qualquer efeito, se a posição inclinada tiver de ser compensada através de rotação da mesa circular (**Q402=1**). Neste caso, a posição inclinada não é guardada como valor angular. Campo de introdução 0 a 2999
- **Compensação** Q402: definir se o TNC deve definir a posição inclinada determinada como rotação básica ou ajustá-la mediante rotação da mesa rotativa:
  0: definir rotação básica
  1: executar rotação da mesa rotativa
  Se selecionar a rotação da mesa rotativa, o TNC não guarda a posição inclinada registada, mesmo que se tenha definido uma linha de tabela no parâmetro **Q305**
- **Definir zero depois do ajuste** Q337: determinar se o TNC deve memorizar em 0 a visualização do eixo rotativo ajustado:
  0: não definir a visualização do eixo rotativo em 0 depois do ajuste
  1: definir a visualização do eixo rotativo em 0 depois do ajuste. O TNC só define a visualização = 0, se se tiver definido **Q402=1**

14.5 ROTAÇÃO BÁSICA através de um eixo rotativo (ciclo 403, DIN/ISO: G403, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 403, por medição de dois pontos que devem situar-se sobre uma reta, determina a inclinação duma peça de trabalho. O TNC compensa a inclinação da peça de trabalho obtida, por meio de rotação do eixo A, B ou C. A peça de trabalho pode, assim, estar centrada na mesa rotativa como se quiser.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação programado **1**. O TNC desvia assim o apalpador na distância de segurança contra a direção de deslocação determinada
2 A seguir, o apalpador desloca-se na 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 TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e posiciona o eixo rotativo definido no ciclo no valor calculado. Como opção, depois do ajuste, pode mandar definir a visualização em 0

Ter em atenção ao programar!

Atenção, perigo de colisão!
O TNC já não executa agora qualquer verificação de adequação relativamente a posições de apalpação e eixo de compensação. Deste modo, podem, eventualmente, ocorrer movimentos de compensação deslocados em 180º.

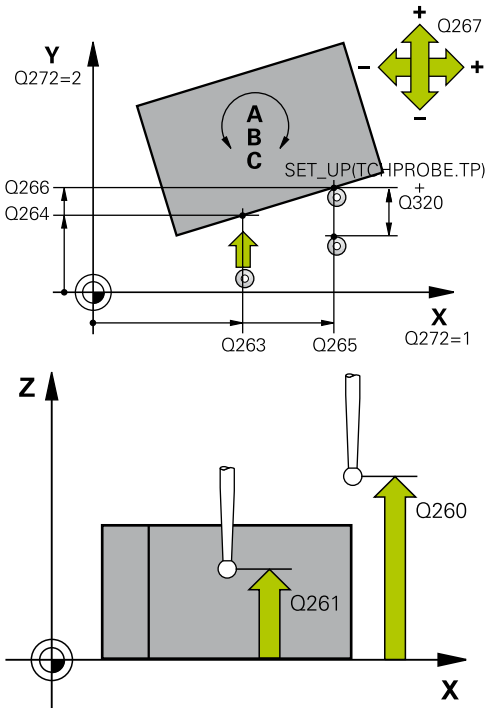
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

O TNC memoriza o ângulo determinado também no parâmetro **Q150**.

14.5 ROTAÇÃO BÁSICA através de um eixo rotativo (ciclo 403, DIN/ISO: G403, opção de software 17)

Parâmetros de ciclo

- **1º ponto de medição 1º eixo** Q263 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q264 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 1º eixo** Q265 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q266 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Eixo de medição (1...3: 1=eixo principal)** Q272: 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
- **Direção de deslocação 1** Q267: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Eixo para o movimento de compensação** Q312: determinar com que eixo rotativo o TNC deve compensar a inclinação medida:
  4: compensar a inclinação com o eixo rotativo A
  5: compensar a inclinação com o eixo rotativo B
  6: compensar a inclinação com o eixo rotativo C



Blocos NC

5 TCH PROBE 403 ROT ATRAVÉS DE EIXO ROTATIVO	
Q263=+0	;1.º PONTO 1.º EIXO
Q264=+0	;1.º PONTO 2.º EIXO
Q265=+20	;2.º PONTO 1.º EIXO
Q266=+30	;2.º PONTO 2.º EIXO
Q272=1	;EIXO DE MEDIÇÃO
Q267=-1	;DIREÇÃO DE DESLOCAÇÃO
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q301=0	;DESLOCAÇÃO NA ALTURA SEGURA
Q312=6	;EIXO DE COMPENSAÇÃO
Q337=0	;DEFINIR ZERO
Q305=1	;N.º EM TABELA
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO
Q380=+90	;ÂNGULO DE REFERÊNCIA

- **Definir zero depois do ajuste** Q337: determinar se o TNC deve definir a visualização do eixo rotativo ajustado para 0:
  0: não definir a visualização do eixo rotativo para 0 depois do ajuste
  1: memorizar a visualização do eixo rotativo para 0 depois do ajuste
- **Número na tabela** Q305: indicar número na tabela de preset/pontos zero, onde o TNC deve anular o eixo rotativo. Só atuante quando está memorizado Q337 = 1. Campo de introdução 0 a 2999
- **Transferência do valor medido (0,1)** Q303: determinar se a rotação básica obtida deve ser colocada na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  0: escrever a rotação básica obtida na tabela de pontos zero, como deslocamento do ponto zero. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset a rotação básica obtida. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Ângulo de referência? (0=eixo principal)** Q380: ângulo no qual o TNC deve alinhar a reta apalpada. Só atuante quando está selecionado eixo rotativo = C (Q312=6). Campo de introdução -360,000 a 360,000

14.6 DEFINIR ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 404, DIN/ISO: G404, opção de software 17)

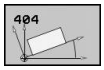
Execução do ciclo

Com o ciclo de apalpação 404, durante a execução do programa, pode-se memorizar automaticamente uma rotação básica qualquer. De preferência, o ciclo utiliza-se quando se quiser anular uma rotação básica já executada anteriormente.

Blocos NC

```
5 TCH PROBE 404 ROTAÇÃO BÁSICA
    Q307=+0    ;PRÉ-AJUSTE ÂNG.ROT.
```

Parâmetros de ciclo



- **Ajuste prévio do ângulo de rotação**: valor angular com que deve ser memorizada a rotação básica. Campo de introdução -360,000 a 360,000

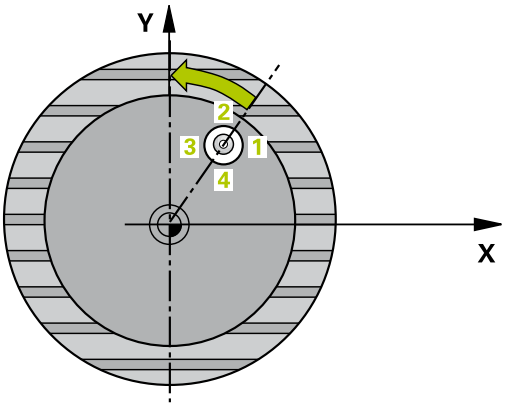
14.7 Ajustar a inclinação duma peça de trabalho por meio do eixo C (ciclo 405, DIN/ISO: G405, opção de software 17)

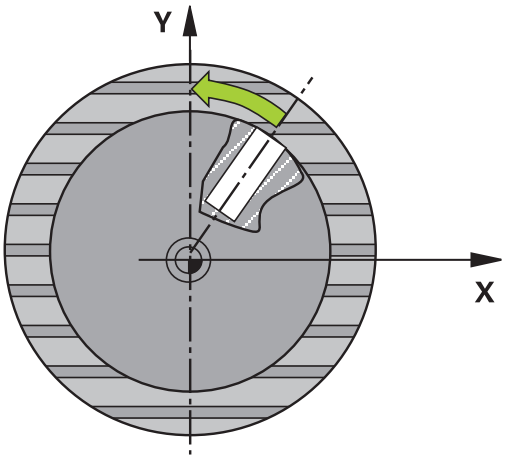
Execução do ciclo

Com o ciclo de apalpação 405, determinam-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 TNC compensa o desvio angular calculado por meio de rotação do eixo C. A peça de trabalho pode, assim, estar centrada na mesa rotativa 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 TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC 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 na altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**) O TNC 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 TNC 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 TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e centra a peça por meio de rotação da mesa. O TNC roda a mesa rotativa de forma a que o ponto central do furo depois da compensação - tanto com o apalpador vertical como horizontal - fique na direção do eixo Y positivo, ou na posição nominal do ponto central do furo. O desvio angular medido está também à disposição no parâmetro Q150

14.7 Ajustar a inclinação duma peça de trabalho por meio do eixo C (ciclo 405, DIN/ISO: G405, opção de software 17)

Ter em atenção ao programar!

!

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**.

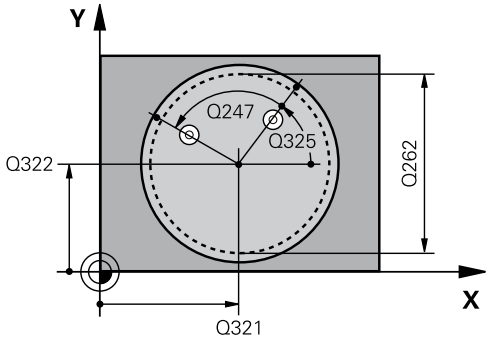
Quando a medida da caixa e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o TNC apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

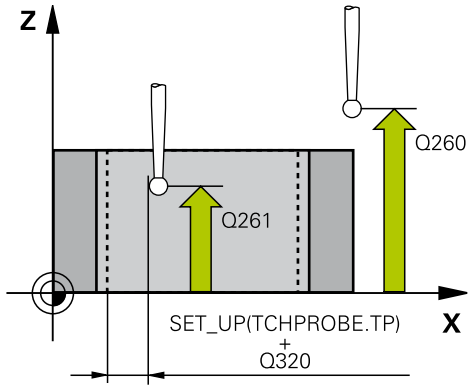
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Quanto mais pequeno se programar o passo angular, menor é a exatidão com que o TNC calcula o ponto central do círculo. menor valor de introdução: 5°.

Parâmetros de ciclo

- **Centro 1.º eixo** Q321 (absoluto): centro do furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro 2º eixo** Q322 (valor absoluto): centro do furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Se se programar Q322 = 0, o TNC ajusta o ponto central do furo no eixo Y positivo, e se se programar Q322 diferente de 0, o TNC ajusta o ponto central do furo na posição nominal (ângulo resultante do centro do furo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Diâmetro nominal** Q262: diâmetro aproximado da caixa circular (furo). De preferência, introduzir o valor demasiado pequeno. Campo de introdução 0 a 99999.9999
- **Ângulo inicial** Q325 (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Passo angular** Q247 (valor incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direção 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
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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





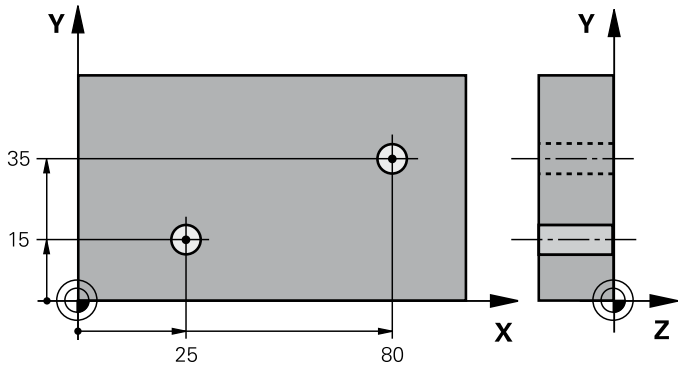
Blocos NC

5 TCH PROBE 405 ROT ATRAVÉS DE EIXO C	
Q321=+50	**;CENTRO 1.º EIXO**
Q322=+50	**;CENTRO 2.º EIXO**
Q262=10	**;DIÂMETRO NOMINAL**
Q325=+0	**;ÂNGULO INICIAL**
Q247=90	**;PASSO ANGULAR**
Q261=-5	**;ALTURA DE MEDIÇÃO**
Q320=0	**;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA**
Q260=+20	**;ALTURA SEGURA**
Q301=0	**;DESLOCAR NA ALTURA SEG.**
Q337=0	**;DEFINIR ZERO**

14.7 Ajustar a inclinação duma peça de trabalho por meio do eixo C (ciclo 405, DIN/ISO: G405, opção de software 17)

- **Definir zero após o ajuste** Q337: determinar se o TNC deve definir para 0 a visualização do eixo C, ou se deve escrever o desvio angular na coluna C da tabela de pontos zero:
  0: definir para 0 a visualização do eixo C
  >0: escrever o desvio angular medido na tabela de pontos zero e com o sinal correto. Número da linha = valor de Q337. Se já estiver introduzido um deslocamento de C na tabela de pontos zero, o TNC adiciona o desvio angular medido com sinal correto

14.8 Exemplo: determinar a rotação básica por meio de dois furos



0 BEGIN PGM CYC401 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		
2 TCH PROBE 401 ROT 2 FUROS		
Q268=+25	;1.º CENTRO 1.º EIXO	Ponto central do 1.º furo: coordenada X
Q269=+15	;1.º CENTRO 2.º EIXO	Ponto central do 1.º furo: coordenada Y
Q270=+80	;2.º CENTRO 1.º EIXO	Ponto central do 2.º furo: coordenada X
Q271=+35	;2.º CENTRO 2.º EIXO	Ponto central do 2.º furo: coordenada Y
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO	Coordenada no eixo do apalpador, onde é feita a medição
Q260=+20	;ALTURA SEGURA	Altura onde o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q307=+0	;PRÉ-AJUSTE ÂNG.ROT.	Ângulo das retas de referência
Q402=1	;COMPENSAÇÃO	Compensar a posição inclinada mediante rotação da mesa rotativa
Q337=1	;DEFINIR ZERO	Repor a visualização a zero após o ajuste
3 CALL PGM 35K47		Chamar o programa de maquinagem
4 END PGM CYC401 MM		

15

Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente

15.1 Princípios básicos

Resumo

Durante a execução dos ciclos de apalpação, o ciclo 8 REFLEXÃO, o ciclo 11 FATOR DE ESCALA e o ciclo 26 FATOR DE ESCALA ESPECÍFICO DO EIXO não podem estar ativos.

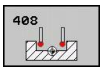
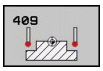
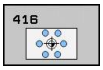
A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O fabricante da máquina deve preparar o TNC para a utilização de apalpadores 3D.

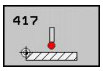
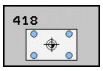
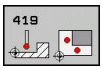
Consulte o manual da sua máquina.

O TNC 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 na tabela de preset valores obtidos
- Escrever numa tabela de pontos zero valores obtidos

Ciclo	Softkey	Página
408 PONTO REF CENTRO RANHURA Medir no interior a largura de uma ranhura, definir o centro da ranhura como ponto de referência		317
409 PONTO REF CENTRO NERVURA Medir no exterior a largura de uma nervura, definir o centro da nervura como ponto de referência		321
410 PONTO REF RECTÂNG INTERIOR Medir no interior comprimento e largura de um retângulo, definir centro de retângulo como ponto de referência		324
411 PONTO REF RECTÂNG EXTERIOR Medir no exterior comprimento e largura de um retângulo, definir centro de retângulo como ponto de referência		328
412 PONTO REF CÍRCULO INTERIOR Medir no interior quatro pontos de círculo quaisquer, definir centro do círculo como ponto de referência		332
413 PONTO REF CÍRCULO EXTERIOR Medir no exterior quatro pontos de círculo quaisquer, definir centro do círculo como ponto de referência		337
414 PONTO REF ESQUINA EXTERIOR Medir duas retas no exterior, definir ponto de intersecção das retas como ponto de referência		342
415 PONTO REF ESQUINA INTERIOR Medir duas retas no interior, definir ponto de intersecção das retas como ponto de referência		347
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		351

15.1 Princípios básicos

Ciclo	Softkey	Página
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		355
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		357
419 PONTO REF EIXO APALP INDIVIDUAL (2.º plano de softkeys) Medir uma posição qualquer no eixo e defini-la como ponto de referência		361

características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à 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 TNC define o ponto de referência no plano de maquinagem, em função do eixo do apalpador que se tenha definido no seu programa de medições

Eixo do apalpador ativado	Definir 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 TNC deve guardar o ponto de referência calculado:

- **Q305 = 0, Q303 = um valor qualquer**: o TNC fixa na visualização o ponto de referência calculado. O novo ponto de referência fica imediatamente ativo. Simultaneamente, o TNC guarda o ponto de referência por ciclo definido na visualização também na linha 0 da tabela de preset
- **Q305 diferente de 0, Q303 = -1**

Só pode dar-se esta combinação, caso

- sejam lidos programas com ciclos 410 a 418 que tenham sido criados num TNC 4xx
- sejam lidos programas com ciclos 410 a 418 que tenham sido criados com um software mais antigo do iTNC530
- ao definir o ciclo, não se tenha definido conscientemente a transferência de valor de medição por meio do parâmetro Q303

Nestes casos, o TNC emite uma mensagem de erro, pois modificou-se todo o tratamento relacionado com as tabelas de pontos zero referentes a REF e dado que se tem que determinar uma transferência de valor de medição por meio do parâmetro Q303.

- **Q305 diferente de 0, Q303 = 0**O TNC escreve o ponto de referência calculado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da peça de trabalho ativo. O valor do parâmetro Q305 determina o número do ponto zero. **Ativar o ponto zero por meio do ciclo 7 no programa NC**
- **Q305 diferente de 0, Q303 = 1**O TNC escreve na tabela de preset o ponto de referência calculado. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (coordenadas REF). O valor do parâmetro Q305 determina o número de preset. **Ativar o preset por meio do ciclo 247 no programa NC**

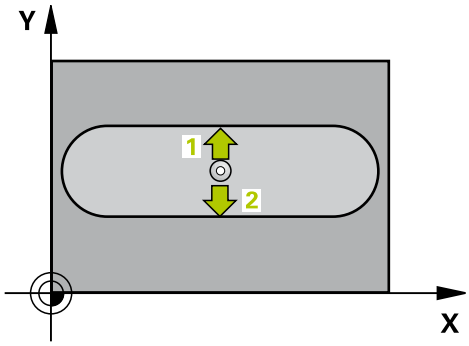
Resultados de medição em parâmetros Q

O TNC coloca os resultados de medição do respetivo ciclo de apalpação nos parâmetros Q globalmente atuantes, de Q150 a Q160. Pode continuar a utilizar estes parâmetros no seu programa. Observe a tabela dos parâmetros de resultado, que é executada com cada descrição de ciclo.

15.2 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA RANHURA (ciclo 408, DIN/ISO: G408, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 408 calcula o ponto central de uma ranhura e define este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o TNC também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC 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 na 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 TNC 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 ""), guardando os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente

5 Quando se quiser, o TNC obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número de parâmetro	Significado
Q166	Valor real da largura de ranhura medida
Q157	Valor real posição eixo central

15.2 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA RANHURA (ciclo 408, DIN/ISO: G408, opção de software 17)

Ter em atenção ao programar!

!

Atenção, perigo de colisão!

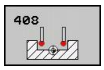
Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza a largura da ranhura, de preferência, excessivamente **pequena**.

Quando a largura da ranhura e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o TNC apalpa sempre a partir do centro da ranhura. Entre os dois pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

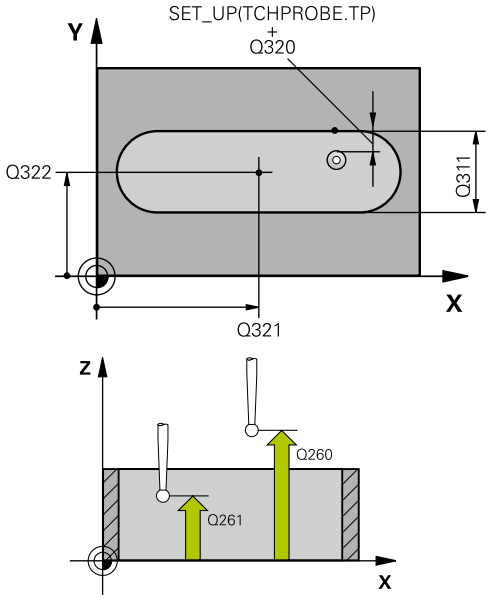
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

Parâmetros de ciclo



- **Centro 1º eixo** Q321 (absoluto): centro da ranhura no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro 2º eixo** Q322 (absoluto): centro da ranhura no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Largura da ranhura** Q311 (incremental): largura da ranhura independente da posição no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Eixo de medição** Q272: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Número na tabela** Q305: indicar número na tabela de pontos zero/tabela de preset onde o TNC deve guardar as coordenadas do centro da ranhura. Com introdução de Q305=0, o TNC define a visualização automaticamente de forma a que o novo ponto de referência assente no centro da ranhura. Campo de introdução 0 a 2999
- **Novo ponto de referência** Q405 (absoluto): coordenada no eixo de medição onde o TNC deve definir o centro da ranhura obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

5 TCH PROBE 408 PONTO REF CENTRO RANHURA	
Q321=+50	**;CENTRO 1.º EIXO**
Q322=+50	**;CENTRO 2.º EIXO**
Q311=25	**;LARGURA DA RANHURA**
Q272=1	**;EIXO DE MEDIÇÃO**
Q261=-5	**;ALTURA DE MEDIÇÃO**
Q320=0	**;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA**
Q260=+20	**;ALTURA SEGURA**
Q301=0	**;DESLOCAR NA ALTURA SEG.**
Q305=10	**;N.º EM TABELA**
Q405=+0	**;PONTO DE REFERÊNCIA**
Q303=+1	**;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO**
Q381=1	**;APALPAR EIXO TS**
Q382=+85	**;1.ª CO. PARA EIXO TS**
Q383=+50	**;2.ª CO. PARA EIXO TS**
Q384=+0	**;3.ª CO. PARA EIXO TS**
Q333=+0	**;PONTO DE REFERÊNCIA**

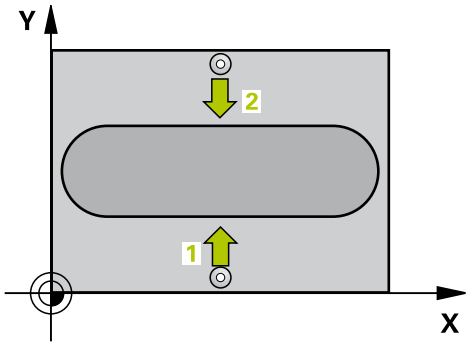
15.2 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA RANHURA (ciclo 408, DIN/ISO: G408, opção de software 17)

- **Transferência do valor medido (0,1)** Q303: determinar se a rotação básica obtida deve ser colocada na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  0: escrever a rotação básica obtida na tabela de pontos zero, como deslocamento do ponto zero. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset a rotação básica obtida. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Apalpação no eixo TS** Q381: determinar se o TNC 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
- **Apalpar eixo TS: coord. 1. Eixo** Q382 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem em que se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 2. Eixo** Q383 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 3. Eixo** Q384 (valor absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo TS** Q333 (valor absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

15.3 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA NERVURA (ciclo 409, DIN/ISO: G409, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 409 obtém o ponto central de uma nervura e define este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o TNC também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC 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 na 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 TNC 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 do apalpador em relação à definição do ponto de referência", Página 315), guardando os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente
5 Quando se quiser, o TNC obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número de parâmetro	Significado
Q166	Valor real da largura de nervura medida
Q157	Valor real posição eixo central

Ter em atenção ao programar!

!

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**.

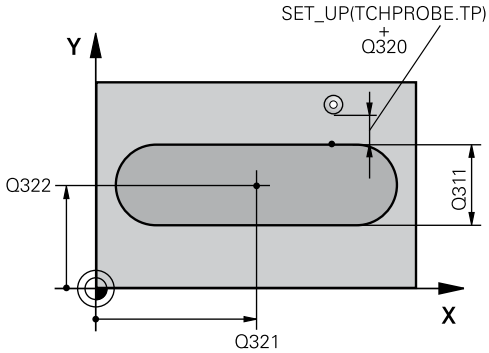
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

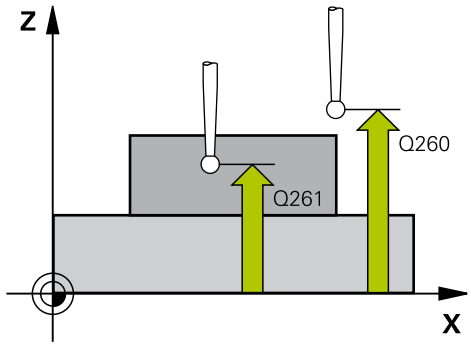
Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

15.3 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA NERVURA (ciclo 409, DIN/ISO: G409, opção de software 17)

Parâmetros de ciclo

- **Centro 1.º eixo** Q321 (absoluto): centro da nervura no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro do 2º eixo** Q322 (absoluto): centro da nervura no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Largura da nervura** Q311 (incremental): largura da nervura independentemente da posição no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Eixo de medição** Q272: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Número na tabela** Q305: indicar número na tabela de pontos zero/tabela de preset onde o TNC deve definir as coordenadas do centro da nervura. Com introdução de Q305=0, o TNC define a visualização automaticamente de forma a que o novo ponto de referência assente no centro da ranhura. Campo de introdução 0 a 2999
- **Novo ponto de referência** Q405 (absoluto): coordenada no eixo de medição onde o TNC deve definir o centro da nervura obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Transferência do valor medido (0,1)** Q303: determinar se a rotação básica obtida deve ser colocada na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  0: escrever a rotação básica obtida na tabela de pontos zero, como deslocamento do ponto zero. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset a rotação básica obtida. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)





Blocos NC

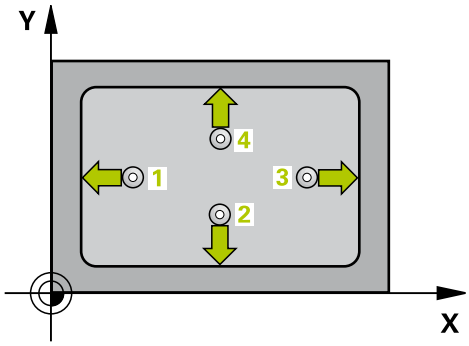
5 TCH PROBE 409 PONTO REF CENTRO NERVURA	
Q321=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q322=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q311=25	;LARGURA DA NERVURA
Q272=1	;EIXO DE MEDIÇÃO
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q305=10	;N.º EM TABELA
Q405=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO
Q381=1	;APALPAR EIXO TS
Q382=+85	;1.ª CO. PARA EIXO TS
Q383=+50	;2.ª CO. PARA EIXO TS
Q384=+0	;3.ª CO. PARA EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA

- **Apalpação no eixo TS** Q381: determinar se o TNC 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
- **Apalpar eixo TS: coord. 1. Eixo** Q382 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem em que se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 2. Eixo** Q383 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 3. Eixo** Q384 (valor absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo TS** Q333 (valor absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

15.4 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 410, DIN/ISO: G410, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 410 calcula o ponto central de uma caixa retangular e define este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o TNC também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação 1. O TNC 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 na 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 TNC 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
5 Finalmente, o TNC posiciona o apalpador de regresso à Altura Segura e processa o ponto de referência determinado dependente dos parâmetros de ciclo Q303 e Q305 (ver "")
6 Quando se quiser, o TNC 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 de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q154	Valor real comprimento lateral eixo principal
Q155	Valor real comprimento lateral eixo secundário

Ter em atenção ao programar!

!

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 TNC apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

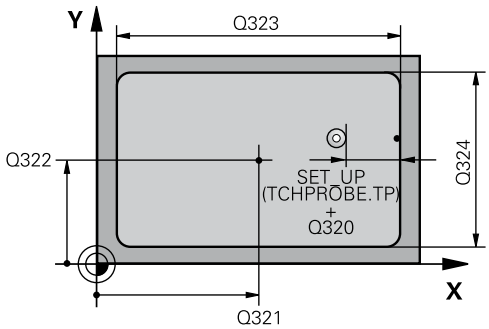
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

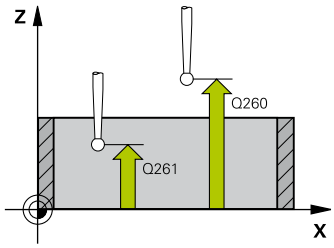
Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

15.4 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 410, DIN/ ISO: G410, opção de software 17)

Parâmetros de ciclo

- **Centro do 1º eixo** Q321 (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro do 2º eixo** Q322 (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1º comprimento do lado** Q323 (valor incremental): comprimento da caixa, paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **2º comprimento do lado** Q324 (valor incremental): comprimento da caixa, paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Número de ponto zero na tabela** Q305: indicar número na tabela de preset onde o TNC deve definir as coordenadas do centro da caixa. Com introdução de Q305=0, o TNC define a visualização automaticamente de forma a que o novo ponto de referência assente no centro da caixa. Campo de introdução 0 a 2999
- **Novo ponto de referência eixo principal** Q331 (valor absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve definir o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo secundário** Q332 (valor absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve definir o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





Blocos NC

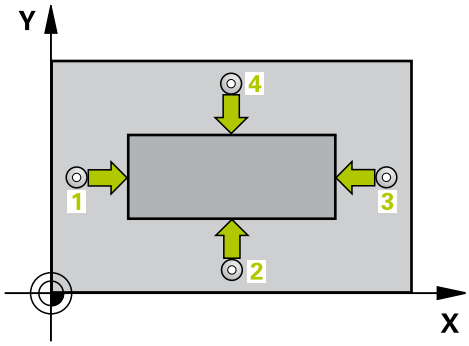
5 TCH PROBE 410 P.TO REF RETÂNG INTER	
Q321=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q322=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q323=60	;1.º COMPRIMENTO LATERAL
Q324=20	;2.º COMPRIMENTO LATERAL
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q301=0	;DESLOCAR NA ALTURA SEG.
Q305=10	;N.º EM TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO
Q381=1	;APALPAR EIXO TS
Q382=+85	;1.ª CO. PARA EIXO TS
Q383=+50	;2.ª CO. PARA EIXO TS
Q384=+0	;3.ª CO. PARA EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA

- **Transferência de valor de medição (0,1)** Q303: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são introduzidos programas antigos (ver "características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência")
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Apalpação no eixo TS** Q381: determinar se o TNC 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
- **Apalpar eixo TS: coord. 1. Eixo** Q382 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem em que se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 2. Eixo** Q383 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 3. Eixo** Q384 (valor absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência** Q333 (valor absoluto): coordenada onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

15.5 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 411, DIN/ISO: G411, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 411 calcula o ponto central de uma ilha retangular e define este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o TNC também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC 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 na 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 TNC 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
5 Finalmente, o TNC 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 do apalpador em relação à definição do ponto de referência", Página 315)
6 Quando se quiser, o TNC 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 de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q154	Valor real comprimento lateral eixo principal
Q155	Valor real comprimento lateral eixo secundário

Ter em atenção ao programar!

!

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**.

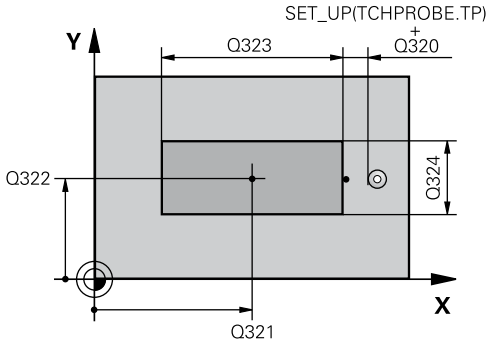
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

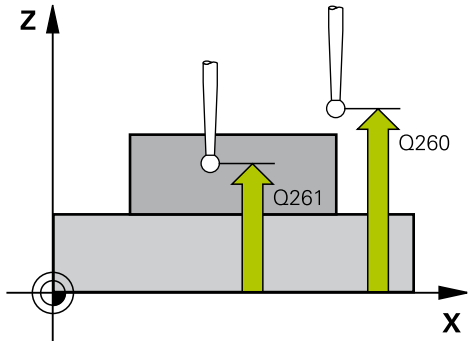
Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

15.5 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 411, DIN/ ISO: G411, opção de software 17)

Parâmetros de ciclo

- **Centro do 1º eixo** Q321 (absoluto): centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro do 2º eixo** Q322 (absoluto): centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1º comprimento do lado** Q323 (incremental): comprimento da ilha, paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **2º comprimento do lado** Q324 (incremental): comprimento da ilha, paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Número de ponto zero na tabela** Q305: indicar número na tabela de preset onde o TNC deve definir as coordenadas do centro da ilha. Com introdução de Q305=0, o TNC define a visualização automaticamente de forma a que o novo ponto de referência assente no centro da ilha. Campo de introdução 0 a 2999
- **Novo ponto de referência eixo principal** Q331 (valor absoluto): coordenada no eixo principal, onde o TNC deve definir o centro da ilha obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo secundário** Q332 (valor absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve definir o centro da ilha obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





Blocos NC

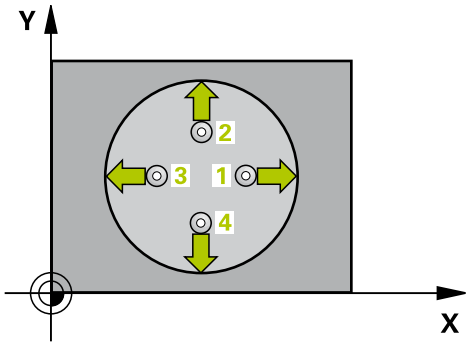
5 TCH PROBE 411 PONTO REF RETÂNG EXT.	
Q321=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q322=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q323=60	;1.º COMPRIMENTO LATERAL
Q324=20	;2.º COMPRIMENTO LATERAL
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q301=0	;DESLOCAR NA ALTURA SEG.
Q305=0	;N.º EM TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO
Q381=1	;APALPAR EIXO TS
Q382=+85	;1.ª CO. PARA EIXO TS
Q383=+50	;2.ª CO. PARA EIXO TS
Q384=+0	;3.ª CO. PARA EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA

- **Transferência de valor de medição (0,1)** Q303: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são introduzidos programas antigos (ver "características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência")
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Apalpação no eixo TS** Q381: determinar se o TNC 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
- **Apalpar eixo TS: coord. 1. Eixo** Q382 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem em que se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 2. Eixo** Q383 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 3. Eixo** Q384 (valor absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo TS** Q333 (valor absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

15.6 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO INTERIOR (ciclo 412, DIN/ISO: G412, opção de software 17)

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 TNC também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC 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 na altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**) O TNC 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 TNC 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
5 Finalmente, o TNC 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 do apalpador em relação à definição do ponto de referência", Página 315), guardando os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente
6 Quando se quiser, o TNC obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro

Ter em atenção ao programar!

!

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 TNC apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

Quanto mais pequeno se programar o passo angular Q247, menor é a exatidão com que o TNC calcula o ponto de referência. menor valor de introdução: 5°.

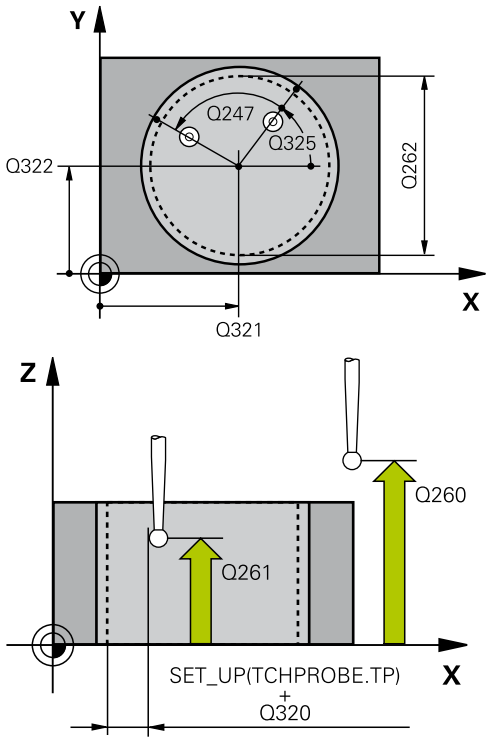
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

15.6 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO INTERIOR (ciclo 412, DIN/ISO: G412, opção de software 17)

Parâmetros de ciclo

- **Centro do 1º eixo** Q321 (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro do 2º eixo** Q322 (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Se se programar Q322 = 0, o TNC ajusta o ponto central do furo no eixo Y positivo, e se se programar Q322 diferente de 0, o TNC ajusta o ponto central do furo na posição nominal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Diâmetro nominal** Q262: diâmetro aproximado da caixa circular (furo). De preferência, introduzir o valor demasiado pequeno. Campo de introdução 0 a 99999.9999
- **Ângulo inicial** Q325 (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Passo angular** Q247 (valor incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direção 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



- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Número de ponto zero na tabela** Q305: indicar número na tabela de preset onde o TNC deve definir as coordenadas do centro da caixa. Com introdução de Q305=0, o TNC define a visualização automaticamente de forma a que o novo ponto de referência assente no centro da caixa. Campo de introdução 0 a 2999
- **Novo ponto de referência eixo principal** Q331 (valor absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve definir o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo secundário** Q332 (valor absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve definir o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Transferência de valor de medição (0,1)** Q303: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são introduzidos programas antigos (ver "características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência")
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)

Blocos NC

5 TCH PROBE 412 PONTO REF CÍRCULO INTERIOR	
Q321=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q322=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q262=75	;DIÂMETRO NOMINAL
Q325=+0	;ÂNGULO INICIAL
Q247=+60	;PASSO ANGULAR
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q301=0	;DESLOCAR NA ALTURA SEG.
Q305=102	;N.º EM TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO
Q381=1	;APALPAR EIXO TS
Q382=+85	;1.ª CO. PARA EIXO TS
Q383=+50	;2.ª CO. PARA EIXO TS
Q384=+0	;3.ª CO. PARA EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q423=4	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO
Q365=1	;TIPO DE DESLOCAÇÃO

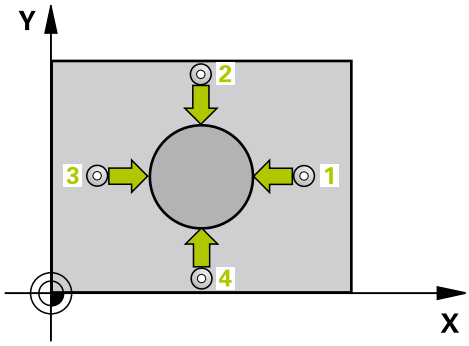
15.6 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO INTERIOR (ciclo 412, DIN/ISO: G412, opção de software 17)

- **Apalpação no eixo TS** Q381: determinar se o TNC 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
- **Apalpar eixo TS: coord. 1. Eixo** Q382 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem em que se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 2. Eixo** Q383 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 3. Eixo** Q384 (valor absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo TS** Q333 (valor absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Quantidade de pontos de medição (4/3)** Q423: definir se o TNC deve medir a ilha com 4 ou 3 apalpações:
  4: utilizar 4 pontos de medição (definição padrão)
  3: utilizar 3 pontos de medição
- **Modo de deslocação? Reta=0/Círculo=1** Q365: 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 segundo o diâmetro do círculo teórico

15.7 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 413, DIN/ISO: G413, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 413 obtém o ponto central duma ilha circular e define este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o TNC também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC 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 na altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**) O TNC 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 TNC 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

5 Finalmente, o TNC 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 do apalpador em relação à definição do ponto de referência", Página 315), guardando os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente

6 Quando se quiser, o TNC obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro

15.7 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 413, DIN/ISO: G413, opção de software 17)

Ter em atenção ao programar!

!

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**.

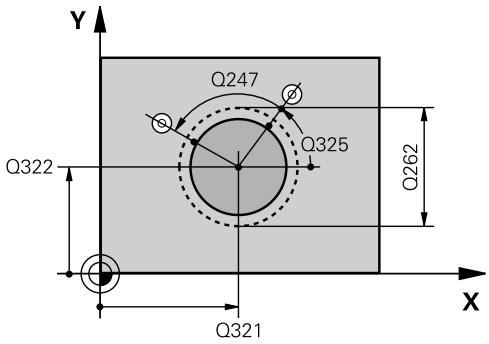
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

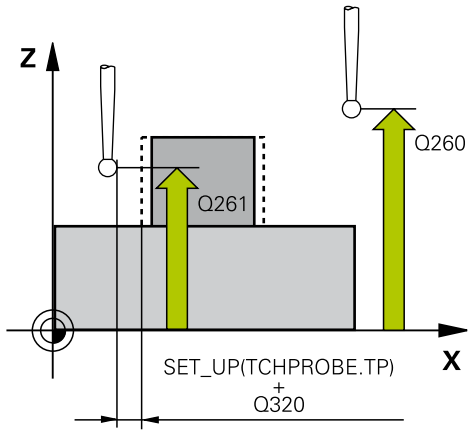
Quanto mais pequeno se programar o passo angular Q247, menor é a exatidão com que o TNC calcula o ponto de referência. menor valor de introdução: 5°.

Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

Parâmetros de ciclo

- **Centro do 1º eixo** Q321 (absoluto): centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro do 2º eixo** Q322 (absoluto): centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Se se programar Q322 = 0, o TNC ajusta o ponto central do furo no eixo Y positivo, e se se programar Q322 diferente de 0, o TNC ajusta o ponto central do furo na posição nominal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Diâmetro nominal** Q262: diâmetro aproximado da ilha. De preferência, introduzir o valor em excesso. Campo de introdução 0 a 99999.9999
- **Ângulo inicial** Q325 (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Passo angular** Q247 (valor incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direção 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
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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





Blocos NC

5 TCH PROBE 413 PONTO REF CÍRCULO EXTERIOR	
Q321=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q322=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q262=75	;DIÂMETRO NOMINAL
Q325=+0	;ÂNGULO INICIAL
Q247=+60	;PASSO ANGULAR
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q301=0	;DESLOCAR NA ALTURA SEG.
Q305=15	;N.º EM TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA

15.7 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 413, DIN/ISO: G413, opção de software 17)

- **Número de ponto zero na tabela** Q305: indicar número na tabela de preset onde o TNC deve definir as coordenadas do centro da ilha. Com introdução de Q305=0, o TNC define a visualização automaticamente de forma a que o novo ponto de referência assente no centro da ilha. Campo de introdução 0 a 2999
- **Novo ponto de referência eixo principal** Q331 (valor absoluto): coordenada no eixo principal, onde o TNC deve definir o centro da ilha obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo secundário** Q332 (valor absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve definir o centro da ilha obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Transferência de valor de medição (0,1)** Q303: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são introduzidos programas antigos (ver "características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência")
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Apalpação no eixo TS** Q381: determinar se o TNC 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
- **Apalpar eixo TS: coord. 1. Eixo** Q382 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem em que se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 2. Eixo** Q383 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 3. Eixo** Q384 (valor absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

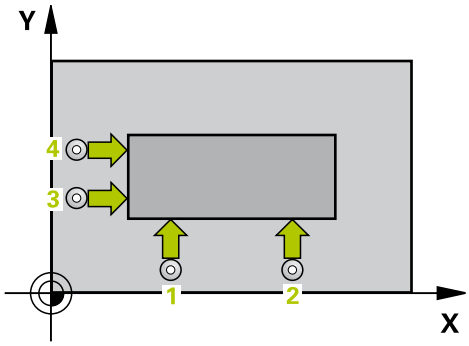
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO
Q381=1	;APALPAR EIXO TS
Q382=+85	;1.ª CO. PARA EIXO TS
Q383=+50	;2.ª CO. PARA EIXO TS
Q384=+0	;3.ª CO. PARA EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q423=4	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO
Q365=1	;TIPO DE DESLOCAÇÃO

- **Novo ponto de referência eixo TS** Q333 (valor absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Quantidade de pontos de medição (4/3)** Q423: definir se o TNC deve medir a ilha com 4 ou 3 apalpações:
  4: utilizar 4 pontos de medição (definição padrão)
  3: utilizar 3 pontos de medição
- **Modo de deslocação? Reta=0/Círculo=1** Q365: 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 segundo o diâmetro do círculo teórico

15.8 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA EXTERIOR (ciclo 414, DIN/ISO: G414, opção de software 17)

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 TNC também pode escrever o ponto de intersecção numa tabela de pontos zero ou de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o primeiro ponto de apalpação **1** (ver figura em cima, à direita). O TNC desvia assim o apalpador na distância de segurança contra a respetiva direção de deslocação
2 A seguir, o apalpador desloca-se na altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**) O TNC determina automaticamente a direção de apalpação dependentemente do 3.º ponto de medição programado

1 A seguir, o apalpador desloca-se para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa o segundo processo de apalpação
2 O TNC 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
3 Finalmente, o TNC 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 do apalpador em relação à definição do ponto de referência", Página 315), guardando as coordenadas da esquina determinada nos parâmetros Q apresentados seguidamente
4 Quando se quiser, o TNC obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real da esquina no eixo principal
Q152	Valor real da esquina no eixo secundário

PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA EXTERIOR (ciclo 414, DIN/ISO: G414, opção de software 17) 15.8

Ter em atenção ao programar!

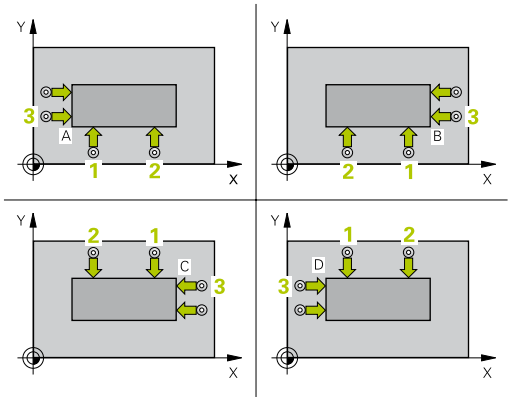
Atenção, perigo de colisão!

Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

O TNC 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 TNC define o ponto de referência (ver figura à direita e tabela seguinte).

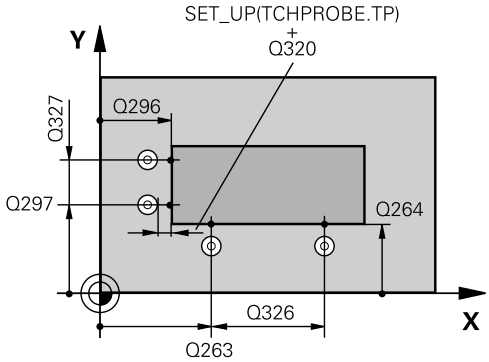


Esquina	Coordenada X	Coordenada Y
A	Ponto **1** ponto maior **3**	Ponto **1** ponto menor **3**
B	Ponto **1** ponto menor **3**	Ponto **1** ponto menor **3**
C	Ponto **1** ponto menor **3**	Ponto **1** ponto maior **3**
D	Ponto **1** ponto maior **3**	Ponto **1** ponto maior **3**

15.8 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA EXTERIOR (ciclo 414, DIN/ISO: G414, opção de software 17)

Parâmetros de ciclo

- **1º ponto de medição 1º eixo** Q263 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q264 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância 1.º eixo** Q326 (incremental): distância entre o primeiro e o segundo ponto de medição no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **3.º ponto de medição 1º eixo** Q296 (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **3.º ponto de medição 2º eixo** Q297 (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância 2.º eixo** Q327 (incremental): distância entre o terceiro e o quarto ponto de medição no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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



Blocos NC

5 TCH PROBE 414 PONTO REF ESQUINA INTERIOR	
Q263=+37	**;1.º PONTO 1.º EIXO**
Q264=+7	**;1.º PONTO 2.º EIXO**
Q326=50	**;DISTÂNCIA 1.º EIXO**
Q228=+95	**;3.º PONTO 1.º EIXO**
Q297=+25	**;3.º PONTO 2.º EIXO**
Q327=45	**;DISTÂNCIA 2.º EIXO**
Q261=-5	**;ALTURA DE MEDIÇÃO**
Q320=0	**;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA**
Q260=+20	**;ALTURA SEGURA**
Q301=0	**;DESLOCAR NA ALTURA SEG.**
Q304=0	**;ROTAÇÃO BÁSICA**
Q305=7	**;N.º EM TABELA**
Q331=+0	**;PONTO DE REFERÊNCIA**
Q332=+0	**;PONTO DE REFERÊNCIA**
Q303=+1	**;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO**
Q381=1	**;APALPAR EIXO TS**
Q382=+85	**;1.ª CO. PARA EIXO TS**
Q383=+50	**;2.ª CO. PARA EIXO TS**
Q384=+0	**;3.ª CO. PARA EIXO TS**
Q333=+0	**;PONTO DE REFERÊNCIA**

- **Executar rotação básica** Q304: determinar se o TNC deve compensar a inclinação da peça de trabalho por meio duma rotação básica:
  0: não executar rotação básica
  1: executar rotação básica
- **Número de ponto zero na tabela** Q305: indicar número na tabela de pontos zero/de preset onde o TNC deve definir as coordenadas da esquina. Com introdução de Q305=0, o TNC define automaticamente a visualização, de forma a que o novo ponto de referência assente na esquina. Campo de introdução 0 a 2999
- **Novo ponto de referência eixo principal** Q331 (valor absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve definir a esquina obtida. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo secundário** Q332 (valor absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve definir a esquina obtida. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Transferência de valor de medição (0,1)** Q303: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são introduzidos programas antigos (ver "características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência")
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Apalpação no eixo TS** Q381: determinar se o TNC 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
- **Apalpar eixo TS: coord. 1. Eixo** Q382 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem em que se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 2. Eixo** Q383 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

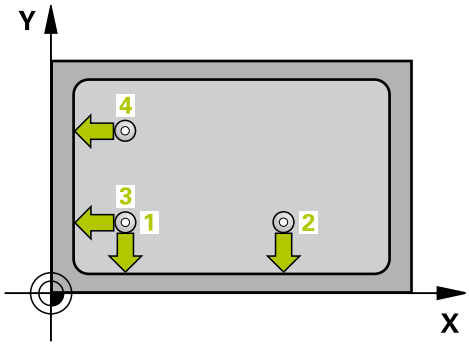
15.8 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA EXTERIOR (ciclo 414, DIN/ISO: G414, opção de software 17)

- **Apalpar eixo TS: coord. 3. Eixo** Q384 (valor absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo TS** Q333 (valor absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

15.9 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA INTERIOR (ciclo 415, DIN/ISO: G415, opção de software 17)

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 TNC também pode escrever o ponto de intersecção numa tabela de pontos zero ou de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o primeiro ponto de apalpação **1** (ver figura em cima, à direita), por si definido no ciclo. O TNC desvia assim o apalpador na distância de segurança contra a respetiva direção de deslocação
2 A seguir, o apalpador desloca-se na 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

1 A seguir, o apalpador desloca-se para o ponto de apalpação seguinte **2** e executa o segundo processo de apalpação
2 O TNC 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
3 Finalmente, o TNC 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 do apalpador em relação à definição do ponto de referência", Página 315), guardando as coordenadas da esquina determinada nos parâmetros Q apresentados seguidamente
4 Quando se quiser, o TNC obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real da esquina no eixo principal
Q152	Valor real da esquina no eixo secundário

15.9 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA INTERIOR (ciclo 415, DIN/ISO: G415, opção de software 17)

Ter em atenção ao programar!

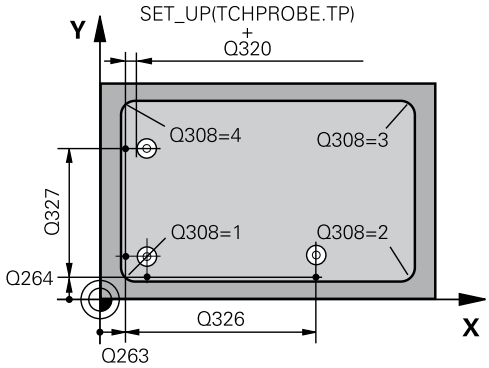
Atenção, perigo de colisão!
Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

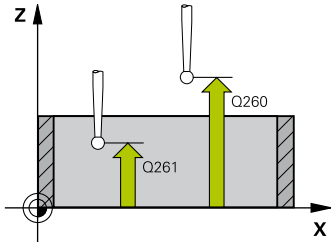
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

O TNC mede a primeira reta sempre na direção do eixo secundário do plano de maquinagem.

Parâmetros de ciclo

- **1º ponto de medição 1º eixo** Q263 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q264 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância 1.º eixo** Q326 (incremental): distância entre o primeiro e o segundo ponto de medição no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Distância 2.º eixo** Q327 (incremental): distância entre o terceiro e o quarto ponto de medição no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Esquina** Q308: número da esquina em que o TNC deve definir o ponto de referência. Campo de introdução 1 a 4
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Executar rotação básica** Q304: determinar se o TNC deve compensar a inclinação da peça de trabalho por meio duma rotação básica:
  0: não executar rotação básica
  1: executar rotação básica
- **Número de ponto zero na tabela** Q305: indicar número na tabela de pontos zero/de preset onde o TNC deve definir as coordenadas da esquina. Com introdução de Q305=0, o TNC define automaticamente a visualização, de forma a que o novo ponto de referência assente na esquina. Campo de introdução 0 a 2999





Blocos NC

5 TCH PROBE 415 PONTO REF ESQUINA EXTERIOR	
Q263=+37	;1.º PONTO 1.º EIXO
Q264=+7	;1.º PONTO 2.º EIXO
Q326=50	;DISTÂNCIA 1.º EIXO
Q228=+95	;3.º PONTO 1.º EIXO
Q297=+25	;3.º PONTO 2.º EIXO
Q327=45	;DISTÂNCIA 2.º EIXO
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q301=0	;DESLOCAR NA ALTURA SEG.
Q304=0	;ROTAÇÃO BÁSICA
Q305=7	;N.º EM TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO
Q381=1	;APALPAR EIXO TS
Q382=+85	;1.ª CO. PARA EIXO TS
Q383=+50	;2.ª CO. PARA EIXO TS
Q384=+0	;3.ª CO. PARA EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA

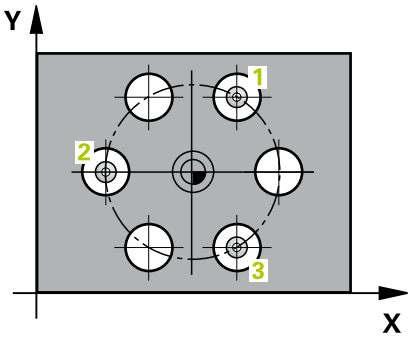
15.9 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA INTERIOR (ciclo 415, DIN/ISO: G415, opção de software 17)

- **Novo ponto de referência eixo principal** Q331 (valor absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve definir a esquina obtida. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo secundário** Q332 (valor absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve definir a esquina obtida. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Transferência de valor de medição (0,1)** Q303: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são introduzidos programas antigos (ver "características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência")
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Apalpação no eixo TS** Q381: determinar se o TNC 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
- **Apalpar eixo TS: coord. 1. Eixo** Q382 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem em que se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 2. Eixo** Q383 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 3. Eixo** Q384 (valor absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo TS** Q333 (valor absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

15.10 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DO CÍRCULO DE FUROS (ciclo 416, DIN/ISO: G416, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 416 calcula o ponto central dum círculo de furos através da medição de três furos e define este ponto central como ponto de referência. Se quiser, o TNC também pode escrever o ponto central numa tabela de pontos zero ou de preset.



1 TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) 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 TNC 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 TNC desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o terceiro ponto central do furo
7 Finalmente, o TNC 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 do apalpador em relação à definição do ponto de referência", Página 315), guardando os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente
8 Quando se quiser, o TNC obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro de círculo de furos

15.10 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DO CÍRCULO DE FUROS (ciclo 416, DIN/ISO: G416, opção de software 17)

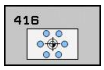
Ter em atenção ao programar!

Atenção, perigo de colisão!
Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

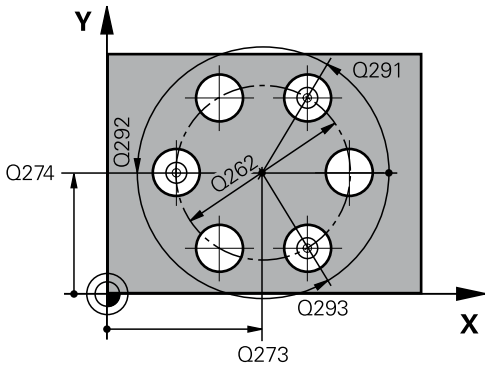
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

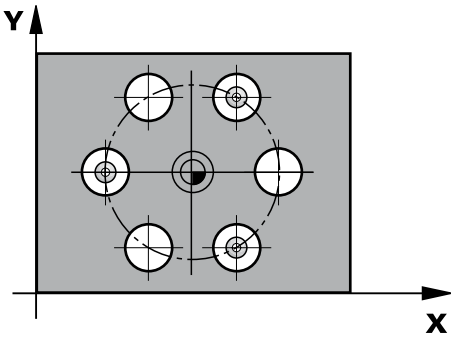
PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DO CÍRCULO DE FUROS (ciclo 416, DIN/ISO: G416, opção de software 17) 15.10

Parâmetros de ciclo



- **Centro 1º eixo** Q273 (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro 2º eixo** Q274 (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Diâmetro nominal** Q262: introduzir 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
- **Ângulo 1.º furo** Q291 (absoluto): ângulo das coordenadas polares do primeiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Ângulo 2.º furo** Q292 (absoluto): ângulo das coordenadas polares do segundo ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Ângulo 3.º furo** Q293 (absoluto): ângulo das coordenadas polares do terceiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Número de ponto zero na tabela** Q305: indicar número na tabela de pontos zero/de preset, onde o TNC deve definir as coordenadas do centro do círculo de furos. Com introdução de Q305=0, o TNC define automaticamente a visualização de forma a que o novo ponto de referência assente no centro do círculo de furos. Campo de introdução 0 a 2999
- **Novo ponto de referência eixo principal** Q331 (valor absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve definir o centro do círculo de furos obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo principal** Q332 (valor absoluto): coordenada no eixo secundário, onde o TNC deve definir o centro do círculo de furos obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





Blocos NC

5 TCH PROBE 416 PONTO REF CENTRO CÍRCULO FUROS	
Q273=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q274=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q262=90	;DIÂMETRO NOMINAL
Q291=+34	;ÂNGULO 1.º FURO
Q292=+70	;ÂNGULO 2.º FURO
Q293=+210	;ÂNGULO 3.º FURO
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q305=102	;N.º EM TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO
Q381=1	;APALPAR EIXO TS
Q382=+85	;1.ª CO. PARA EIXO TS
Q383=+50	;2.ª CO PARA EIXO TS
Q384=+0	;3.ª CO PARA EIXO TS
Q333=+1	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA

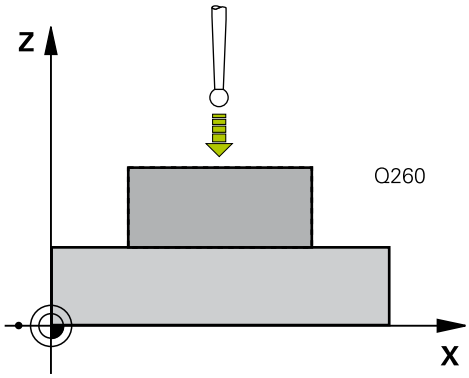
15.10 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DO CÍRCULO DE FUROS (ciclo 416, DIN/ISO: G416, opção de software 17)

- **Transferência de valor de medição (0,1)** Q303: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são introduzidos programas antigos (ver "características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência")
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Apalpação no eixo TS** Q381: determinar se o TNC 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
- **Apalpar eixo TS: coord. 1. Eixo** Q382 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem em que se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 2. Eixo** Q383 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 3. Eixo** Q384 (valor absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo TS** Q333 (valor absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador) e somente ao apalpar o ponto de referência no eixo do apalpador. Campo de introdução 0 a 99999,9999

15.11 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO DO APALPADOR (ciclo 417, DIN/ISO: G417, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 417 mede uma coordenada qualquer no eixo do apalpador e define esta coordenada como ponto de referência. Se quiser, o TNC também pode escrever a coordenada medida, numa tabela de pontos zero ou numa tabela de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação programado **1**. O TNC desvia assim o apalpador na 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 TNC 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 do apalpador em relação à definição do ponto de referência", Página 315), guardando o valor real no parâmetro Q apresentado seguidamente

Número de parâmetro	Significado
Q160	Valor real do ponto medido

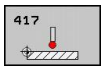
Ter em atenção ao programar!

Atenção, perigo de colisão!
Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

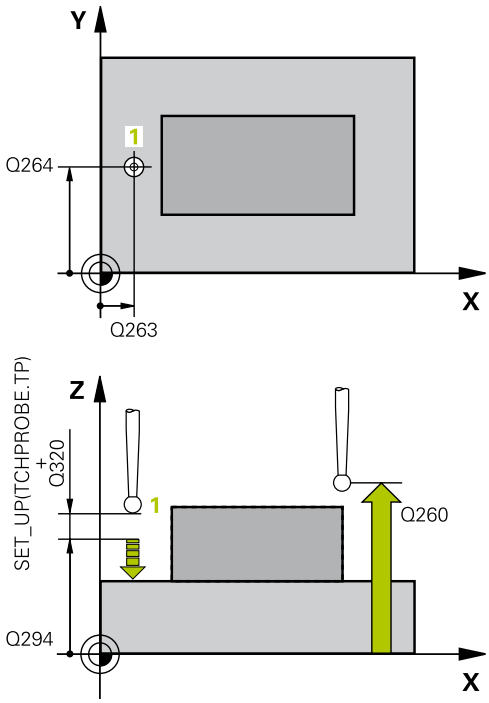
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.
O TNC define o ponto de referência neste eixo.

15.11 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO DO APALPADOR (ciclo 417, DIN/ISO: G417, opção de software 17)

Parâmetros de ciclo



- **1º ponto de medição 1º eixo** Q263 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q264 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1.º ponto de medição 3º eixo** Q294 (valor absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Número de ponto zero na tabela** Q305: indicar número na tabela de pontos zero/tabela de preset, onde o TNC deve definir a coordenada. Com introdução de Q305=0, o TNC define automaticamente a visualização, de forma a que o novo ponto de referência assente na superfície apalpada. Campo de introdução 0 a 2999
- **Novo ponto de referência** Q333 (valor absoluto): coordenada onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Transferência de valor de medição (0,1)** Q303: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são introduzidos programas antigos (ver "características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência")
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)



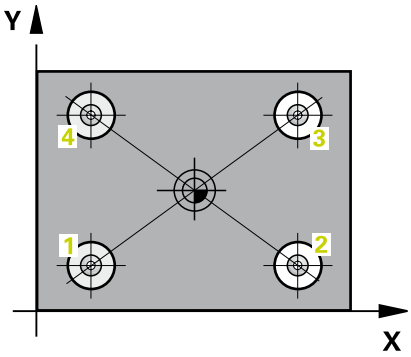
Blocos NC

5 TCH PROBE 417 PONTO REF EIXO APALPADOR	
Q263=+25	;1.º PONTO 1.º EIXO
Q264=+25	;1.º PONTO 2.º EIXO
Q294=+25	;1.º PONTO 3.º EIXO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+50	;ALTURA SEGURA
Q305=0	;N.º EM TABELA
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO

15.12 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DE 4 FUROS (ciclo 418, DIN/ISO: G418, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 418 calcula o ponto de intersecção das linhas de união, respetivamente de dois pontos centrais de furo, e define este ponto de intersecção como ponto de referência. Se quiser, o TNC também pode escrever o ponto de intersecção numa tabela de pontos zero ou de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) 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 TNC desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o segundo ponto central do furo
5 O TNC repete os processos 3 e 4 para os furos **3** e **4**
6 Finalmente, o TNC 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 do apalpador em relação à definição do ponto de referência", Página 315). O TNC calcula o ponto de referência como ponto de intersecção das linhas de união ponto central do furo **1**/**3** e **2**/**4** e guarda os valores reais nos parâmetros Q apresentados seguidamente
7 Quando se quiser, o TNC obtém a seguir, num processo de apalpação separado, ainda o ponto de referência no eixo do apalpador

Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real da intersecção no eixo principal
Q152	Valor real da intersecção no eixo secundário

15.12 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DE 4 FUROS (ciclo 418, DIN/ISO: G418, opção de software 17)

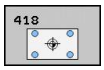
Ter em atenção ao programar!

Atenção, perigo de colisão!
Quando se defina um ponto de referência com o ciclo de apalpação (Q303 = 0) e se utilize adicionalmente Apalpar no eixo do apalpador (Q381 = 1), não pode estar ativa nenhuma conversão de coordenadas.

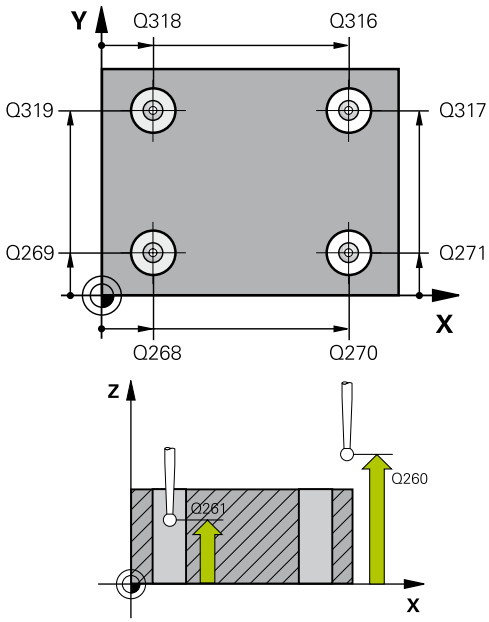
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DE 4 FUROS (ciclo 418, DIN/ISO: G418, opção de software 17) 15.12

Parâmetros de ciclo



- **1.º furo: centro do 1º eixo** Q268 (valor absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1.º furo: centro do 2º eixo** Q269 (valor absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.º furo: centro do 1º eixo** Q270 (valor absoluto): ponto central do segundo furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.º furo: centro do 2º eixo** Q271 (valor absoluto): ponto central do segundo furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro 3 do 1.º eixo** Q316 (absoluto): ponto central do 3.º furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro 3 do 2.º eixo** Q317 (absoluto): ponto central do 3.º furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro 4 do 1.º eixo** Q318 (absoluto): ponto central do 4.º furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro 4 do 2.º eixo** Q319 (absoluto): ponto central do 4.º furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Número de ponto zero na tabela** Q305: indicar número na tabela de pontos zero/de preset, onde o TNC deve definir as coordenadas do ponto de intersecção das linhas de união. Com introdução de Q305=0, o TNC define automaticamente a visualização, de forma a que o novo ponto de referência assente nas linhas de união. Campo de introdução 0 a 2999



Blocos NC

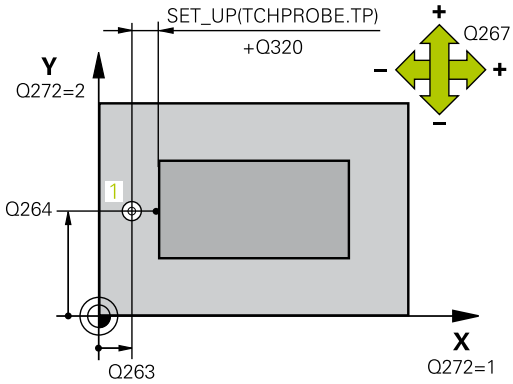
5 TCH PROBE 418 PONTO REF 4 FUROS	
Q268=+20	;1.º CENTRO 1.º EIXO
Q269=+25	;1.º CENTRO 2.º EIXO
Q270=+150	;2.º CENTRO 1.º EIXO
Q271=+25	;2.º CENTRO 2.º EIXO
Q316=+150	;3.º CENTRO 1.º EIXO
Q317=+85	;3.º CENTRO 2.º EIXO
Q318=+22	;4.º CENTRO 1.º EIXO
Q319=+80	;4.º CENTRO 2.º EIXO
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q260=+10	;ALTURA SEGURA
Q305=102	;N.º EM TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO
Q381=1	;APALPAR EIXO TS
Q382=+85	;1.ª CO. PARA EIXO TS
Q383=+50	;2.ª CO PARA EIXO TS
Q384=+0	;3.ª CO PARA EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA

- **Novo ponto de referência eixo principal** Q331 (valor absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve definir o ponto de intersecção das linhas de união. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo secundário** Q332 (valor absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve definir o ponto de intersecção das linhas de união. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Transferência de valor de medição (0,1)** Q303: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são introduzidos programas antigos (ver "características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência")
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Apalpação no eixo TS** Q381: determinar se o TNC 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
- **Apalpar eixo TS: coord. 1. Eixo** Q382 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem em que se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 2. Eixo** Q383 (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Apalpar eixo TS: coord. 3. Eixo** Q384 (valor absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende definir o ponto de referência no eixo do apalpador. Só ativo se Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Novo ponto de referência eixo TS** Q333 (valor absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

15.13 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO INDIVIDUAL (ciclo 419, DIN/ISO: G419, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 419 mede uma coordenada qualquer num eixo qualquer e define esta coordenada como ponto de referência. Se quiser, o TNC também pode escrever a coordenada medida, numa tabela de pontos zero ou numa tabela de preset.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação programado **1**. O TNC desvia, assim, o apalpador na 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 TNC 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 do apalpador em relação à definição do ponto de referência", Página 315)

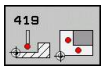
Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Se se utilizar o ciclo 419 várias vezes consecutivamente para definir o ponto de referência em vários eixos na tabela de preset, após cada execução do ciclo 419, deve-se ativar o número de preset em que o ciclo 419 escreveu anteriormente (não é necessário se o preset ativo for sobrescrito).

15.13 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO INDIVIDUAL (ciclo 419, DIN/ISO: G419, opção de software 17)

Parâmetros de ciclo

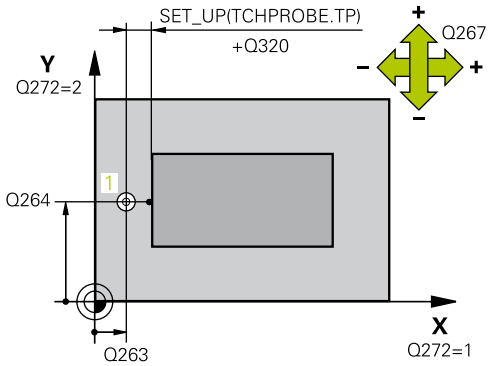


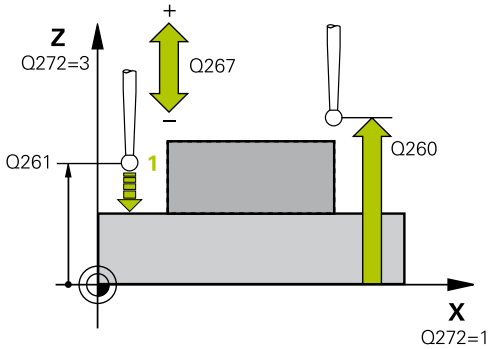
- **1º ponto de medição 1º eixo** Q263 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q264 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Eixo de medição (1...3: 1=eixo principal)** Q272: 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

- **Direção de deslocação 1** Q267: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva





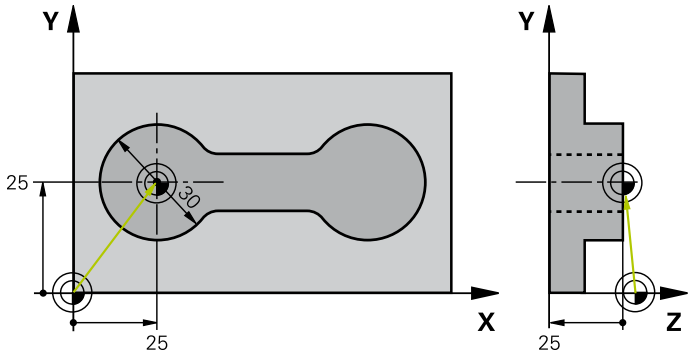
Blocos NC

5 TCH PROBE 419 PONTO REF EIXO INDIVIDUAL	
Q263=+25	**;1.º PONTO 1.º EIXO**
Q264=+25	**;1.º PONTO 2.º EIXO**
Q261=+25	**;ALTURA DE MEDIÇÃO**
Q320=0	**;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA**
Q260=+50	**;ALTURA SEGURA**
Q272=+1	**;EIXO DE MEDIÇÃO**
Q267=+1	**;DIREÇÃO DE DESLOCAÇÃO**
Q305=0	**;N.º EM TABELA**
Q333=+0	**;PONTO DE REFERÊNCIA**
Q303=+1	**;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO**

PONTO DE REFERÊNCIA EIXO INDIVIDUAL (ciclo 419, DIN/ISO: G419, opção de software 17) 15.13

- **Número de ponto zero na tabela** Q305: indicar número na tabela de pontos zero/tabela de preset, onde o TNC deve definir a coordenada. Com introdução de Q305=0, o TNC define automaticamente a visualização, de forma a que o novo ponto de referência assente na superfície apalpada. Campo de introdução 0 a 2999
- **Novo ponto de referência** Q333 (valor absoluto): coordenada onde o TNC deve definir o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Transferência de valor de medição (0,1)** Q303: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são introduzidos programas antigos (ver "características comuns de todos os ciclos do apalpador em relação à definição do ponto de referência")
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas ativo
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)

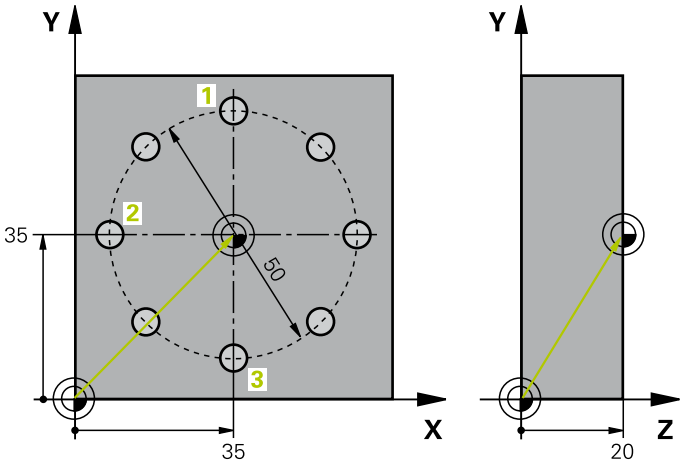
15.14 Exemplo: Definição do ponto de referência centro segmento de círculo e aresta superior da peça de trabalho



0 BEGIN PGM CYC413MM		
1 TOOL CALL 69 Z		Chamar a ferramenta 0 para determinação do eixo do apalpador
2 TCH PROBE 413 PONTO REF CÍRCULO EXTERIOR		
Q321=+25	;CENTRO 1.º EIXO	Ponto central do círculo: coordenada X
Q322=+25	;CENTRO 2.º EIXO	Ponto central do círculo: coordenada Y
Q262=30	;DIÂMETRO NOMINAL	Diâmetro do círculo
Q325=+90	;ÂNGULO 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 DE MEDIÇÃO	Coordenada no eixo do apalpador, onde é feita a medição
Q320=2	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA	Distância de segurança adicional para a coluna SET_UP
Q260=+10	;ALTURA SEGURA	Altura onde o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q301=0	;DESLOCAR NA ALTURA SEG.	Não deslocar na altura segura entre os pontos de medição
Q305=0	;N.º EM TABELA	Definir visualização
Q331=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA	Definir a visualização em X para 0
Q332=+10	;PONTO DE REFERÊNCIA	Definir a visualização em Y para 10
Q303=+0	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO	Sem função, pois a visualização deve ser definida
Q381=1	;APALPAR EIXO TS	Definir também o ponto de referência no eixo TS
Q382=+25	;1.ª CO. PARA EIXO TS	Coordenada X ponto de apalpação
Q383=+25	;2.ª CO PARA EIXO TS	Coordenada Y ponto de apalpação
Q384=+25	;3.ª CO PARA EIXO TS	Coordenada Z ponto de apalpação
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA	Definir a visualização em Z para 0
Q423=4	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO	Medir círculo com 4 apalpações
Q365=0	;TIPO DE DESLOCAÇÃO	Deslocar-se entre os pontos de medição na trajetória circular
3 CALL PGM 35K47		Chamar o programa de maquinagem
4 END PGM CYC413 MM		

15.15 Exemplo: definição do ponto de referência lado superior da peça de trabalho e centro círculo de furos

O ponto central medido, do círculo de furos, deve ser escrito numa tabela de preset, para posterior utilização.



0 BEGIN PGM CYC416 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		Chamar a ferramenta 0 para determinação do eixo do apalpador
2 TCH PROBE 417 PONTO REF EIXO APALPADOR		Definição de ciclo para a definição do ponto de referência no eixo do apalpador
Q263=+7,5	;1.º PONTO 1.º EIXO	Ponto de apalpação: coordenada X
Q264=+7,5	;1.º PONTO 2.º EIXO	Ponto de apalpação: coordenada Y
Q294=+25	;1.º PONTO 3.º EIXO	Ponto de apalpação: coordenada Z
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA	Distância de segurança adicional para a coluna SET_UP
Q260=+50	;ALTURA SEGURA	Altura onde o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q305=1	;N.º EM TABELA	Escrever a coordenada Z na linha 1
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA	Definir o eixo 0 do apalpador
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO	Definir o ponto de referência calculado, referente ao sistema de coordenadas fixo da máquina (sistema REF), na tabela de preset PRESET.PR
3 TCH PROBE 416 PONTO REF CENTRO CÍRCULO FUROS		
Q273=+35	;CENTRO 1.º EIXO	Ponto central do círculo de furos: coordenada X
Q274=+35	;CENTRO 2.º EIXO	Ponto central do círculo de furos: coordenada Y
Q262=50	;DIÂMETRO NOMINAL	Diâmetro do círculo de furos
Q291=+90	;ÂNGULO 1.º FURO	Ângulo de coordenadas polares para 1.º ponto central do furo 1
Q292=+180	;ÂNGULO 2.º FURO	Ângulo de coordenadas polares para 2.º ponto central do furo 2
Q293=+270	;ÂNGULO 3.º FURO	Ângulo de coordenadas polares para 3.º ponto central do furo 3
Q261=+15	;ALTURA DE MEDIÇÃO	Coordenada no eixo do apalpador, onde é feita a medição
Q260=+10	;ALTURA SEGURA	Altura onde o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q305=1	;N.º EM TABELA	Escrever o centro do círculo de furos (X e Y) na linha 1
Q331=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA	

15.15 Exemplo: definição do ponto de referência lado superior da peça de trabalho e centro círculo de furos

Q332=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA	
Q303=+1	;TRANSFERÊNCIA DO VALOR DE MEDIÇÃO	Definir o ponto de referência calculado, referente ao sistema de coordenadas fixo da máquina (sistema REF), na tabela de preset PRESET.PR
Q381=0	;APALPAR EIXO TS	Não definir nenhum ponto de referência no eixo TS
Q382=+0	;1.ª CO. PARA EIXO TS	Sem função
Q383=+0	;2.ª CO. PARA EIXO TS	Sem função
Q384=+0	;3.ª CO. PARA EIXO TS	Sem função
Q333=+0	;PONTO DE REFERÊNCIA	Sem função
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA	Distância de segurança adicional para a coluna SET_UP
4 CYCL DEF 247 DEFINIR PONTO DE REFERÊNCIA		Ativar novo preset com o ciclo 247
Q339=1	;NÚMERO DE PONTO DE REFERÊNCIA	
6 CALL PGM 35KLZ		Chamar o programa de maquinagem
7 END PGM CYC416 MM		

16

Ciclos de apalpação: controlar peças de trabalho automaticamente

16.1 Princípios básicos

Resumo

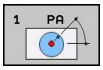
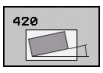
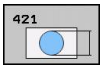
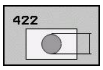
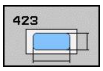
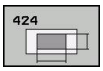
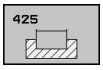
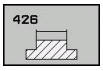
Durante a execução dos ciclos de apalpação, o ciclo 8 REFLEXÃO, o ciclo 11 FATOR DE ESCALA e o ciclo 26 FATOR DE ESCALA ESPECÍFICO DO EIXO não podem estar ativos.

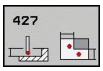
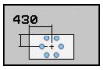
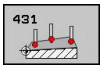
A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O fabricante da máquina deve preparar o TNC para a utilização de apalpadores 3D.

Consulte o manual da sua máquina.

O TNC dispõe de doze ciclos, com que se podem medir peças de trabalho automaticamente:

Ciclo	Softkey	Página
0 PLANO DE REFERÊNCIA Medição duma coordenada num eixo à escolha		374
1 PLANO DE REFERÊNCIA POLAR Medição dum ponto, direção de apalpação por meio de ângulo		375
420 MEDIÇÃO ÂNGULO Medir ângulo no plano de maquinagem		376
421 MEDIÇÃO FURO Medir posição e diâmetro dum furo		379
422 MEDIÇÃO CÍRCULO EXTERIOR Medir posição e diâmetro duma ilha circular		382
423 MEDIÇÃO RECTÂNGULO INTERIOR Medir posição, comprimento e largura duma caixa retangular		385
424 MEDIÇÃO RECTÂNGULO EXTERIOR Medir posição, comprimento e largura duma ilha retangular		389
425 MEDIÇÃO LARGURA INTERIOR (2.º plano de softkeys) Medir no interior largura da ranhura		392
426 MEDIÇO NERVURA EXTERIOR (2.º plano de softkeys) Medir nervura no exterior		395

Ciclo	Softkey	Página
427 MEDIÇÃO COORDENADA (2.º plano de softkeys) Medir uma coordenada qualquer num eixo à escolha		398
430 MEDIÇÃO CÍRCULO DE FUROS (2.º plano de softkeys) Medir posição e diâmetro de círculo de furos		401
431 MEDIÇÃO PLANO (2.º plano de softkeys) Medir ângulo de eixo A e B dum plano		405

Registar resultados de medição

Para todos os ciclos com que se podem medir peças de trabalho automaticamente (exceções: ciclo 0 e 1), pode mandar o TNC criar um registo de medição. No ciclo de apalpação respetivo poderá definir se o TNC

- 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 TNC memoriza os dados, por norma, como ficheiro ASCII no diretório TNC:\..

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

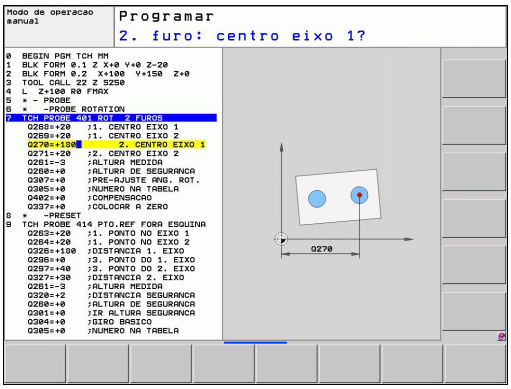
Valores nominais:	
Centro eixo principal:	50.0000
Centro eixo secundário:	65.0000
Diâmetro:	12.0000
Valores limite indicados previamente:	
Maior medida centro eixo principal:	50.1000
Medida mínima centro eixo principal:	49.9000
Medida máxima centro eixo secundário:	65.1000
Medida mínima centro eixo secundário:	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 TNC coloca os resultados de medição do respetivo ciclo de apalpação nos parâmetros Q globalmente atuantes, de Q150 a Q160. Os desvios do valor nominal são armazenados nos parâmetros de Q161 a Q166. Observe a tabela dos parâmetros de resultado, que é executada com cada descrição de ciclo.

Adicionalmente, na definição do ciclo o TNC visualiza na imagem auxiliar do respetivo ciclo, os parâmetros de resultado (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 TNC fixa o anotador de trabalho de aperfeiçoamento ou de desperdícios, logo que um dos valores de medição estiver 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 valores limite.

No ciclo 427, o TNC 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 TNC também fixa o anotador 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 TNC executar uma supervisão da tolerância. Para isso, na definição de ciclo, é necessário definir os valores limite necessários. Se não quiser executar qualquer supervisão da 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 TNC executar uma supervisão da ferramenta. O TNC supervisiona, se

- devido aos desvios do valor nominal (valores em Q16x) se dever corrigir o raio da ferramenta
- 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 a tabela de ferramentas ativada
- 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 TNC deixa de mostrar o apóstrofe direito.

Se forem executadas mais medições de correção, o TNC adiciona o respetivo desvio medido ao valor já memorizado na tabela de ferramentas.

O TNC corrige o raio da ferramenta na coluna DR da tabela de ferramentas, basicamente sempre, mesmo quando o desvio medido se situa dentro da tolerância indicada previamente. É possível consultar no seu programa NC através do parâmetro Q181 (Q181=1: necessário trabalho de acabamento) se é necessário trabalho de acabamento.

Além disso, para o ciclo 427 também se aplica o seguinte:

- Quando está definido como eixo de medição um eixo do plano de maquinagem ativado (Q272 = 1 ou 2), o TNC executa uma correção de raio da ferramenta, como já foi descrito. O TNC 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 TNC executa uma correção do comprimento da ferramenta

Supervisão de rotura da ferramenta

A função só trabalha
- com a tabela de ferramentas ativada
- 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 (ver também Manual do Utilizador, Capítulo 5.2 „Dados da Ferramenta“)

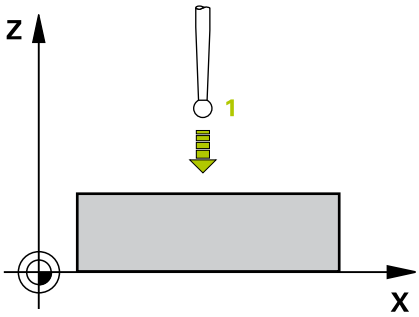
O TNC emite uma mensagem de erro e para a execução do programa, se o desvio medido for maior do que a tolerância de rotura da ferramenta. Ao mesmo tempo, bloqueia a ferramenta na tabela de ferramentas (coluna TL = L).

Sistema de referência para resultados de medição

O TNC emite todos os resultados de medição para os parâmetros de resultados e para o ficheiro de registo no sistema de coordenadas ativado - portanto, eventualmente deslocado ou/e rodado/inclinado.

16.2 PLANO DE REFERÊNCIA (ciclo 0, DIN/ISO: G55, opção de software 17)

Execução do ciclo



1 O apalpador aproxima-se num movimento 3D com avanço rápido (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 que ser determinada no ciclo.
3 Depois de o TNC ter registado a posição, o apalpador regressa ao ponto inicial do processo de apalpação e memoriza num parâmetro Q a coordenada medida. Adicionalmente, o TNC 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 destes parâmetros o TNC não tem em conta o comprimento e o raio da haste de apalpação

Ter em atenção ao programar!

! **Atenção, perigo de colisão!**
Posicionar previamente o apalpador, de forma a evitar-se uma colisão na aproximação da posição prévia programada.

Parâmetros de ciclo

- **Nº de parâmetro para o resultado**: introduzir o número de parâmetro Q a que se atribuiu o valor da coordenada. Campo de introdução 0 a 1999
- **Eixo e Direção de Apalpação**: introduzir o eixo de apalpação com a tecla de seleção de eixos ou com o teclado ASCII e o sinal correto para a direção de apalpação. Confirmar com a tecla ENT. Campo de introdução: todos os eixos NC
- **Valor nominal da posição**: com as teclas de seleção dos eixos ou com o teclado de ASCII, 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

Blocos NC

```
67 TCH PROBE 0.0 PLANO DE REFERÊNCIA Q5 X-
68 TCH PROBE 0.1 X+5 Y+0 Z-5
```

16.3 PLANO DE REFERÊNCIA polar (ciclo 1, opção de software 17)

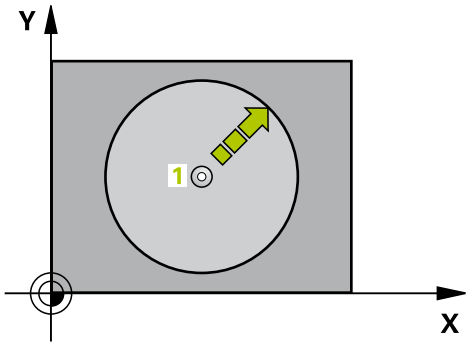
Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 1 obtém, numa direção qualquer de apalpação, uma posição qualquer na peça de trabalho.

1 O apalpador aproxima-se num movimento 3D com avanço rápido (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 TNC desloca-se ao mesmo tempo em 2 eixos (depende do ângulo de apalpação). A direção de apalpação determina-se no ciclo por meio de ângulo polar

3 Depois de o TNC ter registado a posição, o apalpador desloca-se de regresso ao ponto de partida do processo de apalpação. O TNC memoriza as coordenadas da posição em que se encontra o apalpador no momento do sinal de comutação, nos parâmetros de Q115 a Q119.

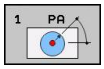


Ter em atenção ao programar!

Atenção, perigo de colisão!
Posicionar previamente o apalpador, de forma a evitar-se uma colisão na aproximação da 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 de Apalpação**: introduzir o eixo de apalpação com a tecla de seleção de eixos ou com o teclado ASCII. Confirmar com a tecla ENT. Campo de introdução **X**, **Y** ou **Z**
- **Ângulo de apalpação**: ângulo referente ao eixo de apalpação onde o apalpador deve deslocar-se. Campo de introdução -180.0000 a 180.0000
- **Valor nominal da posição**: com as teclas de seleção dos eixos ou com o teclado de ASCII, 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

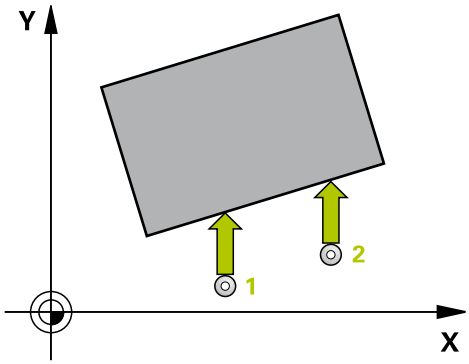
Blocos NC

```
67 TCH PROBE 1.0 PLANO DE REFERÊNCIA POLAR
68 TCH PROBE 1.1 X ÂNGULO: +30
69 TCH PROBE 1,2 X+5 Y+0 Z-5
```

16.4 MEDIR ÂNGULO (ciclo 420, DIN/ISO: G420, opção de software 17)

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 TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação programado **1**. O TNC desvia assim o apalpador na distância de segurança contra a direção de deslocação determinada
2 A seguir, o apalpador desloca-se na 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 TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e memoriza o ângulo calculado no seguinte parâmetro Q:

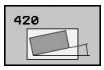
Número de parâmetro	Significado
Q150	Ângulo medido referente ao eixo principal do plano de maquinagem

Ter em atenção ao programar!

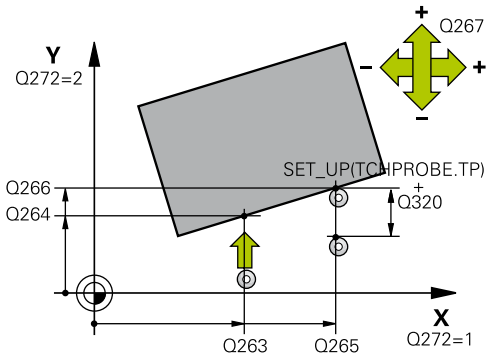
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

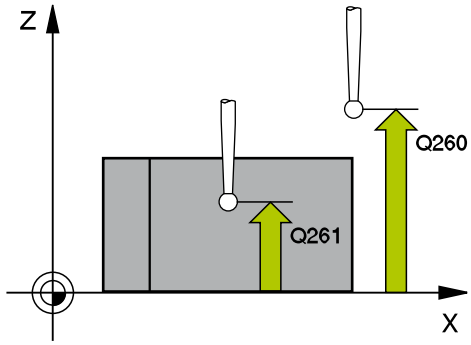
Se o eixo do apalpador estiver definido igual ao eixo de medição, então, selecionar **Q263** igual a **Q265**, se o ângulo na direção do eixo A dever ser medido; selecionar **Q263** diferente de **Q265**, se for o ângulo na direção do eixo B a ser medido.

Parâmetros de ciclo



- **1º ponto de medição 1º eixo** Q263 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q264 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 1º eixo** Q265 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q266 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Eixo de medição** Q272: 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
- **Direção de deslocação 1** Q267: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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





Blocos NC

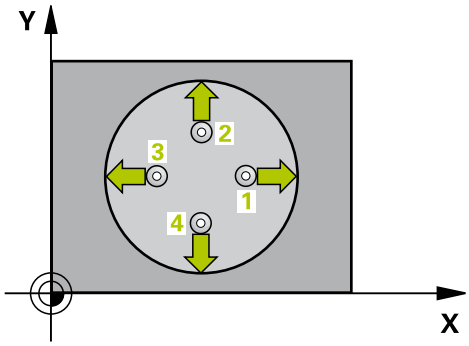
5 TCH PROBE 420 MEDIÇÃO ÂNGULO	
Q263=+10	;1.º PONTO 1.º EIXO
Q264=+10	;1.º PONTO 2.º EIXO
Q265=+15	;2.º PONTO 1.º EIXO
Q266=+95	;2.º PONTO 2.º EIXO
Q272=1	;EIXO DE MEDIÇÃO
Q267=-1	;DIREÇÃO DE DESLOCAÇÃO
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+10	;ALTURA SEGURA
Q301=1	;DESLOCAR PARA ALTURA SEG.
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO

- **Protocolo de medição** Q281: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR420.TXT**, por norma, no diretório TNC:\
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start

16.5 MEDIR FURO (ciclo 421, DIN/ISO: G421, opção de software 17)

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 TNC executa uma comparação de valor nominal/real e coloca os desvios em parâmetros do sistema.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC 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 na altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**) O TNC 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 TNC 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
5 finalmente, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e memoriza os valores reais e os desvios nos seguintes parâmetros Q:

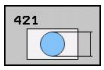
Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q163	Desvio diâmetro

Ter em atenção ao programar!

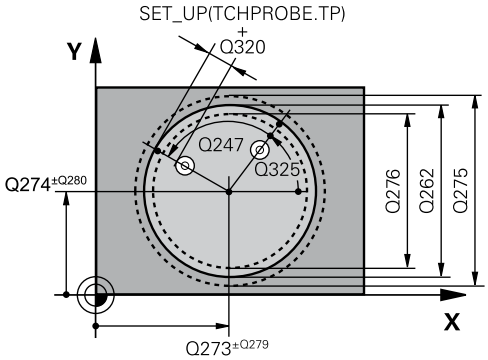
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

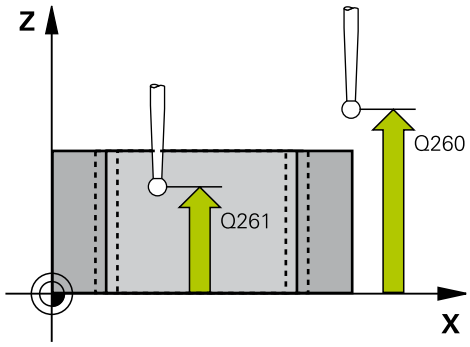
Quanto mais pequeno se programar o passo angular, menor é a exatidão com que o TNC calcula a dimensão do furo. menor valor de introdução: 5°.

Parâmetros de ciclo



- **Centro 1.º eixo** Q273 (absoluto): centro do furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro 2º eixo** Q274 (valor absoluto): centro do furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Diâmetro nominal** Q262: introduzir diâmetro do furo. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Ângulo inicial** Q325 (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360,000 a 360,000
- **Passo angular** Q247 (valor incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direção 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
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Medida maior furo** Q275: máximo diâmetro permitido do furo (caixa circular). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida menor furo** Q276: mínimo diâmetro permitido do furo (caixa circular). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Valor de tolerância centro 1.º eixo** Q279: Desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Valor de tolerância centro 2.º eixo** Q280: Desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999





Blocos NC

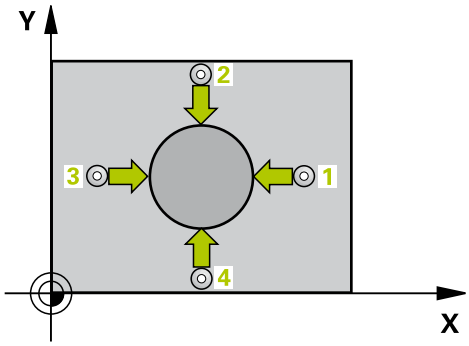
5 TCH PROBE 421 MEDIÇÃO FURO	
Q273=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q274=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q262=75	;DIÂMETRO NOMINAL
Q325=+0	;ÂNGULO INICIAL
Q247=+60	;PASSO ANGULAR
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q301=1	;DESLOCAR PARA ALTURA SEG.
Q275=75,12	;MEDIDA MÁXIMA
Q276=74,95	;MEDIDA MÍNIMA
Q279=0,1	;TOLERÂNCIA 1.º CENTRO
Q280=0,1	;TOLERÂNCIA 2.º CENTRO
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO
Q309=0	;PARAGEM DE PROGRAMA POR ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA
Q423=4	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO
Q365=1	;TIPO DE DESLOCAÇÃO

- **Protocolo de medição** Q281: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR421.TXT**, por norma, no diretório TNC:\
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start
- **PGM-Stop em caso de erro de tolerância** Q309: determinar se, caso a tolerância seja excedida, o TNC 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
- **Ferramenta para supervisão** Q330: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta"). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: número de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T
- **Quantidade de pontos de medição (4/3)** Q423: definir se o TNC deve medir a ilha com 4 ou 3 apalpações:
  4: utilizar 4 pontos de medição (definição padrão)
  3: utilizar 3 pontos de medição
- **Modo de deslocação? Reta=0/Círculo=1** Q365: 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 segundo o diâmetro do círculo teórico

16.6 MEDIR CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 422, DIN/ISO: G422, opção de software 17)

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 TNC executa uma comparação de valor nominal/real e coloca os desvios em parâmetros do sistema.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC 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 na altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**) O TNC 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 TNC 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
5 finalmente, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e memoriza os valores reais e os desvios nos seguintes parâmetros Q:

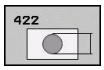
Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q163	Desvio diâmetro

Ter em atenção ao programar!

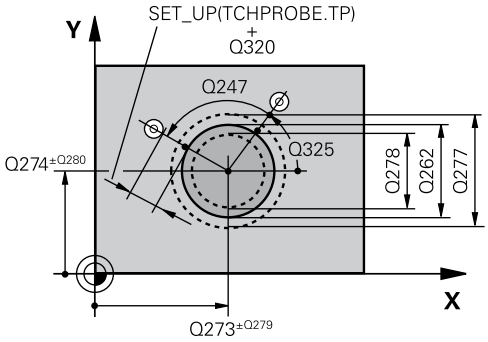
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

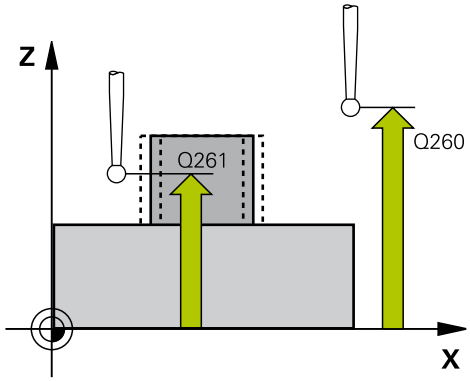
Quanto mais pequeno se programar o passo angular, menor é a exatidão com que o TNC calcula a dimensão da ilha. menor valor de introdução: 5°.

Parâmetros de ciclo



- **Centro do 1º eixo** Q273 (absoluto): centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro do 2º eixo** Q274 (absoluto): centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Diâmetro nominal** Q262: introduzir diâmetro da ilha. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Ângulo inicial** Q325 (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Passo angular** Q247 (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
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Medida maior ilha** Q277: maior diâmetro permitido da ilha. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida menor Ilha** Q278: mínimo diâmetro permitido da ilha. Campo de introdução 0 a 99999,9999





Blocos NC

5 TCH PROBE 422 MEDIÇÃO CÍRCULO EXTERIOR	
Q273=+50	**;CENTRO 1.º EIXO**
Q274=+50	**;CENTRO 2.º EIXO**
Q262=75	**;DIÂMETRO NOMINAL**
Q325=+90	**;ÂNGULO INICIAL**
Q247=+30	**;PASSO ANGULAR**
Q261=-5	**;ALTURA DE MEDIÇÃO**
Q320=0	**;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA**
Q260=+10	**;ALTURA SEGURA**
Q301=0	**;DESLOCAR NA ALTURA SEG.**
Q275=35,15	**;MEDIDA MÁXIMA**
Q276=34,9	**;MEDIDA MÍNIMA**
Q279=0,05	**;TOLERÂNCIA 1.º CENTRO**

16.6 MEDIR CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 422, DIN/ISO: G422, opção de software 17)

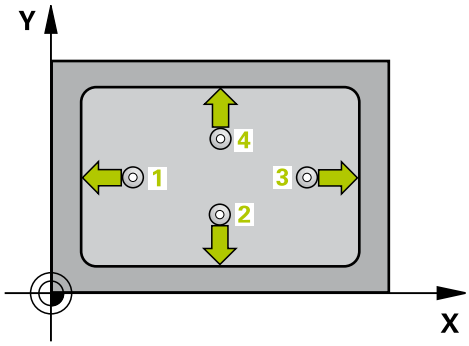
- **Valor de tolerância centro 1.º eixo** Q279: Desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Valor de tolerância centro 2.º eixo** Q280: Desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Protocolo de medição** Q281: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR422.TXT**, por norma, no diretório TNC:\
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start
- **PGM-Stop em caso de erro de tolerância** Q309: determinar se, caso a tolerância seja excedida, o TNC 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
- **Ferramenta para supervisão** Q330: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 372). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: número de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T
- **Quantidade de pontos de medição (4/3)** Q423: definir se o TNC deve medir a ilha com 4 ou 3 apalpações:
  4: utilizar 4 pontos de medição (definição padrão)
  3: utilizar 3 pontos de medição
- **Modo de deslocação? Reta=0/Círculo=1** Q365: 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 segundo o diâmetro do círculo teórico

Q280=0,05	;TOLERÂNCIA 2.º CENTRO
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO
Q309=0	;PARAGEM DE PROGRAMA POR ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA
Q423=4	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO
Q365=1	;TIPO DE DESLOCAÇÃO

16.7 MEDIR RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 423, DIN/ISO: G423, opção de software 17)

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 TNC executa uma comparação de valor nominal/real e coloca os desvios em parâmetros do sistema.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC 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 na 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 TNC 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

5 finalmente, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e memoriza os valores reais e os desvios nos seguintes parâmetros Q:

Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q154	Valor real comprimento lateral eixo principal
Q155	Valor real comprimento lateral eixo secundário
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q164	Desvio comprimento lateral eixo principal
Q165	Desvio comprimento lateral eixo secundário

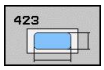
16.7 MEDIR RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 423, DIN/ISO: G423, opção de software 17)

Ter em atenção ao programar!

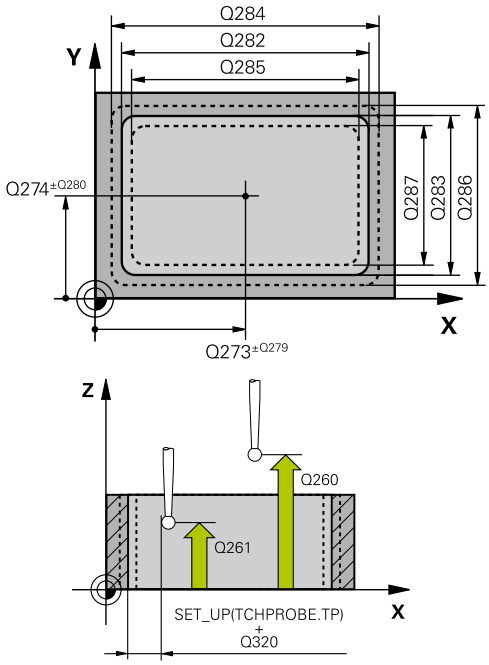
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Quando a medida da caixa e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o TNC 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



- **Centro do 1º eixo** Q273 (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro do 2º eixo** Q274 (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1º comprimento do lado** Q282: comprimento da caixa, paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **2º comprimento do lado** Q283: comprimento da caixa, paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999



16.7 MEDIR RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 423, DIN/ISO: G423, opção de software 17)

- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Medida maior 1º comprimento de lado** Q284: comprimento máximo permitido da caixa. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida menor 1º comprimento de lado** Q285: comprimento mínimo permitido da caixa. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida maior 2º comprimento de lado** Q286: largura máxima permitida da caixa. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida menor 2º comprimento de lado** Q287: largura mínima permitida da caixa. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Valor de tolerância centro 1.º eixo** Q279: Desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Valor de tolerância centro 2.º eixo** Q280: Desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Protocolo de medição** Q281: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR423.TXT**, por norma, no diretório TNC:\
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start
- **PGM-Stop em caso de erro de tolerância** Q309: determinar se, caso a tolerância seja excedida, o TNC 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
- **Ferramenta para supervisão** Q330: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 372). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: número de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T

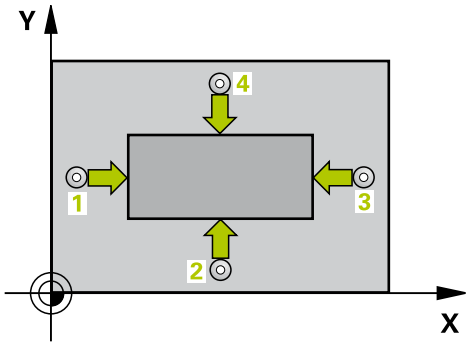
Blocos NC

5 TCH PROBE 423 MEDIÇÃO RETÂNG INTERIOR	
Q273=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q274=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q282=80	;1.º COMPRIMENTO LATERAL
Q283=60	;2.º COMPRIMENTO LATERAL
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+10	;ALTURA SEGURA
Q301=1	;DESLOCAR PARA ALTURA SEG.
Q284=0	;MEDIDA MÁXIMA 1.º LADO
Q285=0	;MEDIDA MÍNIMA 1.º LADO
Q286=0	;MEDIDA MÁXIMA 2.º LADO
Q287=0	;MEDIDA MÍNIMA 2.º LADO
Q279=0	;TOLERÂNCIA 1.º CENTRO
Q280=0	;TOLERÂNCIA 2.º CENTRO
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO
Q309=0	;PARAGEM DE PROGRAMA POR ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA

16.8 MEDIR RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 424, DIN/ISO: G424, opção de software 17)

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 TNC executa uma comparação de valor nominal/real e coloca os desvios em parâmetros do sistema.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC 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 na 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 TNC 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

5 finalmente, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e memoriza os valores reais e os desvios nos seguintes parâmetros Q:

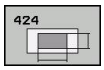
Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q154	Valor real comprimento lateral eixo principal
Q155	Valor real comprimento lateral eixo secundário
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q164	Desvio comprimento lateral eixo principal
Q165	Desvio comprimento lateral eixo secundário

Ter em atenção ao programar!

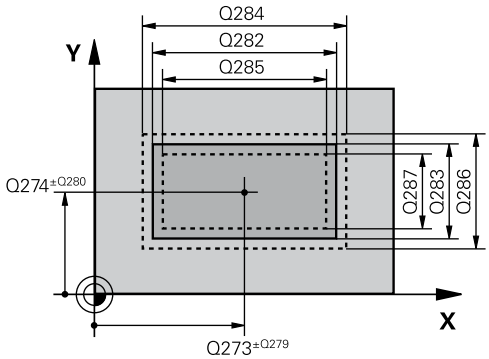
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

16.8 MEDIR RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 424, DIN/ISO: G424, opção de software 17)

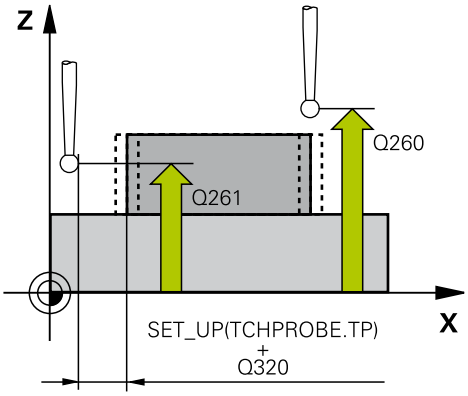
Parâmetros de ciclo



- **Centro do 1º eixo** Q273 (absoluto): centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro do 2º eixo** Q274 (absoluto): centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1º comprimento de lado** Q282: comprimento da ilha, paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **2º comprimento de lado** Q283: comprimento da ilha, paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999



- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Medida maior 1º comprimento de lado** Q284: comprimento máximo permitido da ilha Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida menor 1º comprimento de lado** Q285: comprimento mínimo permitido da ilha Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida maior 2º comprimento de lado** Q286: largura máxima permitida da ilha. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida menor 2º comprimento de lado** Q287: largura mínima permitida da ilha. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Valor de tolerância centro 1.º eixo** Q279: Desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Valor de tolerância centro 2.º eixo** Q280: Desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Protocolo de medição** Q281: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR424.TXT**, por norma, no diretório TNC:\
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start
- **PGM-Stop em caso de erro de tolerância** Q309: determinar se, caso a tolerância seja excedida, o TNC 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
- **Ferramenta para supervisão** Q330: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 372). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: número de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T



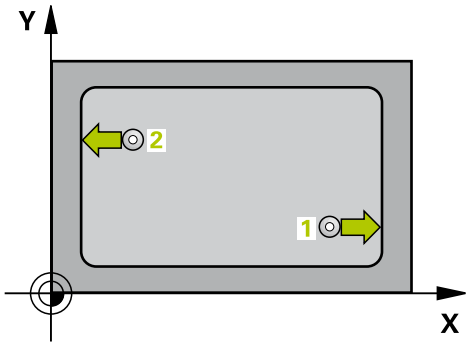
Blocos NC

5 TCH PROBE 424 MEDIÇÃO RETÂNG EXTERIOR	
Q273=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q274=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q282=75	;1.º COMPRIMENTO LATERAL
Q283=35	;2.º COMPRIMENTO LATERAL
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q301=0	;DESLOCAR NA ALTURA SEG.
Q284=75,1	;MEDIDA MÁXIMA 1.º LADO
Q285=74,9	;MEDIDA MÍNIMA 1.º LADO
Q286=35	;MEDIDA MÁXIMA 2.º LADO
Q287=34,95	;MEDIDA MÍNIMA 2.º LADO
Q279=0,1	;TOLERÂNCIA 1.º CENTRO
Q280=0,1	;TOLERÂNCIA 2.º CENTRO
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO
Q309=0	;PARAGEM DE PROGRAMA POR ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA

16.9 MEDIR LARGURA INTERIOR (ciclo 425, DIN/ISO: G425, opção de software 17)

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 TNC executa uma comparação de valor nominal/real e coloca os desvios num parâmetro do sistema.



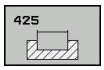
1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela do apalpador
2 A seguir, o apalpador desloca-se na altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**) 1. Apalpação sempre em direção positiva do eixo programado
3 Se quiser introduzir um desvio para a segunda medição, o TNC 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 TNC posiciona para o segundo ponto de apalpação com avanço rápido. Se não quiser introduzir desvio, o TNC mede a largura diretamente na direção oposta
4 finalmente, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e memoriza os valores reais e o desvio nos seguintes parâmetros Q:

Número de parâmetro	Significado
Q156	Valor real comprimento medido
Q157	Valor real posição eixo central
Q166	Desvio do comprimento medido

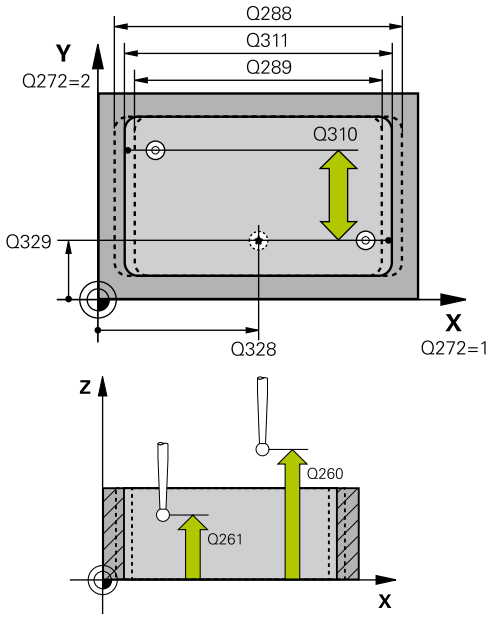
Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo



- **Ponto inicial 1º eixo** Q328 (absoluto): ponto inicial do processo de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Ponto inicial 2º eixo** Q329 (absoluto): ponto inicial do processo de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Desvio para a 2.ª medição** Q310 (valor incremental): valor com que o apalpador é desviado antes da segunda medição. Se se introduzir 0, o TNC não desvia o apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Eixo de medição** Q272: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Comprimento nominal** Q311 (incremental): valor nominal do comprimento que vai ser medido Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida maior** Q288: comprimento máximo permitido. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida menor** Q289: comprimento mínimo permitido. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Protocolo de medição** Q281: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR425.TXT**, por norma, no diretório TNC:\
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start
- **PGM-Stop em caso de erro de tolerância** Q309: determinar se, caso a tolerância seja excedida, o TNC 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



Blocos NC

5 TCH PROBE 425 MEDIÇÃO LARGURA INTERIOR	
Q328=+75	;PONTO INICIAL 1.º EIXO
Q329=-12.5	;PONTO INICIAL 2.º EIXO
Q310=+0	;DESVIO 2.ª MEDIÇÃO
Q272=1	;EIXO DE MEDIÇÃO
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q260=+10	;ALTURA SEGURA
Q311=25	;COMPRIMENTO NOMINAL
Q288=25.05	;MAIOR MEDIDA
Q289=25	;MENOR MEDIDA
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO
Q309=0	;PARAGEM DE PROGRAMA POR ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q301=0	;DESLOCAR NA ALTURA SEG.

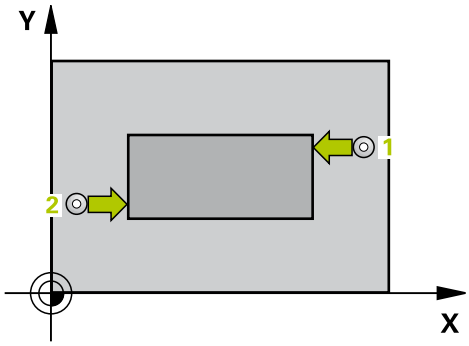
16.9 MEDIR LARGURA INTERIOR (ciclo 425, DIN/ISO: G425, opção de software 17)

- **Ferramenta para supervisão** Q330: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta"). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: número de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador) e somente ao apalpar o ponto de referência no eixo do apalpador. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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

16.10 MEDIÇÃO NERVURA EXTERIOR (ciclo 426, DIN/ISO: G426, opção de software 17)

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 TNC executa uma comparação de valor nominal/real e coloca o desvio em parâmetros do sistema.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação 1. O TNC 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 na altura de medição introduzida e executa o primeiro processo de apalpação com avanço de apalpação (coluna **F**) 1. Apalpação sempre em direção negativa do eixo programado

3 A seguir, o apalpador desloca-se na altura segura para o ponto de apalpação seguinte e executa aí o segundo processo de apalpação

4 finalmente, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e memoriza os valores reais e o desvio nos seguintes parâmetros Q:

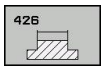
Número de parâmetro	Significado
Q156	Valor real comprimento medido
Q157	Valor real posição eixo central
Q166	Desvio do comprimento medido

Ter em atenção ao programar!

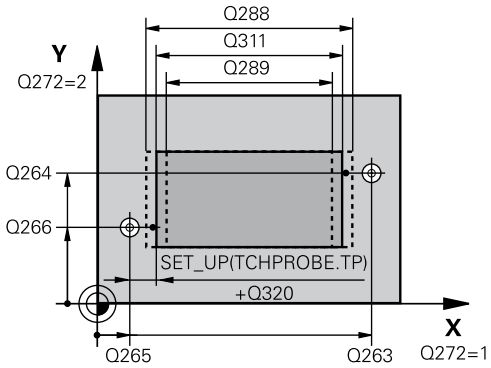
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

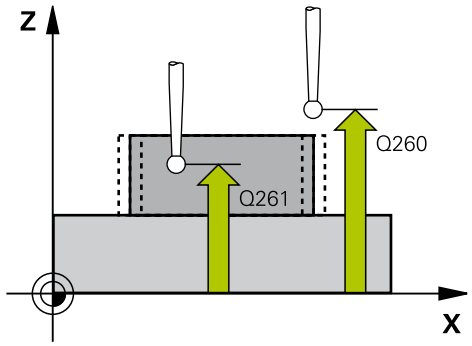
16.10 MEDIÇÃO NERVURA EXTERIOR (ciclo 426, DIN/ISO: G426, opção de software 17)

Parâmetros de ciclo



- **1º ponto de medição 1º eixo** Q263 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q264 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 1º eixo** Q265 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q266 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Eixo de medição** Q272: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Comprimento nominal** Q311 (incremental): valor nominal do comprimento que vai ser medido Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida maior** Q288: comprimento máximo permitido. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida menor** Q289: comprimento mínimo permitido. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Protocolo de medição** Q281: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR426.TXT**, por norma, no diretório TNC:\
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start





Blocos NC

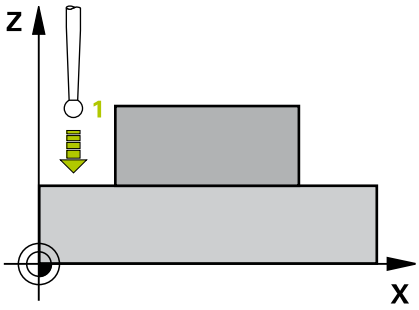
5 TCH PROBE 426 MEDIÇÃO NERVURA NO EXTERIOR	
Q263=+50	;1.º PONTO 1.º EIXO
Q264=+25	;1.º PONTO 2.º EIXO
Q265=+50	;2.º PONTO 1.º EIXO
Q266=+85	;2.º PONTO 2.º EIXO
Q272=2	;EIXO DE MEDIÇÃO
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q311=45	;COMPRIMENTO NOMINAL
Q288=45	;MAIOR MEDIDA
Q289=44.95	;MENOR MEDIDA
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO
Q309=0	;PARAGEM DE PROGRAMA POR ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA

- **PGM-Stop em caso de erro de tolerância** Q309: determinar se, caso a tolerância seja excedida, o TNC 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
- **Ferramenta para supervisão** Q330: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 372). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: número de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T

16.11 MEDIR COORDENADA (ciclo 427, DIN/ISO: G427, opção de software 17)

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 respetivos valores de tolerância, o TNC executa uma comparação de valor nominal/real e coloca o desvio em parâmetros do sistema.



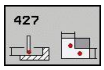
1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1**. O TNC desvia assim o apalpador na distância de segurança contra a direção de deslocação determinada
2 Depois, o TNC 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 TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e memoriza a coordenada calculada no seguinte parâmetro Q:

Número de parâmetro	Significado
Q160	Coordenada medida

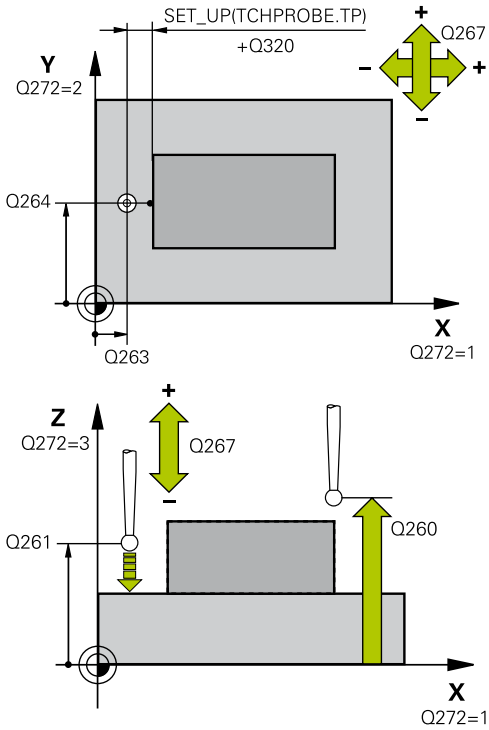
Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo



- **1º ponto de medição 1º eixo** Q263 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q264 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Eixo de medição (1...3: 1=eixo principal)** Q272: 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
- **Direção de deslocação 1** Q267: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Protocolo de medição** Q281: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR427.TXT**, por norma, no diretório TNC:\
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start
- **Medida maior** Q288: maior valor de medição permitido. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida menor** Q289: menor valor de medição permitido. Campo de introdução 0 a 99999,9999



Blocos NC

5 TCH PROBE 427 MEDIÇÃO COORDENADA	
Q263=+35	;1.º PONTO 1.º EIXO
Q264=+45	;1.º PONTO 2.º EIXO
Q261=+5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA
Q272=3	;EIXO DE MEDIÇÃO
Q267=-1	;DIREÇÃO DE DESLOCAÇÃO
Q260=+20	;ALTURA SEGURA
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO
Q288=5.1	;MAIOR MEDIDA
Q289=4.95	;MENOR MEDIDA
Q309=0	;PARAGEM DE PROGRAMA POR ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA

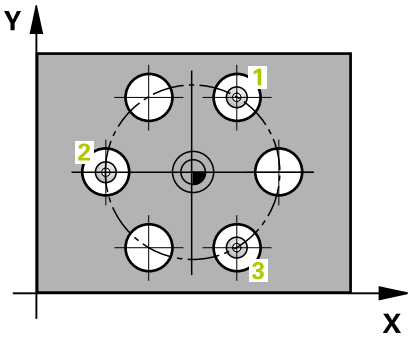
16.11 MEDIR COORDENADA (ciclo 427, DIN/ISO: G427, opção de software 17)

- **PGM-Stop em caso de erro de tolerância** Q309: determinar se, caso a tolerância seja excedida, o TNC 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
- **Ferramenta para supervisão** Q330: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 372). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: número de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T

16.12 MEDIR CÍRCULO DE FUROS (ciclo 430, DIN/ISO: G430, opção de software 17)

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 TNC executa uma comparação de valor nominal/real e coloca o desvio em parâmetros do sistema.



1 TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) 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 TNC 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 TNC desloca-se na altura de medição introduzida e, por meio de quatro apalpações, regista o terceiro ponto central do furo
7 finalmente, o TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e memoriza os valores reais e os desvios nos seguintes parâmetros Q:

Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro de círculo de furos
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q163	Desvio diâmetro de círculo de furos

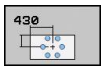
16.12 MEDIR CÍRCULO DE FUROS (ciclo 430, DIN/ISO: G430, opção de software 17)

Ter em atenção ao programar!

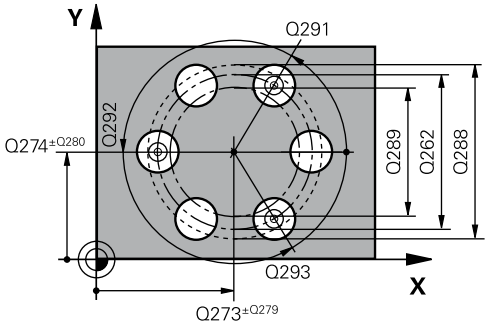
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

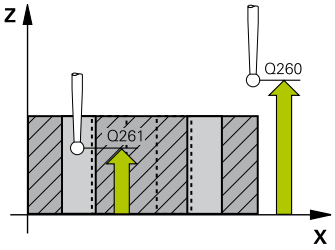
O ciclo 430 executa somente a supervisão de rotura, nenhuma correção automática de ferramenta.

Parâmetros de ciclo



- **Centro 1º eixo** Q273 (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Centro 2º eixo** Q274 (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Diâmetro nominal** Q262: introduzir diâmetro do círculo de furos. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Ângulo 1.º furo** Q291 (absoluto): ângulo das coordenadas polares do primeiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Ângulo 2.º furo** Q292 (absoluto): ângulo das coordenadas polares do segundo ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Ângulo 3.º furo** Q293 (absoluto): ângulo das coordenadas polares do terceiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Altura de medição no eixo do apalpador** Q261 (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve ser feita a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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
- **Medida maior** Q288: maior diâmetro de círculo de furos permitido. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Medida menor** Q289: mínimo diâmetro do círculo de furos permitido. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Valor de tolerância centro 1.º eixo** Q279: Desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Valor de tolerância centro 2.º eixo** Q280: Desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999





Blocos NC

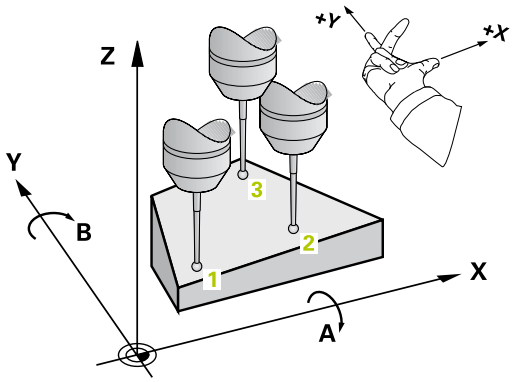
5 TCH PROBE 430 MEDIÇÃO CÍRCULO DE FUROS	
Q273=+50	;CENTRO 1.º EIXO
Q274=+50	;CENTRO 2.º EIXO
Q262=80	;DIÂMETRO NOMINAL
Q291=+0	;ÂNGULO 1.º FURO
Q292=+90	;ÂNGULO 2.º FURO
Q291=+180	;ÂNGULO 3.º FURO
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO
Q260=+10	;ALTURA SEGURA
Q288=80.1	;MAIOR MEDIDA
Q289=79.9	;MENOR MEDIDA
Q279=0.15	;TOLERÂNCIA 1.º CENTRO
Q280=0.15	;TOLERÂNCIA 2.º CENTRO
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO
Q309=0	;PARAGEM DE PROGRAMA POR ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA

- **Protocolo de medição** Q281: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR430.TXT**, por norma, no diretório TNC:\
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start
- **PGM-Stop em caso de erro de tolerância** Q309: determinar se, caso a tolerância seja excedida, o TNC 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
- **Ferramenta para supervisão** Q330: determinar se o TNC deve executar uma supervisão de rotura da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 372). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo.
  0: supervisão não ativa
  >0: número de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T

16.13 MEDIR PLANO (ciclo 431, DIN/ISO: G431, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 431 obtém o ângulo dum plano, por meio de medição de três pontos e coloca os valores em parâmetros do sistema.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 286) para o ponto de apalpação **1** programado e mede aí o primeiro ponto de plano. O TNC desvia assim o apalpador na distância de segurança contra a direção de apalpação
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 TNC posiciona o apalpador de regresso na Distância Segura e memoriza os valores angulares nos seguintes parâmetros Q:

Número de 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!

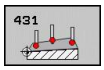
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Para o TNC poder calcular os valores angulares, os três pontos de medição não devem estar situados numa reta.

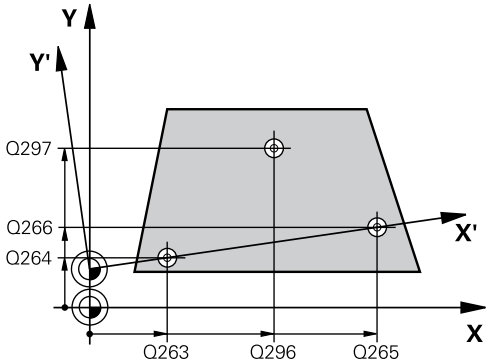
Nos parâmetros Q170 - Q172 são memorizados os ângulos no espaço, que são necessários na função de inclinação do plano de maquinagem. Por meio dos dois primeiros pontos de medição, determina-se a direção do eixo principal em inclinação do plano de maquinagem.

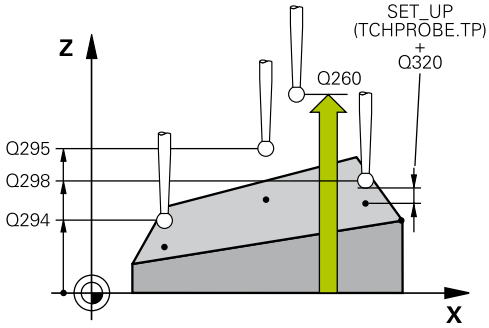
O terceiro ponto de medição estabelece o sentido do eixo de ferramenta. Definir o terceiro ponto de medição no sentido do eixo Y positivo, para que o eixo de ferramenta se situe corretamente no sistema de coordenadas de rotação para a direita.

Parâmetros de ciclo



- **1º ponto de medição 1º eixo** Q263 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q264 (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **1.º ponto de medição 3º eixo** Q294 (valor absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 1º eixo** Q265 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2º ponto de medição 2º eixo** Q266 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **2.º ponto de medição 3º eixo** Q295 (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **3.º ponto de medição 1º eixo** Q296 (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **3.º ponto de medição 2º eixo** Q297 (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **3.º ponto de medição 3º eixo** Q298 (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Altura Segura** Q260 (absoluta): 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





Blocos NC

5 TCH PROBE 431 MEDIÇÃO PLANO	
Q263=+20	;1.º PONTO 1.º EIXO
Q264=+20	;1.º PONTO 2.º EIXO
Q294=-10	;1.º PONTO 3.º EIXO
Q265=+50	;2.º PONTO 1.º EIXO
Q266=+80	;2.º PONTO 2.º EIXO
Q230=+0	;2.º PONTO 3.º EIXO
Q228=+90	;3.º PONTO 1.º EIXO
Q297=+35	;3.º PONTO 2.º EIXO
Q298=+12	;3.º PONTO 3.º EIXO
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA
Q260=+5	;ALTURA SEGURA
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO

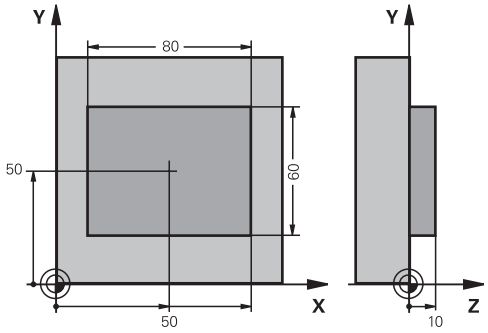
- **Protocolo de medição** Q281: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: criar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR431.TXT**, por norma, no diretório TNC:\
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start

16.14 Exemplos de programação

Exemplo: medir e fazer trabalho de acabamento de ilhas retangulares

Execução do programa

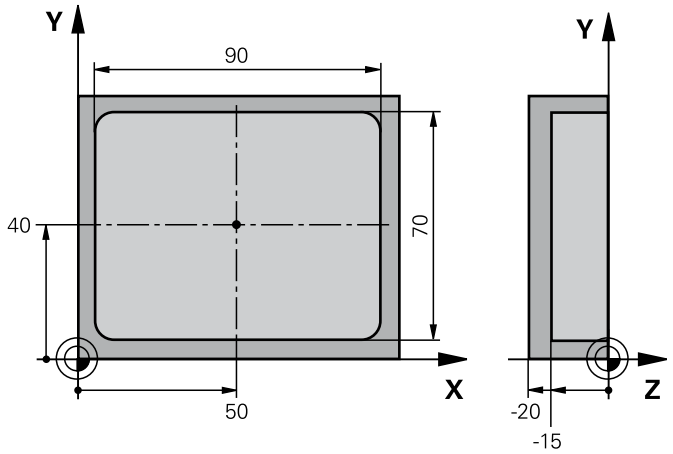
- Desbastar ilha retangular com medida excedente 0,5
- Medir ilhas retangulares
- Acabar ilhas retangulares tendo em consideração os valores de medição



0 BEGIN PGM BEAMS MM		
1 TOOL CALL 69 Z		Chamada da ferramenta maquinagem prévia
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 ferramenta, troca da ferramenta
7 TOOL CALL 99 Z		Chamar sensor
8 TCH PROBE 424 MEDIÇÃO RETÂNG EXTERIOR		Medir retângulo fresado
Q273=+50	**;CENTRO 1.º EIXO**	
Q274=+50	**;CENTRO 2.º EIXO**	
Q282=80	**;1.º COMPRIMENTO LATERAL**	Comprimento nominal em X (medida final)
Q283=60	**;2.º COMPRIMENTO LATERAL**	Comprimento nominal em Y (medida final)
Q261=-5	**;ALTURA DE MEDIÇÃO**	
Q320=0	**;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA**	
Q260=+30	**;ALTURA SEGURA**	
Q301=0	**;DESLOCAR NA ALTURA SEG.**	
Q284=0	**;MEDIDA MÁXIMA 1.º LADO**	Valores de introdução para a verificação da tolerância, não necessários
Q285=0	**;MEDIDA MÍNIMA 1.º LADO**	
Q286=0	**;MEDIDA MÁXIMA 2.º LADO**	
Q287=0	**;MEDIDA MÍNIMA 2.º LADO**	
Q279=0	**;TOLERÂNCIA 1.º CENTRO**	
Q280=0	**;TOLERÂNCIA 2.º CENTRO**	
Q281=0	**;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO**	Não emitir registo de medição
Q309=0	**;PARAGEM DE PROGRAMA POR ERRO**	Não emitir mensagem de erro
Q330=0	**;NÚMERO DE 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 sensor, troca da ferramenta
12 TOOL CALL 1 Z S5000	Chamada da ferramenta 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 ciclo de maquinagem ilha retangular
16 CYCL DEF 213 ILHA ACABAMENTO	
Q200=20 ;DIST. SEGURANÇA	
Q201=-10 ;PROFUNDIDADE	
Q206=150 ;AVANÇO DE CORTE EM PROFUND.	
Q202=5 ;PROFUNDIDADE DE PASSO	
Q207=500 ;AVANÇO DE FRESAGEM	
Q203=+10 ;COORD. SUPERFÍCIE	
Q204=20 ;2.ª DISTÂNCIA SEGURANÇA	
Q216=+50 ;CENTRO 1.º EIXO	
Q217=+50 ;CENTRO 2.º EIXO	
Q218=Q1 ;1.º COMPRIMENTO LATERAL	Comprimento na variável X para desbastar e acabar
Q219=q2 ;2.º COMPRIMENTO LATERAL	Comprimento na variável Y para desbastar e acabar
Q220=0 ;RAIO DA ESQUINA	
Q221=0 ;MEDIDA EXCEDENTE 1.º EIXO	
17 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo
18 LBL 0	Fim de 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 da ferramenta sensor
2 L Z+100 R0 FMAX		Retirar o sensor
3 TCH PROBE 423 MEDIÇÃO RECTÂNG INTERIOR		
Q273=+50	;CENTRO 1.º EIXO	
Q274=+40	;CENTRO 2.º EIXO	
Q282=90	;1.º COMPRIMENTO LATERAL	Comprimento nominal em X
Q283=70	;2.º COMPRIMENTO LATERAL	Comprimento nominal em Y
Q261=-5	;ALTURA DE MEDIÇÃO	
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA	
Q260=+20	;ALTURA SEGURA	
Q301=0	;DESLOCAÇÃO NA ALTURA SEGURA	
Q284=90.15	;MAIOR MEDIDA 1.º LADO	Medida máxima em X
Q285=89.95	;MENOR MEDIDA 1.º LADO	Medida mínima em X
Q286=70.1	;MAIOR MEDIDA 2.º LADO	Medida máxima em Y
Q287=69.9	;MENOR MEDIDA 2.º LADO	Medida mínima em Y
Q279=0.15	;TOLERÂNCIA 1.º CENTRO	Desvio de posição permitido em X
Q280=0.1	;TOLERÂNCIA 2.º CENTRO	Desvio de posição permitido em Y
Q281=1	;PROTOCOLO DE MEDIÇÃO	Enviar registo de medição para ficheiro
Q309=0	;PARAGEM DE PROGRAMA POR ERRO	Em caso de tolerância excedida, não visualizar mensagem de erro
Q330=0	;NÚMERO DE FERRAMENTA	Sem supervisão da ferramenta
4 L Z+100 R0 FMAX M2		Retirar ferramenta, fim do programa
5 END PGM BSMESS MM		

17

Ciclos de apalpação: Funções especiais

17.1 Princípios básicos

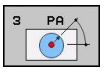
Resumo

Durante a execução dos ciclos de apalpação, o ciclo 8 REFLEXÃO, o ciclo 11 FATOR DE ESCALA e o ciclo 26 FATOR DE ESCALA ESPECÍFICO DO 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 deve preparar o TNC para a utilização de apalpadores 3D.

O TNC põe à disposição um ciclo para a seguinte utilização especial:

Ciclo	Softkey	Página
3 MEDIÇÃO Ciclo de medição para a criação de ciclos do fabricante		415

17.2 MEDIÇÃO (ciclo 3, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 3 obtém, numa direção de apalpação à escolha, uma posição qualquer na peça de trabalho. 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 o regresso 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 TNC ter registado a posição, o apalpador pára. O TNC memoriza as coordenadas do ponto central da esfera de apalpação X, Y, Z nos três parâmetros Q seguidos entre si. O TNC não efetua quaisquer correções de comprimento e raio. O número do primeiro parâmetro é definido no ciclo
3 Finalmente, o TNC desloca o apalpador, de regresso contra a direção de apalpação, com o valor que 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.

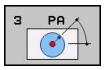
Tenha em atenção que o TNC descreve sempre, em princípio, 4 parâmetros Q consecutivos.

Se não foi possível ao TNC registar um ponto de apalpação válido, o programa continua a ser executado sem mensagem de erro. Neste caso, o TNC atribui o valor -1 ao 4.º parâmetro de resultados, para que se possa efetuar o correspondente tratamento de erro.

O TNC 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 na retração.

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



- **Nº de parâmetro para o resultado**: introduzir o número de parâmetro Q a que o TNC 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 0 a 1999
- **Eixo de apalpação**: 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 apalpação**: ângulo referente ao **eixo de apalpação** definido onde o apalpador deve deslocar-se, confirmar com a tecla ENT. Campo de introdução -180.0000 a 180.0000
- **Máximo caminho de medição**: introduzir caminho 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
- **Avanço de medição**: introduzir o avanço de medição em mm/min. Campo de introdução 0 a 3000,000
- **Máximo curso de regresso**: percurso contra a direção de apalpação depois de ter sido deflectida a haste de apalpação. O TNC conduz o apalpador, no máximo, até ao ponto inicial, de modo a que não possa ocorrer qualquer colisão. Campo de introdução 0 a 99999.9999
- **Sistema de referência? (0=REAL/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 e guardar o resultado da medição no sistema **REF**
- **Modo de erro (0=OFF/1=ON)**: determinar se o TNC, com a haste de apalpação deflectida no início do ciclo, deve emitir uma mensagem de erro ou não. Se o modo **1** estiver selecionado, o TNC 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

Blocos NC

```
4 TCH PROBE 3.0 MEDIÇÃO
5 TCH PROBE 3.1 Q1
6 TCH PROBE 3.2 X ÂNGULO: +15
7 TCH PROBE 3.3 DIST +10 F100 MB1
SISTEMA DE REFERÊNCIA:0
8 TCH PROBE 3.4 ERRORMODE1
```

17.3 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 TNC não consegue obter resultados de medição exatos.

Calibrar sempre o apalpador em caso de:

- Colocação em funcionamento
- Rotura da haste de apalpação
- Troca da haste de apalpação
- Modificação do avanço de apalpação
- Irregularidades, p.ex., por aquecimento da máquina
- Alteração do eixo de ferramenta ativo

O TNC aceita os valores de calibração do apalpador ativo diretamente após o processo de calibração. Os dados de ferramenta atualizados ficam ativos de imediato, não sendo necessária uma nova chamada de ferramenta.

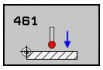
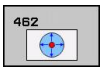
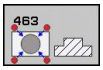
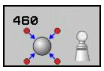
Na calibração, o TNC determina o comprimento "atuante" da haste de apalpação e o raio "atuante" da esfera de apalpação. Para calibrar o apalpador 3D, fixe um anel de ajuste ou uma ilha com altura e raio interno conhecidos sobre a mesa da máquina.

O TNC dispõe de ciclos de calibração para a calibração do comprimento e para a calibração do raio:

- Escolher a softkey FUNÇÃO DE APALPAÇÃO.

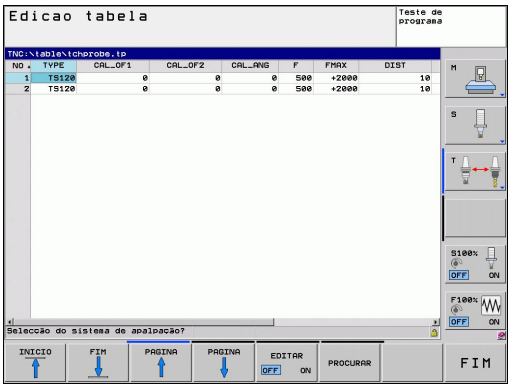
- Visualizar ciclos de calibração: premir CALIBRAR TS
- Selecionar o ciclo de calibração

Ciclos de calibração do TNC

Softkey	Função	Página
	Calibrar comprimento	421
	Determinar o raio e o desvio central com um anel de calibração	422
	Determinar o raio e o desvio central com uma ilha ou um pino de calibração	424
	Determinar o raio e o desvio central com uma esfera de calibração	419

17.4 Visualizar valores de calibração

O TNC memoriza o comprimento atuante e o raio atuante do apalpador na tabela da ferramenta. O TNC 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 da tabela de apalpação.



Deve ter-se em atenção que o número correto de ferramenta fica ativado quando se utiliza o apalpador independentemente de o ciclo do apalpador estar em modo de funcionamento automático ou manual.

Poderá encontrar mais informações acerca de tabelas de apalpadores no manual do utilizador Programação de ciclos.

17.5 CALIBRAR TS (ciclo 460, DIN/ISO: G460, opção de software 17)

Com o ciclo 460, é possível calibrar automaticamente um apalpador 3D digital numa esfera de calibração exata. Pode-se executar apenas uma calibração de raio ou uma calibração de raio e comprimento.

1 Fixar a esfera de calibração, ter em atenção a 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 ciclo realiza-se na direção negativa do eixo do apalpador
4 Em seguida, o ciclo determina o centro exato da esfera no eixo do apalpador

Ter em atenção ao programar!

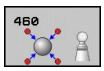
A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O comprimento ativo do apalpador refere-se sempre ao ponto de referência da ferramenta. Em geral, o fabricante da máquina determina o ponto de referência da ferramenta no came do mandril.

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Posicionar previamente o apalpador no programa, de tal forma que este fique aproximadamente sobre o centro da esfera.

17.5 CALIBRAR TS (ciclo 460, DIN/ISO: G460, opção de software 17)



- **Raio da esfera de calibração exato** Q407: introduzir o raio exato da esfera de calibração utilizada. Campo de introdução 0,0001 a 99,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a SET_UP na tabela do apalpador. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Deslocação na altura segura** Q301: 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
- **Quantidade de apalpações no plano (4/3)** Q423: quantidade de pontos de medição no diâmetro. Campo de introdução 0 a 8
- **Ângulo de referência** Q380 (absoluto): ângulo de referência (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 0 a 360,0000
- **Calibrar comprimento** (0/1) Q433: determinar se o TNC 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
- **Ponto de referência do comprimento** Q434 (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

Blocos NC

```
5 TCH PROBE 460 CALIBRAR TS
    Q407=12.5 ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0    ;DISTÂNCIA DE
              SEGURANÇA
    Q301=1    ;DESLOCAR PARA
              ALTURA SEG.
    Q423=4    ;QUANTIDADE DE
              APALPAÇÕES
    Q380=+0   ;ÂNGULO DE
              REFERÊNCIA
    Q433=0    ;CALIBRAR
              COMPRIMENTO
    Q434=-2.5 ;PONTO DE REFERÊNCIA
```

17.6 CALIBRAR COMPRIMENTO DE TS (ciclo 461, DIN/ISO: G461, opção de software 17)

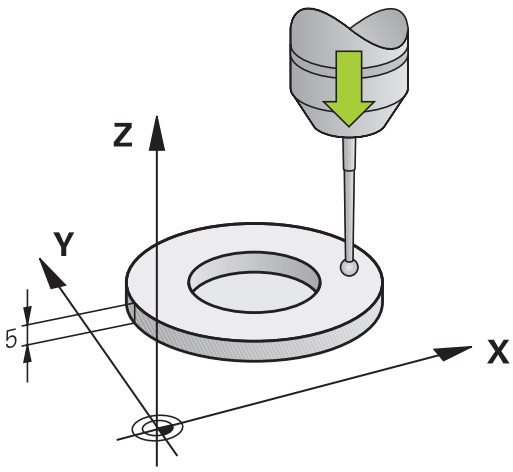
Execução do ciclo

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.

1 O TNC orienta o apalpador para o ângulo **CAL_ANG** da tabela do apalpador (apenas se o seu apalpador permitir a orientação)

2 O TNC faz a apalpação a partir da posição atual na direção negativa do eixo do mandril com avanço de apalpação (coluna **F** da tabela do apalpador)

3 Por fim, o TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (coluna **FMAX** da tabela do apalpador) novamente na posição inicial

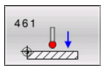


Ter em atenção ao programar!

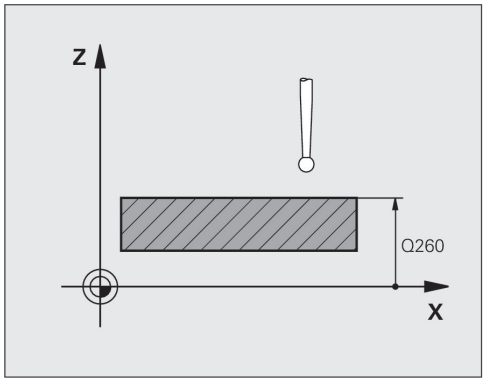
A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O comprimento ativo do apalpador refere-se sempre ao ponto de referência da ferramenta. Em geral, o fabricante da máquina determina o ponto de referência da ferramenta no came do mandril.

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.



- **Ponto de referência** Q434 (absoluto): referência para o comprimento (p. ex., altura do anel de ajuste). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

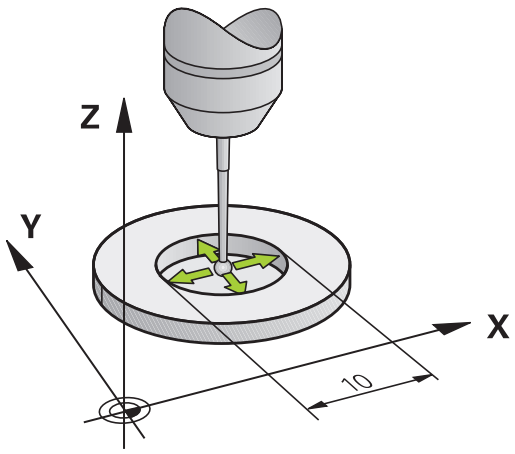
```
5 TCH PROBE 461 CALIBRAR
COMPRIMENTO TS
  Q434=+5    ;PONTO DE REFERÊNCIA
```

17.7 CALIBRAR RAIO DE TS INTERNAMENTE (ciclo 462, DIN/ISO: G462, opção de software 17)

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 TNC executa uma rotina de apalpação automaticamente. Na primeira passagem, o TNC 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.



A orientação do apalpador determina a rotina de calibração:

- Nenhuma orientação possível ou orientação possível só numa direção: o TNC 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 TNC realiza uma medição grosseira e outra de precisão, roda o apalpador em 180° 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!

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

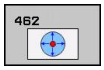
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Só é possível determinar o desvio central com um apalpador apropriado para o efeito.

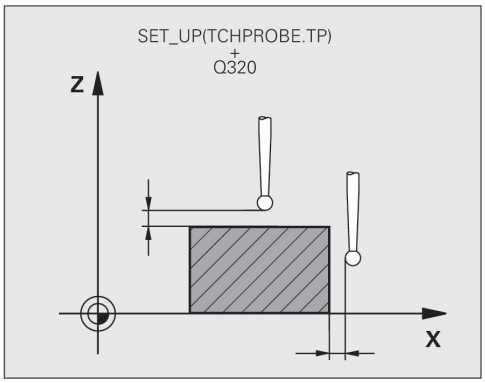
CALIBRAR RAIO DE TS INTERNAMENTE (ciclo 462, DIN/ISO: G462, opção de software 17) 17.7

Para se determinar a deslocação do centro da esfera de apalpação, o TNC 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.



- **RAIO DO ANEL** Q407: diâmetro do anel de ajuste. Campo de introdução 0 a 99,9999
- **DISTÂNCIA SEGURANÇA** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a SET_UP (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **QUANTIDADE DE APALPAÇÕES** Q407 (absoluto): quantidade de pontos de medição no diâmetro. Campo de introdução 0 a 8
- **ÂNGULO DE REFERÊNCIA** Q380 (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução 0 a 360,0000



Blocos NC

5 TCH PROBE 462 CALIBRAR TS EM ANEL	
Q407=+5	**;RAIO DO ANEL**
Q320=+0	**;DIST. SEGURANÇA**
Q423=+8	**;QUANTIDADE DE APALPAÇÕES**
Q380=+0	**;ÂNGULO DE REFERÊNCIA**

17.8 CALIBRAR RAIO DE TS EXTERNAMENTE (ciclo 463, DIN/ISO: G463, opção de software 17)

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 do apalpador + valor do ciclo) sobre o pino de calibração.

Ao calibrar o raio da esfera de apalpação, o TNC executa uma rotina de apalpação automaticamente. Na primeira passagem, o TNC 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.

A orientação do apalpador determina a rotina de calibração:

- Nenhuma orientação possível ou orientação possível só numa direção: o TNC 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 TNC realiza uma medição grosseira e outra de precisão, roda o apalpador em 180° 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!

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

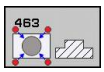
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Só é possível determinar o desvio central com um apalpador apropriado para o efeito.

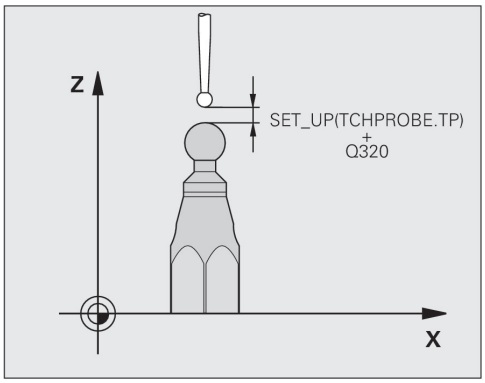
CALIBRAR RAIO DE TS EXTERNAMENTE (ciclo 463, DIN/ISO: G463, opção de software 17) 17.8

Para se determinar a deslocação do centro da esfera de apalpação, o TNC 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.



- **RAIO DA ILHA** Q407: diâmetro do anel de ajuste. Campo de introdução 0 a 99,9999
- **DISTÂNCIA SEGURANÇA** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a SET_UP (Tabela do apalpador). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **DESLOCAÇÃO NA ALTURA SEGURA** Q301: 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
- **QUANTIDADE DE APALPAÇÕES** Q407 (absoluto): quantidade de pontos de medição no diâmetro. Campo de introdução 0 a 8
- **ÂNGULO DE REFERÊNCIA** Q380 (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução 0 a 360,0000



Blocos NC

5 TCH PROBE 463 CALIBRAR TS EM ILHA	
Q407=+5	**;RAIO DA ILHA**
Q320=+0	**;DIST. SEGURANÇA**
Q301=+1	**;DESLOCAÇÃO NA ALTURA SEGURA**
Q423=+8	**;QUANTIDADE DE APALPAÇÕES**
Q380=+0	**;ÂNGULO DE REFERÊNCIA**

18

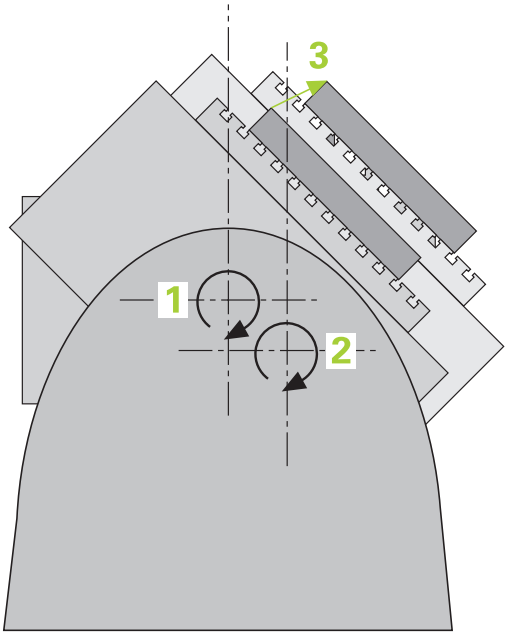
Ciclos de apalpação: medir cinemática automaticamente

18.1 Medição da cinemática com o apalpador 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 possível produzir peças complexas de forma exata e com precisão repetível 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 de trabalho (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.

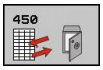


A função TNC **KinematicsOpt** é uma componente importante que contribui para concretizar efetivamente esta complexa exigência: o ciclo de apalpação 3D mede os eixos rotativos existentes na sua máquina de forma totalmente automática, independentemente de os eixos rotativos estarem montados como mesa ou cabeça. Para isso, é fixada uma esfera de calibração num local qualquer da mesa da máquina e medida com a exatidão 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 TNC 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 TNC põe à disposição ciclos com que pode guardar, restaurar, verificar e otimizar automaticamente a cinemática da sua máquina:

Ciclo	Softkey	Página
450 GUARDAR CINEMÁTICA Memorização e restauração automáticas de cinemáticas		431
451 MEDIR CINEMÁTICA Verificação ou otimização automática da cinemática da máquina		434
452 COMPENSAÇÃO DE PRESET Verificação ou otimização automática da cinemática da máquina		448

18.2 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. Recomendamos a utilização das esferas de calibração **KKH 250** (Nº de artigo 655475-01) ou **KKH 100 (Nº 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** nos dados de configuração. **maxModification** determina o limite de tolerância a partir do qual o TNC deverá apresentar uma indicação, se as alterações nos dados de cinemática se encontrarem acima deste valor limite. **maxDevCalBall** define o tamanho que poderá ter o raio da esfera de calibração do parâmetro de ciclo introduzido. **mStrobeRotAxPos** estabelece uma função M especialmente definida pelo fabricante da máquina com a qual os eixos rotativos podem ser posicionados.

Ter em atenção ao programar!

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

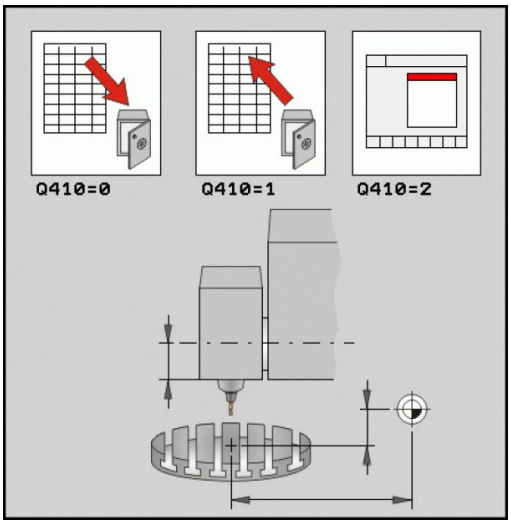
Se no parâmetro de máquina **mStrobeRotAxPos** estiver definida uma função M, é necessário, antes do início de um dos ciclos KinematicsOpt (exceto 450), posicionar os eixos rotativos em 0 graus (sistema REAL).

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.

18.3 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!

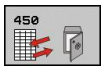
Antes de efetuar uma otimização de cinemática, deverá, por princípio, guardar a cinemática ativa. Vantagem:

- 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 TNC só pode responder a dados guardados numa descrição de cinemática idêntica.
- Uma alteração da cinemática tem sempre como consequência uma alteração do preset. Se necessário, memorizar novamente o preset.

Parâmetros de ciclo



- **Modo (0/1/2/3)** Q410: 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
- **Designação da memória** Q409/QS909: número ou nome do identificador do bloco de dados. O comprimento dos caracteres não deve exceder 16 caracteres. No total, estão à disposição 16 posições de memória. Sem função quando está selecionado o Modo 2. Nos Modos 1 e 3 (Criar e Apagar) podem ser utilizados wildcards. Se, por causa dos wildcards, se encontrarem vários blocos de dados possíveis, são restaurados os valores médios dos dados (Modo 1) ou são apagados todos os blocos de dados após confirmação (Modo 3). Existem os seguintes wildcards:
  ?: um único carácter indefinido
  $: um único carácter 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
CINEMÁTICA
    Q410=0      ;MODO
    QS409="AB"; DESIGNAÇÃO DA
                MEMÓRIA
```

Restaurar blocos de dados

```
5 TCH PROBE 450 GUARDAR
CINEMÁTICA
    Q410=1      ;MODO
    QS409="AB"; DESIGNAÇÃO DA
                MEMÓRIA
```

Visualizar todos os blocos de dados memorizados

```
5 TCH PROBE 450 GUARDAR
CINEMÁTICA
    Q410=2      ;MODO
    QS409="AB"; DESIGNAÇÃO DA
                MEMÓRIA
```

Apagar blocos de dados

```
5 TCH PROBE 450 GUARDAR
CINEMÁTICA
    Q410=3      ;MODO
    QS409="AB"; DESIGNAÇÃO DA
                MEMÓRIA
```

Função de protocolo

Depois de executar o ciclo 450, o TNC cria um registo (**TCHPR450.TXT**) 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
- Modo executado (0=guardar/1=criar/2=estado da memória/3=apagar)
- Identificador da cinemática ativa
- Identificador do bloco de dados introduzido

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 TNC 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 TNC 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.

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).

18.4 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** (Nº de artigo 655475-01) ou **KKH 100 (Nº 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 TNC 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 de apalpação 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 TNC mede automática e consecutivamente todos os eixos rotativos na precisão definida por si
5 O TNC guarda os valores de medição nos seguintes parâmetros Q:

Número de 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 TNC. 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

Atenção, perigo de colisão!

Para o posicionamento, o eixo deve mover-se para fora do entalhe Hirth. 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).

Definir uma altura de retrocesso **Q408** maior que 0, se a opção de software 2 (**M128**, **FUNÇÃO TCPM**) não estiver disponível.

O TNC 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).

Dependendo da configuração da máquina, o TNC não pode posicionar os eixos rotativos automaticamente. Neste caso, é necessária uma função M especial do fabricante da máquina, com a qual o TNC possa movimentar os eixos rotativos. No parâmetro de máquina mStrobeRotAxPos, o fabricante da máquina deve ter registado, para esse efeito, o número da função M.

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 = 3°

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 (1-2).

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 0-360° é, idealmente, medido com 3 pontos de medição nos 90°, 180° e 270°. Defina, portanto, o ângulo inicial com 90° e o ângulo final com 270°.

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 0°, este é ignorado, dado que é sempre feita uma medição de referência em 0°.

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 TNC 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 do apalpador (**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 TNC utilizará como ângulo de travessia. O ciclo executa então duas medições por eixo rotativo. Se aceitar o valor de ângulo 0, o TNC não determina nenhuma folga.

O TNC não executa a compensação automática da folga.

Se o raio do círculo de medição for < 1 mm, o TNC já não executa qualquer cálculo da folga. Quanto maior for o raio do círculo de medição, com maior exatidão poderá o TNC determinar a folga dos eixos rotativos (ver "Função de protocolo", Página 447).

Se no parâmetro de máquina mStrobeRotAxPos 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!

Prestar atenção a que todas as funções de inclinação do plano de maquinagem estejam desativadas. **M128** ou **FUNCTION TCPM** são desligados.

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 estiver definido diferente de -1 (a função M posiciona o eixo rotativo), inicie uma medição apenas quando todos os eixos rotativos estiverem em 0°.

Como avanço de posicionamento para aproximação à altura de apalpação no eixo de apalpação, o TNC utiliza o valor mais baixo do parâmetro de ciclo **Q253** e o valor **FMAX** da tabela do apalpador. Em princípio, o TNC executa os movimentos do eixo rotativo com o avanço de posicionamento **Q253**, estando a supervisão do sensor inativa.

Se, no modo Otimizar, os dados de cinemática registados se encontrarem acima do valor limite permitido (**maxModification**), o TNC 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 preset. Memorizar novamente o preset após uma otimização.

Em cada processo de apalpação, o TNC 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**, o TNC emite uma mensagem de erro e termina a medição.

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 necessidade, poder restaurar a cinemática ativa em último lugar.

Programação em polegadas: por norma, o TNC fornece os resultados de medições e dados de protocolo em mm.

O TNC ignora indicações na definição de ciclo para eixos não ativos.

Parâmetros de ciclo

- **Modo (0=Verificar/1=Medir)** Q406: determinar se o TNC deve verificar ou otimizar a cinemática ativa:
  0: verificar a cinemática de máquina ativa. O TNC mede a cinemática nos eixos rotativos por si definidos, mas não efetua quaisquer alterações na cinemática ativa. O TNC mostra os resultados de medição num protocolo de medição.
  1: otimizar a cinemática de máquina ativa. O TNC mede a cinemática nos eixos rotativos por definidos pelo operador e **otimiza a posição** dos eixos rotativos da cinemática ativa.
- **Raio da esfera de calibração exato** Q407: introduzir o raio exato da esfera de calibração utilizada. Campo de introdução 0,0001 a 99,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente ao valor SET_UP na tabela do apalpador. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Altura de retrocesso** Q408 (absoluta): campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
  - Introdução 0:
    Nenhuma aproximação à altura de retrocesso, o TNC faz a aproximação à posição de medição seguinte no eixo a medir. Não permitido em eixos Hirth! O TNC faz a aproximação por ordem sequencial à posição de medição em A, depois B, depois C
  - Introdução >0:
    Altura de retrocesso no sistema de coordenadas da peça de trabalho não inclinado a que o TNC posiciona o eixo do mandril antes de um posicionamento do eixo rotativo. Além disso, o TNC posiciona o apalpador no plano de maquinagem no ponto zero. Supervisão do sensor não ativa neste modo, definir a velocidade de posicionamento no parâmetro Q253
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: velocidade de deslocação da ferramenta ao posicionar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**

Guardar e verificar a cinemática

4 TOOL CALL "SENSOR" Z	
5 TCH PROBE 450 GUARDAR CINEMÁTICA	
Q410=0	;MODO
Q409=5	;DESIGNAÇÃO DA MEMÓRIA
6 TCH PROBE 451 MEDIR CINEMÁTICA	
Q406=0	;MODO
Q407=12.5	;RAIO DA ESFERA
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q408=0	;ALTURA DE RETROCESSO
Q253=750	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q380=0	;ÂNGULO DE REFERÊNCIA
Q411=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO A
Q412=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO A
Q413=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO A
Q413=0	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO A
Q415=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO B
Q416=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO B
Q417=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO B
Q418=2	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO B
Q419=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO C

- **Ângulo de referência** Q380 (absoluto): ângulo de referência (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 0 a 360,0000
- **Ângulo inicial do eixo A** Q411 (absoluto): ângulo inicial no eixo A em que se deve realizar a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo final do eixo A** Q412 (absoluto): ângulo final no eixo A em que se deve realizar a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo de incidência do eixo A** Q413: ângulo de incidência do eixo A em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Número de pontos de medição do eixo A** Q414: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo A. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução 0 a 12
- **Ângulo inicial do eixo B** Q415 (absoluto): ângulo inicial no eixo B em que se deve realizar a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo final do eixo B** Q416 (absoluto): ângulo final no eixo B em que se deve realizar a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo de incidência do eixo B** Q417: ângulo de incidência do eixo B em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Número de pontos de medição do eixo B** Q418: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo B. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução 0 a 12
- **Ângulo inicial do eixo C** Q419 (absoluto): ângulo inicial no eixo C em que se deve realizar a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo final do eixo C** Q420 (absoluto): ângulo final no eixo C em que se deve realizar a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo de incidência do eixo C** Q421: ângulo de incidência do eixo C em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Número de pontos de medição do eixo C** Q422: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo C. Campo de introdução 0 a 12. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo

Q420=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO C
Q421=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO C
Q422=2	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO C
Q423=4	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO
Q431=0	;DEFINIR PRESET
Q432=0	;CAMPO ANGULAR FOLGA

- **Número de pontos de medição (3-8)** Q423: número de apalpações que o TNC 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.
- **Definir preset (0/1/2/3)** Q431: determinar se o TNC deve definir automaticamente o preset ativo (ponto de referência) no centro da esfera:
  0: não definir o preset automaticamente no centro da esfera: definir manualmente o preset antes do início do ciclo
  1: definir automaticamente o preset no centro da esfera antes da medição: pré-posicionar manualmente o apalpador sobre a esfera de calibração antes do início do ciclo
  2: definir o preset automaticamente no centro da esfera após a medição: definir o preset manualmente antes do início do ciclo
  3: definir o preset no centro da esfera antes e depois da medição: pré-posicionar o apalpador manualmente sobre a esfera de calibração antes do início do ciclo
- **Campo angular da folga** Q432: 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 TNC não realiza a medição da folga. Campo de introdução: -3,0000 a +3,0000

Se se tiver ativado Memorizar preset 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 TNC mede os eixos rotativos nas posições definidas e determina com isso a precisão estática da transformação de inclinação
- O TNC elabora um protocolo dos resultados de uma eventual otimização de posição, mas não procede a quaisquer ajustes

Modo Otimizar posição Q406 = 1

- O TNC mede os eixos rotativos nas posições definidas e determina com isso a precisão estática da transformação de inclinação
- Com isso, o TNC 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

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 CINEMÁTICA
    Q406=1        ;MODO
    Q407=12.5     ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0        ;DISTÂNCIA DE
                   SEGURANÇA
    Q408=0        ;ALTURA DE
                   RETROCESSO
    Q253=750      ;AVANÇO POSICION.
                   PRÉVIO
    Q380=0        ;ÂNGULO DE
                   REFERÊNCIA
    Q411=-90      ;ÂNGULO INICIAL DO
                   EIXO A
    Q412=+90      ;ÂNGULO FINAL DO
                   EIXO A
    Q413=0        ;ÂNGULO DE
                   INCIDÊNCIA DO EIXO A
    Q413=0        ;PONTOS DE MEDIÇÃO
                   DO EIXO A
    Q415=-90      ;ÂNGULO INICIAL DO
                   EIXO B
    Q416=+90      ;ÂNGULO FINAL DO
                   EIXO B
    Q417=0        ;ÂNGULO DE
                   INCIDÊNCIA DO EIXO B
    Q418=0        ;PONTOS DE MEDIÇÃO
                   DO EIXO B
    Q419=+90      ;ÂNGULO INICIAL DO
                   EIXO C
    Q420=+270     ;ÂNGULO FINAL DO
                   EIXO C
    Q421=0        ;ÂNGULO DE
                   INCIDÊNCIA DO EIXO C
    Q422=3        ;PONTOS DE MEDIÇÃO
                   DO EIXO C
    Q423=3        ;QUANTIDADE DE
                   PONTOS DE MEDIÇÃO
    Q431=1        ;DEFINIR PRESET
    Q432=0.5      ;CAMPO ANGULAR
                   FOLGA
```

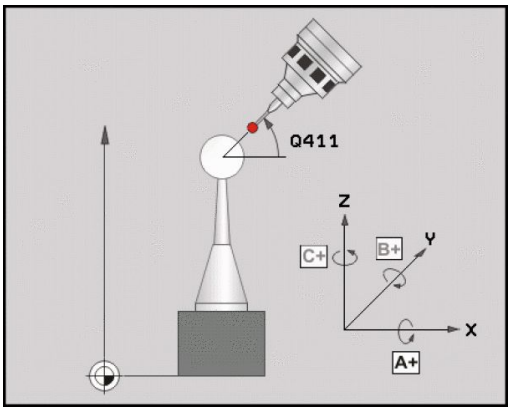
Função de protocolo

Depois de executar o ciclo 451, o TNC cria um registo **(TCHPR451.TXT**, que 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 de preset)
  - Instabilidade de medição para eixos rotativos

18.5 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 434). Em seguida, o TNC corrige igualmente o sistema de coordenadas da peça de trabalho no modelo de cinemática, de modo que o preset 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 preset 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 preset na esfera de calibração
3 Definir o preset 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 TNC determina o desvio dos eixos afetados e corrige-os na cinemática

Número de 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

18.5 COMPENSAÇÃO DE PRESET (ciclo 452, DIN/ISO: G452, opção)

Ter em atenção ao programar!

Para poder executar uma compensação de preset, é necessário que a cinemática esteja adequadamente preparada. Consulte o manual da máquina.

Prestar atenção a que todas as funções de inclinação do plano de maquinagem estejam desativadas. **M128** ou **FUNCTION TCPM** são desligados.

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 TNC necessita deste percurso para a compensação de folga interna.

Como avanço de posicionamento para aproximação à altura de apalpação no eixo de apalpação, o TNC utiliza o valor mais baixo do parâmetro de ciclo **Q253** e o valor **FMAX** da tabela do apalpador. Em princípio, o TNC executa os movimentos do eixo rotativo com o avanço de posicionamento **Q253**, estando a supervisão do sensor inativa.

Se os dados de cinemática registados se encontrarem acima do valor limite permitido (**maxModification**), o TNC 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 preset. Memorizar novamente o preset após uma otimização.

Em cada processo de apalpação, o TNC 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**, o TNC emite uma mensagem de erro e termina a medição.

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.

Programação em polegadas: por norma, o TNC fornece os resultados de medições e dados de registo em mm.

Parâmetros de ciclo

- **Raio da esfera de calibração exato** Q407: introduzir o raio exato da esfera de calibração utilizada. Campo de introdução 0,0001 a 99,9999
- **Distância de segurança** Q320 (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a SET_UP. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Altura de retrocesso** Q408 (absoluta): campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
  - Introdução 0:
    Nenhuma aproximação à altura de retrocesso, o TNC faz a aproximação à posição de medição seguinte no eixo a medir. Não permitido em eixos Hirth! O TNC faz a aproximação por ordem sequencial à posição de medição em A, depois B, depois C
  - Introdução >0:
    Altura de retrocesso no sistema de coordenadas da peça de trabalho não inclinado a que o TNC posiciona o eixo do mandril antes de um posicionamento do eixo rotativo. Além disso, o TNC posiciona o apalpador no plano de maquinagem no ponto zero. Supervisão do sensor não ativa neste modo, definir a velocidade de posicionamento no parâmetro Q253
- **Avanço de posicionamento prévio** Q253: velocidade de deslocação da ferramenta ao posicionar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **PREDEF**
- **Ângulo de referência** Q380 (absoluto): ângulo de referência (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 0 a 360,0000
- **Ângulo inicial do eixo A** Q411 (absoluto): ângulo inicial no eixo A em que se deve realizar a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo final do eixo A** Q412 (absoluto): ângulo final no eixo A em que se deve realizar a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo de incidência do eixo A** Q413: ângulo de incidência do eixo A em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Número de pontos de medição do eixo A** Q414: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo A. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução 0 a 12

Programa de calibração

4 TOOL CALL "SENSOR" Z	
5 TCH PROBE 450 GUARDAR CINEMÁTICA	
Q410=0	;MODO
Q409=5	;POSIÇÃO DE MEMÓRIA
6 TCH PROBE 452 COMPENSAÇÃO DE PRESET	
Q407=12.5	;RAIO DA ESFERA
Q320=0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q408=0	;ALTURA DE RETROCESSO
Q253=750	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q380=0	;ÂNGULO DE REFERÊNCIA
Q411=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO A
Q412=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO A
Q413=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO A
Q413=0	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO A
Q415=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO B
Q416=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO B
Q417=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO B
Q418=2	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO B
Q419=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO C
Q420=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO C
Q421=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO C
Q422=2	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO C
Q423=4	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO
Q432=0	;CAMPO ANGULAR FOLGA

- **Ângulo inicial do eixo B** Q415 (absoluto): ângulo inicial no eixo B em que se deve realizar a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo final do eixo B** Q416 (absoluto): ângulo final no eixo B em que se deve realizar a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo de incidência do eixo B** Q417: ângulo de incidência do eixo B em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Número de pontos de medição do eixo B** Q418: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo B. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução 0 a 12
- **Ângulo inicial do eixo C** Q419 (absoluto): ângulo inicial no eixo C em que se deve realizar a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo final do eixo C** Q420 (absoluto): ângulo final no eixo C em que se deve realizar a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Ângulo de incidência do eixo C** Q421: ângulo de incidência do eixo C em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Número de pontos de medição do eixo C** Q422: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo C. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução 0 a 12
- **Quantidade de pontos de medição** Q423: determinar com quantas apalpações da esfera de calibração o TNC deve medir apalpações no plano. Campo de introdução 3 a 8 medições
- **Campo angular da folga** Q432: 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 TNC 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 preset 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
- Memorize o preset (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 CINEMÁTICA	
Q406=1	;MODO
Q407=12.5	;RAIO DA ESFERA
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA
Q408=0	;ALTURA DE RETROCESSO
Q253=2000	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q380=45	;ÂNGULO DE REFERÊNCIA
Q411=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO A
Q412=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO A
Q413=45	;ANGULO INCID. EIXO A
Q413=4	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO A
Q415=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO B
Q416=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO B
Q417=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO B
Q418=2	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO B
Q419=+90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO C
Q420=+270	;ÂNGULO FINAL DO EIXO C
Q421=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO C
Q422=3	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO C
Q423=4	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO
Q431=3	;DEFINIR PRESET
Q432=0	;CAMPO ANGULAR FOLGA

18.5 COMPENSAÇÃO DE PRESET (ciclo 452, DIN/ISO: G452, opção)

- 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 preset 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 COMPENSAÇÃO DE PRESET	
Q407=12.5	;RAIO DA ESFERA
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA
Q408=0	;ALTURA DE RETROCESSO
Q253=2000	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q380=45	;ÂNGULO DE REFERÊNCIA
Q411=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO A
Q412=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO A
Q413=45	;ANGULO INCID. EIXO A
Q413=4	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO A
Q415=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO B
Q416=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO B
Q417=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO B
Q418=2	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO B
Q419=+90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO C
Q420=+270	;ÂNGULO FINAL DO EIXO C
Q421=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO C
Q422=0	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO C
Q423=4	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO
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 preset (com Q432 = 2 ou 3 no ciclo 451) após a medição da cinemática
- Memorize então os presets 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 247DEFINIR PONTO DE REFERÊNCIA	
Q339=1	;NÚMERO DE PONTO DE REFERÊNCIA
3 TCH PROBE 451 MEDIR CINEMÁTICA	
Q406=1	;MODO
Q407=12.5	;RAIO DA ESFERA
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA
Q408=0	;ALTURA DE RETROCESSO
Q253=750	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q380=45	;ÂNGULO DE REFERÊNCIA
Q411=+90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO A
Q412=+270	;ÂNGULO FINAL DO EIXO A
Q413=45	;ANGULO INCID. EIXO A
Q413=4	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO A
Q415=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO B
Q416=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO B
Q417=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO B
Q418=2	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO B
Q419=+90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO C
Q420=+270	;ÂNGULO FINAL DO EIXO C
Q421=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO C
Q422=3	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO C
Q423=4	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO
Q431=3	;DEFINIR PRESET
Q432=0	;CAMPO ANGULAR FOLGA

18.5 COMPENSAÇÃO DE PRESET (ciclo 452, DIN/ISO: G452, opção)

- Registe o desvio dos eixos a intervalos regulares
- Trocar de apalpador
- Ativar preset na esfera de calibração
- Meça a cinemática com o ciclo 452
- Não é possível alterar o preset 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 COMPENSAÇÃO DE PRESET	
Q407=12.5	;RAIO DA ESFERA
Q320=0	;DIST. SEGURANÇA
Q408=0	;ALTURA DE RETROCESSO
Q253=99999	;AVANÇO POSICION. PRÉVIO
Q380=45	;ÂNGULO DE REFERÊNCIA
Q411=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO A
Q412=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO A
Q413=45	;ANGULO INCID. EIXO A
Q413=4	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO A
Q415=-90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO B
Q416=+90	;ÂNGULO FINAL DO EIXO B
Q417=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO B
Q418=2	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO B
Q419=+90	;ÂNGULO INICIAL DO EIXO C
Q420=+270	;ÂNGULO FINAL DO EIXO C
Q421=0	;ÂNGULO DE INCIDÊNCIA DO EIXO C
Q422=3	;PONTOS DE MEDIÇÃO DO EIXO C
Q423=3	;QUANTIDADE DE PONTOS DE MEDIÇÃO
Q432=0	;CAMPO ANGULAR FOLGA

Função de protocolo

Depois de executar o ciclo 452, o TNC cria um registo **(TCHPR452.TXT)**, 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 de preset)
  - Instabilidade de medição para eixos rotativos

Explicações sobre os valores do protocolo

(ver "Função de protocolo", Página 447)

19

Ciclos de apalpação: medir ferramentas automaticamente

19.1 Princípios básicos

Resumo

Durante a execução dos ciclos de apalpação, o ciclo 8 REFLEXÃO, o ciclo 11 FATOR DE ESCALA e o ciclo 26 FATOR DE ESCALA ESPECÍFICO DO 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 TNC 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.

Com o apalpador e os ciclos para a medição de ferramentas do TNC, 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 TNC 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 individual de lâminas

Os ciclos para medição da ferramenta são programados no modo de funcionamento Memorização/Edição do Programa com a tecla TOUCH PROBE. Dispõe-se dos seguintes ciclos:

Ciclo	Novo formato	Antigo formato	Página
Calibrar TT, ciclos 30 e 480	480 CAL.	30 CAL.	466
Calibrar TT 449 sem fios, ciclo 484	484		467
Medir comprimento da ferramenta, ciclos 31 e 481	481	31	468
Medir raio da ferramenta, ciclos 32 e 482	482	32	470
Medir comprimento e raio da ferramenta, ciclos 33 e 483	483	33	472

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 idênticos. 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 os parâmetros de máquina

Antes de trabalhar com os ciclos TT, verificar todos os parâmetros de máquina que estão definidos em **ProbeSettings** > **CfgToolMeasurement** e **CfgTTRoundStylus**.

O TNC utiliza, para a medição com o mandril parado, o avanço de apalpação do parâmetro de máquina **probingFeed**.

Na medição com a ferramenta a rodar, o TNC calcula automaticamente a velocidade do mandril 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 ativo da ferramenta [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**, calcula-se o avanço de apalpação:

probingFeedCalc = **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 ainda mais rapidamente, quanto menor for a velocidade máxima de percurso (**maxPeriphSpeedMeas**) e a tolerância admissível (**measureTolerance1**) selecionadas.

probingFeedCalc = **VariableTolreance**:

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 TNC modifica a tolerância de medição conforme 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 = **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 ativo da ferramenta [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)	**Quantidade de lâminas?**
LTOL	Desvio admissível do comprimento L da ferramenta para reconhecimento de desgaste Se o valor introduzido for excedido, o TNC bloqueia a ferramenta (estado **L**). Campo de introdução: 0 até 0,9999 mm	**Tolerância de desgaste: comprimento?**
RTOL	Desvio admissível do raio R da ferramenta para reconhecimento de desgaste. Se o valor introduzido for excedido, o TNC bloqueia a ferramenta (estado **L**). Campo de introdução: 0 a 0,9999 mm	**Tolerância de desgaste: raio ?**
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)	**Raio de desvio da ferramenta?**
L_OFFS	Medição do raio: desvio suplementar da ferramenta para **offsetToolAxis** entre lado superior da haste e lado inferior da ferramenta. Ajuste prévio: 0	**Comprimento de desvio da ferramenta?**
LBREAK	Desvio admissível do comprimento L da ferramenta para reconhecimento de rotura. Se o valor introduzido for excedido, o TNC bloqueia a ferramenta (estado **L**). Campo de introdução: 0 a 0,9999 mm	**Tolerância de rotura: comprimento?**
RBREAK	Desvio admissível do raio R da ferramenta para reconhecimento de rotura. Se o valor introduzido for excedido, o TNC bloqueia a ferramenta (estado **L**). Campo de introdução: 0 a 0,9999 mm	**Tolerância de rotura: raio ?**

Exemplos de introdução para tipos de ferramenta comuns

Tipo de ferramenta	CUT	TT:R_OFFS	TT:L_OFFS
Broca	– (sem função)	0 (não é necessário desvio, pois deve ser medida a extremidade da broca)	
Fresagem de cilindro com diâmetro< 19 mm	4 (4 Cortar)	0 (não é necessário desvio, pois o diâmetro da ferramenta é menor do que o diâmetro do prato do apalpador TT)	0 (não é necessário desvio adicional na medição do raio. Utiliza-se o desvio de **offsetToolAxis**)
Fresagem de cilindro com diâmetro> 19 mm	4 (4 Cortar)	0 (não é necessário desvio, pois o diâmetro da ferramenta é maior do que o diâmetro do prato do apalpador TT)	0 (não é necessário desvio adicional na medição do raio. Utiliza-se o desvio de **offsetToolAxis**)
Fresa esférica	4 (4 Cortar)	0 (não é necessário desvio, pois deve ser medido polo sul da esfera)	5 (definir o raio da ferramenta sempre como desvio, para o diâmetro não ser medido no raio)

19.2 Calibrar TT (ciclo 30 ou 480, DIN/ISO: G480, opção de software 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 461). O processo de calibração decorre automaticamente. O TNC determina também automaticamente o desvio central da ferramenta de calibração. Para isso, o TNC roda o mandril em 180°, na metade do ciclo de calibração.

Como ferramenta de calibração, utilize uma peça completamente cilíndrica, p.ex. um macho cilíndrico. O TNC guarda os valores de calibração, e tem-nos em conta para posteriores medições de ferramenta.

Ter em atenção ao programar!

A forma de funcionamento do ciclo de calibração depende do parâmetro da máquina **CfgToolMeasurement**. 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 da máquina **centerPos** > **[0]** a **[2]**, deve estar determinada a posição do TT no espaço de trabalho da máquina.

Se se modificar um dos parâmetros da máquina **centerPos** > **[0]** até **[2]**, é necessário calibrar novamente.

Parâmetros de ciclo

- **Altura Segura**: Introduzir uma cota no eixo do mandril que exclua uma colisão com a peça de trabalho ou dispositivos tensores. A altura segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça de trabalho. Se for introduzida a Altura Segura de tal forma pequena, que a extremidade da ferramenta fique por baixo da aresta superior do prato, o TNC posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de **safetyDistStylus**). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

Blocos NC de formato antigo

```
6 TOOL CALL 1 Z
7 TCH PROBE 30.0 CALIBRAR TT
8 TCH PROBE 30.1 ALTURA: +90
```

Blocos NC de formato novo

```
6 TOOL CALL 1 Z
7 TCH PROBE 480 CALIBRAR TT
   Q260=+100 ;ALTURA SEGURA
```

19.3 Calibrar TT 449 sem cabo (ciclo 484, DIN/ISO: G484, opção de software 17)

Princípios básicos

Com o ciclo 484, calibra-se o apalpador de mesa por infravermelhos sem fios TT449. O processo de calibração não decorre de forma totalmente automática, dado que a posição do TT na mesa da máquina não é definida.

Execução do ciclo

- Trocar de ferramenta de calibração
- Definir e iniciar ciclo de calibração
- Posicionar manualmente a ferramenta de calibração sobre o centro do apalpador e seguir as instruções na janela sobreposta. Prestar atenção a que a ferramenta de calibração se encontre sobre a superfície de medição da sonda

O processo de calibração decorre semiautomaticamente. O TNC determina também o desvio central da ferramenta de calibração. Para isso, o TNC roda o mandril em 180°, na metade do ciclo de calibração.

Como ferramenta de calibração, utilize uma peça completamente cilíndrica, p.ex. um macho cilíndrico. O TNC guarda os valores de calibração, e tem-nos em conta para posteriores medições de ferramenta.

A ferramenta de calibração deverá ter um diâmetro superior a 15 mm e sobressair aprox. 50 mm do mandril. Com esta disposição, ocorre uma deformação de 0,1 µm por 1 N de força de apalpação.

Ter em atenção ao programar!

A forma de funcionamento do ciclo de calibração depende do parâmetro da máquina **CfgToolMeasurement**. 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.

Se a posição do TT na mesa for modificada, é necessário calibrar de novo.

Parâmetros de ciclo

O ciclo 484 não possui quaisquer parâmetros de ciclo.

19.4 Medir o comprimento da ferramenta (ciclo 31 ou 481, DIN/ISO: G481, opção de software 17)

Execução do ciclo

Para medir o comprimento da ferramenta, programe o ciclo de medição TCH PROBE 31 ou TCH PROBE 480 (ver "Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483", Página 461). 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 individual de lâminas 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 na tabela de ferramentas é programado em Desvio da Ferramenta: Raio (**TT: 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 (**TT: R_OFFS**) "0".

Processo de "Medição individual de lâminas"

O TNC posiciona a ferramenta a medir a um lado da superfície do apalpador. A superfície frontal da ferramenta encontra-se por baixo da superfície do apalpador, tal como determinado em **offsetToolAxis**. Na tabela de ferramentas, em Desvio da Ferramenta: Comprimento (**TT: L_OFFS**), é possível determinar um desvio adicional. O TNC 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

- **Medir a ferramenta=0 / verificar=1**: determine se a ferramenta é medida pela primeira vez ou se pretende verificar uma ferramenta que já foi medida. Na primeira medição, o TNC escreve por cima o comprimento L da ferramenta, na memória central de ferramentas TOOL.T, e fixa o valor delta DL = 0. Se se verificar uma ferramenta, é comparado o comprimento medido com o comprimento L da ferramenta em TOOL.T. O TNC calcula o desvio com o sinal correto, 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 do que a rotura admissível para o comprimento da ferramenta, o TNC bloqueia essa ferramenta (estado L em TOOL.T)
- **N.º de parâmetro para resultado?**: número de parâmetro onde o TNC guarda 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 quiser continuar a processar o resultado de medição dentro do programa, confirme a pergunta de diálogo com a tecla NO ENT
- **Altura Segura**: Introduzir uma cota no eixo do mandril que exclua uma colisão com a peça de trabalho ou dispositivos tensores. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça de trabalho. Se for introduzida a Altura Segura de tal forma pequena, que a extremidade da ferramenta fique por baixo da aresta superior do prato, o TNC posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de **safetyDistStylus**). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medição de lâminas 0=Não / 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 COMPRIMENTO DA FERRAMENTA
8 TCH PROBE 31.1 VERIFICAR: 0
9 TCH PROBE 31.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 31.3 MEDIÇÃO DE LÂMINAS: 0
```

Verificar com medição de corte individual, guarda estado em Q5; formato antigo

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 31.0 COMPRIMENTO DA FERRAMENTA
8 TCH PROBE 31.1 VERIFICAR: 1 Q5
9 TCH PROBE 31.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 31.3 MEDIÇÃO DE LÂMINAS: 1
```

Blocos NC; formato novo

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 481 COMPRIMENTO DA FERRAMENTA
   Q340=1      ;VERIFICAR
   Q260=+100 ;ALTURA SEGURA
   Q341=1      ;MEDIÇÃO DE LÂMINAS
```

19.5 Medir o raio da ferramenta (ciclo 32 ou 482, DIN/ISO: G482, opção de software 17)

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 461). Com 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 individual de lâminas

O TNC 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 TNC apalpa de forma radial com a ferramenta a rodar. Se, para além disso, desejar executar a medição individual de lâminas, são medidos os raios de todas as lâminas por meio de 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.

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 **CfgToolMeasurement**. Consulte o manual da sua máquina.

Parâmetros de ciclo

- **Medir ferramenta=0 / verificar=1**: Determine se a ferramenta é medida pela primeira vez ou se pretende verificar uma ferramenta que já foi medida. Na primeira medição, o TNC escreve por cima o raio R da ferramenta, na memória central de ferramentas TOOL.T, e fixa o valor delta DR = 0.? Se se verificar uma ferramenta, é comparado o raio medido com o raio R da ferramenta do TOOL.T. O TNC calcula o desvio com o sinal correto, e introdu-lo 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 do que a rotura admissível para o raio da ferramenta, o TNC bloqueia essa ferramenta(estado L em TOOL.T)
- **N.º de parâmetro para resultado?**: número de parâmetro onde o TNC guarda 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 quiser continuar a processar o resultado de medição dentro do programa, confirme a pergunta de diálogo com a tecla NO ENT
- **Altura Segura**: Introduzir uma cota no eixo do mandril que exclua uma colisão com a peça de trabalho ou dispositivos tensores. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça de trabalho. Se se programar uma altura de segurança de tal forma pequena que a ponta da ferramenta se encontre por baixo da aresta superior do prato, o TNC posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de safetyDistStylus). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medição de lâminas 0=Não / 1 = Sim**: determinar se deve ser efetuada adicionalmente uma medição de lâmina individual ou não (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 DA FERR.TA
8 TCH PROBE 32.1 VERIFICAR: 0
9 TCH PROBE 32.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 32.3 MEDIÇÃO DE LÂMINAS: 0
```

Verificar com medição de corte individual, guarda estado em Q5; formato antigo

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 32.0 RAIO DA FERR.TA
8 TCH PROBE 32.1 VERIFICAR: 1 Q5
9 TCH PROBE 32.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 32.3 MEDIÇÃO DE LÂMINAS: 1
```

Blocos NC; formato novo

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 482 RAIO DA FERR.TA
    Q340=1      ;VERIFICAR
    Q260=+100 ;ALTURA SEGURA
    Q341=1      ;MEDIÇÃO DE LÂMINAS
```

19.6 Medir completamente a ferramenta (ciclo 33 ou 483, DIN/ISO: G483, opção de software 17)

Execução do ciclo

Para medir completamente a ferramenta (comprimento e raio), programe o ciclo de medição TCH PROBE 33 ou TCH PROBE 482 (ver "Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483", Página 461). 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 individual de lâminas

O TNC mede a ferramenta segundo um processo fixo programado. Primeiro, é medido o raio da ferramenta, e depois o seu comprimento. O processo de medição corresponde aos processos dos ciclos de medição 31 e 32.

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.

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 **CfgToolMeasurement**. Consulte o manual da sua máquina.

Parâmetros de ciclo

- **Medir a ferramenta=0 / verificar=1**: determine se a ferramenta é medida pela primeira vez ou se pretende verificar uma ferramenta que já foi medida. Na primeira medição, o TNC escreve por cima o raio R e o comprimento L da ferramenta na memória central de ferramentas TOOL.T, e fixa os valores delta DR e DL = 0. Se se verificar uma ferramenta, são comparados os dados da ferramenta medidos com os dados da ferramenta em TOOL.T. O TNC calcula os desvios com o sinal correto e introdu-los na TOOL.T como valores delta DR e DL. Para além disso, os desvios também estão disponíveis nos parâmetros da máquina Q115 e Q116. Quando um dos valores delta é maior do que a tolerância de desgaste ou do que a rotura admissível, o TNC bloqueia essa ferramenta (estado L em TOOL.T)
- **N.º de parâmetro para resultado?**: número de parâmetro onde o TNC guarda 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 quiser continuar a processar o resultado de medição dentro do programa, confirme a pergunta de diálogo com a tecla NO ENT
- **Altura Segura**: Introduzir uma cota no eixo do mandril que exclua uma colisão com a peça de trabalho ou dispositivos tensores. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça de trabalho. Se se programar uma altura de segurança de tal forma pequena que a ponta da ferramenta se encontre por baixo da aresta superior do prato, o TNC posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de safetyDistStylus). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medição de lâminas 0=Não / 1 = Sim**: determinar se deve ser efetuada adicionalmente uma medição de lâmina individual ou não (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 FERR.TA
8 TCH PROBE 33.1 VERIFICAR: 0
9 TCH PROBE 33.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 33.3 MEDIÇÃO DE LÂMINAS: 0
```

Verificar com medição de corte individual, guarda estado em Q5; formato antigo

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 33.0 MEDIR FERR.TA
8 TCH PROBE 33.1 VERIFICAR: 1 Q5
9 TCH PROBE 33.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 33.3 MEDIÇÃO DE LÂMINAS: 1
```

Blocos NC; formato novo

```
6 TOOL CALL 12 Z
7 TCH PROBE 483 MEDIR FERR.TA
    Q340=1      ;VERIFICAR
    Q260=+100 ;ALTURA SEGURA
    Q341=1      ;MEDIÇÃO DE LÂMINAS
```

20

Tabelas de resumo dos ciclos

20.1 Tabela de resumo

Ciclos de maquinagem

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
7	Deslocação do ponto zero	■		243
8	Refletir	■		250
9	Tempo de espera	■		267
10	Rotação	■		252
11	Fator de escala	■		254
12	Chamada do programa	■		268
13	Orientação do mandril	■		270
14	Definição do contorno	■		174
19	Inclinação do plano de maquinagem	■		257
20	Dados do contorno SL II	■		179
21	Pré-furar SL II		■	181
22	Desbaste SL II		■	183
23	Acabamento profundidade SL II		■	186
24	Acabamento lateral SL II		■	187
25	Traçado do contorno		■	189
26	Fator de escala específico do eixo	■		255
27	Superfície cilíndrica		■	199
28	Superfície cilíndrica Fresar ranhuras		■	202
29	Superfície cilíndrica		■	206
32	Tolerância	■		271
200	Furar		■	67
201	Alargar furo		■	69
202	Mandrilar		■	71
203	Furar universal		■	74
204	Rebaixamento invertido		■	77
205	Furar em profundidade universal		■	81
206	Roscagem com mandril compensador, nova		■	97
207	Roscagem sem mandril compensador, nova		■	100
208	Fresar furo		■	85
209	Roscagem com quebra de apara		■	103
220	Padrão de pontos sobre círculo	■		164
221	Padrão de pontos sobre linhas	■		167
225	Gravação		■	274
230	Esquadrar		■	229
231	Superfície regular		■	231
232	Fresagem horizontal		■	235

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
240	Centrar		■	65
241	Furar com gume único		■	88
247	Memorizar o ponto de referência	■		249
251	Caixa retangular maquinagem completa		■	133
252	Caixa circular maquinagem completa		■	138
253	Fresagem de ranhura		■	142
254	Ranhura redonda		■	146
256	Ilha retangular maquinagem completa		■	151
257	Ilhas circulares maquinagem completa		■	155
262	Fresar rosca		■	109
263	Fresar rosca em rebaixamento		■	112
264	Fresar rosca em furo		■	116
265	Fresar rosca em furo de hélice		■	120
267	Fresar rosca exterior		■	124

Ciclos do apalpador

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
0	Plano de referência	■		374
1	Ponto de referência polar	■		375
3	Medir	■		415
30	Calibrar TT	■		466
31	Medir/testar comprimento da ferramenta	■		468
32	Medir/testar o raio da ferramenta	■		470
33	Medir/testar o comprimento e raio da ferramenta	■		472
400	Rotação básica sobre dois pontos	■		292
401	Rotação básica sobre dois furos	■		295
402	Rotação básica sobre duas ilhas	■		298
403	Compensar posição inclinada com eixo rotativo	■		301
404	Memorizar rotação básica	■		304
405	Compensar a posição inclinada com eixo C	■		305
408	Memorizar ponto de referência do centro da ranhura (função FCL-3)	■		317
409	Memorizar ponto de referência do centro da nervura (função FCL-3)	■		321
410	Memorização do ponto de referência retângulo interior	■		324
411	Memorização do ponto de referência retângulo exterior	■		328
412	Memorização do ponto de referência círculo interior (furo)	■		332
413	Memorização do ponto de referência círculo exterior (ilha)	■		337
414	Memorização do ponto de referência esquina exterior	■		342
415	Memorização do ponto de referência esquina interior	■		347
416	Memorização do ponto de referência centro do círculo de furos	■		351
417	Memorização do ponto de referência eixo do apalpador	■		355
418	Memorização do ponto de referência centro de quatro furos	■		357
419	Memorização do ponto de referência eixo individual selecionável	■		361
420	Medir ferramenta ângulo	■		376
421	Medir ferramenta círculo interior (furo)	■		379
422	Medir ferramenta círculo exterior (ilha)	■		382
423	Medir peça de trabalho retângulo interior	■		385
424	Medir peça de trabalho retângulo exterior	■		389
425	Medir ferramenta largura interior (ranhura)	■		392
426	Medir ferramenta largura exterior (nervura)	■		395
427	Medir ferramenta eixo individual selecionável	■		398
430	Medir ferramenta círculo de furos	■		401
431	Medir ferramenta plano	■		401
450	KinematicsOpt: Guardar cinemática (opção)	■		431

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
451	KinematicsOpt: Medir cinemática (opção)	■		434
452	KinematicsOpt: Compensação de preset	■		428
460	Calibrar apalpador	■		419
461	Calibrar comprimento do apalpador	■		421
462	Calibrar raio do apalpador internamente	■		422
463	Calibrar raio do apalpador externamente	■		424
480	Calibrar TT	■		466
481	Medir/testar comprimento da ferramenta	■		468
482	Medir/testar o raio da ferramenta	■		470
483	Medir/testar o comprimento e raio da ferramenta	■		472

Índice

A

Acabamento em profundidade. 186
Acabamento lateral..... 187
Alargar furo..... 69
Apalpadores 3D..... 40, 280
Avanço de apalpação..... 284

C

Caixa circular
desbaste+acabamento..... 138
Caixa retangular
desbaste+acabamento..... 133
Centrar..... 65
Chamada do programa..... 268
através de ciclo..... 268
Ciclo..... 44
chamar..... 46
definir..... 45
Ciclos de apalpação
para o modo de funcionamento
Automático..... 282
Ciclos de contorno..... 172
Ciclos de furação..... 64
Ciclos e tabelas de pontos..... 61
Ciclos SL..... 172, 199
acabamento em profundidade 186
acabamento lateral..... 187
ciclo de contorno..... 174
Contornos sobrepostos.. 175, 218
dados do contorno..... 179
desbaste..... 183
pré-furar..... 181
princípios básicos..... 172, 224
traçado de contorno..... 189
Ciclos SL com fórmula de contorno
complexa..... 214
Ciclos SL com fórmula de contorno
simples..... 224
Círculo de furos..... 164
Compensar a posição inclinada da
peça de trabalho..... 290
através da medição de dois
pontos de uma reta..... 292
através de dois furos..... 295
através de duas ilhas
circulares..... 298
através de eixo rotativo..... 305
através de um eixo rotativo.... 301
Considerar a rotação básica..... 280
Conversão de coordenadas..... 242
Correção da ferramenta..... 372

D

Dados do apalpador..... 288
Definição de padrões..... 52
Definir automaticamente o ponto
de referência..... 312
Definir ponto de referência
automaticamente
centro da nervura..... 321
centro da ranhura..... 317
centro de 4 furos..... 357
esquina exterior..... 342
esquina interior..... 347
no eixo do apalpador..... 355
num eixo qualquer..... 361
ponto central de uma caixa
circular (furo)..... 332
ponto central de uma caixa
retangular..... 324
ponto central de uma ilha
circular..... 337
ponto central de uma ilha
retangular..... 328
ponto central de um círculo de
furos..... 351
Desbaste:Ver Ciclos SL,
Desbaste..... 183
Deslocação do ponto zero..... 243
com tabelas de pontos zero... 244
no programa..... 243

E

Estado da medição..... 371
Estado de desenvolvimento..... 9

F

Fator de escala..... 254
Fator de escala específico do
eixo..... 255
Fresagem de ranhuras
desbaste+acabamento..... 142
Fresagem de rosca
princípios básicos..... 107
Fresagem de rosca em furo..... 116
Fresagem de rosca em furo de
hélice..... 120
Fresagem de rosca exterior..... 124
Fresagem de rosca interior..... 109
Fresagem transversal..... 235
Fresar furo..... 85
Fresar rosca em rebaixamento. 112
Função FCL..... 9
Furar..... 67, 74, 81
Ponto inicial aprofundado... 84, 89
Furar com gume único..... 88
Furar em profundidade..... 81, 88
Ponto inicial aprofundado... 84, 89
Furar universal..... 74, 81

G

Gravação..... 274

I

Ilha circular..... 155
Ilha retangular..... 151
Inclinação do plano de
maquinagem..... 257
Inclinar plano de maquinagem.. 257
ciclo..... 257
normas..... 262

K

KinematicsOpt..... 428

L

Lógica de posicionamento..... 286

M

Mandrilar..... 71
Margem fiável..... 285
Medição automática de
ferramentas..... 464
Medição da cinemática..... 428
Condições..... 430
folga..... 441
Função de protocolo.... 432, 447,
457
guardar cinemática..... 431
medir a cinemática..... 434, 448
métodos de calibração....
440, 453, 455
Precisão..... 439
recorte dentado hirth..... 437
Seleção das posições de
medição..... 439
Seleção dos pontos de
medição..... 433, 438
Medição da ferramenta
calibrar TT..... 466, 467
comprimento da ferramenta... 468
medir completamente..... 472
raio da ferramenta..... 470
Medição de ferramentas.. 460, 464
parâmetros de máquina..... 462
Medição múltipla..... 285
Medir a cinemática..... 434
Compensação de preset..... 448
Medir ângulo..... 376
Medir ângulo do plano..... 405
Medir caixa retangular..... 389
Medir círculo de furos..... 401
Medir círculo exterior..... 382
Medir círculo interior..... 379
Medir coordenada única..... 398
Medir furo..... 379
Medir ilha retangular..... 385
Medir largura da ranhura..... 392
Medir largura externamente..... 395
Medir largura interior..... 392
Medir nervura externamente....
395, 395
Medir o ângulo de um plano..... 405
Medir peças de trabalho..... 368

O

Orientação do mandril..... 270

P

Padrão de pontos
sobre círculo..... 164
sobre linhas..... 167
Padrões de maquinagem..... 52
Padrões de pontos..... 162
resumo..... 162
Parâmetro de máquina para apalpador 3D..... 283
Parâmetro de resultado..... 371
Ponto inicial aprofundado..... 84, 89

R

Ranhura circular
desbaste+acabamento..... 146
Rebaixamento invertido..... 77
Refletir..... 250
Registar resultados de medição.... 369
Resultados de medição em parâmetros Q..... 371
Roscagem
com mandril compensador..... 97
com rotura de apara..... 103
sem mandril compensador.... 100, 103
Rotação..... 252
Rotação básica
definir diretamente..... 304
determinar durante a execução do programa..... 290

S

Superfície cilíndrica
Maquinagem de contorno..... 199
maquinagem de nervura..... 206
maquinagem de ranhura..... 202
Superfície regular..... 231
Supervisão da ferramenta..... 372
Supervisão da tolerância..... 371

T

Tabela do apalpador..... 287
Tabelas de pontos..... 59
Tempo de espera..... 267
Traçado de contorno..... 189

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany
☏ +49 8669 31-0
FAX +49 8669 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
TNC 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
Lathe controls ☏ +49 8669 31-3105
E-mail: service.lathe-support@heidenhain.de

www.heidenhain.de

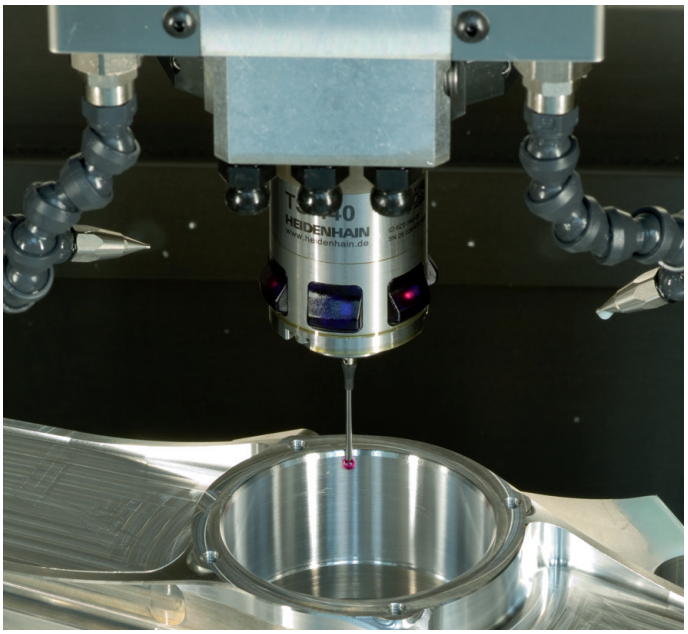
Os apalpadores HEIDENHAIN

contribuem para reduzir os tempos não produtivos
e 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 de trabalho



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

679295-Q1 · Ver01 · SW04 · 1/2014 · Printed in Germany · F&W