HEIDENHAIN

TNC 620

Manual do Utilizador
Programação de ciclos

Software NC
817600-05
817601-05
817605-05

Português (pt)
10/2017

Princípios básicos

Sobre este manual

Disposições de segurança

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

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

⚠ PERIGO

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

⚠ AVISO

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

⚠ CUIDADO

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

AVISO

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

Sequência de informações dentro das disposições de segurança

Todas as disposições de segurança compreendem as quatro secções seguintes:

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

Notas informativas

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

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

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

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

São desejáveis alterações? Encontrou uma gralha?

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

tnc-userdoc@heidenhain.de

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	817600-05
TNC 620 E	817601-05
TNC 620 Posto de programação	817605-05

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 TNC.

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 estejam relacionadas com ciclos encontram-se descritas no Manual do Utilizador do TNC 620. Dirija-se à HEIDENHAIN quando necessitar deste manual do utilizador.

ID Manual do utilizador de diálogo Klartext: 1096883-xx.

ID Manual do utilizador DIN/ISO: 1096887-xx.

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:

Additional Axis (Opção #0 e Opção #1)	
Eixos adicionais	Ciclos de regulação adicionais 1 e 2
Advanced Function Set 1 (Opção #8)	
Grupo de funções avançadas 1	**Maquinagem de mesa rotativa** ■ Contornos sobre o desenvolvimento de um cilindro ■ Avanço em mm/min **Conversões de coordenadas:** Inclinação do plano de maquinagem
Advanced Function Set 2 (Opção #9)	
Grupo de funções avançadas 2 Sujeito a autorização de exportação	**Maquinagem 3D:** ■ Guia do movimento especialmente livre de solavancos ■ Correção da ferramenta 3D por meio de vetores normais ■ Alteração da posição de cabeça basculante com o volante eletrónico durante a execução do programa; a posição do ponto de guia da ferramenta (ponta da ferramenta ou centro da esfera) 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
Funções Apalpador (Opção #17)	
Funções de apalpação	**Ciclos de apalpação:** ■ Compensar a inclinação da ferramenta em funcionamento automático ■ Ponto de referência no modo de funcionamento **Modo de operacao manual** ■ Definir ponto de referência em funcionamento automático ■ Medir peças de trabalho automaticamente ■ Medir ferramentas automaticamente
HEIDENHAIN DNC (Opção #18)	
	Comunicação com aplicações PC externas através de componentes COM
Advanced Programming Features (Opção #19)	
Funções de programação avançadas	**Livre programação de contornos FK:** Programação em texto claro HEIDENHAIN com apoio gráfico para peças de trabalho com dimensões não adequadas a NC

Advanced Programming Features (Opção #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 - 233) ■ 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, ranhura de contorno trocoidal (ciclos 20 - 25, 275) ■ Gravar (ciclo 225) ■ Podem ser integrados ciclos do fabricante (ciclos especialmente criados pelo fabricante da máquina)
Advanced Graphic Features (Opção #20)	
Funções gráficas avançadas	**Gráficos de teste e maquinagem:** ■ Vista de cima ■ Representação em três planos ■ Representação 3D
Advanced Function Set 3 (Opção #21)	
Grupo de funções avançadas 3	**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
Pallet Managment (Opção #22)	
Gestão de paletes	Maquinagem de peças de trabalho na sequência pretendida
Display Step (Opção #23)	
Resolução	**Precisão de introdução:** ■ Eixos lineares até 0,01 µm ■ Eixos angulares até 0,00001°
CAD Import (Opção #42)	
CAD Import	■ Suporta DXF, STEP e IGES ■ Aceitação de contornos e padrões de pontos ■ Determinar comodamente o ponto de referência ■ Selecionar graficamente secções de contorno de programas Klartext
KinematicsOpt (Opção #48)	
Otimização da cinemática da máquina	■ Guardar/restabelecer a cinemática ativa ■ Testar a cinemática ativa ■ Otimizar a cinemática ativa

Extended Tool Management (Opção #93)	
Gestão de ferramentas avançada	Baseada em Python
Remote Desktop Manager (Opção #133)	
Comando à distância de CPU externas	■ Windows numa CPU separada ■ Integrado na superfície do comando
Cross Talk Compensation – CTC (Opção #141)	
Compensação de acoplamentos de eixos	■ Determinação de desvio de posição por causas dinâmicas através de acelerações dos eixos ■ Compensação do TCP (**T**ool **C**enter **P**oint)
Position Adaptive Control – PAC (Opção #142)	
Regulação adaptativa da posição	■ Adaptação de parâmetros de regulação em função da posição dos eixos no espaço de trabalho ■ Adaptação de parâmetros de regulação em função da velocidade ou da aceleração de um eixo
Load Adaptive Control – LAC (Opção #143)	
Regulação adaptativa da carga	■ Determinação automática de massas de peças de trabalho e forças de atrito ■ Adaptação de parâmetros de regulação em função da massa atual da peça de trabalho
Active Chatter Control – ACC (Opção #145)	
Supressão de vibrações ativa	Função totalmente automática para supressão de vibrações durante a maquinagem
Active Vibration Damping – AVD (Opção #146)	
Atenuação de vibrações ativa	Atenuação das vibrações da máquina para melhorar a superfície da peça de trabalho
Batch Process Manager (Opção #154)	
Batch Process Manager	Planeamento de ordens de produção

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

Parâmetros opcionais

A HEIDENHAIN desenvolve continuamente o abrangente pacote de ciclos, pelo que, com cada novo software, podem surgir também novos parâmetros Q para ciclos. Estes novos parâmetros Q são opcionais e, por isso, em parte ainda não existiam em versões de software mais antigas. No ciclo, encontram-se sempre no final da definição de ciclo. Na vista geral "Funções de ciclo novas e modificadas do software 81760x-05", encontra os parâmetros Q opcionais que foram adicionados a este software. Pode decidir se deseja definir parâmetros Q opcionais ou se prefere eliminá-los com a tecla NO ENT. Também pode aceitar o valor padrão definido. Caso elimine inadvertidamente um parâmetro Q opcional, ou se, após uma atualização de software, desejar ampliar os ciclos dos seus programas existentes, também pode inserir posteriormente parâmetros Q opcionais nos ciclos. O procedimento descreve-se seguidamente.

Inserir parâmetros Q opcionais posteriormente:

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

Compatibilidade

Grande parte dos programas de maquinagem que tenham sido criados em comandos numéricos HEIDENHAIN mais antigos (a partir do TNC 150 B) são executáveis pelo , TNC 620, e com este novo software. Mesmo que tenham sido adicionados novos parâmetros opcionais ("Parâmetros opcionais") aos ciclos existentes, em geral, os seus programas podem continuar a ser executados como habitualmente. Tal é possível através do valor predefinido guardado. Se, pelo contrário, desejar executar num comando mais antigo um programa que foi configurado para uma versão de software recente, pode eliminar da definição de ciclo os respetivos parâmetros Q opcionais com a tecla NO ENT. Desta forma, obtém um programa adequadamente compatível com versões anteriores. Se os blocos NC contiverem elementos inválidos, estes serão identificados como blocos ERROR pelo TNC ao abrir o ficheiro.

Novas funções de ciclo do software 81760x-01

- Aos carateres do ciclo de maquinagem 225 Gravação foram adicionados os tremas e o símbolo de diâmetro ver "GRAVAÇÃO (Ciclo 225, DIN/ISO: G225)", Página 326
- Novo ciclo de maquinagem 275 Fresagem trocoidal ver "RANHURA DE CONTORNO TROCOIDAL (ciclo 275, DIN/ISO: G275, opção de software 19)", Página 247
- Novo ciclo de maquinagem 233 Fresagem transversal ver "FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 233, DIN/ISO: G233, opção de software 19)", Página 192
- É agora possível definir um avanço para a retração no ciclo 205 Furar em profundidade universal com o parâmetro A208 ver "Parâmetros de ciclo", Página 94
- Introduziu-se um avanço de aproximação nos ciclos de fresagem de rosca 26x ver "Parâmetros de ciclo", Página 130
- Ao ciclo 404 foi adicionado o parâmetro Q305 N.º EM TABELA ver "Parâmetros de ciclo", Página 376
- O parâmetro Q395 REFERÊNCIA PROFUNDIDADE foi introduzido nos ciclos de furação 200, 203 e 205, para avaliar o T-ANGLE ver "Parâmetros de ciclo", Página 94
- O ciclo 241 FURAR EM PROFUNDIDADE COM GUME ÚNICO foi enriquecido com vários parâmetros de introdução ver "FURAR EM PROFUNDIDADE COM GUME ÚNICO (ciclo 241, DIN/ISO: G241, opção de software 19)", Página 103
- Introduziu-se o ciclo de apalpação 4 MEDIÇÃO 3D ver "MEDIÇÃO 3D (ciclo 4, opção de software 17)", Página 495

Funções de ciclo novas e modificadas do software 81760x-02

- Novo ciclo para LAC (Load Adapt. Control) Adaptação de parâmetros de regulação em função da carga (opção de software 143), ver "DETERMINAR CARGA (ciclo 239 DIN/ISO: G239, opção de software 143)", Página 339
- Ciclo 270: Foi adicionado o ciclo DADOS DE TRAÇADO DE CONTORNO ao pacote de ciclos (opção de software 19), ver "DADOS DE TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 270, DIN/ISO: G270, opção de software 19)", Página 245
- O ciclo 39 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA (opção de software 1) Contorno exterior foi adicionado ao pacote de ciclos, ver "SUPERFÍCIE CILÍNDRICA (ciclo 39, DIN/ISO: G139, opção de software 1)", Página 271
- O bloco de carateres do ciclo de maquinagem 225 Gravação foi ampliado com os carateres CE, ß, @ e hora do sistema, ver "GRAVAÇÃO (Ciclo 225, DIN/ISO: G225)", Página 326
- Os ciclos 252-254 (opção de software 19)foram ampliados com o parâmetro opcional Q439, ver "Parâmetros de ciclo", Página 163
- O ciclo 22 (opção de software 19)foi ampliado com os parâmetros opcionais Q401, Q404, ver "DESBASTAR (ciclo 22, DIN/ISO: G122, opção de software 19)", Página 226
- O ciclo 484 (opção de software 17)foi ampliado com o parâmetro opcional Q536, ver "Calibrar TT 449 sem cabo (ciclo 484, DIN/ISO: G484, opção #17)", Página 560

Funções de ciclo novas e modificadas do software 81760x-03

- Novo ciclo 258 ILHA POLIGONAL, (opção de software 19)ver "ILHA POLIGONAL (ciclo 258, DIN/ISO: G258, opção de software 19)", Página 186
- No ciclo 247: Definir ponto de referência, o número do ponto de referência pode ser selecionado na tabela de preset, ver "DEFINIR PONTO DE REFERÊNCIA (Ciclo 247, DIN/ISO: G247)", Página 299
- Nos ciclos 200 e 203, o comportamento do tempo de espera em cima foi ajustado ver "FURAR UNIVERSAL (ciclo 203, DIN/ISO: G203, opção de software 19)", Página 82
- O ciclo 205 executa a remoção de aparas sobre a superfície de coordenadas ver "FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL (ciclo 205, DIN/ISO: G205, opção de software 19)", Página 92
- Nos ciclos SL, M110 é agora tido em consideração nos arcos de círculo com interior corrigido, se estiver ativo durante a maquinagem ver "Ciclos SL", Página 214

Funções de ciclo novas e modificadas do software 81760x-04

- No protocolo dos ciclos KinematicsOpt 451 e 452 é possível obter a posição dos eixos rotativos medidos antes e depois da otimização. ver "MEDIR A CINEMÁTICA (ciclo 451, DIN/ISO: G451, opção)", Página 526, ver "COMPENSAÇÃO DE PRESET (ciclo 452, DIN/ISO: G452, opção)", Página 541
- O ciclo 225 foi ampliado com os parâmetros Q516, Q367 e Q574. Dessa forma, é possível definir um ponto de referência para a posição de texto correspondente ou aumentar o comprimento de texto e a altura dos caracteres. O posicionamento prévio numa gravura sobre uma trajetória circular foi alterado. ver "GRAVAÇÃO (Ciclo 225, DIN/ISO: G225)", Página 326
- Nos ciclos 481 - 483, o parâmetro Q340 foi ampliado com a possibilidade de introdução "2". Isso permite um controlo da ferramenta sem alteração da tabela de ferramentas, ver "Medir o comprimento da ferramenta (ciclo 31 ou 481, DIN/ISO: G481, opção #17)", Página 562, ver "Medir o raio da ferramenta (ciclo 32 ou 482, DIN/ISO: G482, opção #17)", Página 565, ver "Medir completamente a ferramenta (ciclo 33 ou 483, DIN/ISO: G483, opção #17)", Página 567
- O ciclo 251 foi ampliado com o parâmetro Q439. Além disso, a estratégia de acabamento foi revista, ver "CAIXA RETANGULAR (ciclo 251, DIN/ISO: G251, opção de software 19)", Página 153
- No ciclo 252, a estratégia de acabamento foi revista, ver "CAIXA CIRCULAR (ciclo 252, DIN/ISO: G252, opção de software 19)", Página 159
- O ciclo 275 foi ampliado com os parâmetros Q369 e Q439, ver "RANHURA DE CONTORNO TROCOIDAL (ciclo 275, DIN/ISO: G275, opção de software 19)", Página 247

Funções de ciclo novas e modificadas do software 81760x-05

- Novo ciclo 441 APALPACAO RAPIDA. Com este ciclo, é possível definir globalmente diferentes parâmetros do apalpador (p. ex., o avanço de posicionamento) para todos os ciclos de apalpador utilizados em seguida. ver "APALPAÇÃO RÁPIDA (ciclo 441, DIN/ISO G441, opção de software 17)", Página 516
- Novo ciclo 276 Traçado do contorno 3D ver "TRAÇADO DO CONTORNO 3D (ciclo 276, DIN/ISO: G276, opção de software 19)", Página 240
- Ampliação do traçado do contorno: ciclo 25 com maquinagem de material residual, o ciclo foi ampliado com os seguintes parâmetros: Q18, Q446, Q447, Q448 ver "TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 25, DIN/ISO: G125, opção de software 19)", Página 236
- Os ciclos 256 FACETA RECTANGULAR e 257 FACETA CIRCULAR foram ampliados com os parâmetros Q215, Q385, Q369 e Q386. ver "RECHTECKZAPFEN ILHA RETANGULAR (ciclo 256, DIN/ISO: G256, opção de software 19)", Página 177, ver "ILHA CIRCULAR (ciclo 257, DIN/ISO: G257, opção de software 19)", Página 182
- O ciclo 239 determina a carga atual dos eixos da máquina com a função reguladora LAC. Além disso, agora o ciclo 239 também pode ajustar a aceleração máxima do eixo. O ciclo 239 suporta a determinação da carga de eixos compostos. ver "DETERMINAR CARGA (ciclo 239 DIN/ISO: G239, opção de software 143)", Página 339
- Nos ciclos 205 e 241, o comportamento de avanço foi modificado! ver "FURAR EM PROFUNDIDADE COM GUME ÚNICO (ciclo 241, DIN/ISO: G241, opção de software 19)", Página 103, ver "FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL (ciclo 205, DIN/ISO: G205, opção de software 19)", Página 92

- Alterações em detalhes no ciclo 233: monitoriza o comprimento da lâmina (LCUTS) na maquinagem de acabamento, no desbaste com estratégia de fresagem 0-3 aumenta a superfície na direção de fresagem pelo valor de Q357 (se não estiver definida nenhuma limitação nesta direção) ver "FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 233, DIN/ISO: G233, opção de software 19)", Página 192
- É possível programar CONTOUR DEF em DIN/ISO
- Os ciclos 1, 2, 3, 4, 5, 17, 212, 213, 214, 215, 210, 211, 230, 231, subordinados a "old cycles" e tecnicamente obsoletos, já não podem ser inseridos através do Editor. No entanto, continua a ser possível executar e alterar estes ciclos.
- Os ciclos de apalpador de mesa 480, 481, 482 podem ser ocultados ver "Ajustar parâmetros de máquina", Página 554
- O ciclo 225 Gravar pode gravar o estado atual dos contadores com uma nova sintaxe ver "Gravar o estado do contador", Página 331
- Nova coluna SERIAL na tabela de apalpadores ver "Dados do apalpador", Página 353

Índice

1 Princípios básicos / resumos....47
2 Utilização de ciclos de maquinagem....51
3 Ciclos de maquinagem: furar....71
4 Ciclos de maquinagem: roscagem / fresagem de roscas....115
5 Ciclos de maquinagem: fresar caixas / fresar ilhas / fresar ranhuras....151
6 Ciclos de maquinagem: definições de padrões....203
7 Ciclos de maquinagem: caixa de contorno....213
8 Ciclos de maquinagem: superfície cilíndrica....259
9 Ciclos de maquinagem: Caixa de contorno com fórmula de contorno....277
10 Ciclos: Conversões de coordenadas....291
11 Ciclos: Funções especiais....317
12 Trabalhar com ciclos de apalpação....345
13 Ciclos de apalpação: determinar inclinações da peça de trabalho automaticamente....355
14 Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente....383
15 Ciclos de apalpação: controlar peças de trabalho automaticamente....443
16 Ciclos de apalpação: Funções especiais....491
17 Ciclos de apalpação: medir cinemática automaticamente....519
18 Ciclos de apalpação: medir ferramentas automaticamente....551
19 Tabelas de resumo dos ciclos....569

1 Princípios básicos / resumos 47

1.1 Introdução 48

1.2 Grupos de ciclos disponíveis 49

Resumo dos ciclos de maquinagem 49

Resumo dos ciclos de apalpação 50

2 Utilização de ciclos de maquinagem ... 51

2.1 Trabalhar com ciclos de maquinagem ... 52

Ciclos específicos da máquina (opção de software 19) ... 52
Definir um ciclo com softkeys ... 53
Definir o ciclo com a função GOTO (IR PARA) ... 53
Chamar ciclos ... 54

2.2 Predefinições de programa para ciclos ... 56

Resumo ... 56
Introduzir GLOBAL DEF ... 56
Utilizar as indicações GLOBAL-DEF ... 57
Dados globais válidos em geral ... 58
Dados globais para programas de furar ... 58
Dados globais para programas de fresagem com ciclos de caixa 25x ... 58
Dados globais para programas de fresagem com ciclos de contorno ... 59
Dados globais para o comportamento de posições ... 59
Dados globais para funções de apalpação ... 59

2.3 Definição de padrões PATTERN DEF ... 60

Aplicação ... 60
Introduzir PATTERN DEF ... 61
Utilizar PATTERN DEF ... 61
Definir posições de maquinagem individuais ... 62
Definir série individual ... 62
Definir o padrão individual ... 63
Definir a margem individual ... 64
Definir o círculo completo ... 65
Definir o círculo parcial ... 66

2.4 Tabelas de pontos ... 67

Aplicação ... 67
Introduzir tabela de pontos ... 67
Omitir pontos individuais para a maquinagem ... 68
Selecionar tabelas de pontos no programa ... 68
Chamar ciclo em conjunto com tabelas de pontos ... 69

3 Ciclos de maquinagem: furar ... 71

3.1 Princípios básicos ... 72
Resumo ... 72

3.2 CENTRAR (ciclo 240, DIN/ISO: G240, opção de software 19) ... 73
Execução do ciclo ... 73
Ter em atenção ao programar! ... 73
Parâmetros de ciclo ... 74

3.3 FURAR (ciclo 200) ... 75
Execução do ciclo ... 75
Ter em atenção ao programar! ... 75
Parâmetros de ciclo ... 76

3.4 ALARGAR FURO (ciclo 201, DIN/ISO: G201, opção de software 19) ... 77
Execução do ciclo ... 77
Ter em atenção ao programar! ... 77
Parâmetros de ciclo ... 78

3.5 MANDRILAR (ciclo 202, DIN/ISO: G202, opção de software 19) ... 79
Execução do ciclo ... 79
Ter em atenção ao programar! ... 80
Parâmetros de ciclo ... 81

3.6 FURAR UNIVERSAL (ciclo 203, DIN/ISO: G203, opção de software 19) ... 82
Execução do ciclo ... 82
Ter em atenção ao programar! ... 85
Parâmetros de ciclo ... 86

3.7 REBAIXAMENTO INVERTIDO (ciclo 204, DIN/ISO: G204, opção de software 19) ... 88
Execução do ciclo ... 88
Ter em atenção ao programar! ... 89
Parâmetros de ciclo ... 90

3.8 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL (ciclo 205, DIN/ISO: G205, opção de software 19) ... 92
Execução do ciclo ... 92
Ter em atenção ao programar! ... 93
Parâmetros de ciclo ... 94
Comportamento de posicionamento ao trabalhar com Q379 ... 96

3.9 FRESAR FURO (ciclo 208, opção de software 19) ... 100
Execução do ciclo ... 100
Ter em atenção ao programar! ... 101
Parâmetros de ciclo ... 102

3.10 FURAR EM PROFUNDIDADE COM GUME ÚNICO (ciclo 241, DIN/ISO: G241, opção de software 19)..... 103

Execução do ciclo..... 103
Ter em atenção ao programar!..... 104
Parâmetros de ciclo..... 105
Comportamento de posicionamento ao trabalhar com Q379..... 107

3.11 Exemplos de programação..... 111

Exemplo: ciclos de furar..... 111
Exemplo: utilização de ciclos de furar em ligação com PATTERN DEF..... 112

4 Ciclos de maquinagem: roscagem / fresagem de roscas 115

4.1 Princípios básicos 116
Resumo 116

4.2 ROSCAGEM com mandril compensador (ciclo 206, DIN/ISO: G206) 117
Execução do ciclo 117
Ter em atenção ao programar! 118
Parâmetros de ciclo 119

4.3 ROSCAGEM sem mandril compensador GS (ciclo 207, DIN/ISO: G207) 120
Execução do ciclo 120
Ter em atenção ao programar! 121
Parâmetros de ciclo 122
Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa 122

4.4 ROSCAGEM COM ROTURA DE APARA (ciclo 209, DIN/ISO: G209, opção de software 19) 123
Execução do ciclo 123
Ter em atenção ao programar! 124
Parâmetros de ciclo 125

4.5 Princípios básicos para fresagem de rosca 126
Condições 126

4.6 FRESAGEM DE ROSCA (ciclo 262, DIN/ISO: G262, opção de software 19) 128
Execução do ciclo 128
Ter em atenção ao programar! 129
Parâmetros de ciclo 130

4.7 FRESAR ROSCA EM REBAIXAMENTO (ciclo 263, DIN/ISO: G263, opção de software 19) 132
Execução do ciclo 132
Ter em atenção ao programar! 133
Parâmetros de ciclo 134

4.8 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO (ciclo 264, DIN/ISO: G264, opção de software 19) 136
Execução do ciclo 136
Ter em atenção ao programar! 137
Parâmetros de ciclo 138

4.9 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO DE HÉLICE (ciclo 265, DIN/ISO: G265, opção de software 19) 140
Execução do ciclo 140
Ter em atenção ao programar! 141
Parâmetros de ciclo 142

4.10 FRESAGEM DE ROSCA EXTERIOR (ciclo 267, DIN/ISO: G267, opção de software 19) 144
Execução do ciclo 144

Ter em atenção ao programar! 145
Parâmetros de ciclo 146

4.11 Exemplos de programação 148
Exemplo: roscagem 148

5 Ciclos de maquinagem: fresar caixas / fresar ilhas / fresar ranhuras 151

5.1 Princípios básicos 152
Resumo 152

5.2 CAIXA RETANGULAR (ciclo 251, DIN/ISO: G251, opção de software 19) 153
Execução do ciclo 153
Ter em atenção ao programar 154
Parâmetros de ciclo 156

5.3 CAIXA CIRCULAR (ciclo 252, DIN/ISO: G252, opção de software 19) 159
Execução do ciclo 159
Ter em atenção ao programar! 161
Parâmetros de ciclo 163

5.4 FRESAGEM DE RANHURAS (ciclo 253, DIN/ISO: G253), opção de software 19 166
Execução do ciclo 166
Ter em atenção ao programar! 167
Parâmetros de ciclo 168

5.5 RANHURA CIRCULAR (ciclo 254, DIN/ISO: G254, opção de software 19) 171
Execução do ciclo 171
Ter em atenção ao programar! 172
Parâmetros de ciclo 174

5.6 RECHTECKZAPFEN ILHA RETANGULAR (ciclo 256, DIN/ISO: G256, opção de software 19) 177
Execução do ciclo 177
Ter em atenção ao programar! 178
Parâmetros de ciclo 179

5.7 ILHA CIRCULAR (ciclo 257, DIN/ISO: G257, opção de software 19) 182
Execução do ciclo 182
Ter em atenção ao programar! 183
Parâmetros de ciclo 184

5.8 ILHA POLIGONAL (ciclo 258, DIN/ISO: G258, opção de software 19) 186
Execução do ciclo 186
Ter em atenção ao programar! 187
Parâmetros de ciclo 189

5.9 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 233, DIN/ISO: G233, opção de software 19) 192
Execução do ciclo 192
Ter em atenção ao programar! 196
Parâmetros de ciclo 197

5.10 Exemplos de programação 200
Exemplo: fresar caixa, ilha e ranhura 200

6 Ciclos de maquinagem: definições de padrões.....203

6.1 Princípios básicos.....204

Resumo..... 204

6.2 PADRÃO DE PONTOS SOBRE CÍRCULO (ciclo 220, DIN/ISO: G220, opção de software 19).....205

Execução do ciclo..... 205
Ter em atenção ao programar!..... 205
Parâmetros de ciclo..... 206

6.3 PADRÃO DE PONTOS SOBRE LINHAS (ciclo 221, DIN/ISO: G221, opção de software 19).....208

Execução do ciclo..... 208
Ter em atenção ao programar!..... 208
Parâmetros de ciclo..... 209

6.4 Exemplos de programação..... 210

Exemplo: Círculos de furos.....210

7 Ciclos de maquinagem: caixa de contorno ... 213

7.1 Ciclos SL ... 214
Princípios básicos ... 214
Resumo ... 216

7.2 CONTORNO (Ciclo 14, DIN/ISO: G37) ... 217
Ter em atenção ao programar! ... 217
Parâmetros de ciclo ... 217

7.3 Contornos sobrepostos ... 218
Princípios básicos ... 218
Subprogramas: caixas sobrepostas ... 218
Superfície de "soma" ... 219
Superfície de "diferença" ... 220
Superfície de "intersecção" ... 221

7.4 DADOS DO CONTORNO (ciclo 20, DIN/ISO: G120, opção de software 19) ... 222
Ter em atenção ao programar! ... 222
Parâmetros de ciclo ... 223

7.5 PRÉ-FURAR (ciclo 21, DIN/ISO: G121, opção de software 19) ... 224
Execução do ciclo ... 224
Ter em atenção ao programar! ... 225
Parâmetros de ciclo ... 225

7.6 DESBASTAR (ciclo 22, DIN/ISO: G122, opção de software 19) ... 226
Execução do ciclo ... 226
Ter em atenção ao programar! ... 227
Parâmetros de ciclo ... 229

7.7 ACABAMENTO EM PROFUNDIDADE (ciclo 23, DIN/ISO: G123, opção de software 19) ... 231
Execução do ciclo ... 231
Ter em atenção ao programar! ... 232
Parâmetros de ciclo ... 232

7.8 ACABAMENTO LATERAL (ciclo 24, DIN/ISO: G124, opção de software 19) ... 233
Execução do ciclo ... 233
Ter em atenção ao programar! ... 234
Parâmetros de ciclo ... 235

7.9 TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 25, DIN/ISO: G125, opção de software 19) ... 236
Execução do ciclo ... 236
Ter em atenção ao programar! ... 237
Parâmetros de ciclo ... 238

7.10 TRAÇADO DO CONTORNO 3D (ciclo 276, DIN/ISO: G276, opção de software 19)..... 240

Execução do ciclo..... 240
Ter em atenção ao programar!..... 241
Parâmetros de ciclo..... 243

7.11 DADOS DE TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 270, DIN/ISO: G270, opção de software 19)..... 245

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

7.12 RANHURA DE CONTORNO TROCOIDAL (ciclo 275, DIN/ISO: G275, opção de software 19)..... 247

Execução do ciclo..... 247
Ter em atenção ao programar!..... 249
Parâmetros de ciclo..... 250

7.13 Exemplos de programação..... 253

Exemplo: desbaste e acabamento posterior de uma caixa..... 253
Exemplo: pré-furar, desbastar e acabar contornos sobrepostos..... 255
Exemplo: traçado do contorno..... 257

8 Ciclos de maquinagem: superfície cilíndrica ... 259

8.1 Princípios básicos ... 260

Resumo dos ciclos para superfícies cilíndricas ... 260

8.2 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA (ciclo 27, DIN/ISO: G127, opção de software 1) ... 261

Execução do ciclo ... 261
Ter em atenção ao programar! ... 262
Parâmetros de ciclo ... 263

8.3 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de ranhuras (ciclo 28, DIN/ISO: G128, opção de software 1) ... 264

Execução do ciclo ... 264
Ter em atenção ao programar! ... 265
Parâmetros de ciclo ... 267

8.4 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de nervuras (ciclo 29, DIN/ISO: G129, opção de software 1) ... 268

Execução do ciclo ... 268
Ter em atenção ao programar! ... 269
Parâmetros de ciclo ... 270

8.5 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA (ciclo 39, DIN/ISO: G139, opção de software 1) ... 271

Execução do ciclo ... 271
Ter em atenção ao programar! ... 272
Parâmetros de ciclo ... 273

8.6 Exemplos de programação ... 274

Exemplo: superfície cilíndrica com ciclo 27 ... 274
Exemplo: superfície cilíndrica com ciclo 28 ... 276

9 Ciclos de maquinagem: Caixa de contorno com fórmula de contorno.....277

9.1 Ciclos SL com fórmula de contorno complexa.....278

Princípios básicos.....278
Selecionar programa com definições de contorno.....280
Definir as descrições de contorno.....280
Introduzir fórmula de contorno mais complexa.....281
Contornos sobrepostos.....282
Executar contorno com ciclos SL.....284
Exemplo: desbastar e acabar contornos sobrepostos com fórmula de contorno.....285

9.2 Ciclos SL com fórmula de contorno simples.....288

Princípios básicos.....288
Introduzir fórmula de contorno simples.....290
Executar contorno com ciclos SL.....290

10 Ciclos: Conversões de coordenadas....291

10.1 Princípios básicos....292

Resumo....292
Atuação das conversões de coordenadas....292

10.2 DESLOCAÇÃO DO PONTO ZERO (ciclo 7, DIN/ISO: G54)....293

Ativação....293
Parâmetros de ciclo....293
Ter em atenção ao programar....293

10.3 Deslocação do PONTO ZERO com tabelas de pontos zero (ciclo 7, DIN/ISO: G53)....294

Atuação....294
Ter em atenção ao programar!....295
Parâmetros de ciclo....295
Selecionar a tabela de pontos zero no programa NC....296
Editar a tabela de pontos zero no modo de funcionamento Programar....296
Configurar tabela de pontos zero....298
Sair da tabela de pontos zero....298
Apresentação de estados....298

10.4 DEFINIR PONTO DE REFERÊNCIA (Ciclo 247, DIN/ISO: G247)....299

Atuação....299
Ter em atenção antes de programar!....299
Parâmetros de ciclo....299
Apresentação de estados....299

10.5 ESPELHAR (ciclo 8, DIN/ISO: G28)....300

Atuação....300
Ter em atenção ao programar!....301
Parâmetros de ciclo....301

10.6 ROTAÇÃO (Ciclo 10, DIN/ISO: G73)....302

Atuação....302
Ter em atenção ao programar!....303
Parâmetros de ciclo....303

10.7 FATOR DE ESCALA (Ciclo 11, DIN/ISO: G72)....304

Atuação....304
Parâmetros de ciclo....304

10.8 FATOR DE ESCALA ESPECÍF. EIXO (Ciclo 26)....305

Atuação....305
Ter em atenção ao programar!....305
Parâmetros de ciclo....306

10.9 PLANO DE MAQUINAGEM (ciclo 19, DIN/ISO: G80, opção de software 1).....307

Atuação.....307
Ter em atenção ao programar!.....308
Parâmetros de ciclo.....309
Anular.....310
Posicionar eixos rotativos.....310
Visualização de posições num sistema inclinado.....311
Supervisão do espaço de trabalho.....311
Posicionamento no sistema inclinado.....312
Combinação com outros ciclos de conversão de coordenadas.....312
Normas para trabalhar com o ciclo 19 PLANO DE MAQUINAGEM INCLINADO.....313

10.10 Exemplos de programação.....314

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

11 Ciclos: Funções especiais ... 317

11.1 Princípios básicos ... 318
Resumo ... 318

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

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

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

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

11.6 GRAVAÇÃO (Ciclo 225, DIN/ISO: G225) ... 326
Execução do ciclo ... 326
Ter em atenção ao programar! ... 326
Parâmetros de ciclo ... 327
Carateres de gravação permitida ... 329
Caracteres que não podem ser impressos ... 329
Gravar variáveis do sistema ... 330
Gravar o estado do contador ... 331

11.7 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 232, DIN/ISO: G232, opção de software 19) ... 332
Execução do ciclo ... 332
Ter em atenção ao programar! ... 335
Parâmetros de ciclo ... 336

11.8 DETERMINAR CARGA (ciclo 239 DIN/ISO: G239, opção de software 143) ... 339
Execução do ciclo ... 339
Ter em atenção ao programar! ... 340
Parâmetros de ciclo ... 340

11.9 ROSCAGEM À LÂMINA (ciclo 18, DIN/ISO: G18, opção de software 19) ... 341
Execução do ciclo ... 341

Ter em atenção ao programar! 342
Parâmetros de ciclo 343

12 Trabalhar com ciclos de apalpação 345

12.1 Generalidades sobre os ciclos de apalpação 346

Funcionamento 346
Considerar a rotação básica no Modo de Funcionamento Manual 347
Ciclos de apalpação nos modos de funcionamento Manual e Volante Eletrónico 347
Ciclos de apalpação para o modo automático 347

12.2 Antes de trabalhar com ciclos de apalpação! 349

Percurso máximo até ao ponto de apalpação: DIST na tabela de apalpadores 349
Distância de segurança até ao ponto de apalpação: SET_UP na tabela de apalpadores 349
Orientar o apalpador de infravermelhos no sentido de apalpação programado: TRACK na tabela de apalpadores 349
Apalpador digital, avanço de apalpação: F na tabela de apalpadores 350
Apalpador digital, Avanço para movimentos de posicionamento: FMAX 350
Apalpador digital, marcha rápida para movimentos de posicionamento: F_PREPOS na tabela de apalpadores 350
Executar ciclos de apalpação 351

12.3 Tabela do apalpador 352

Generalidades 352
Editar tabelas de apalpadores 352
Dados do apalpador 353

13 Ciclos de apalpação: determinar inclinações da peça de trabalho automaticamente..... 355

13.1 Princípios básicos.....356

Resumo..... 356

Características comuns dos ciclos de apalpação para o registo da posição inclinada da peça de trabalho.....358

13.2 ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 400, DIN/ISO: G400, opção de software 17)..... 359

Execução do ciclo..... 359

Ter em atenção ao programar!..... 359

Parâmetros de ciclo..... 360

13.3 ROTAÇÃO BÁSICA através de dois furos (ciclo 401, DIN/ISO: G401, opção de software 17)..... 362

Execução do ciclo..... 362

Ter em atenção ao programar!..... 363

Parâmetros de ciclo..... 364

13.4 ROTAÇÃO BÁSICA através de duas ilhas circulares (ciclo 402, DIN/ISO: G402, opção de software 17).....366

Execução do ciclo..... 366

Ter em atenção ao programar!..... 367

Parâmetros de ciclo..... 368

13.5 ROTAÇÃO BÁSICA através de um eixo rotativo (ciclo 403, DIN/ISO: G403, opção de software 17).....371

Execução do ciclo..... 371

Ter em atenção ao programar!..... 372

Parâmetros de ciclo..... 373

13.6 DEFINIR ROTAÇÃO BÁSICA (ciclo 404, DIN/ISO: G404, opção de software 17).....376

Execução do ciclo..... 376

Parâmetros de ciclo..... 376

13.7 Ajustar a inclinação duma peça de trabalho por meio do eixo C (ciclo 405, DIN/ISO: G405, opção de software 17).....377

Execução do ciclo..... 377

Ter em atenção ao programar!..... 378

Parâmetros de ciclo..... 379

13.8 Exemplo: determinar a rotação básica por meio de dois furos..... 381

14 Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente..... 383

14.1 Princípios básicos.....384

Resumo..... 384

Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência..... 386

14.2 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA RANHURA (ciclo 408, DIN/ISO: G408, opção de software 17).....388

Execução do ciclo..... 388

Ter em atenção ao programar!..... 389

Parâmetros de ciclo..... 390

14.3 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DA NERVURA (ciclo 409, DIN/ISO: G409, opção de software 17).....392

Execução do ciclo..... 392

Ter em atenção ao programar!..... 393

Parâmetros de ciclo..... 394

14.4 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 410, DIN/ISO: G410, opção de software 17).....396

Execução do ciclo..... 396

Ter em atenção ao programar!..... 397

Parâmetros de ciclo..... 398

14.5 PONTO DE REFERÊNCIA RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 411, DIN/ISO: G411, opção de software 17).....400

Execução do ciclo..... 400

Ter em atenção ao programar!..... 401

Parâmetros de ciclo..... 402

14.6 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO INTERIOR (ciclo 412, DIN/ISO: G412, opção de software 17).....404

Execução do ciclo..... 404

Ter em atenção ao programar!..... 405

Parâmetros de ciclo..... 406

14.7 PONTO DE REFERÊNCIA CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 413, DIN/ISO: G413, opção de software 17).....409

Execução do ciclo..... 409

Ter em atenção ao programar!..... 410

Parâmetros de ciclo..... 411

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

Execução do ciclo..... 414

Ter em atenção ao programar!..... 415

Parâmetros de ciclo..... 416

14.9 PONTO DE REFERÊNCIA ESQUINA INTERIOR (ciclo 415, DIN/ISO: G415, opção de software 17)....419

Execução do ciclo.... 419
Ter em atenção ao programar!.... 420
Parâmetros de ciclo.... 421

14.10 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DO CÍRCULO DE FUROS (ciclo 416, DIN/ISO: G416, opção de software 17)....424

Execução do ciclo.... 424
Ter em atenção ao programar!.... 425
Parâmetros de ciclo.... 426

14.11 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO DO APALPADOR (ciclo 417, DIN/ISO: G417, opção de software 17)....429

Execução do ciclo.... 429
Ter em atenção ao programar!.... 429
Parâmetros de ciclo.... 430

14.12 PONTO DE REFERÊNCIA CENTRO DE 4 FUROS (ciclo 418, DIN/ISO: G418, opção de software 17)....431

Execução do ciclo.... 431
Ter em atenção ao programar!.... 432
Parâmetros de ciclo.... 433

14.13 PONTO DE REFERÊNCIA EIXO INDIVIDUAL (ciclo 419, DIN/ISO: G419, opção de software 17)....436

Execução do ciclo.... 436
Ter em atenção ao programar!.... 436
Parâmetros de ciclo.... 437

14.14 Exemplo: Definição do ponto de referência centro segmento de círculo e aresta superior da peça de trabalho....439

14.15 Exemplo: definição do ponto de referência lado superior da peça de trabalho e centro círculo de furos....440

15 Ciclos de apalpação: controlar peças de trabalho automaticamente..... 443

15.1 Princípios básicos.....444

Resumo..... 444
Registar resultados de medição..... 445
Resultados de medição em parâmetros Q.....447
Estado da medição..... 447
Supervisão da tolerância.....447
Supervisão da ferramenta.....448
Sistema de referência para resultados de medição..... 449

15.2 PLANO DE REFERÊNCIA (ciclo 0, DIN/ISO: G55, opção de software 17).....450

Execução do ciclo..... 450
Ter em atenção ao programar!..... 450
Parâmetros de ciclo..... 450

15.3 PLANO DE REFERÊNCIA polar (ciclo 1, opção de software 17).....451

Execução do ciclo..... 451
Ter em atenção ao programar!..... 451
Parâmetros de ciclo..... 452

15.4 MEDIR ÂNGULO (ciclo 420, DIN/ISO: G420, opção de software 17).....453

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

15.5 MEDIR FURO (ciclo 421, DIN/ISO: G421, opção de software 17)..... 456

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

15.6 MEDIR CÍRCULO EXTERIOR (ciclo 422, DIN/ISO: G422, opção de software 17)..... 461

Execução do ciclo..... 461
Ter em atenção ao programar!..... 462
Parâmetros de ciclo..... 463

15.7 MEDIR RETÂNGULO INTERIOR (ciclo 423, DIN/ISO: G423, opção de software 17).....466

Execução do ciclo..... 466
Ter em atenção ao programar!..... 467
Parâmetros de ciclo..... 468

15.8 MEDIR RETÂNGULO EXTERIOR (ciclo 424, DIN/ISO: G424, opção de software 17).....470

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

15.9 MEDIR LARGURA INTERIOR (ciclo 425, DIN/ISO: G425, opção de software 17)..... 473

Execução do ciclo..... 473
Ter em atenção ao programar!..... 473
Parâmetros de ciclo..... 474

15.10 MEDIÇÃO NERVURA EXTERIOR (ciclo 426, DIN/ISO: G426, opção de software 17)..... 476

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

15.11 MEDIR COORDENADA (ciclo 427, DIN/ISO: G427, opção de software 17)..... 479

Execução do ciclo..... 479
Ter em atenção ao programar!..... 479
Parâmetros de ciclo..... 480

15.12 MEDIR CÍRCULO DE FUROS (ciclo 430, DIN/ISO: G430, opção de software 17)..... 482

Execução do ciclo..... 482
Ter em atenção ao programar!..... 483
Parâmetros de ciclo..... 483

15.13 MEDIR PLANO (ciclo 431, DIN/ISO: G431, opção de software 17)..... 485

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

15.14 Exemplos de programação..... 488

Exemplo: medir e fazer trabalho de acabamento de ilhas retangulares..... 488
Exemplo: medir caixa retangular, registar os resultados de medição..... 490

16 Ciclos de apalpação: Funções especiais ... 491

16.1 Princípios básicos ... 492
Resumo ... 492

16.2 MEDIÇÃO (ciclo 3, opção de software 17) ... 493
Execução do ciclo ... 493
Ter em atenção ao programar! ... 493
Parâmetros de ciclo ... 494

16.3 MEDIÇÃO 3D (ciclo 4, opção de software 17) ... 495
Execução do ciclo ... 495
Ter em atenção ao programar! ... 495
Parâmetros de ciclo ... 496

16.4 APALPAÇÃO 3D (ciclo 444), (opção de software 17) ... 497
Execução do ciclo ... 497
Parâmetros de ciclo ... 499
Ter em atenção ao programar! ... 501

16.5 Calibrar o apalpador digital ... 502

16.6 Visualizar valores de calibração ... 503

16.7 CALIBRAR TS (ciclo 460, DIN/ISO: G460, opção de software 17) ... 504

16.8 CALIBRAR COMPRIMENTO DE TS (ciclo 461, DIN/ISO: G461, opção de software 17) ... 509

16.9 CALIBRAR RAIO DE TS INTERNAMENTE (ciclo 462, DIN/ISO: G462, opção de software 17) ... 511

16.10 CALIBRAR RAIO DE TS EXTERNAMENTE (ciclo 463, DIN/ISO: G463, opção de software 17) ... 513

16.11 APALPAÇÃO RÁPIDA (ciclo 441, DIN/ISO G441, opção de software 17) ... 516
Execução do ciclo ... 516
Ter em atenção ao programar! ... 516
Parâmetros de ciclo ... 517

17 Ciclos de apalpação: medir cinemática automaticamente ... 519

17.1 Medição da cinemática com apalpadores TS (opção KinematicsOpt) ... 520

Princípios básicos ... 520
Resumo ... 520

17.2 Condições ... 521

Ter em atenção ao programar! ... 522

17.3 GUARDAR CINEMÁTICA (ciclo 450, DIN/ISO: G450, opção) ... 523

Execução do ciclo ... 523
Ter em atenção ao programar! ... 523
Parâmetros de ciclo ... 524
Função de protocolo ... 524
Indicações acerca da conservação de dados ... 525

17.4 MEDIR A CINEMÁTICA (ciclo 451, DIN/ISO: G451, opção) ... 526

Execução do ciclo ... 526
Sentido de posicionamento ... 528
Máquinas com eixos de recortes dentados hirth ... 529
Escolha da quantidade de pontos de medição ... 530
Seleção da posição da esfera de calibração na mesa da máquina ... 531
Indicações acerca daprecisão ... 531
Indicações acerca dos diferentes métodos de calibração ... 532
Folga ... 533
Ter em atenção ao programar! ... 534
Parâmetros de ciclo ... 536
Diferentes Modos (Q406) ... 539
Função de protocolo ... 540

17.5 COMPENSAÇÃO DE PRESET (ciclo 452, DIN/ISO: G452, opção) ... 541

Execução do ciclo ... 541
Ter em atenção ao programar! ... 543
Parâmetros de ciclo ... 544
Ajuste de cabeças intercambiáveis ... 546
Compensação do desvio ... 548
Função de protocolo ... 550

18 Ciclos de apalpação: medir ferramentas automaticamente.....551

18.1 Princípios básicos.....552

Resumo.....552
Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483.....553
Ajustar parâmetros de máquina.....554
Introduções na tabela de ferramentas TOOL.T.....556

18.2 Calibrar TT (ciclo 30 ou 480, DIN/ISO: G480 opção #17).....558

Execução do ciclo.....558
Ter em atenção ao programar!.....559
Parâmetros de ciclo.....559

18.3 Calibrar TT 449 sem cabo (ciclo 484, DIN/ISO: G484, opção #17).....560

Princípios básicos.....560
Execução do ciclo.....560
Ter em atenção ao programar!.....561
Parâmetros de ciclo.....561

18.4 Medir o comprimento da ferramenta (ciclo 31 ou 481, DIN/ISO: G481, opção #17).....562

Execução do ciclo.....562
Ter em atenção ao programar!.....563
Parâmetros de ciclo.....564

18.5 Medir o raio da ferramenta (ciclo 32 ou 482, DIN/ISO: G482, opção #17).....565

Execução do ciclo.....565
Ter em atenção ao programar!.....565
Parâmetros de ciclo.....566

18.6 Medir completamente a ferramenta (ciclo 33 ou 483, DIN/ISO: G483, opção #17).....567

Execução do ciclo.....567
Ter em atenção ao programar!.....567
Parâmetros de ciclo.....568

19 Tabelas de resumo dos ciclos.....569

19.1 Tabela de resumo.....570

Ciclos de maquinagem.....570

Ciclos do apalpador.....572

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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

- Executar um teste do programa antes da execução

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

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

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

Se se desejar apagar um ciclo com vários blocos parciais, o TNC emite um aviso, 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

Softkey	Grupo de ciclos	Página
FURO ROSCADO	Ciclos para furar em profundidade, alargar furos, mandrilar e rebaixar	72
FURO ROSCADO	Ciclos para furar roscas, abrir roscas e fresar roscas	116
CAIXAS/ ILHAS/ RANHURAS	Ciclos para fresar caixas, ilhas e ranhuras e para fresagem transversal	152
TRANSF. COORD.	Ciclos para o cálculo de coordenadas com que são deslocados, rodados, espelhados, ampliados e reduzidos quaisquer contornos	292
CICLOS SL	Ciclos SL (lista de subcontornos), com os quais são elaborados contornos compostos por vários subcontornos sobrepostos, assim como ciclos para maquinagem de superfície cilíndrica e para fresagem trocoidal	260
FIGURA DE PONTOS	Ciclos para a elaboração de padrões de pontos, p. ex., círculo de furos ou superfície de furos	204
CICLOS ESPECIAIS	Ciclos especiais Tempo de Espera, Chamada do Programa, Orientação do Mandril, Gravação, TolerânciaDeterminar carga	318

▷

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

Resumo dos ciclos de apalpação

TOUCH PROBE

- A barra de softkeys mostra os diferentes grupos de ciclos

Softkey	Grupo de ciclos	Página
ROTAÇÃO	Ciclos para o registo automático e compensação da posição inclinada duma peça de trabalho	356
PONTO REF.	Ciclos para a definição automática do ponto de referência	384
MEDIÇÃO	Ciclos para o controlo automático da peça de trabalho	444
CICLOS ESPECIAIS	Ciclos especiais	492
TS CALIBR.	Calibrar apalpador	504
CINEMÁTICA	Ciclos para a medição automática da cinemática	356
CICLOS TT	Ciclos para a medição automática da ferramenta (disponibilizado pelo fabricante da máquina)	552

▷

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

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

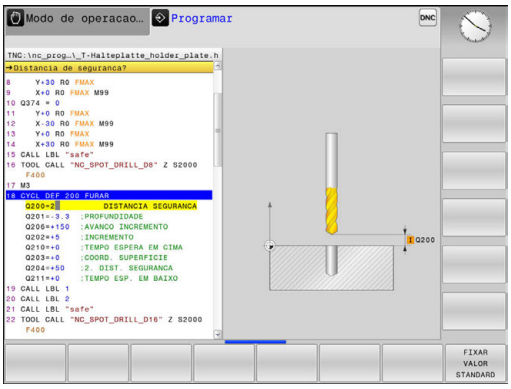
No caso dos ciclos específicos de máquina, em certas circunstâncias, também são utilizados parâmetros de transferência, que a HEIDENHAIN já utilizou em ciclos standard. Na utilização simultânea de ciclos DEF ativos (ciclos que o TNC executa automaticamente na definição do ciclo) e ciclos CALL ativos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

Mais informações: "Chamar ciclos", Página 54

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

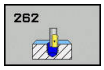
- Regra geral, programar os ciclos ativos DEF antes dos ciclos ativos CALL
- Entre a definição de um ciclo ativo CALL e a respetiva chamada do ciclo, programe apenas um ciclo ativo DEF se não ocorrerem sobreposições nos parâmetros de transferência destes dois ciclos

Definir um ciclo com softkeys



- A barra de softkeys mostra os diferentes grupos de ciclos

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



- Selecionar o ciclo, p. ex., **FURAR COM**. 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 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

- Numa janela sobreposta, o TNC mostra 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	;DISTANCIA SEGURANCA
Q201=3	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q202=5	;INCREMENTO
Q210=0	;TEMPO ESPERA EM CIMA
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q211=0.25	;TEMPO ESP. EM BAIXO
Q395=0	;REFER. PROFUNDIDADE

Chamar ciclos

Condições

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

- **BLK FORM** para a representação gráfica (necessário só para o teste de gráfico)
- Chamada 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 a 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 ou numa tabela de pontos.

Mais informações: "Definição de padrões PATTERN DEF", Página 60

Mais informações: "Tabelas de pontos", Página 67

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 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 a posição definida no bloco **CYCL CALL POS** basicamente 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

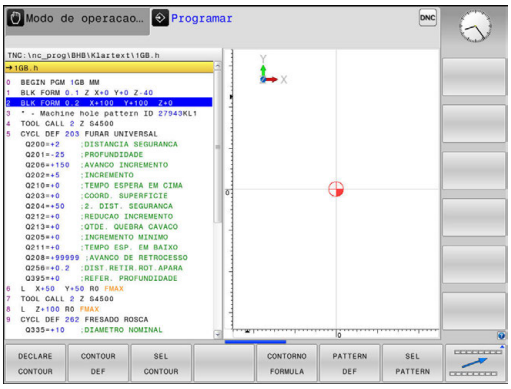
- **M99** no bloco de posicionamento onde se faz a aproximação ao último ponto inicial, ou
- defina com **CYCL DEF** um novo ciclo de maquinagem

2.2 Predefinições de programa para ciclos

Resumo

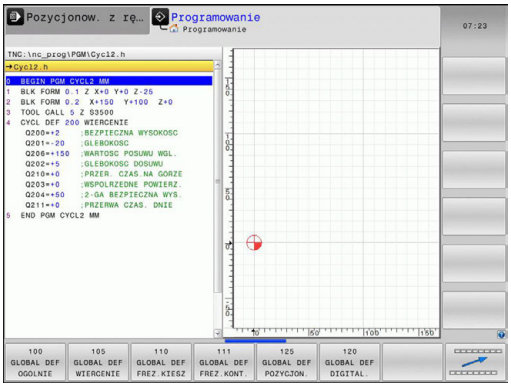
Todos os ciclos 20 a 25 e aqueles com números superiores a 200 utilizam sempre parâmetros de ciclos idênticos, como, p. ex., a distância de segurança **Q200**, que se devem introduzir em cada definição de ciclo. Através da função **GLOBAL DEF**, tem-se a possibilidade de definir estes parâmetros de ciclos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



Softkey	Padrões de maquinagem	Página
100 GLOBAL DEF GERAL	GLOBAL DEF GERAL Definição de parâmetros de ciclos válidos em geral	58
105 GLOBAL DEF FURAR	GLOBAL DEF FURAR Definição de parâmetros especiais de ciclos de furos	58
110 GLOBAL DEF FRESA CX.	GLOBAL DEF FRESAGEM DE CAIXAS Definição de parâmetros especiais de ciclos para fresar caixas	58
111 GLOBAL DEF FR.CONTORN	GLOBAL DEF FRESAGEM DE CONTORNO Definição de parâmetros especiais de ciclos de fresagem de contorno	59
125 GLOBAL DEF POSICION.	GLOBAL DEF POSICIONAR Definição do comportamento de posicionamento em **CYCL CALL PAT**	59
120 GLOBAL DEF APALPADOR	GLOBAL DEF APALPAÇÃO Definição de parâmetros especiais de ciclos de apalpação	59

Introduzir GLOBAL DEF

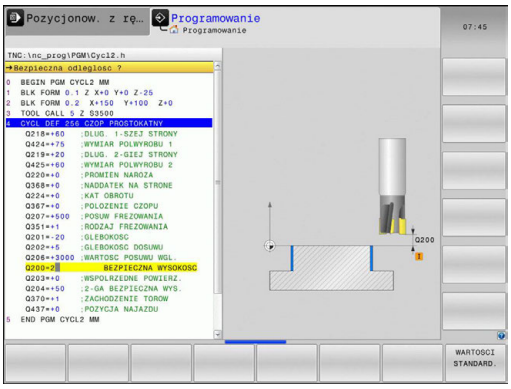


- Modo de funcionamento: Premir a tecla **Programar**
- Selecionar funções especiais: premir a tecla SPEC FCT
- Selecionar funções para as predefinições do programa
- Premir a softkey **global DEF**
- Selecionar a função GLOBAL-DEF pretendida, p. ex., premindo a softkey **DEF GLOBAL GERAL**
- Introduzir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

Utilizar as indicações GLOBAL-DEF

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

Proceda da seguinte forma:



- Modo de funcionamento: Premir a tecla Programar

- Selecionar ciclos de maquinagem: premir a tecla CYCLE DEF

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

- Selecionar o ciclo pretendido, p. ex., **furar**
- Se existir um parâmetro global para isso, o TNC realça a softkey **FIXAR VALOR STANDARD**

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

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

Dados globais válidos em geral

- **Distância de segurança**: distância entre o extremo da ferramenta e a superfície da peça de trabalho por deslocação automática da posição inicial do ciclo no eixo da ferramenta
- **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, 241 e 262 a 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.

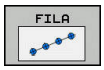
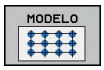
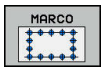
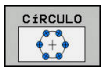
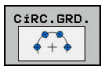
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

Estão à disposição os seguintes padrões de maquinagem:

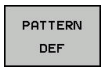
Softkey	Padrões de maquinagem	Página
	PONTO Definição de até 9 posições de maquinagem	62
	SÉRIE Definição de uma série individual, retilínea ou rodada	62
	PADRÃO Definição de um padrão individual retilíneo, rodado ou deformado	63
	MARGEM Definição de uma margem individual retilínea, rodada ou deformada	64
	CÍRCULO Definição de um círculo completo	65
	CÍRCULO TEÓRICO Definição de um círculo teórico	66

Introduzir PATTERN DEF

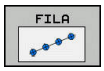
- Modo de funcionamento: Premir a tecla **Programar**

- Selecionar funções especiais: premir a tecla SPEC FCT

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



- Premir a softkey **PATTERN DEF**



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

Utilizar PATTERN DEF

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

Mais informações: "Chamar ciclos", Página 54

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

Definir posições de maquinagem individuais

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

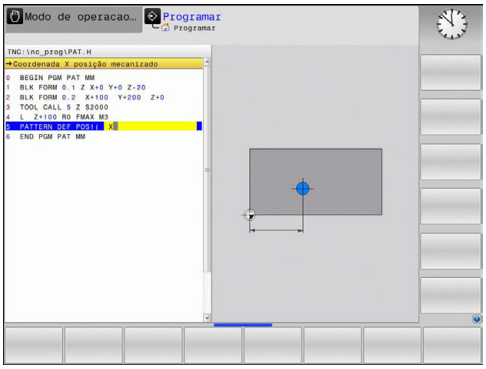
A POS1 deve ser programada com coordenadas absolutas. A POS2 a POS9 podem ser programadas de forma absoluta e/ou incremental.

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

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

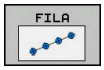
Blocos NC

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



Definir série individual

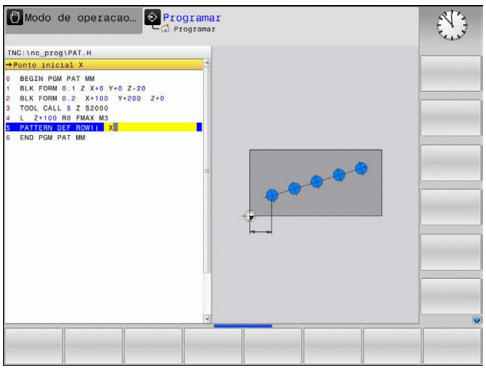
Se se definir uma **Superficie da peça em Z** diferente de 0, então este valor será válido para a superfície da peça de trabalho **Q203** que se definiu no ciclo de maquinagem.



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

Blocos NC

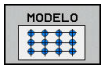
```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  ROW1
    (X+25 Y+33,5  D+8 NUM5  ROT+0 Z
    +0)
```



Definir o padrão individual

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

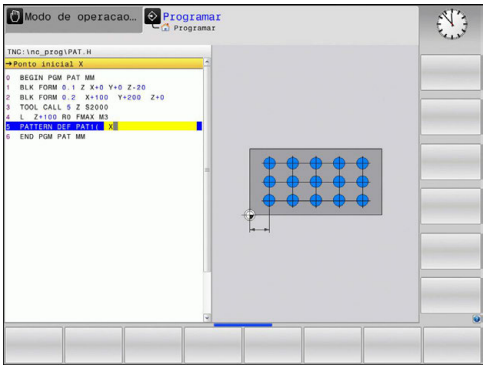
Os parâmetros **Posição angular eixo principal** e **Posição angular eixo secundário** watuam adicionalmente numa **Pos. angular do padrão completo** executada anteriormente.



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

Blocos NC

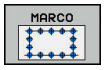
```
10 L  Z+100 R0  FMAX
11 PATTERN DEF  PAT1 (X+25 Y+33,5
   DX+8 DY+10  NUMX5 NUMY4 ROT+0
   ROTX+0 ROTY+0  Z+0)
```



Definir a margem individual

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

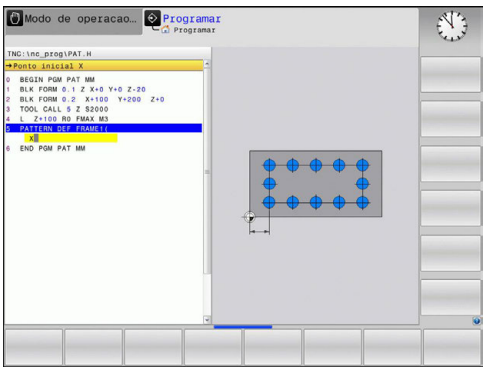
Os parâmetros **Posição angular eixo principal** e **Posição angular eixo secundário** watuam adicionalmente numa **Pos. angular do padrão completo** executada anteriormente.



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

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)
```



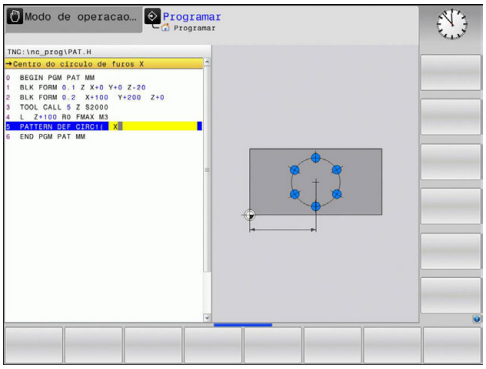
Definir o círculo completo

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

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

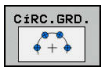
Blocos NC

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



Definir o círculo parcial

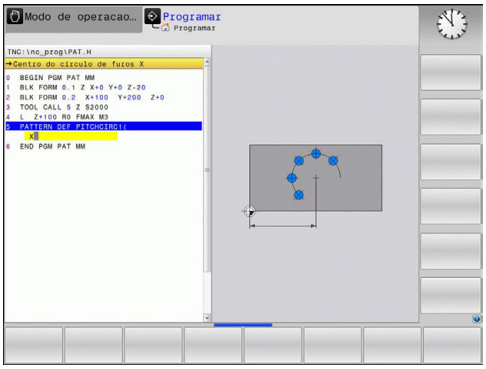
> Se se definir uma **Superficie da peça em Z** diferente de 0, então este valor será válido para a superfície da peça de trabalho **Q203** que se definiu no ciclo de maquinagem.



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

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

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

NOME DE FICHEIRO?

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

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

- 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 **Programar**, selecionar o programa para o qual a tabela de pontos deve estar ativada:

- Chamar a função para a selecção da tabela de pontos: Premir a tecla **PGM CALL**

- Premir a softkey **TABELA PTº ZERO**

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 comutado 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**:

CYCL CALL

- Programar a chamada de ciclo: premir a tecla **CYCL CALL**
- Chamar a tabela de pontos: premir a softkey **CYCL CALL PAT**
- Introduzir o avanço com que o 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 iniciais 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

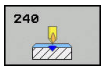
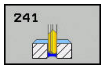
3

Ciclos de maquinagem: furar

3.1 Princípios básicos

Resumo

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

Softkey	Ciclo	Página
	240 CENTRAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, introdução opcional do diâmetro de centragem/profundidade de centragem	73
	200 FURAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança	75
	201 ALARGAR FURO Com posicionamento prévio automático, 2.ª Distância de segurança	77
	202 MANDRILAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª Distância de segurança	79
	203 FURAR UNIVERSAL Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, rotura de apara, degressão	82
	204 REBAIXAMENTO INVERTIDO Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança	88
	205 FURAR EM PROFUNDIDADE UNIVERSAL Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, rotura de apara, distância de posição prévia	92
	208 MANDRILAR Com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança	100
	241 FURAR EM PROFUNDIDADE COM GUME ÚNICO Com posicionamento prévio automático sobre ponto inicial aprofundado, definição do agente refrigerante por velocidade	103

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 a 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.

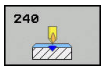
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

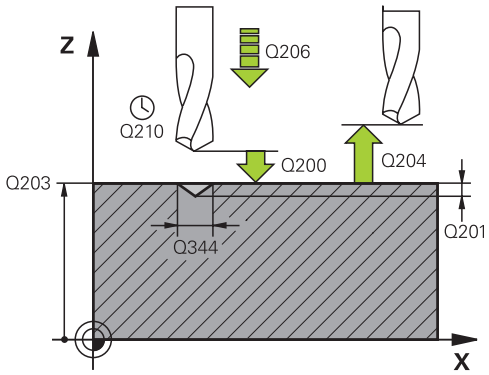
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

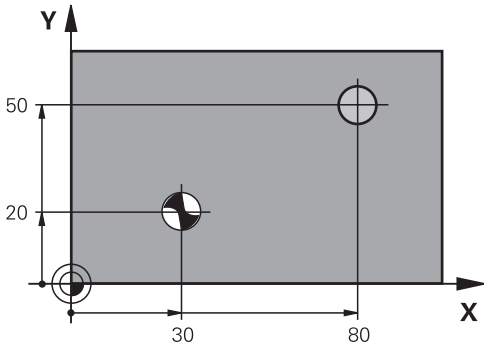
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo



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





Blocos NC

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

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 (o tempo de espera de Q211 atua com qualquer passo)

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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

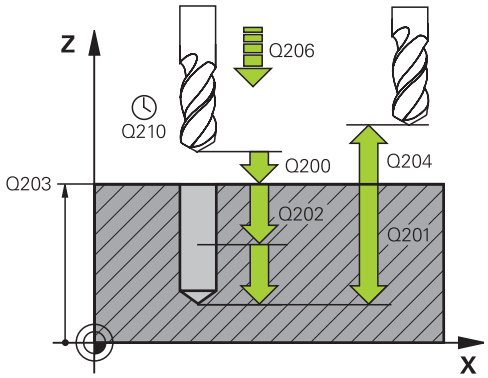
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

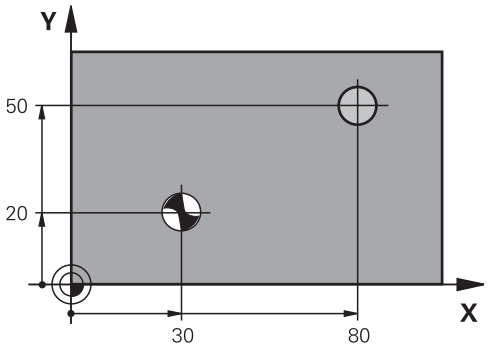
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

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

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





Blocos NC

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

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.

AVISO

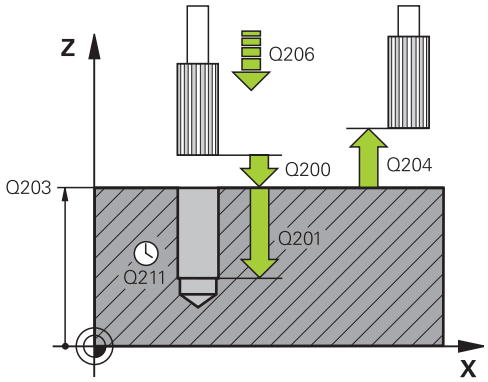
Atenção, perigo de colisão!

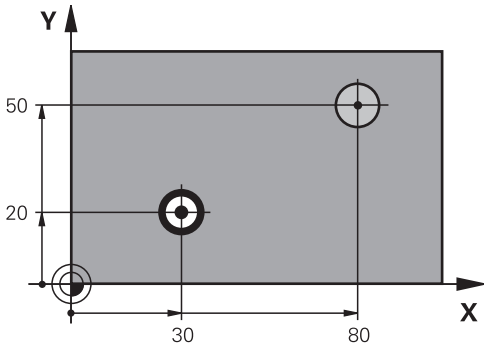
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

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

Parâmetros de ciclo

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





Blocos NC

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

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

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

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.

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

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

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

AVISO

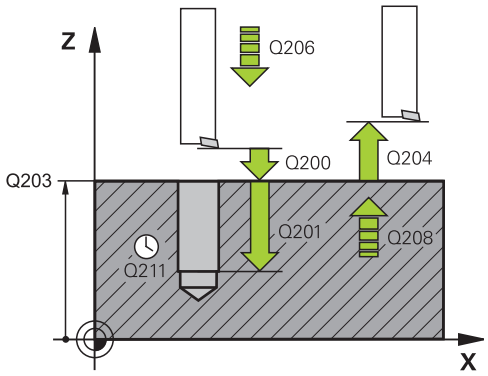
Atenção, perigo de colisão!

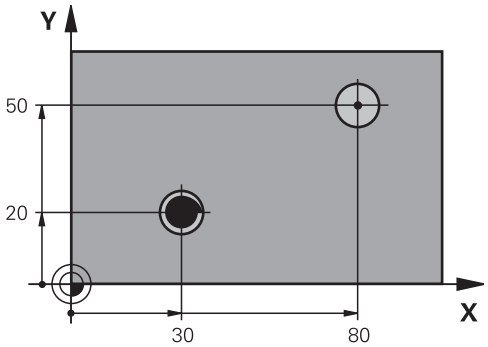
Se for selecionada uma direção de retirada errada, existe perigo de colisão. Um espelhamento eventualmente existente no plano de maquinagem não é considerado para a direção de retirada. Por outro lado, as transformações ativas são tidas em consideração na retirada.

- 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)**). Para isso, não podem estar ativas nenhumas transformações.
- Selecionar o ângulo de maneira a que a ponta da ferramenta fique paralela à direção de retirada
- Selecionar a direção de retirada de forma a que a ferramenta se afaste da margem do furo

Parâmetros de ciclo

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






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

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

Execução do ciclo

Comportamento sem rotura de apara, sem valor de redução:

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

2 A ferramenta fura com o **AVANCO INCREMENTOQ206** introduzido até ao primeiro **INCREMENTOQ202**

3 Em seguida, o TNC retira a ferramenta do furo para a **DISTANCIA SEGURANCAQ200**

4 Agora, o TNC volta a afundar a ferramenta no furo em marcha rápida e, depois, fura novamente um passo com **INCREMENTOQ202 AVANCO INCREMENTOQ206**

5 Ao trabalhar sem rotura de apara, após cada passo, o TNC retira a ferramenta do furo com **AVANCO DE RETROCESSOQ208** para a **DISTANCIA SEGURANCAQ200** e, eventualmente, aguarda aí o **TEMPO ESPERA EM CIMAQ210**.

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

7 Ao atingir a **profundidade Q201**, o TNC puxa a ferramenta para fora do furo com **Fmax** para a **2.ª distância de segurança Q204**

Comportamento com rotura de apara, sem valor de redução:

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 de corte em profundidade Q206** introduzido até à primeira p**rofundidade de passo Q202**

3 Em seguida, o TNC retira a ferramenta pelo valor da **Retração em rotura de apara Q256**

4 Agora, realiza-se novamente um passo com o valor da **profundidade de passo Q202** no **avanço de passo em profundidade Q206**

5 O TNC continua a repetir os passos até se alcançar a **quantidade de roturas de apara Q213** ou até que o furo tenha a **profundidade Q201** desejada. Caso se atinja a quantidade de roturas de apara definida sem que o furo tenha a **profundidade Q201** desejada, o TNC desloca a ferramenta com **avanço de retrocesso Q208** para fora do furo para a **distância de segurança Q200**

6 Se introduzido, o TNC aguarda agora o **Tempo de espera em cima Q210**

7 Seguidamente, o TNC penetra no furo em marcha rápida até ao valor de **Retração com rotura de apara Q256** acima da última profundidade de passo

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

9 Ao atingir a **profundidade Q201**, o TNC puxa a ferramenta para fora do furo com **Fmax** para a **2.ª distância de segurança Q204**

Comportamento com rotura de apara, com valor de redução

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 de corte em profundidade Q206** introduzido até à primeira p**rofundidade de passo Q202**

3 Em seguida, o TNC retira a ferramenta pelo valor da **Retração em rotura de apara Q256**

4 Agora, realiza-se novamente um passo pelo valor da **profundidade de passo Q202** menos o **valor de redução Q212** no **avanço de passo em profundidade Q206**. A diferença em constante diminuição da **profundidade de passo Q202** atualizada menos o **valor de redução Q212** nunca pode ser menor que a **profundidade de passo mín. Q205** (Exemplo: Q202=5, Q212=1, Q213=4, Q205= 3: a primeira profundidade de passo é de 5 mm, a segunda profundidade de passo é de 5 - 1 = 4 mm, a terceira profundidade de passo é de 4 - 1 = 3 mm, a quarta profundidade de passo também é de 3mm)

5 O TNC continua a repetir os passos até se alcançar a **quantidade de roturas de apara Q213** ou até que o furo tenha a **profundidade Q201** desejada. Caso se atinja a quantidade de roturas de apara definida sem que o furo tenha a **profundidade Q201** desejada, o TNC desloca a ferramenta com **avanço de retrocesso Q208** para fora do furo para a **distância de segurança Q200**

6 Se introduzido, o TNC aguarda agora o **Tempo de espera em cima Q210**

7 Seguidamente, o TNC penetra no furo em marcha rápida até ao valor de **Retração com rotura de apara Q256** acima da última profundidade de passo

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

9 Se introduzido, o TNC aguarda agora o **Tempo de espera em baixo Q211**

10 Ao atingir a **profundidade Q201** e decorrido, eventualmente, o t**empo de espera em baixo Q211**, o TNC puxa a ferramenta para fora do furo com **Fmax** para a **2.ª distância de segurança Q204**

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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

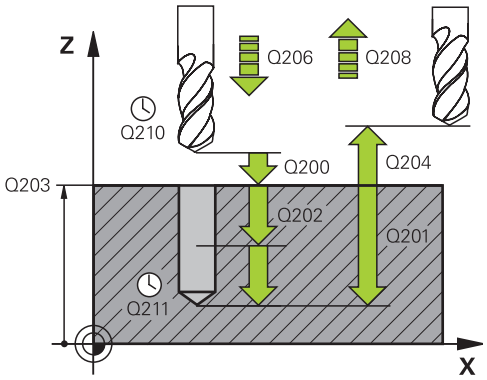
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

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

Parâmetros de ciclo

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

  A profundidade não tem que ser um múltiplo da profundidade de passo. O TNC desloca-se num só passo de maquinagem para a profundidade total quando:
  - a profundidade de passo e a profundidade total são iguais
  - a profundidade de passo é maior do que a profundidade total
- **Q210 Tempo de espera em cima?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na distância de segurança depois de o TNC a ter retirado do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q212 Valor do incremento?** (incremental): valor pelo qual o TNC reduz **Q202 MAX. PROF. EXCEDIDA** após cada passo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q213 Quantidade de quebras de cavaco?**: número de roturas de apara antes de o 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 retração Q256. Campo de introdução de 0 a 99999
- **Q205 Incremento minimo?** (incremental): Caso se tenha introduzido **Q212 REDUCAO INCREMENTO**, o TNC limita o passo a **Q205**. Campo de introdução de 0 a 99999,9999



Blocos NC

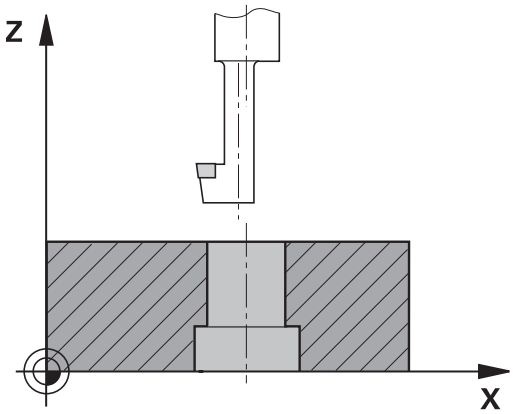
11 CYCL DEF 203 FURAR UNIVERSAL	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q202=5	;INCREMENTO
Q210=0	;TEMPO ESPERA EM CIMA
Q203=+20	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q212=0.2	;REDUCAO INCREMENTO
Q213=3	;QTDE. QUEBRA CAVACO
Q205=3	;INCREMENTO MINIMO
Q211=0.25	;TEMPO ESP. EM BAIXO
Q208=500	;AVANCO DE RETROCESSO
Q256=0.2	;DIST.RETIR.ROT.APARA
Q395=0	;REFER. PROFUNDIDADE

- **Q211 Tempo de espera em baixo?**: tempo em segundos que a ferramenta espera na base do furo. Campo de introdução de 0 a 3600,0000
- **Q208 Avanco para retrocesso?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se do furo em mm/min. Se introduzir Q208=0, então o TNC retira a ferramenta com o avanço Q206. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q256 Dist.retirada rotura apara?** (incremental): Valor com que o TNC retrocede a ferramenta quando há rotura de apara. Campo de introdução 0.000 a 99999.999
- **Q395 Referência ao diâmetro (0/1)?**: para selecionar se a profundidade introduzida se refere à extremidade da ferramenta ou à parte cilíndrica da ferramenta. Quando o TNC deva referir a profundidade à parte cilíndrica da ferramenta, é necessário definir o ângulo de ponta na coluna **T-ANGLE** da tabela de ferramentas TOOL.T.
  0 = profundidade referida à extremidade da ferramenta
  1 = profundidade referida à parte cilíndrica da ferramenta

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

Ter em atenção ao programar!

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

Ciclo aplicável apenas às máquinas com mandril regulado.

O ciclo só trabalha com barras de broquear em retrocesso

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

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

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

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

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

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

AVISO

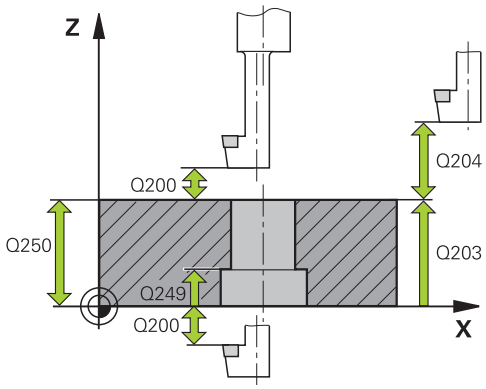
Atenção, perigo de colisão!

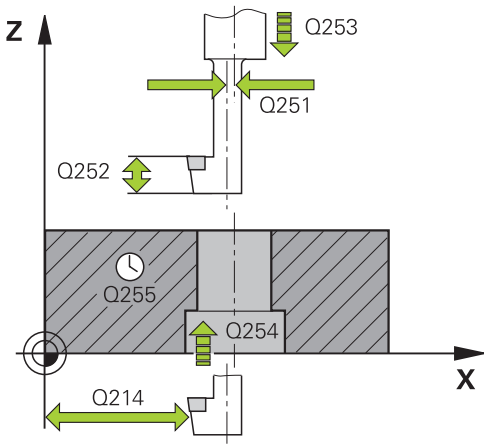
Se for selecionada uma direção de retirada errada, existe perigo de colisão. Um espelhamento eventualmente existente no plano de maquinagem não é considerado para a direção de retirada. Por outro lado, as transformações ativas são tidas em consideração na retirada.

- 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)**). Para isso, não podem estar ativas nenhumas transformações.
- Selecionar o ângulo de maneira a que a ponta da ferramenta fique paralela à direção de retirada
- Selecionar a direção de retirada de forma a que a ferramenta se afaste da margem do furo

Parâmetros de ciclo

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





Blocos NC

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

- **Q214 Sentido saida (0/1/2/3/4)?**: determinar a direção em que o 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
- **Q336 Angulo orientaçao cabeçote?** (absoluto) : ângulo sobre o qual o TNC posiciona a ferramenta antes do afundamento e antes de a retirar do furo. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000

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

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 passo

5 A seguir, a ferramenta fura com o Avanço até à seguinte Profundidade de Passo. Se tiver sido programada, a profundidade de passo 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**

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 à coordenada da superfície da peça de trabalho.

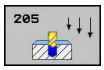
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

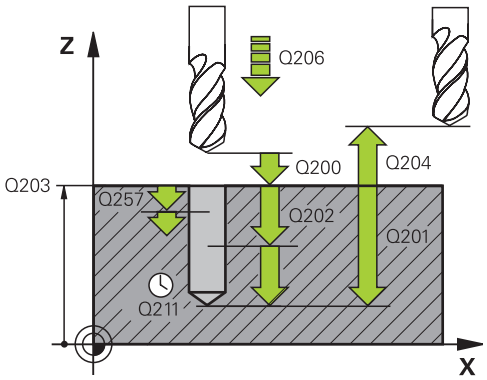
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo



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

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



Blocos NC

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

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

Comportamento de posicionamento ao trabalhar com Q379

Principalmente ao trabalhar com brocas muito compridas como, p. ex., brocas de gume único ou brocas helicoidais extralongas, há alguns aspetos a considerar. É decisiva a posição na qual o mandril é ligado. Com brocas extralongas, pode ocorrer uma rotura da ferramenta, se esta não for guiada conforme necessário.

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

Início da furação

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

PONTO DE PARTIDA Q379=0

- O TNC liga o mandril na **DISTANCIA SEGURANCA Q200** através da **COORD. SUPERFICIE Q203**.

PONTO DE PARTIDA Q379>0

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

Exemplo:

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

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

Início da furação com ponto inicial aprofundado

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

Remoção de aparas

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

PONTO DE PARTIDA Q379=0

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

PONTO DE PARTIDA Q379>0

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

Exemplo:

- **COORD. SUPERFICIE Q203** =0
- **DISTANCIA SEGURANCA Q200** =2
- **PONTO DE PARTIDA Q379** =2
- A posição para a remoção de aparas calcula-se da seguinte forma: 0,8 x Q379=0,8*2=1,6; a posição para a remoção de aparas está 1,6 mm/inch acima do ponto inicial aprofundado. Assim, se o ponto inicial aprofundado estiver em -2, o TNC desloca-se para -0,4 para a remoção de aparas.

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

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

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

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**

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.

AVISO

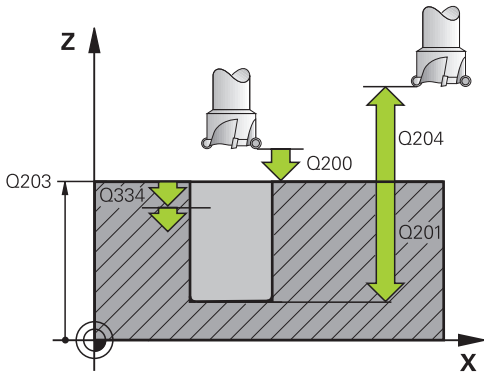
Atenção, perigo de colisão!

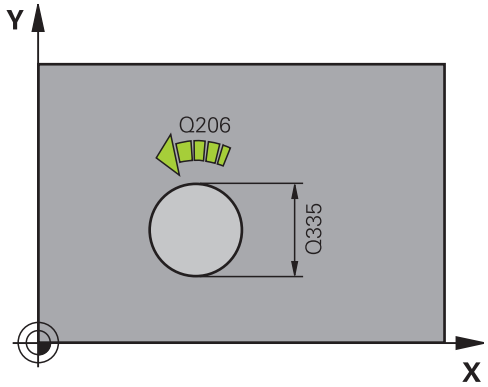
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

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

Parâmetros de ciclo

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





Blocos NC

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

3.10 FURAR EM PROFUNDIDADE 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 Q200** indicada sobre a **COORD. SUPERFICIE Q203**

2 Dependendo do "Comportamento de posicionamento ao trabalhar com Q379", Página 96, o TNC aciona a velocidade do mandril para a **Distância de segurança Q200** ou para um valor definido acima da superfície das coordenadas. ver Página 96

3 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

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

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

6 O TNC repete este processo (4-5) até alcançar a profundidade de furação

7 Depois de ter chegado à profundidade de furação, o TNC desliga o agente refrigerante e comuta a velocidade para o valor que está definido em Q427 **ENTRAR/SAIR ROTACOES**.

8 O TNC posiciona a ferramenta com o avanço de retração na posição de retração; pode consultar o valor da posição de retração neste caso no documento seguinte: ver Página 96

9 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.

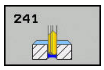
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

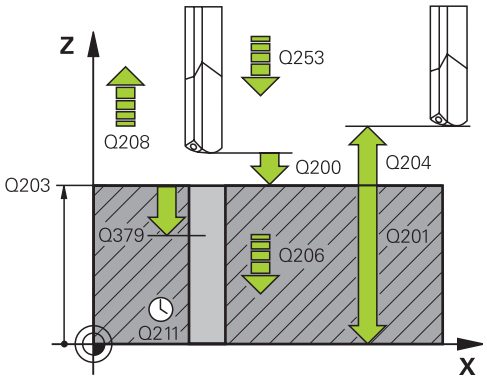
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

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

Parâmetros de ciclo



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



Blocos NC

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

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

Comportamento de posicionamento ao trabalhar com Q379

Principalmente ao trabalhar com brocas muito compridas como, p. ex., brocas de gume único ou brocas helicoidais extralongas, há alguns aspetos a considerar. É decisiva a posição na qual o mandril é ligado. Com brocas extralongas, pode ocorrer uma rotura da ferramenta, se esta não for guiada conforme necessário.

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

Início da furação

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

PONTO DE PARTIDA Q379=0

- O TNC liga o mandril na **DISTANCIA SEGURANCA Q200** através da **COORD. SUPERFICIE Q203**.

PONTO DE PARTIDA Q379>0

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

Exemplo:

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

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

Início da furação com ponto inicial aprofundado

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

Remoção de aparas

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

PONTO DE PARTIDA Q379=0

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

PONTO DE PARTIDA Q379>0

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

Exemplo:

- **COORD. SUPERFICIE Q203** =0
- **DISTANCIA SEGURANCA Q200** =2
- **PONTO DE PARTIDA Q379** =2
- A posição para a remoção de aparas calcula-se da seguinte forma: 0,8 x Q379=0,8*2=1,6; a posição para a remoção de aparas está 1,6 mm/inch acima do ponto inicial aprofundado. Assim, se o ponto inicial aprofundado estiver em -2, o TNC desloca-se para -0,4 para a remoção de aparas.

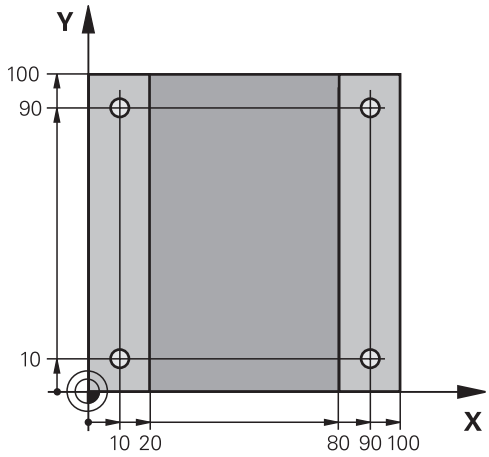
  A tabela seguinte apresenta diversos exemplos de cálculo da posição de remoção de aparas (posição de retração):

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

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

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

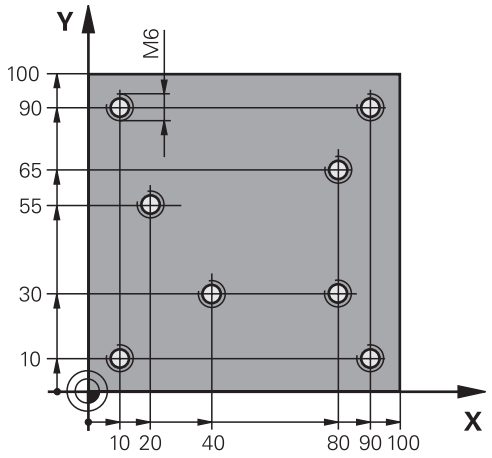
Exemplo: utilização de ciclos de furar em ligação com PATTERN DEF

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

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

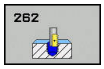
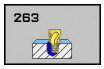
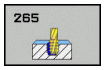
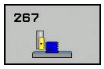
4

Ciclos de maquinagem: roscagem / fresagem de roscas

4.1 Princípios básicos

Resumo

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

Softkey	Ciclo	Página
	206 ROSCAGEM NOVA Com mandril compensador, com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança	117
	207 ROSCAGEM RÍGIDA GS NOVA Sem mandril compensador, com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança	120
	209 ROSCAGEM ROTURA DE APARA Sem mandril compensador, com posicionamento prévio automático, 2.ª distância de segurança, rotura de apara	123
	262 FRESAGEM DE ROSCA Ciclo para fresar uma rosca no material previamente furado	128
	263 FRESAGEM DE ROSCA EM REBAIXAMENTO Ciclo para fresar uma rosca no material previamente furado com produção de um chanfre de rebaixamento	132
	264 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO Ciclo para furar no material maciço e a seguir fresar a rosca com uma ferramenta	136
	265 FRESAGEM DE ROSCA EM FURO DE HÉLICE Ciclo para fresar a rosca no material maciço	140
	267 FRESAGEM DE ROSCA EXTERIOR Ciclo para fresar uma rosca exterior com produção de um chanfro de rebaixamento	144

4.2 ROSCAGEM 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

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.

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

Existe a possibilidade de utilizar o potenciómetro do avanço durante a roscagem. A respetiva configuração é definida pelo fabricante da máquina (com o parâmetro **CfgThreadSpindle>sourceOverride**). Em seguida, o TNC ajusta as rotações em conformidade.

O potenciómetro da velocidade do mandril não está ativo.

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

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

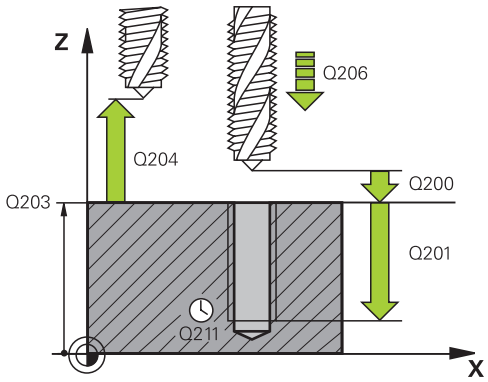
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

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

Valor orientativo: 4x passo de rosca.

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



Blocos NC

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

Calcular avanço: F = S x p

F: Avanço em mm/min)

S: Velocidade do mandril (rpm)

p: Passo de rosca (mm)

Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa

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

4.3 ROSCAGEM sem mandril compensador GS (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 a ferramenta é movida para fora do furo, para a distância de segurança. Se tiver introduzido uma 2ª distância de segurança, o TNC desloca a ferramenta 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.

Existe a possibilidade de utilizar o potenciómetro do avanço durante a roscagem. A respetiva configuração é definida pelo fabricante da máquina (com o parâmetro **CfgThreadSpindle>sourceOverride**). Em seguida, o TNC ajusta as rotações em conformidade.

O potenciómetro da velocidade do mandril não está ativo.

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

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

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

AVISO

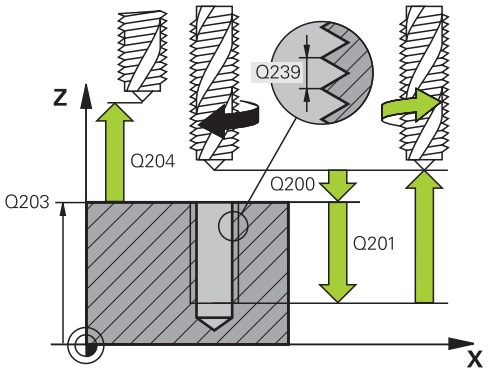
Atenção, perigo de colisão!

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

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

Parâmetros de ciclo

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



Blocos NC

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

Retirar a ferramenta durante a interrupção do programa

Retirar no modo de funcionamento Manual

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

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

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

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

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 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 para 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**.

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

Existe a possibilidade de utilizar o potenciómetro do avanço durante a roscagem. A respetiva configuração é definida pelo fabricante da máquina (com o parâmetro **CfgThreadSpindle>sourceOverride**). Em seguida, o TNC ajusta as rotações em conformidade.

O potenciómetro da velocidade do mandril não está ativo.

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

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

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

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

AVISO

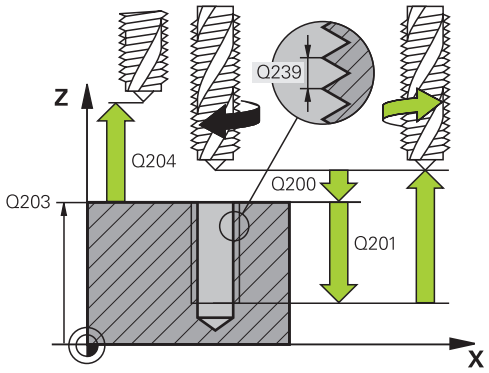
Atenção, perigo de colisão!

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

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

Parâmetros de ciclo

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a 99,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q257 Prof.furo rotura apara?** (incremental): passo após o qual o TNC executa uma rotura de apara. Sem rotura de apara, quando é introduzido 0. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q256 Dist.retirada rotura apara?**: o 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 0.000 a 99999.999
- **Q336 Angulo orientaçao cabeçote?** (absoluto) : ângulo onde 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
- **Q403 Factor mod. revoluç. retrocesso?**: 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.



Blocos NC

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

4.5 Princípios básicos para fresagem de rosca

Condições

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

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

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

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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

AVISO

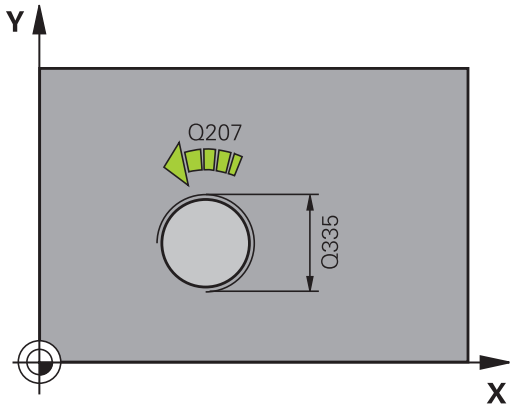
Atenção, perigo de colisão!

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

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

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

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.

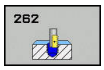
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

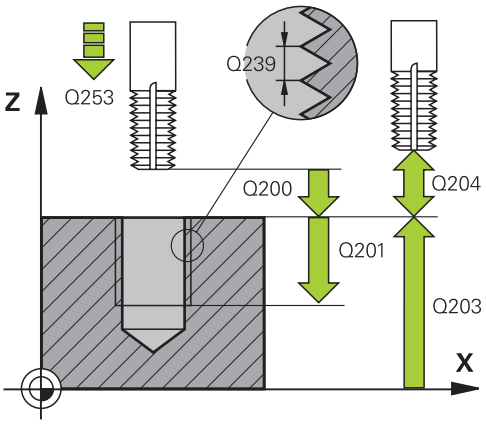
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

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

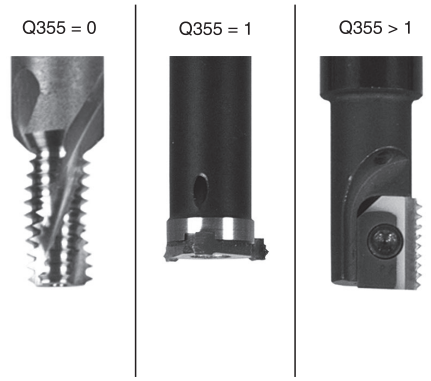
Parâmetros de ciclo



- **Q335 Diametro nominal?**: diâmetro nominal da rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a 99,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q355 Numero de vezes a repassar ?**: número dos passos de rosca em que a ferramenta é deslocada:
  0 = uma hélice sobre a profundidade de rosca
  1 = hélice contínua a todo o comprimento da rosca
  >1 = várias trajetórias helicoidais com aproximação e afastamento entre as quais o TNC desloca a ferramenta segundo Q355 multiplicado pelo passo. Campo de introdução 0 a 99999



- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**
- **Q206 Avanço de aproximação?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar em mm/min. Tratando-se de diâmetros de rosca pequenos, pode diminuir o risco de rotura da ferramenta, reduzindo o avanço de aproximação. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**



Blocos NC

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

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 inicial 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.

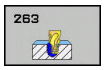
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

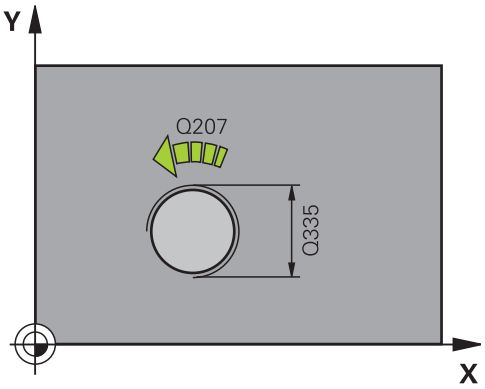
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

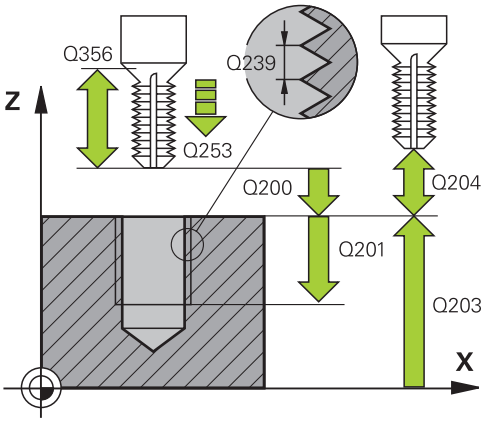
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

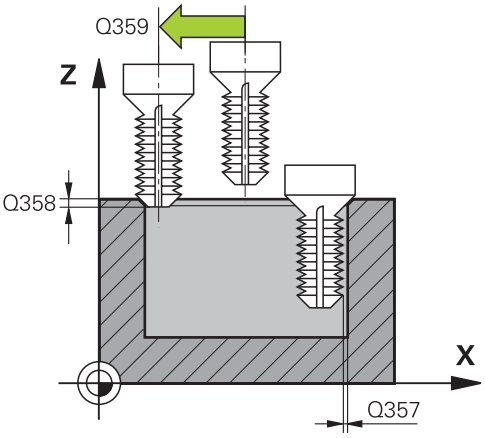
Parâmetros de ciclo



- **Q335 Diametro nominal?**: diâmetro nominal da rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a 99,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q356 Profundidade erosao?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a ponta da ferramenta. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q357 Distancia seguranca lateral?** (incremental): distância entre a lâmina da ferramenta e a parede do furo. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q358 Profundidade erosao frontal ?** (incremental): distância entre a superfície da peça e a extremidade da ferramenta em processo de rebaixamento de lado frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q359 Deslocam. erosao cara frontal?** (incremental): distância a que o TNC desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999







Blocos NC

```
25 CYCL DEF 263 FRES. ROSCA EROSAO
```

- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q254 Avanco maquinar rebaixo?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**
- **Q206 Avanço de aproximação?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar em mm/min. Tratando-se de diâmetros de rosca pequenos, pode diminuir o risco de rotura da ferramenta, reduzindo o avanço de aproximação. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**

Q335=10	;DIAMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO DA ROSCA
Q201=-16	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q356=-20	;PROFUNDIDADE EROSAO
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q357=0.2	;DIST. SEGUR. LATERAL
Q358=+0	;PROFUNDIDADE FRONTAL
Q359=+0	;RECHEIO FRONTAL
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q254=150	;AVANCO REBAIXO
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q512=0	;AVANCO APROXIMACAO

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 passo 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 passo

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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

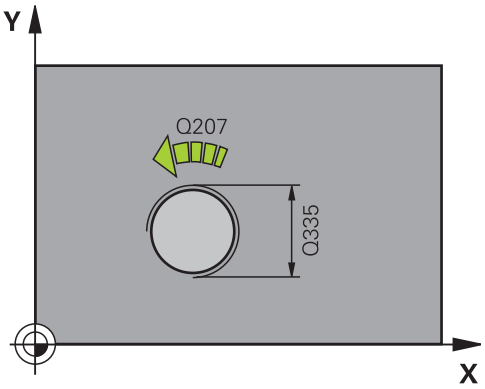
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

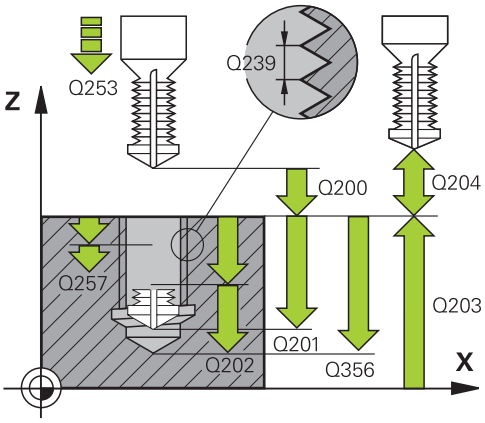
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q335 Diametro nominal?**: diâmetro nominal da rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a 99,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q356 Profundidade do furo?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do furo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q202 MAX. PROFUNDIDADE EXCEDIDA?** (valor incremental): medida segundo a qual a ferrta. penetra de cada vez na peça. **Q201 PROFUNDIDADE** não pode ser múltiplo de **Q202**. Campo de introdução 0 a 99999,9999

  A profundidade não tem que ser um múltiplo da profundidade de passo. O TNC desloca-se num só passo de maquinagem para a profundidade total quando:
  - a profundidade de passo e a profundidade total são iguais
  - a profundidade de passo é maior do que a profundidade total
- **Q258 Distancia de pre-stop superior?** (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





Blocos NC

25 CYCL DEF 264 FRESADO ROSCA FURO	
Q335=10	;DIAMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO DA ROSCA
Q201=-16	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q356=-20	;PROFUNDIDADE FURO
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q202=5	;INCREMENTO
Q258=0.2	;DIST PRE-STOP SUPER.
Q257=5	;PROF FURO ROT APARA
Q256=0.2	;DIST.RETIR.ROT.APARA
Q358=+0	;PROFUNDIDADE FRONTAL

- **Q257 Prof.furo rotura apara?** (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
- **Q256 Dist.retirada rotura apara?** (incremental): Valor com que o TNC retrocede a ferramenta quando há rotura de apara. Campo de introdução 0.000 a 99999.999
- **Q358 Profundidade erosao frontal ?** (incremental): distância entre a superfície da peça e a extremidade da ferramenta em processo de rebaixamento de lado frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q359 Deslocam. erosao cara frontal?** (incremental): distância a que o TNC desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**
- **Q206 Avanço de aproximação?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar em mm/min. Tratando-se de diâmetros de rosca pequenos, pode diminuir o risco de rotura da ferramenta, reduzindo o avanço de aproximação. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**

```
Q359=+0     ;RECHEIO FRONTAL
Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+30    ;COORD. SUPERFICIE
Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
Q206=150    ;AVANCO INCREMENTO
Q207=500    ;AVANCO FRESAGEM
Q512=0      ;AVANCO APROXIMACAO
```

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 inicial 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.

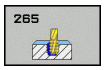
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

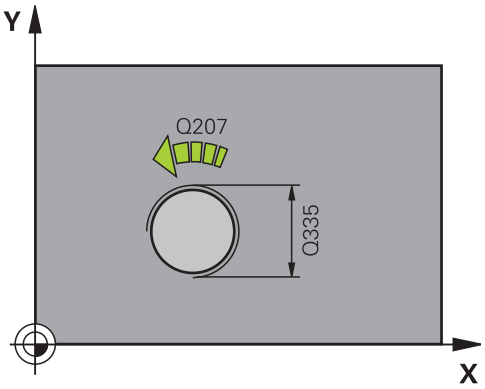
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

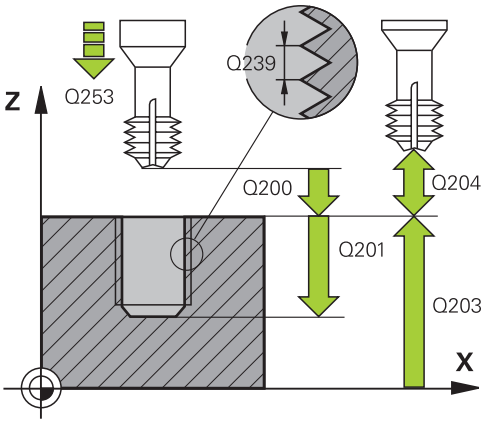
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

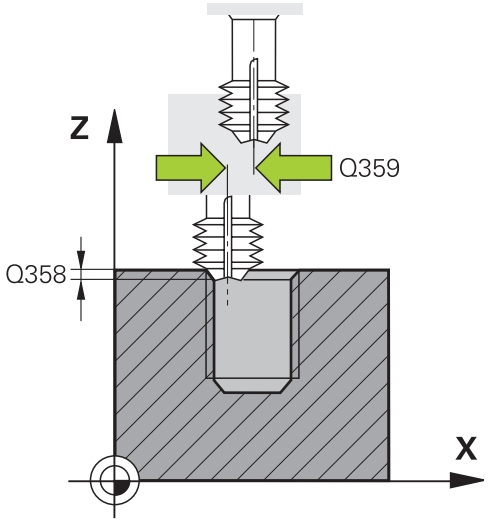


- **Q335 Diametro nominal?**: diâmetro nominal da rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a 99,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q358 Profundidade erosao frontal ?** (incremental): distância entre a superfície da peça e a extremidade da ferramenta em processo de rebaixamento de lado frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q359 Deslocam. erosao cara frontal?** (incremental): distância a que o TNC desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q360 Erosao (antes/depois:0/1)?** : execução do chanfro
  0 = antes da maquinagem da rosca
  1 = depois da maquinagem da rosca
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q254 Avanco maquinar rebaixo?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**



Blocos NC

25 CYCL DEF 265 FRES. ROSCA F.HELIC.	
Q335=10	;DIAMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO DA ROSCA
Q201=-16	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q358=+0	;PROFUNDIDADE FRONTAL
Q359=+0	;RECHEIO FRONTAL
Q360=0	;PROCESSO EROSAO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q254=150	;AVANCO REBAIXO
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM

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 inicial fresar rosca = Ponto inicial 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.

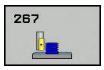
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

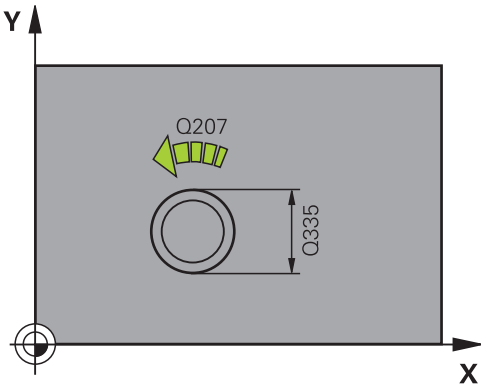
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

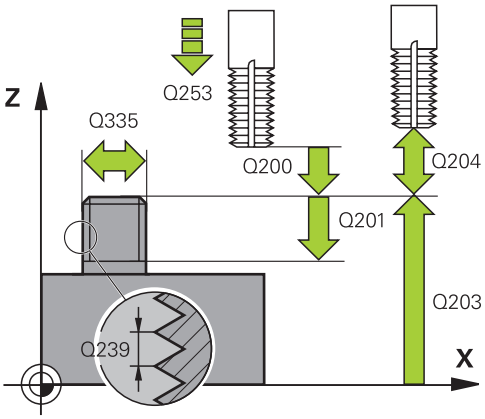
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

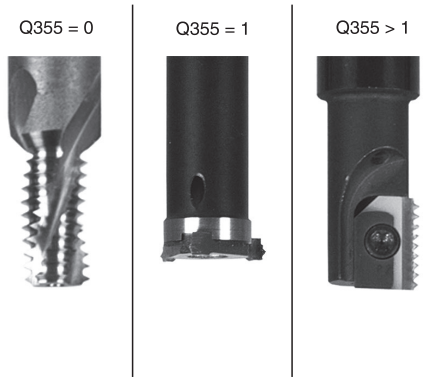


- **Q335 Diametro nominal?**: diâmetro nominal da rosca. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q239 Passo da rosca?**: passo da rosca. O sinal determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita
  – = roscagem à esquerda
  Campo de introdução -99,9999 a 99,9999
- **Q201 Profundidade roscado?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da rosca. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q355 Numero de vezes a repassar ?**: número dos passos de rosca em que a ferramenta é deslocada:
  0 = uma hélice sobre a profundidade de rosca
  1 = hélice contínua a todo o comprimento da rosca
  >1 = várias trajetórias helicoidais com aproximação e afastamento entre as quais o TNC desloca a ferramenta segundo Q355 multiplicado pelo passo. Campo de introdução 0 a 99999
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar na peça de trabalho ou ao retirar-se da peça de trabalho em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: Tipo de fresagem com M3
  +1 = fresagem sincronizada
  –1 = fresagem em sentido oposto (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999





- **Q358 Profundidade erosao frontal ?** (incremental): distância entre a superfície da peça e a extremidade da ferramenta em processo de rebaixamento de lado frontal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q359 Deslocam. erosao cara frontal?** (incremental): distância a que o TNC desloca o centro da ferramenta a partir do centro. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q254 Avanco maquinar rebaixo?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao rebaixar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**
- **Q206 Avanço de aproximação?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar em mm/min. Tratando-se de diâmetros de rosca pequenos, pode diminuir o risco de rotura da ferramenta, reduzindo o avanço de aproximação. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa, **FAUTO**



Blocos NC

25 CYCL DEF 267 FRES. ROSCA EXTERIOR	
Q335=10	;DIAMETRO NOMINAL
Q239=+1.5	;PASSO DA ROSCA
Q201=-20	;PROFUNDIDADE ROSCADO
Q355=0	;REPASSAR
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q358=+0	;PROFUNDIDADE FRONTAL
Q359=+0	;RECHEIO FRONTAL
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q254=150	;AVANCO REBAIXO
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q512=0	;AVANCO APROXIMACAO

4.11 Exemplos de programação

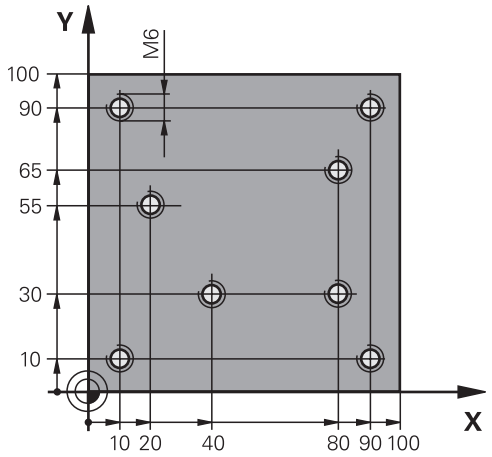
Exemplo: roscagem

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 Z+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 240 CENTRAR	Definição do ciclo Centrar
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q343=10 ;SELECC. DIA./PROF.	
Q201=-3.5 ;PROFUNDIDADE	
Q344=-7 ;DIAMETRO	
Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q11=0 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q204=0 ;2. DIST. SEGURANCA	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
10 CYCL CALL PAT F5000 M3	Chamada de ciclo em conexão com a tabela de pontos TAB1.PNT, avanço entre os pontos: 5000 mm/min
11 L Z+100 R0 FMAX M6	Retirar 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 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-25 ;PROFUNDIDADE	

Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q202=5 ;INCREMENTO	
Q210=0 ;TEMPO ESPERA EM CIMA	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q204=0 ;2. DIST. SEGURANCA	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q211=0.2 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q395=0 ;REFER. PROFUNDIDADE	
15 CYCL CALL PAT F5000 M3	Chamada 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 macho tarrasca
18 L Z+50 R0 FMAX	Deslocar a ferramenta para a distância de segurança
19 CYCL DEF 206 ROSCAGEM	Definição de ciclo de roscagem
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-25 ;PROFUNDIDADE ROSCADO	
Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q211=0 ;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
Q204=0 ;2. DIST. SEGURANCA	Introduzir obrigatoriamente 0, atua a partir da tabela de pontos
20 CYCL CALL PAT F5000 M3	Chamada 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	

Tabela de Pontos TAB1.PNT

TAB1. PNT MM
NR X Y Z
0 +10 +10 +0
1 +40 +30 +0
2 +90 +10 +0
3 +80 +30 +0
4 +80 +65 +0
5 +90 +90 +0
6 +10 +90 +0
7 +20 +55 +0
[END]

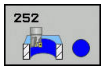
5

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

5.1 Princípios básicos

Resumo

O TNC dispõe dos seguintes ciclos para maquinagem de caixas, ilhas e ranhuras:

Softkey	Ciclo	Página
	251 CAIXA RETANGULAR Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento helicoidal	153
	252 CAIXA CIRCULAR Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento em forma de hélice	159
	253 FRESAGEM DE RANHURAS Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento de forma pendular	166
	254 RANHURA CIRCULAR Ciclo de desbaste/acabamento, com seleção da extensão da maquinagem e afundamento de forma pendular	171
	256 ILHA RETANGULAR Ciclo de desbaste/acabamento com corte lateral, quando são necessárias múltiplas voltas	177
	257 ILHA CIRCULAR Ciclo de desbaste/acabamento com corte lateral, quando são necessárias múltiplas voltas	182
	233 FRESAGEM TRANSVERSAL Maquinagem de superfície transversal com até 3 limites	192

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 penetra no centro da caixa na peça de trabalho e desloca-se para a primeira profundidade de passo. A estratégia de afundamento determina-se com o parâmetro Q366

2 O TNC desbasta a caixa de dentro para fora, tendo em consideração a sobreposição de trajetória (parâmetro Q370) e as medidas excedentes de acabamento (parâmetro Q368)

3 No fim do processo de desbaste o TNC afasta a ferramenta tangencialmente 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 No caso de estarem definidas medidas excedentes de acabamento, o TNC afunda e aproxima ao contorno. O movimento de aproximação realiza-se, aí, com um raio que permita uma aproximação suave. O TNC realiza primeiro o acabamento das paredes da caixa, em vários passos, caso assim esteja definido.

6 De seguida o TNC acaba o fundo da caixa de dentro para fora. A aproximação ao fundo da caixa faz-se então tangencialmente

Ter em atenção ao programar

Numa tabela de ferramentas inativa tem sempre que se afundar na perpendicular (Q366=0), já que não se pode definir o ângulo de afundamento.

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. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

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 passo atual. Definir a distância de segurança de forma a que a ferramenta na deslocação não possa ficar presa nas aparas.

Ao afundar com uma hélice, o 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** (N.º 201006).

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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

AVISO

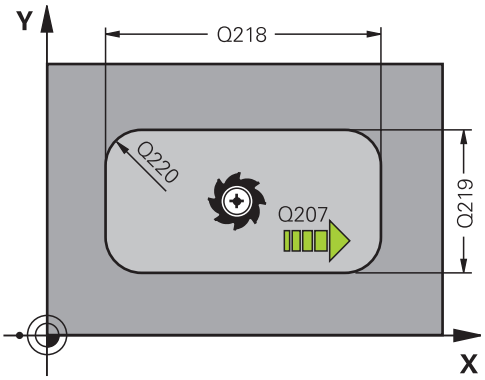
Atenção, perigo de colisão!

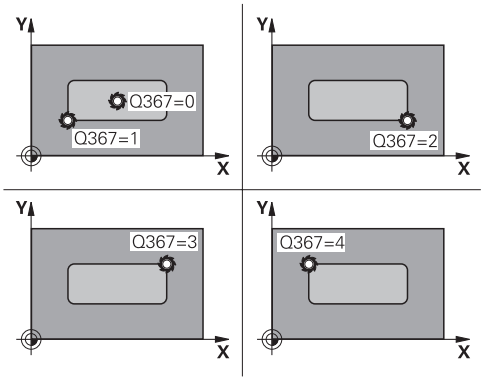
Caso se chame o ciclo com a extensão de maquinagem 2 (somente acabamento), então o posicionamento prévio na primeira profundidade de passo + distância de segurança realiza-se em marcha rápida. Durante o posicionamento em marcha rápida, existe perigo de colisão.

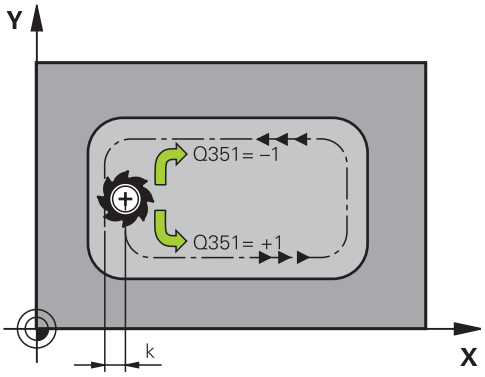
- Executar previamente uma maquinagem de desbaste
- Assegurar-se de que o TNC pode fazer o posicionamento prévio da ferramenta em marcha rápida sem colidir com a peça de trabalho

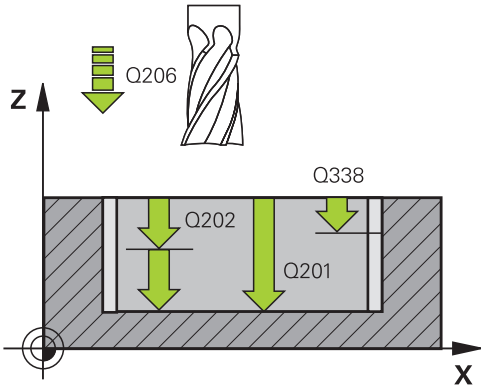
Parâmetros de ciclo

- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q218 Comprimento do primeiro lado?** (incremental): comprimento da caixa paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q219 Comprimento do segundo lado?** (incremental): comprimento da caixa paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q220 Raio de arredondamento cantos?**: raio da esquina da caixa. Se tiver sido programado com 0, o TNC fixa o raio da esquina igual ao raio da ferramenta. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q224 Angulo de rotacao?** (absoluto): ângulo em que é rodada a maquinagem completa. O centro de rotação situa-se na posição onde se encontra a ferramenta na chamada de ciclo. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q367 Posição caixa(0/1/2/3/4)?**: posição da caixa referida à posição da ferramenta na ocasião da chamada de ciclo:
  0: posição da ferramenta = centro da caixa
  1: posição da ferramenta = esquina inferior esquerda
  2: posição da ferramenta = esquina inferior direita
  3: posição da ferramenta = esquina superior direita
  4: posição da ferramenta = esquina superior esquerda
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)

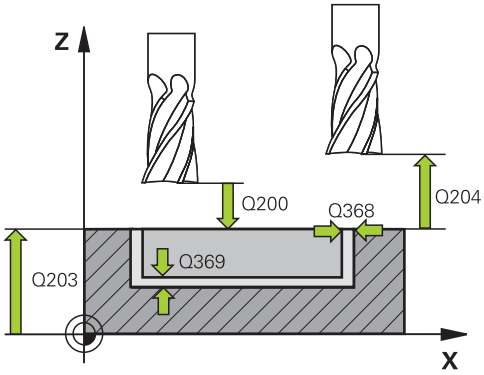








- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da caixa. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**



Blocos NC

8 CYCL DEF 251 CAIXA RECTANGULAR	
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM
Q218=80	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q219=60	;COMPRIMENTO 2. LADO
Q250=5	;ARREDONDAMENTO
Q368=0.2	;SOBRE-METAL LATERAL
Q224=+0	;ANGULO DE ROTACAO
Q367=0	;POSICAO CAIXA
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;INCREMENTO
Q369=0.1	;SOBRE-METAL FUNDO
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q338=5	;PASADA PARA ACABADO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q370=1	;SOBREPOSICAO

- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. Campo de introdução 0,0001 a 1,9999, em alternativa **predef**
- **Q366 Estratégia de punção(0/1/2)?**: tipo de estratégia de afundamento:
  0: afundar na perpendicular. Independentemente do ângulo de afundamento **ANGLE** definido na tabela de ferramentas, o 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
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Referência de avanço (0-3)?**: Determinar a que se refere o avanço programado:
  0: O avanço refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta
  1: O avanço refere-se à lâmina da ferramenta somente no acabamento lateral; de outro modo, à trajetória do ponto central
  2: No acabamento lateral **e** no acabamento em profundidade, o avanço refere-se à lâmina da ferramenta; de outro modo, à trajetória do ponto central
  3: O avanço refere-se sempre à lâmina da ferramenta

```
Q366=1      ;PUNCAR
Q385=500    ;AVANCO ACABADO
Q439=0      ;REFERENCIA AVANCO
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 uma caixa circular. Dependendo dos parâmetros de ciclo, estão à disposição as seguintes alternativas de maquinagem:

- Maquinagem completa: desbaste, acabamento em profundidade, acabamento lateral
- Só desbaste
- Só acabamento em profundidade e acabamento lateral
- Só acabamento em profundidade
- Só acabamento lateral

Desbaste

1 O TNC desloca a ferramenta, primeiro, em marcha rápida FMAX para a distância de segurança Q200 sobre a peça de trabalho

2 A ferramenta afunda no centro da caixa com o valor da profundidade de passo. A estratégia de afundamento determina-se com o parâmetro Q366

3 O TNC desbasta a caixa de dentro para fora, tendo em consideração a sobreposição de trajetória (parâmetro Q370) e as medidas excedentes de acabamento (parâmetro Q368)

4 No fim de um processo de desbaste, o TNC afasta a ferramenta da parede da caixa tangencialmente ao plano de maquinagem com a distância de segurança Q200, eleva a ferramenta em marcha rápida com Q200 e daí em marcha rápida de volta para o centro da caixa.

5 Repetem-se os passos de 2 a 4 até se atingir a profundidade de caixa programada. Nessa operação é tida em conta a medida excedente de acabamento Q369

6 Se tiver sido programado apenas o desbaste (Q215=1), a ferramenta afasta-se da parede da caixa tangencialmente com a distância de segurança Q200, eleva-se em marcha rápida no eixo da ferramenta para a 2.ª distância de segurança Q204 e regressa ao centro da caixa em marcha rápida.

Acabamento

1 Desde que haja medidas excedentes de acabamento definidas, o TNC acaba as paredes da caixa, caso tenha sido introduzido em vários passos.
2 O TNC leva a ferramenta no eixo da ferramenta para uma posição que está afastada da parede da caixa com a medida excedente Q368 e a distância de segurança Q200
3 O TNC desbasta a caixa de dentro para fora até ao diâmetro Q223
4 Em seguida, o TNC leva novamente a ferramenta no eixo da ferramenta para uma posição que está afastada da parede da caixa com a medida excedente Q368 e a distância de segurança Q200 e repete o processo de acabamento da parede lateral até à nova profundidade
5 O TNC repete este processo pelo tempo necessário até acabar o diâmetro programado
6 Depois de produzir o diâmetro Q223, o TNC move a ferramenta tangencialmente com a medida excedente de acabamento Q368 mais a distância de segurança Q200 de volta para o plano de maquinagem, desloca em marcha rápida no eixo da ferramenta para a distância de segurança Q200 e, em seguida, para o centro da caixa.
7 Depois, o TNC desloca a ferramenta no eixo da ferramenta para a profundidade Q201 e acaba o fundo da caixa de dentro para fora. A aproximação ao fundo da caixa faz-se então tangencialmente.
8 O TNC repete este processo até alcançar as profundidades Q201 mais Q369
9 Por fim, a ferramenta afasta-se da parede da caixa tangencialmente com a distância de segurança Q200, eleva-se em marcha rápida no eixo da ferramenta para a distância de segurança Q200 e regressa ao centro da caixa em marcha rápida.

Ter em atenção ao programar!

Numa tabela de ferramentas inativa tem sempre que se afundar na perpendicular (Q366=0), já que não se pode definir o ângulo de afundamento.

Posicionar previamente a ferramenta na posição inicial (centro do círculo) no plano de maquinagem, com correção do raio **R0**.

O TNC posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se 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 passo atual. Definir a distância de segurança de forma a que a ferramenta na deslocação não possa ficar presa nas aparas.

Ao afundar com uma hélice, o 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** (N.º 201006).

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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

AVISO

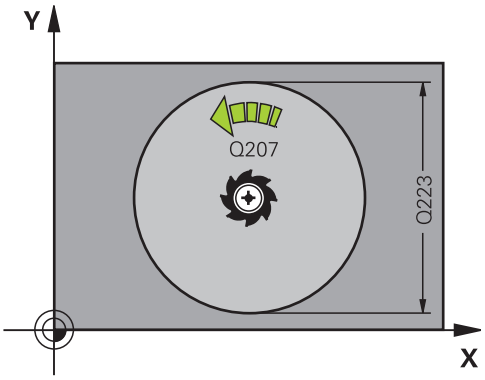
Atenção, perigo de colisão!

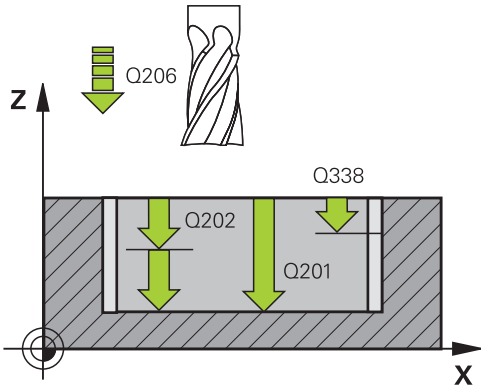
Caso se chame o ciclo com a extensão de maquinagem 2 (somente acabamento), então o posicionamento prévio na primeira profundidade de passo + distância de segurança realiza-se em marcha rápida. Durante o posicionamento em marcha rápida, existe perigo de colisão.

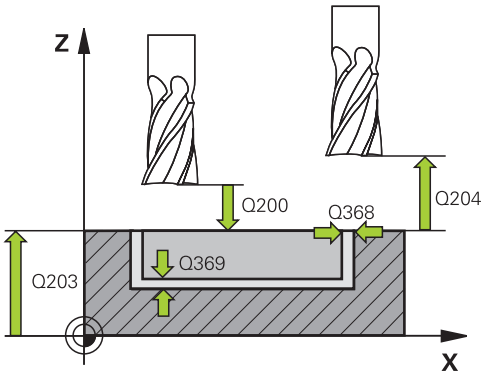
- Executar previamente uma maquinagem de desbaste
- Assegurar-se de que o TNC pode fazer o posicionamento prévio da ferramenta em marcha rápida sem colidir com a peça de trabalho

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q223 Diâmetro do círculo?**: diâmetro da caixa terminada Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da caixa. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**







- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. A sobreposição é considerada como sobreposição máxima. Para evitar que permaneça material residual nas esquinas, é possível reduzir a sobreposição. Campo de introdução 0,1 a 1,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q366 Estratégia de punção(0/1)?**: tipo de estratégia de afundamento:
  - 0 = afundar na perpendicular. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento **ANGLE** da ferramenta ativa deve ser definido como 0 ou 90. Caso contrário, o 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**

Blocos NC

```
8 CYCL DEF 252 CAVIDADE CIRC.
   Q215=0      ;TIPO DE USINAGEM
   Q223=60     ;DIAMETRO CIRCULO
   Q368=0.2    ;SOBRE-METAL LATERAL
   Q207=500    ;AVANCO FRESAGEM
   Q351=+1     ;TIPO DE FRESAGEM
   Q201=-20    ;PROFUNDIDADE
   Q202=5      ;INCREMENTO
   Q369=0.1    ;SOBRE-METAL FUNDO
   Q206=150    ;AVANCO INCREMENTO
   Q338=5      ;PASADA PARA ACABADO
   Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q203=+0     ;COORD. SUPERFICIE
   Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
   Q370=1      ;SOBREPOSICAO
   Q366=1      ;PUNCAR
   Q385=500    ;AVANCO ACABADO
   Q439=3      ;REFERENCIA AVANCO
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Referência de avanço (0-3)?**: Determinar a que se refere o avanço programado:
  0: O avanço refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta
  1: O avanço refere-se à lâmina da ferramenta somente no acabamento lateral; de outro modo, à trajetória do ponto central
  2: No acabamento lateral **e** no acabamento em profundidade, o avanço refere-se à lâmina da ferramenta; de outro modo, à trajetória do ponto central
  3: O avanço refere-se sempre à lâmina da ferramenta

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. O TNC recolhe a ferramenta para a distância de segurança Q200. Quando a largura da ranhura corresponde ao diâmetro da fresa, após cada passo, o TNC posiciona a ferramenta fora da ranhura.
4. Este processo repete-se até se alcançar a profundidade da ranhura programada

Acabamento

5. 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 tangencialmente no círculo da ranhura esquerdo
6. 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. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

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.

AVISO

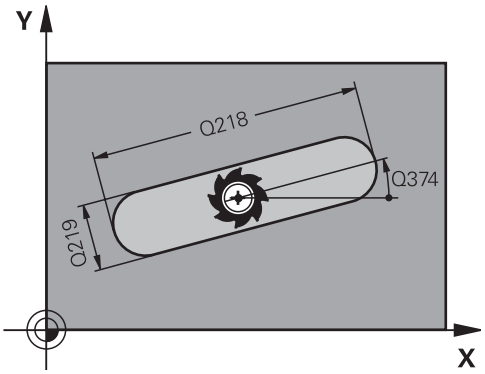
Atenção, perigo de colisão!

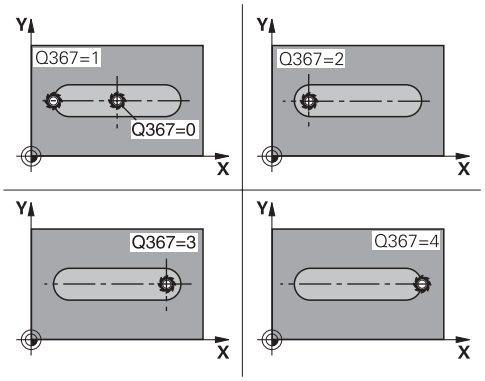
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

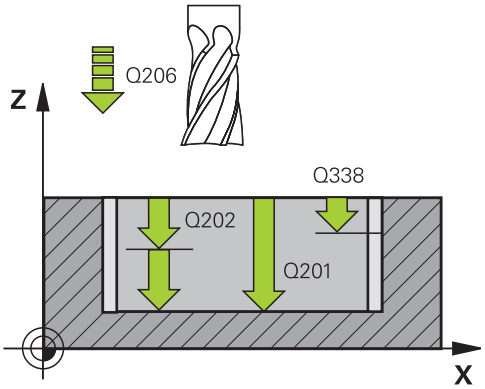
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

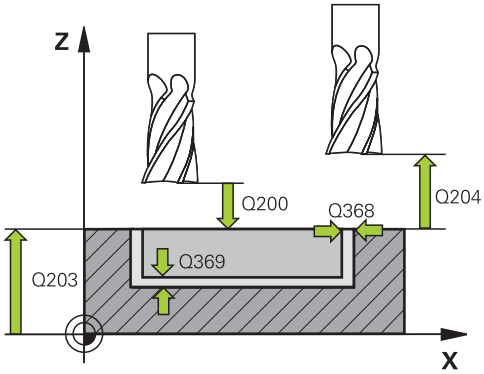
- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q218 Comprimento da ranhura?** (Valor paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem): introduzir lado mais longo da ranhura. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q219 Largura da ranhura?** (Valor paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem): introduzir largura da ranhura; se se introduzir a largura da ranhura igual ao diâmetro da ferramenta, o TNC só desbasta (fresar oblongo). Largura de ranhura máxima no desbaste: dobro do diâmetro da ferramenta. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q374 Angulo de rotacao?** (absoluto): ângulo em que é rodada a ranhura completa. O centro de rotação situa-se na posição onde se encontra a ferramenta na chamada de ciclo. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q367 Posição da ranhura (0/1/2/3/4)?**: posição da ranhura referente à posição da ferramenta na chamada de ciclo:
  0: posição da ferramenta = centro da ranhura
  1: posição da ferramenta = extremidade esquerda da ranhura
  2: posição da ferramenta = centro do círculo esquerdo da ranhura
  3: posição da ferramenta = centro do círculo direito da ranhura
  4: posição da ferramenta = extremidade direita da ranhura







- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ranhura. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999



Blocos NC

8 CYCL DEF 253 FRES. CANAL	
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM
Q218=80	;COMPRIMENTO RANHURA
Q219=12	;LARGURA RANHURA
Q368=0.2	;SOBRE-METAL LATERAL
Q374=+0	;ANGULO DE ROTACAO
Q367=0	;POSICAO DA RANHURA
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;INCREMENTO
Q369=0.1	;SOBRE-METAL FUNDO
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q338=5	;PASADA PARA ACABADO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q366=1	;PUNCAR

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q366 Estratégia de punção(0/1/2)?**: tipo de estratégia de afundamento:
  - 0 = afundar na perpendicular. O ângulo de afundamento ANGLE na tabela de ferramentas não é avaliado.
  - 1, 2 = afundar de forma pendular. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento **ANGLE** para a ferramenta ativada tem que estar definido para um valor diferente de 0. Caso contrário, o TNC emite uma mensagem de erro
  - Em alternativa, **predef**
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Referência de avanço (0-3)?**: Determinar a que se refere o avanço programado:
  0: O avanço refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta
  1: O avanço refere-se à lâmina da ferramenta somente no acabamento lateral; de outro modo, à trajetória do ponto central
  2: No acabamento lateral **e** no acabamento em profundidade, o avanço refere-se à lâmina da ferramenta; de outro modo, à trajetória do ponto central
  3: O avanço refere-se sempre à lâmina da ferramenta

```
Q385=500   ;AVANCO ACABADO
Q439=0     ;REFERENCIA AVANCO
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 O TNC recolhe a ferramenta para a distância de segurança Q200. Quando a largura da ranhura corresponde ao diâmetro da fresa, após cada passo, o TNC posiciona a ferramenta fora da ranhura.

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

Acabamento

5 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

6 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. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

A posição no final do ciclo não pode coincidir com a posição no início do ciclo! Se se definir uma posição de ranhura diferente de 0, então o TNC posiciona a ferramenta apenas no eixo da ferramenta na 2.ª distância de segurança. Após o ciclo, programe uma posição absoluta em todos os eixos principais. Não programe nenhuma cota incremental imediatamente a seguir ao ciclo (medida incremental)! Perigo de colisão!

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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

AVISO

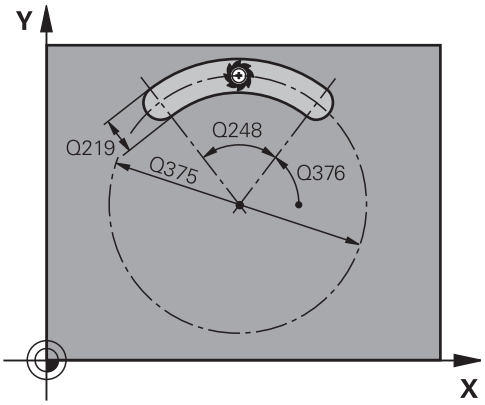
Atenção, perigo de colisão!

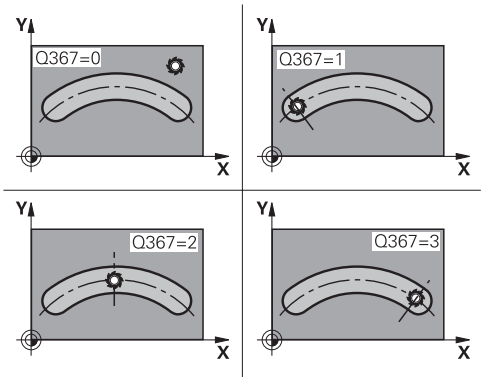
Caso se chame o ciclo com a extensão de maquinagem 2 (somente acabamento), então o posicionamento prévio na primeira profundidade de passo + distância de segurança realiza-se em marcha rápida. Durante o posicionamento em marcha rápida, existe perigo de colisão.

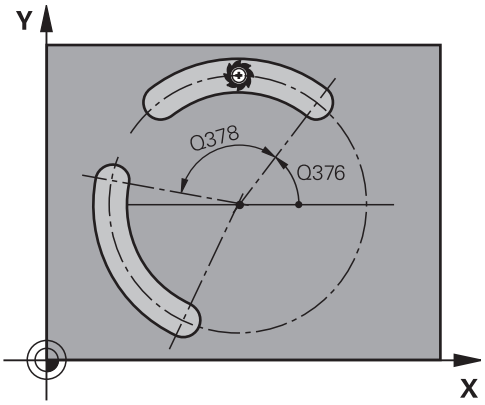
- Executar previamente uma maquinagem de desbaste
- Assegurar-se de que o TNC pode fazer o posicionamento prévio da ferramenta em marcha rápida sem colidir com a peça de trabalho

Parâmetros de ciclo

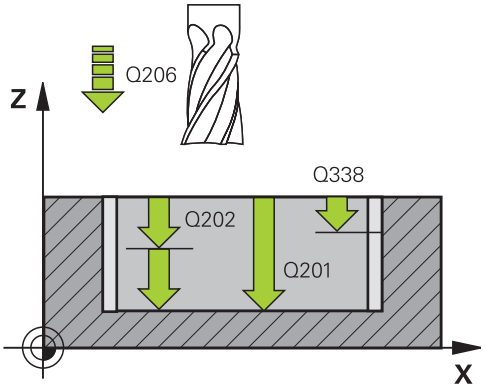
- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q219 Largura da ranhura?** (Valor paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem): introduzir largura da ranhura; se se introduzir a largura da ranhura igual ao diâmetro da ferramenta, o TNC só desbasta (fresar oblongo). Largura de ranhura máxima no desbaste: dobro do diâmetro da ferramenta. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q375 Diametro arco circunferencia?**: introduzir diâmetro do círculo teórico. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q367 Ref. posição ranhura (0/1/2/3)?**: posição da ranhura referente à posição da ferramenta com a chamada de ciclo:
  0: a posição da ferramenta não é considerada. A posição da ranhura resulta do centro do círculo teórico introduzido e do ângulo inicial
  1: posição da ferramenta = centro do círculo esquerdo da ranhura. O ângulo inicial Q376 refere-se a esta posição. O centro do círculo teórico introduzido não é considerado
  2: posição da ferramenta = centro do eixo central. O ângulo inicial Q376 refere-se a esta posição. O centro do círculo teórico introduzido não é considerado
  3: posição da ferramenta = centro do círculo direito da ranhura. O ângulo inicial Q376 refere-se a esta posição. Não é considerado o centro do círculo teórico introduzido
- **Q216 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : centro do círculo teórico no eixo principal do plano de maquinagem. **Só atuante quando Q367 = 0**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

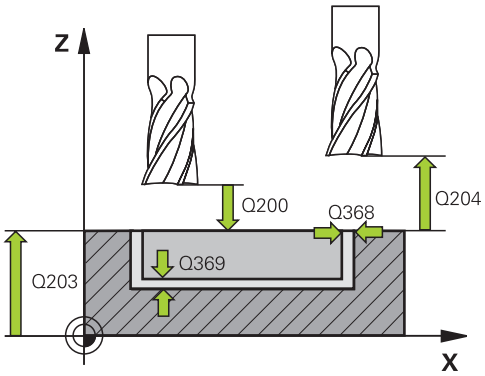






- **Q217 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : centro do círculo teórico no eixo secundário do plano de maquinagem. **Só atuante quando Q367 = 0**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q376 Angulo inicial?** (absoluto) : introduzir ângulo polar do ponto inicial. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q248 Ângulo de abertura da ranhura?** (incremental): introduzir ângulo de abertura da ranhura. Campo de introdução de 0 a 360,000
- **Q378 Passo angular?** (incremental): ângulo em que é rodada a ranhura completa. O centro de rotação situa-se no centro do círculo teórico. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q377 Quantidade de passadas?**: quantidade de maquinagens sobre o círculo teórico. Campo de introdução 1 a 99999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ranhura. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**





Blocos NC

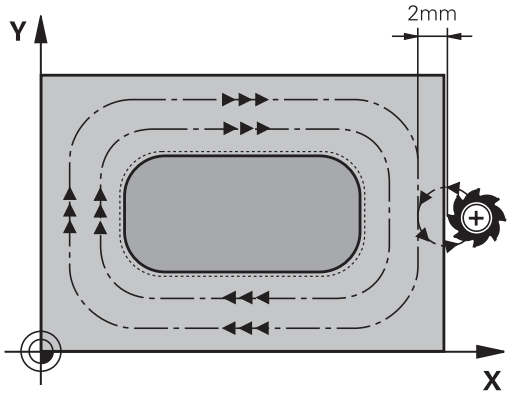
8 CYCL DEF 254 CANAL CIRCULAR	
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM
Q219=12	;LARGURA RANHURA
Q368=0.2	;SOBRE-METAL LATERAL
Q375=80	;DIAMETRO ARCO
Q367=0	;REF. POSICAO RANHURA
Q216=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q217=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q376=+45	;ANGULO INICIAL
Q248=90	;ANGULO DE ABERTURA
Q378=0	;PASSO ANGULAR
Q377=1	;QUANTIDADE PASSADAS
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20	;PROFUNDIDADE
Q202=5	;INCREMENTO
Q369=0.1	;SOBRE-METAL FUNDO
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q338=5	;PASADA PARA ACABADO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA

- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q366 Estratégia de punção(0/1/2)?**: tipo de estratégia de afundamento:
  0: afundar na perpendicular. O ângulo de afundamento ANGLE na tabela de ferramentas não é avaliado.
  1, 2: afundar de forma pendular. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento **ANGLE** para a ferramenta ativada tem que estar definido para um valor diferente de 0. De outro modo, o TNC emite uma mensagem de erro
  predef:: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q439 Referência de avanço (0-3)?**: Determinar a que se refere o avanço programado:
  0: O avanço refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta
  1: O avanço refere-se à lâmina da ferramenta somente no acabamento lateral; de outro modo, à trajetória do ponto central
  2: No acabamento lateral **e** no acabamento em profundidade, o avanço refere-se à lâmina da ferramenta; de outro modo, à trajetória do ponto central
  3: O avanço refere-se sempre à lâmina da ferramenta

```
Q203=+0      ;COORD. SUPERFICIE
Q204=50      ;2. DIST. SEGURANCA
Q366=1       ;PUNCAR
Q385=500     ;AVANCO ACABADO
Q439=0       ;REFERENCIA AVANCO
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

5.6 RECHTECKZAPFEN 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 passo lateral máximo possível, então o TNC executa diversos passos 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 passo em profundidade para a primeira profundidade de passo
3 Em seguida, a ferramenta avança de forma tangencialmente ao contorno das ilhas e fresa depois uma volta.
4 Quando a medida acabada não se deixa atingir numa volta, o TNC coloca a ferramenta na profundidade de passo atual e fresa de novo uma volta. O TNC tem em consideração a medida do bloco, a medida acabada e o passo lateral permitido. Este processo repete-se até se alcançar a medida acabada programada. Se, pelo contrário, o ponto inicial não tiver sido selecionado num lado, mas sim sobre uma esquina (Q437 diferente de 0), o 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 na profundidade, 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 passo seguinte e maquina as ilhas nesta profundidade
7 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade de ilha programada
8 No fim do ciclo, o 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

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. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

AVISO

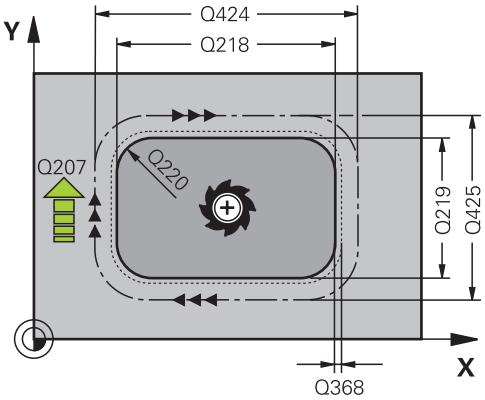
Atenção, perigo de colisão!

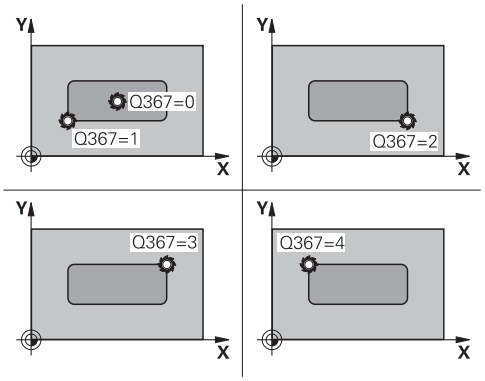
Se não houver espaço suficiente para o movimento de aproximação ao lado da ilha, existe perigo de colisão.

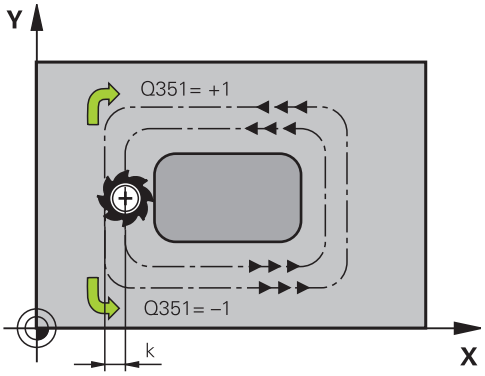
- Dependendo da posição de aproximação Q439, o TNC necessita de espaço para o movimento de aproximação
- Deixar espaço para o movimento de aproximação ao lado da ilha
- No mínimo, o diâmetro da ferramenta + 2 mm
- No final, o TNC posiciona a ferramenta de volta na distância de segurança, quando introduzido na segunda distância de segurança. A posição final da ferramenta após o ciclo não coincide com a posição inicial.

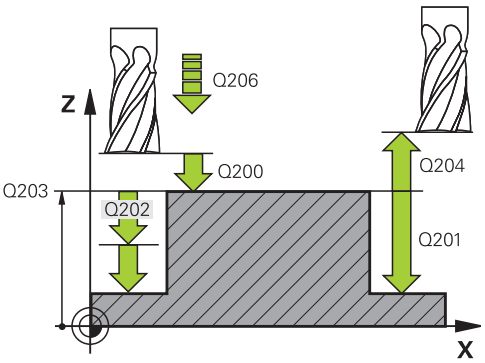
Parâmetros de ciclo

- **Q218 Comprimento do primeiro lado?**: comprimento da ilha paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q424 Longitude lateral bloco 1?**: comprimento do bloco de ilhas, paralelamente ao eixo principal do plano de maquinagem. Introduzir uma **medida do bloco 1.º comprimento do lado** superior ao **1.º comprimento do lado**. O TNC executa diversos passos laterais quando a diferença entre a medida do bloco 1 e a medida acabada 1 é superior ao passo lateral permitido (raio da ferramenta multiplicado pela sobreposição da trajetória **Q370**). O TNC calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q219 Comprimento do segundo lado?**: comprimento da ilha paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Introduzir uma **medida do bloco 2.º comprimento do lado** superior ao **2.º comprimento do lado**. O TNC executa diversos passos laterais quando a diferença entre a medida do bloco 2 e a medida acabada 2 é superior ao passo lateral permitido (raio da ferramenta multiplicado pela sobreposição da trajetória **Q370**). O TNC calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q425 Longitude lateral bloco 2?**: comprimento do bloco de ilhas, paralelamente ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q220 Raio / Chanfro (+/-)?**: indique o valor do elemento de forma raio ou chanfro. Introduzindo-se um valor positivo entre 0 e +99999,9999, o TNC cria um arredondamento em cada esquina. Assim, o valor que tenha introduzido corresponde ao raio. Caso se defina um valor negativo entre 0 e -99999,9999, todas as esquinas de contorno serão dotadas de um chanfro, correspondendo o valor introduzido ao comprimento do chanfro.
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem que o TNC mantém na maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q224 Angulo de rotacao?** (absoluto): ângulo em que é rodada a maquinagem completa. O centro de rotação situa-se na posição onde se encontra a ferramenta na chamada de ciclo. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000









Blocos NC

8 CYCL DEF 256 FACETA RECTANGULAR	
Q218=60	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q424=74	;DIMENSAO BLOCO 1

- **Q367 Posição da faceta (0/1/2/3/4)?**: posição da ilha referida à posição da ferramenta na chamada de ciclo:
  0: Posição da ferramenta = centro da ilha
  1: Posição da ferramenta = esquina inferior esquerda
  2: Posição da ferramenta = esquina inferior direita
  3: Posição da ferramenta = esquina superior direita
  4: Posição da ferramenta = esquina superior esquerda
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ilha. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**

```
Q219=40      ;COMPRIMENTO 2. LADO
Q425=60      ;DIMENSAO BLOCO 2
Q250=5       ;ARREDONDAMENTO
Q368=0.2     ;SOBRE-METAL LATERAL
Q224=+0      ;ANGULO DE ROTACAO
Q367=0       ;POSICAO DA FACETA
Q207=500     ;AVANCO FRESAGEM
Q351=+1      ;TIPO DE FRESAGEM
Q201=-20     ;PROFUNDIDADE
Q202=5       ;INCREMENTO
Q206=150     ;AVANCO INCREMENTO
Q200=2       ;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+0      ;COORD. SUPERFICIE
Q204=50      ;2. DIST. SEGURANCA
Q370=1       ;SOBREPOSICAO
Q437=0       ;POSICAO DE
             APROXIMACAO
Q215=1       ;TIPO DE USINAGEM
Q369=+0      ;SOBRE-METAL FUNDO
Q338=+0      ;PASSAGEM PARA ACABA.
Q385=+0      ;AVANÇO DE
             ACABAMENTO
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. A sobreposição é considerada como sobreposição máxima. Para evitar que permaneça material residual nas esquinas, é possível reduzir a sobreposição. Campo de introdução 0,1 a 1,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q437 Posição de aproximação (0…4)?**: Determinar a estratégia de aproximação da ferramenta:
  0: à direita da ilha (ajuste básico)
  1: esquina inferior esquerda
  2: esquina inferior direita
  3: esquina superior direita
  4: esquina superior esquerda.
  Selecionar outra posição de aproximação se, ao aproximar com a definição Q437=0, ocorrerem marcas de aproximação na superfície da ilha.
- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**

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. O TNC produz a ilha circular num passo helicoidal partindo do diâmetro do bloco.

1 Caso a ferramenta se encontre abaixo da 2.ª distância de segurança, o TNC retrai a ferramenta para a 2.ª distância de segurança
2 A ferramenta avança do centro da ilha para a posição inicial de maquinagem das ilhas. A posição inicial determina-se sobre o ângulo polar referente ao centro da ilha com o parâmetro Q376
3 O TNC desloca a ferramenta em marcha rápida **FMAX** para a distância de segurança Q200, e daí com o avanço de passo em profundidade para a primeira profundidade de passo
4 Em seguida, o TNC produz a ilha circular num passo helicoidal tendo em consideração a sobreposição de trajetória
5 O TNC afasta a ferramenta 2 mm do contorno numa trajetória tangencial
6 Se forem necessários vários passos em profundidade, o novo passo em profundidade realiza-se no ponto mais próximo do movimento de afastamento
7 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade de ilha programada
8 No final do ciclo, a ferramenta – após o afastamento tangencial – eleva-se no eixo da ferramenta para a 2.ª distância de segurança definida no ciclo

Ter em atenção ao programar!

Posicionar previamente a ferramenta na posição inicial no plano de maquinagem (centro da ilha), com correção do raio **R0**.

O TNC posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se 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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

AVISO

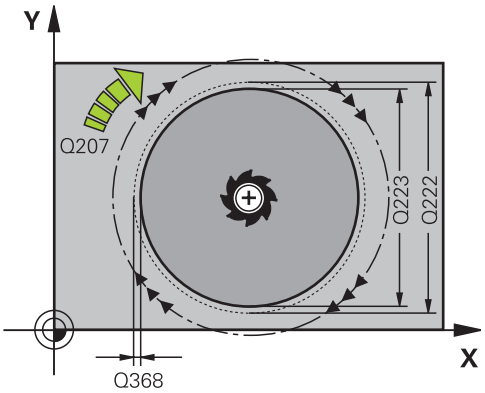
Atenção, perigo de colisão!

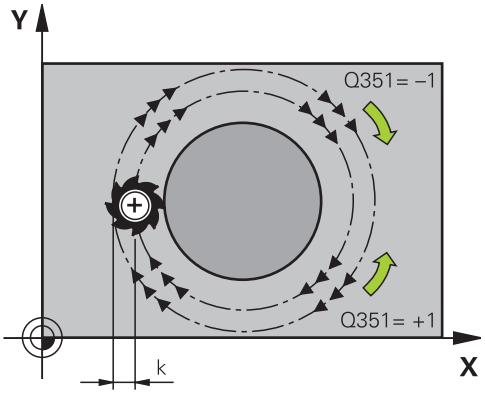
Se não houver espaço suficiente para o movimento de aproximação ao lado da ilha, existe perigo de colisão.

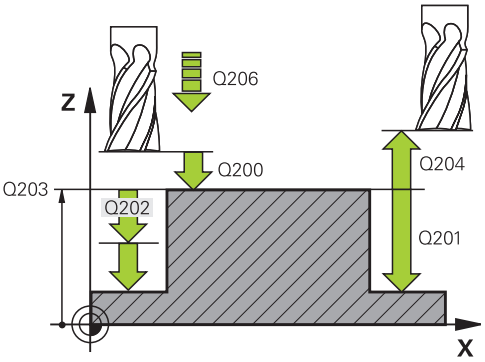
- O TNC executa um movimento de aproximação neste ciclo
- Para determinar a posição inicial exata, indique um ângulo inicial entre 0° e 360° no parâmetro Q376
- Dependendo do ângulo inicial Q376, ao lado da ilha deve estar disponível o seguinte espaço: no mínimo, o diâmetro da ferramenta + 2 mm
- Utilizando o valor predefinido -1, o TNC calcula automaticamente a posição inicial

Parâmetros de ciclo

- **Q223 Diametro para acabamento?**: diâmetro da ilha terminada Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q222 Diametro para desbaste?**: diâmetro do bloco. Introduzir um diâmetro do bloco superior ao diâmetro da peça pronta. O TNC executa diversos passos laterais quando a diferença entre o diâmetro do bloco e o diâmetro da peça pronta é superior ao passo lateral permitido (Raio da ferramenta multiplicado pela sobreposição da trajetória **Q370**). O TNC calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ilha. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999







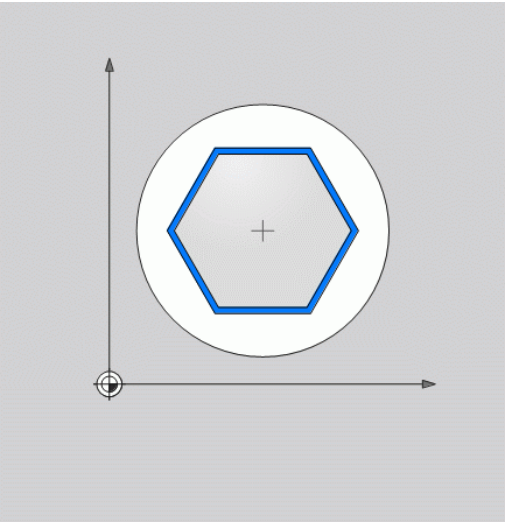
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. Campo de introdução 0,0001 a 1,9999, em alternativa **predef**
- **Q376 Angulo inicial?**: ângulo polar referente ao ponto central da ilha, a partir do qual a ferramenta aproxima à ilha. Campo de introdução 0 a 359º
- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: Determinar a extensão da maquinagem:
  0: Desbaste e acabamento
  1: Só desbaste
  2: Só acabamento
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Blocos NC

```
8 CYCL DEF 257 FACETA CIRCULAR
   Q223=60     ;DIAMETRO ACABAMENTO
   Q222=60     ;DIAMETRO DESBASTE
   Q368=0.2    ;SOBRE-METAL LATERAL
   Q207=500    ;AVANCO FRESAGEM
   Q351=+1     ;TIPO DE FRESAGEM
   Q201=-20    ;PROFUNDIDADE
   Q202=5      ;INCREMENTO
   Q206=150    ;AVANCO INCREMENTO
   Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q203=+0     ;COORD. SUPERFICIE
   Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
   Q370=1      ;SOBREPOSICAO
   Q376=0      ;ANGULO INICIAL
   Q215=+1     ;TIPO DE USINAGEM
   Q369=0      ;SOBRE-METAL FUNDO
   Q338=0      ;PASADA PARA ACABADO
   Q385=+500   ;AVANCO ACABADO
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

5.8 ILHA POLIGONAL (ciclo 258, DIN/ISO: G258, opção de software 19)

Execução do ciclo



Com o ciclo **Ilha poligonal**, é possível produzir um polígono regular mediante maquinagem exterior. O processo de fresagem realiza-se numa trajetória helicoidal, partindo do diâmetro do bloco.

1 Caso a ferramenta se encontre abaixo da 2.ª distância de segurança no início da maquinagem, o TNC retrai a ferramenta para a 2.ª distância de segurança
2 Partindo do centro da ilha, o TNC move a ferramenta para a posição inicial de maquinagem da ilha. A posição inicial depende, entre outras coisas, do diâmetro do bloco e da posição angular da ilha. A posição angular determina-se com o parâmetro Q224
3 A ferramenta desloca-se em marcha rápida **FMAX** para a distância de segurança Q200, e daí com o avanço de corte em profundidade para a primeira profundidade de passo
4 Em seguida, o TNC produz a ilha poligonal num passo helicoidal tendo em consideração a sobreposição de trajetórias
5 O TNC move a ferramenta de fora para dentro numa trajetória tangencial
6 A ferramenta eleva-se na direção do eixo do mandril com um movimento em marcha rápida até à 2.ª distância de segurança
7 Quando sejam necessários vários cortes em profundidade, o TNC posiciona a ferramenta outra vez no ponto inicial da maquinagem de ilha e coloca a ferramenta na profundidade.
8 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade de ilha programada
9 No final do ciclo realiza-se, em primeiro lugar, um movimento de afastamento tangencial. Em seguida, o TNC desloca a ferramenta no eixo da ferramenta para a 2.ª distância de segurança

Ter em atenção ao programar!

Antes do início do ciclo, é necessário pré-posicionar a ferramenta no plano de maquinagem. Para isso, desloque a ferramenta com correção de raio **R0** para o centro da ilha.

O TNC posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se 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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

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

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

O TNC executa automaticamente um movimento de aproximação neste ciclo. Se não houver espaço suficiente para isso, pode ocorrer uma colisão.

- Determine através de Q224 com que ângulo deve ser produzida a primeira esquina da ilha poligonal. Campo de introdução: -360° a +360°
- Dependendo da posição angular Q224, ao lado da ilha deve estar disponível o seguinte espaço: no mínimo, o diâmetro da ferramenta + 2 mm

AVISO

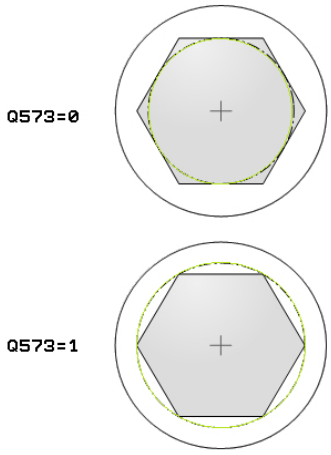
Atenção, perigo de colisão!

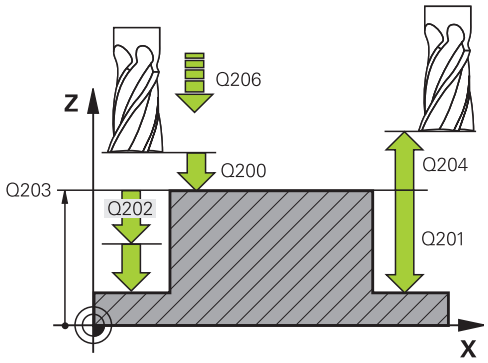
No final, o TNC posiciona a ferramenta de volta na distância de segurança, quando introduzido na segunda distância de segurança. A posição final da ferramenta após o ciclo não pode coincidir com a posição inicial.

- Controlar os movimentos de deslocação da máquina
- Controlar a posição final da ferramenta após o ciclo na simulação
- Programar coordenadas absolutas após o ciclo (não incrementais)

Parâmetros de ciclo

- **Q573 Círculo inscrito / Círculo circunscrito (0/1)?**: indique se a cotação se deve referir ao círculo inscrito ou ao círculo circunscrito:
  0= a cotação refere-se ao círculo inscrito
  1= a cotação refere-se ao círculo circunscrito
- **Q571 Diâmetro do círculo de referência?**: indique o diâmetro do círculo de referência. Indique com o parâmetro Q573 se o diâmetro aqui introduzido se refere ao círculo circunscrito ou ao círculo inscrito. Intervalo de introdução: de 0 a 99999,9999
- **Q222 Diametro para desbaste?**: indique o diâmetro do bloco. O diâmetro do bloco deve ser maior que o diâmetro do círculo de referência. O TNC executa diversos passos laterais quando a diferença entre o diâmetro do bloco e o diâmetro do círculo de referência é superior ao passo lateral permitido (Raio da ferramenta multiplicado pela sobreposição da trajetória **Q370**). O TNC calcula sempre um corte lateral constante. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q572 Número de esquinas?**: registe o número de esquinas da ilha poligonal. O TNC distribui sempre as esquinas uniformemente pela ilha. Campo de introdução de 0 a 30
- **Q224 Angulo de rotacao?**: determine com que ângulo deve ser produzida a primeira esquina da ilha poligonal. Campo de introdução: de -360° a +360°





- **Q220 Raio / Chanfro (+/-)?**: indique o valor do elemento de forma raio ou chanfro. Introduzindo-se um valor positivo entre 0 e +99999,9999, o TNC cria um arredondamento em cada esquina. Assim, o valor que tenha introduzido corresponde ao raio. Caso se defina um valor negativo entre 0 e -99999,9999, todas as esquinas de contorno serão dotadas de um chanfro, correspondendo o valor introduzido ao comprimento do chanfro.
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. (Se registar aqui um valor negativo, após o desbaste, o TNC posiciona a ferramenta novamente num diâmetro fora do diâmetro do bloco.) Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)
- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ilha. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **FU**, **FZ**

Blocos NC

```
8 CYCL DEF 258 ILHA POLIGONAL
   Q573=1       ;CIRCULO DE REFERENCIA
   Q571=50      ;DIAM. CIRCULO DE REF.
   Q222=120     ;DIAMETRO DESBASTE
   Q572=10      ;NUMERO DE ESQUINAS
   Q224=40      ;ANGULO DE ROTACAO
   Q220=2       ;RAIO / CHANFRO
   Q368=0       ;SOBRE-METAL LATERAL
   Q207=3000    ;AVANCO FRESAGEM
   Q351=1       ;TIPO DE FRESAGEM
   Q201=-18     ;PROFUNDIDADE
   Q202=10      ;INCREMENTO
   Q206=150     ;AVANCO INCREMENTO
   Q200=2       ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q203=+0      ;COORD. SUPERFICIE
   Q204=50      ;2. DIST. SEGURANCA
   Q370=1       ;SOBREPOSICAO
   Q215=0       ;TIPO DE USINAGEM
   Q369=0       ;SOBRE-METAL FUNDO
   Q338=0       ;PASADA PARA ACABADO
   Q385=500     ;AVANCO ACABADO
9 L  X+50 Y+50  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Q370 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. Campo de introdução 0,0001 a 1,9999, em alternativa **predef**
- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**

5.9 FRESAGEM TRANSVERSAL (ciclo 233, DIN/ISO: G233, opção de software 19)

Execução do ciclo

Com o ciclo 233 pode efetuar a fresagem transversal de uma superfície plana em vários passos respeitando uma medida excedente de acabamento. Além disso, também pode definir no ciclo paredes laterais, que serão depois consideradas na maquinagem da superfície transversal. O ciclo disponibiliza diversas estratégias de maquinagem:

- **Estratégia Q389=0**: Executar em forma de meandro, passo lateral fora da superfície a trabalhar
- **Estratégia Q389=1**: Executar em forma de meandro, corte lateral na borda da superfície a trabalhar
- **Estratégia Q389=2**: Executar linha a linha com transbordamento, corte lateral na retração
- **Estratégia Q389=3**: Executar linha a linha sem transbordamento, corte lateral na retração
- **Estratégia Q389=4**: Maquinar em forma helicoidal de fora para dentro

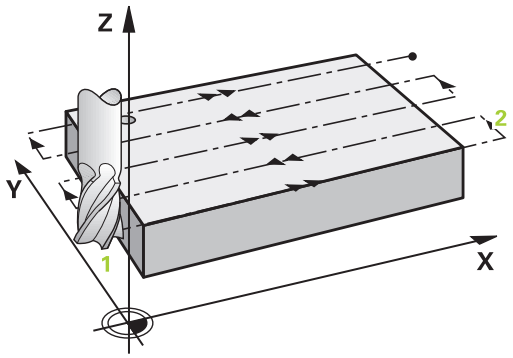
1 O TNC posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** desde a posição atual no plano de maquinagem para o ponto inicial **1**: o ponto inicial no plano de maquinagem encontra-se deslocado segundo o raio da ferramenta e a distância de segurança lateral ao lado da peça de trabalho

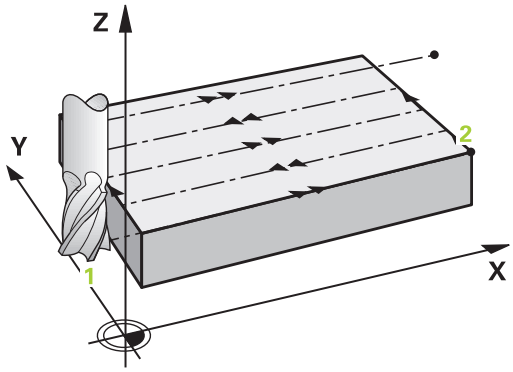
2 Em seguida, o TNC posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** à distância de segurança no eixo do mandril

3 Depois, a ferramenta desloca-se com avanço de fresagem Q207 no eixo do mandril para a primeira profundidade de passo calculada pelo TNC

Estratégia Q389=0 e Q389 =1

As estratégias Q389=0 e Q389=1 diferenciam-se pelo transbordamento na fresagem transversal. Em Q389=0, o ponto final encontra-se no exterior da superfície, com Q389=1 na borda da superfície. O TNC calcula o ponto final **2** a partir do comprimento lateral e da distância de segurança lateral. Na estratégia Q389=0, o TNC desloca adicionalmente a ferramenta segundo o raio da ferramenta para além da superfície transversal.





4 O TNC desloca a ferramenta com o avanço de fresagem programado para o ponto final **2**.

5 Em seguida, o TNC desloca a ferramenta com avanço de posicionamento prévio transversalmente para o ponto inicial da linha seguinte; o TNC calcula esta deslocação a partir da largura programada, do raio da ferramenta, do fator de sobreposição de trajetórias máximo e da distância de segurança lateral

6 Por fim, o TNC desloca a ferramenta com o avanço de fresagem de volta na direção oposta

7 O procedimento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada.

8 Em seguida, o TNC posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** novamente no ponto inicial **1**

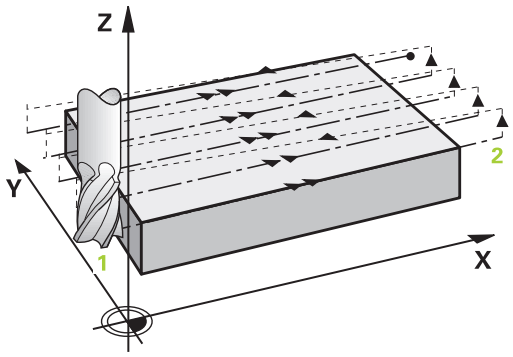
9 Caso sejam necessários vários passos, o TNC desloca a ferramenta com avanço de posicionamento no eixo do mandril até à profundidade de passo seguinte

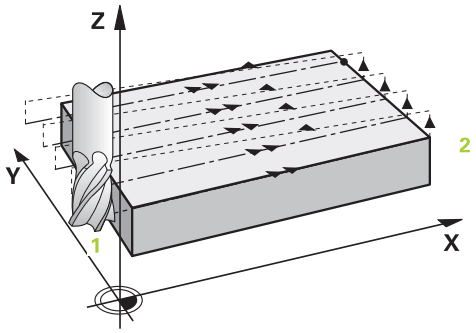
10 Este processo repete-se até todos os passos terem sido executados. No último corte apenas se fresa a medida excedente de acabamento introduzida no avanço de acabamento

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

Estratégia Q389=2 e Q389=3

As estratégias Q389=2 e Q389=3 diferenciam-se pelo transbordamento na fresagem transversal. Em Q389=2, o ponto final encontra-se no exterior da superfície, com Q389=3 na borda da superfície. O TNC calcula o ponto final **2** a partir do comprimento lateral e da distância de segurança lateral. Na estratégia Q389=2, o TNC desloca adicionalmente a ferramenta segundo o raio da ferramenta para além da superfície transversal.





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

5 O TNC retira a ferramenta no eixo do mandril para a distância de segurança através da profundidade de passo atual e desloca-se com **FMAX**diretamente de volta para o ponto inicial da próxima linha. O TNC calcula o desvio a partir da largura programada, do raio da ferramenta, do fator de sobreposição de trajetória máximo e da distância de segurança lateral

6 Depois, a ferramenta desloca-se novamente para a profundidade de passo atual e, em seguida, de novo em direção ao ponto final **2**

7 O procedimento de facejamento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada. No final da última trajetória, o TNC posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** novamente no ponto inicial **1**

8 Caso sejam necessários vários passos, o TNC desloca a ferramenta com avanço de posicionamento no eixo do mandril até à profundidade de passo seguinte

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

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

Estratégia Q389=4

4 Depois, a ferramenta desloca-se com o **Avanço de fresagem** programado num movimento de aproximação tangencial para o ponto inicial da trajetória de fresagem.

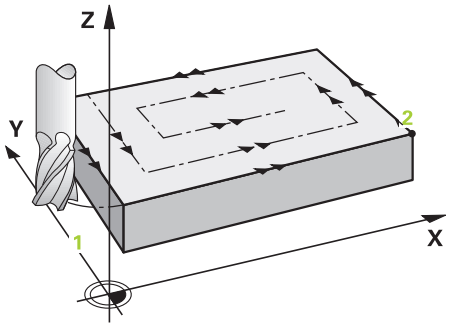
5 O TNC maquina a superfície transversal com avanço de fresagem do exterior para o interior com trajetórias de fresagem cada vez mais curtas. Dado o passo lateral constante, a ferramenta está permanentemente em ação.

6 O procedimento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada. No final da última trajetória, o TNC posiciona a ferramenta em marcha rápida **FMAX** novamente no ponto inicial **1**

7 Caso sejam necessários vários passos, o TNC desloca a ferramenta com avanço de posicionamento no eixo do mandril até à profundidade de passo seguinte

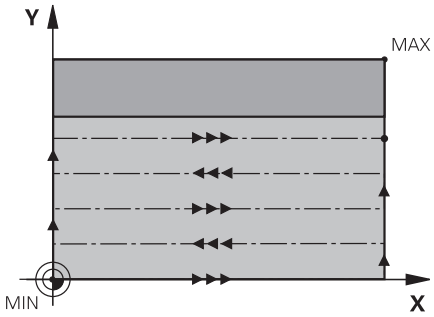
8 Este processo repete-se até todos os passos terem sido executados. No último corte apenas se fresa a medida excedente de acabamento introduzida no avanço de acabamento

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



Limite

Com os limites, é possível delimitar a maquinagem da superfície transversal, por exemplo, para considerar paredes laterais ou ressaltos na maquinagem. Uma parede lateral definida por um limite é maquinada à medida resultante do ponto inicial ou dos comprimentos laterais da superfície transversal. Na maquinagem de desbaste, o TNC tem em consideração a medida excedente do lado, enquanto no processo de acabamento a medida excedente serve para o posicionamento prévio da ferramenta.



Ter em atenção ao programar!

Posicionar previamente a ferramenta na posição inicial no plano de maquinagem, com correção do raio **R0**. Prestar atenção à direção de maquinagem.

O TNC posiciona previamente a ferramenta no seu eixo de forma automática. **Q204** Respeitar a **2. DIST. SEGURANCA**.

Introduzir **Q204 2. DIST. SEGURANCA** de forma a que não se possa produzir nenhuma colisão com a peça de trabalho ou com os dispositivos tensores.

Se **Q227 PTO. INICIAL 3. EIXO** e **Q386 PONTO FINAL 3. EIXO** forem introduzidos iguais, o TNC não executa o ciclo (profundidade programada = 0).

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.

Quando se defina **Q370** SOBREPOSICAO >1, o fator de sobreposição programado é tido em consideração logo a partir da primeira trajetória de maquinagem.

O ciclo 233 supervisiona o registo do comprimento da ferramenta/lâmina **LCUTS** da tabela de ferramentas. Se o comprimento da ferramenta ou das lâminas não for suficiente para uma maquinagem de acabamento, o TNC reparte a maquinagem por vários passos de maquinagem.

AVISO

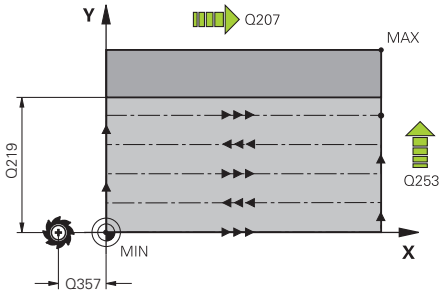
Atenção, perigo de colisão!

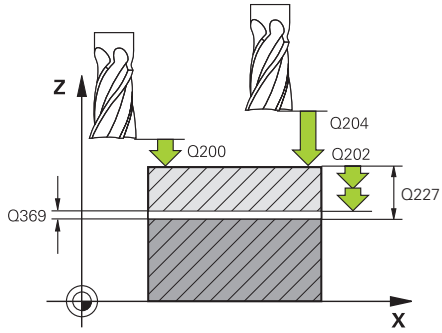
Se introduzir a profundidade positiva num ciclo, o TNC inverte o cálculo do posicionamento prévio. A ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta em marcha rápida para a distância de segurança **sob** a superfície da peça de trabalho!

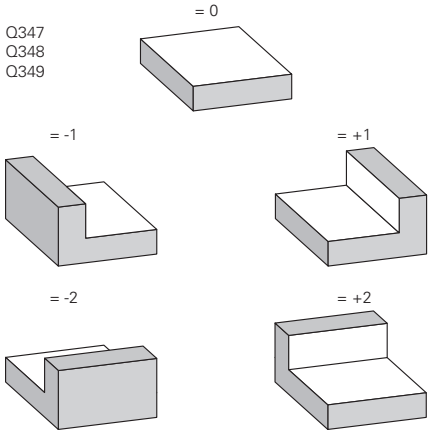
- Introduzir profundidade negativa
- Com o parâmetro de máquina **displayDepthErr** (n.º 201003), define-se se, ao ser introduzida uma profundidade positiva, o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off)

Parâmetros de ciclo

- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q389 Estratégia de maquinagem (0-4)?**: determinar de que forma o TNC deverá maquinar a superfície:
  0: Maquinar em forma de meandro, passo lateral em avanço de posicionamento fora da superfície a trabalhar
  1: Maquinar em forma de meandro, passo lateral em avanço de fresagem na borda da superfície a trabalhar
  2: Executar linha a linha, retração e passo lateral em avanço de posicionamento fora da superfície a trabalhar
  3: Executar linha a linha, retração e passo lateral em avanço de posicionamento na borda da superfície a trabalhar
  4: Maquinar em forma helicoidal, passo uniforme de fora para dentro
- **Q350 Direção de fresagem?**: eixo do plano de maquinagem pelo qual se deve alinhar a maquinagem:
  1: eixo principal = direção de maquinagem
  2: eixo secundário = direção de maquinagem
- **Q218 Comprimento do primeiro lado?** (incremental): comprimento da superfície a maquinar no eixo principal do plano de maquinagem, referente ao ponto inicial do 1.º eixo. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999







- **Q219 Comprimento do segundo lado?** (incremental): comprimento da superfície a maquinar no eixo secundário do plano de maquinagem. Através do sinal, pode-se determinar a direção do primeiro passo transversal com referência ao **PTO. INICIAL 2. EIXO**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q227 Ponto inicial 3. eixo?** (absoluto) : coordenada da superfície da peça de trabalho a partir da qual devem ser calculados os passos. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q386 Ponto final no 3º eixo?** (absoluto) : coordenada no eixo do mandril sobre a qual a superfície deve ser fresada de forma transversal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (incremental): valor com o qual deve ser deslocado o último passo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q370 Fator de sobreposicao?**: Passo lateral k máximo. O TNC calcula o passo lateral real a partir do 2.º comprimento lateral (Q219) e do raio da ferramenta de modo a que a maquinagem seja feita com passo lateral constante. Campo de introdução: 0,1 a 1,9999.
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar o último passo em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar-se da posição inicial e na deslocação para a linha seguinte em mm/min; quando se desloca transversalmente no material (Q389=1), o TNC desloca o passo transversal com avanço de fresagem Q207. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**

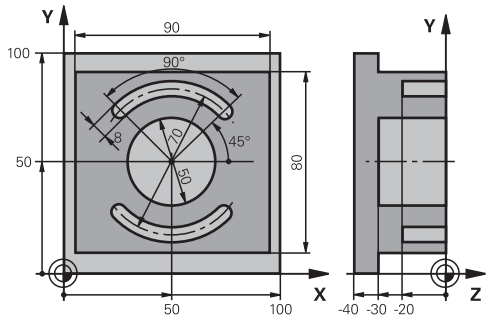
Blocos NC

```
8 CYCL DEF 233 FRESADO PLANO
   Q215=0      ;TIPO DE USINAGEM
   Q389=2      ;ESTRATEGIA FRESAGEM
   Q350=1      ;DIRECAO DE FRESAGEM
   Q218=120    ;COMPRIMENTO 1. LADO
   Q219=80     ;COMPRIMENTO 2. LADO
   Q227=0      ;PTO. INICIAL 3. EIXO
   Q386=-6     ;PONTO FINAL 3. EIXO
   Q369=0.2    ;SOBRE-METAL FUNDO
   Q202=3      ;MAX. PROF. EXCEDIDA
   Q370=1      ;SOBREPOSICAO
   Q207=500    ;AVANCO FRESAGEM
   Q385=500    ;AVANCO ACABADO
   Q253=750    ;AVANCO PRE-POSICION.
   Q357=2      ;DIST. SEGUR. LATERAL
   Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
   Q347=0      ;1.O LIMITE
   Q348=0      ;2.O LIMITE
   Q349=0      ;3.O LIMITE
   Q220=2      ;ARREDONDAMENTO
   Q368=0      ;SOBRE-METAL LATERAL
   Q338=0      ;PASADA PARA ACABADO
9 L  X+0 Y+0  R0 FMAX  M3 M99
```

- **Q357 Distancia seguranca lateral?** (incremental)
  O parâmetro Q357 influencia as seguintes situações:
  Aproximação à primeira profundidade de passo: Q357 é a distância lateral entre a ferramenta e a peça de trabalho
  Desbaste com a estratégia de fresagem Q389=0-3: a superfície a maquinar é aumentada em **Q350** DIRECAO DE FRESAGEM pelo valor de Q357, desde que não esteja definida nenhuma limitação nesta direção
  Acabamento lateral: as trajetórias são prolongadas pelo valor de Q357 em **Q350** DIRECAO DE FRESAGEM
  Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q347 1.º limite?**: Selecionar o lado da peça de trabalho no qual a superfície transversal é limitada por uma parede lateral (não é possível na maquinagem helicoidal). Dependendo da posição da parede lateral, o TNC limita a maquinagem da superfície transversal à coordenada do ponto inicial ou ao comprimento lateral correspondentes: (não é possível na maquinagem helicoidal):
  Introdução **0**: Sem limite
  Introdução **-1**: Limite no eixo principal negativo
  Introdução **+1**: Limite no eixo principal positivo
  Introdução **-2**: Limite no eixo secundário negativo
  Introdução **+2**: Limite no eixo secundário positivo
- **Q348 2.º limite?**: ver o parâmetro 1.º limite Q347
- **Q349 3.º limite?**: ver o parâmetro 1.º limite Q347
- **Q220 Raio de arredondamento cantos?**: raio para esquina em limites (Q347 - Q349). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999

5.10 Exemplos de programação

Exemplo: fresar caixa, ilha e ranhura



0 BEGINN PGM C210 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S3500	Chamada da ferramenta para desbaste/acabamento
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 256 FACETA RECTANGULAR	Definição do ciclo de maquinagem exterior
Q218=90 ;COMPRIMENTO 1. LADO	
Q424=100 ;DIMENSAO BLOCO 1	
Q219=80 ;COMPRIMENTO 2. LADO	
Q425=100 ;DIMENSAO BLOCO 2	
Q220=0 ;ARREDONDAMENTO	
Q368=0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q224=0 ;ANGULO DE ROTACAO	
Q367=0 ;POSICAO DA FACETA	
Q207=250 ;AVANCO FRESAGEM	
Q351=+1 ;TIPO DE FRESAGEM	
Q201=-30 ;PROFUNDIDADE	
Q202=5 ;INCREMENTO	
Q206=250 ;AVANCO INCREMENTO	
Q200=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q203=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q204=20 ;2. DIST. SEGURANCA	
Q370=1 ;SOBREPOSICAO	
Q437=0 ;POSICAO DE APROXIMACAO	
6 L X+50 Y+50 R0 M3 M99	Chamada do ciclo de maquinagem exterior
7 CYCL DEF 252 CAVIDADE CIRC.	Definição do ciclo de caixa circular
Q215=0 ;TIPO DE USINAGEM	
Q223=50 ;DIAMETRO CIRCULO	
Q368=0.2 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q207=500 ;AVANCO FRESAGEM	

Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM	
Q201=-30	;PROFUNDIDADE	
Q202=5	;INCREMENTO	
Q369=0.1	;SOBRE-METAL FUNDO	
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO	
Q338=5	;PASADA PARA ACABADO	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE	
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA	
Q370=1	;SOBREPOSICAO	
Q366=1	;PUNCAR	
Q385=750	;AVANCO ACABADO	
Q439=0	;REFERENCIA AVANCO	
8 L X+50 Y+50 R0 FMAX M99		Chamada 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 CANAL CIRCULAR		Definição do ciclo ranhura
Q215=0	;TIPO DE USINAGEM	
Q219=8	;LARGURA RANHURA	
Q368=0.2	;SOBRE-METAL LATERAL	
Q375=70	;DIAMETRO ARCO	
Q367=0	;REF. POSICAO RANHURA	Não é necessário posicionamento prévio em X/Y
Q216=+50	;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+50	;CENTRO DO 2. EIXO	
Q376=+45	;ANGULO INICIAL	
Q248=90	;ANGULO DE ABERTURA	
Q378=180	;PASSO ANGULAR	Ponto inicial 2.ª ranhura
Q377=2	;QUANTIDADE PASSADAS	
Q207=500	;AVANCO FRESAGEM	
Q351=+1	;TIPO DE FRESAGEM	
Q201=-20	;PROFUNDIDADE	
Q202=5	;INCREMENTO	
Q369=0.1	;SOBRE-METAL FUNDO	
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO	
Q338=5	;PASADA PARA ACABADO	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE	
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA	
Q366=1	;PUNCAR	
Q385=500	;AVANCO ACABADO	
Q439=0	;REFERENCIA AVANCO	
12 CYCL CALL FMAX M3		Chamada do ciclo ranhura
13 L Z+250 R0 FMAX M2		Retirar ferramenta, fim do programa

```
14 END PGM  C210 MM
```

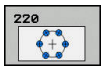
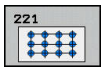
6

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:

Softkey	Ciclo	Página
	220 PADRÃO DE PONTOS SOBRE CÍRCULO	205
	221 PADRÃO DE PONTOS SOBRE LINHAS	208

É possível combinar os seguintes ciclos de maquinagem com os ciclos 220 e 221:

> Se tiver que produzir padrões de pontos irregulares, utilize as tabelas de pontos com **CYCL CALL PAT** (ver "Tabelas de pontos", Página 67).
>
> Com a função **pattern def** estão disponíveis mais padrões de pontos regulares (ver "Definição de padrões PATTERN DEF", Página 60).

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:

- Aproximar à 2.º distância de segurança (eixo do mandril)
- Chegada ao ponto inicial no plano de maquinagem
- Deslocar até à distância de segurança sobre a superfície da peça de trabalho (eixo do mandril)

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

3 A seguir, o TNC posiciona a ferramenta segundo um movimento linear ou com um movimento circular sobre o ponto de 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

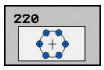
Ter em atenção ao programar!

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

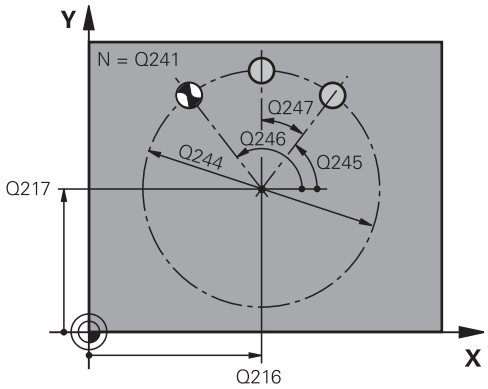
Quando se combina um dos ciclos de maquinagem 200 a 209 e 251 a 267, com o ciclo 220 ou com o ciclo 221, ativam-se a distância de segurança, a superfície da peça de trabalho e a 2.ª distância de segurança do ciclo 220 ou 221. Esta condição aplica-se dentro do programa até que os parâmetros afetados sejam novamente sobrescritos. Exemplo: se, num programa, o ciclo 200 é definido com Q203=0 e, em seguida, é programado um ciclo 220 com Q203=-5, na CYCL CALL e chamada de M99 seguintes é utilizado Q203=-5. Os ciclos 220 e 221 sobrescrevem os parâmetros dos ciclos de maquinagem ativos por CALL acima referidos (se ocorrerem os mesmos parâmetros de introdução nos dois ciclos).

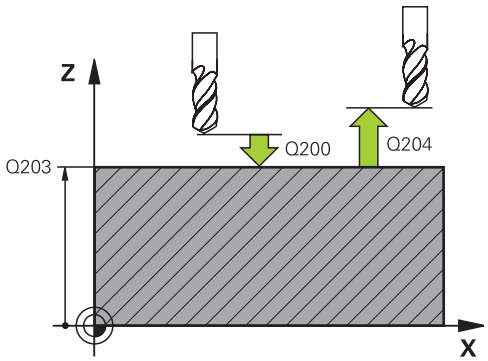
Se permitir executar este ciclo no modo de bloco único, o comando detém-se entre os pontos de um padrão de pontos.

Parâmetros de ciclo



- **Q216 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : ponto central do círculo teórico no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q217 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : ponto central do círculo teórico no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q244 Diametro arco circunferencia?**: diâmetro do círculo teórico. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q245 Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o ponto inicial (primeiro furo) da primeira maquinagem sobre o círculo teórico. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q246 Angulo final?** (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o ponto inicial da última maquinagem sobre o círculo teórico (não é válido para círculos completos); introduzir o ângulo final diferente do ângulo inicial; se o ângulo final for maior do que o ângulo inicial, a direção de maquinagem é em sentido anti-horário; caso contrário, a maquinagem é em sentido horário. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q247 Passo angular?** (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 bis 360.000
- **Q241 Quantidade de passadas?**: quantidade de maquinagens sobre o círculo teórico. Campo de introdução 1 a 99999
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





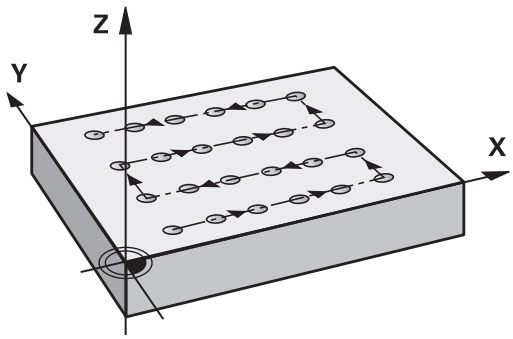
Blocos NC

53 CYCL DEF 220 MASCARA CIRCULAR	
Q216=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q217=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q244=80	;DIAMETRO ARCO
Q245=+0	;ANGULO INICIAL
Q246=+360	;ANGULO FINAL
Q247=+0	;PASSO ANGULAR
Q241=8	;QUANTIDADE PASSADAS
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q301=1	;IR ALTURA SEGURANCA
Q365=0	;TIPO DESLOCAMENTO

- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar a ferramenta entre as maquinagens:
  0: deslocar para a distância de segurança entre as maquinagens
  1: deslocar para a 2.ª distância de segurança entre as maquinagens
- **Q365 Tipo deslocam.? recta=0/círc.=1**: determinar com que função de trajetória a ferramenta se deve deslocar entre as maquinagens:
  0: deslocação entre as maquinagens segundo uma reta
  1: deslocação entre as maquinagens de forma circular segundo o diâmetro do círculo teórico

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:
   - Aproximar à 2.ª distância de segurança (eixo do mandril)
   - Chegada ao ponto inicial no plano de maquinagem
   - Deslocar até à distância de segurança sobre a superfície da peça de trabalho (eixo do mandril)
2 A partir desta posição, o 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!

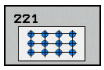
O ciclo 221 ativa-se com DEF, quer dizer, o ciclo 221 chama automaticamente o último ciclo de maquinagem definido.

Quando se combina um dos ciclos de maquinagem 200 a 209 e 251 a 267 com o ciclo 221, ativam-se a distância de segurança, a superfície da peça de trabalho, a 2.ª distância de segurança e a posição de rotação do ciclo 221.

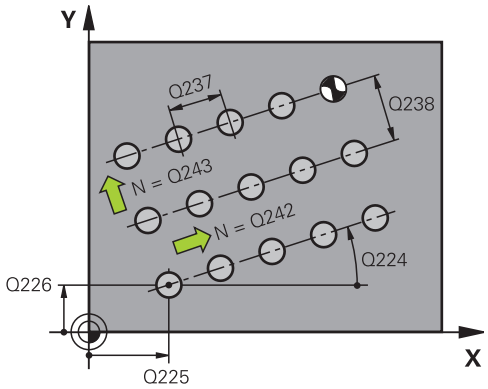
Se utilizar o ciclo 254 de Ranhura Redonda em conjunto com o ciclo 221, então a posição de ranhura 0 não é permitida.

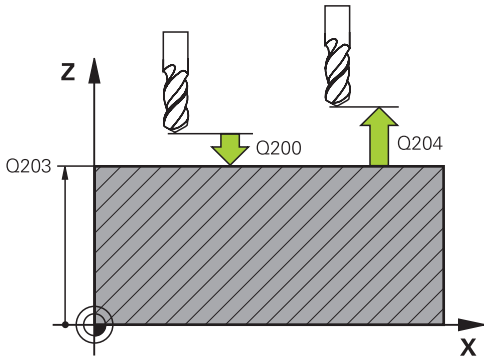
Se permitir executar este ciclo no modo de bloco único, o comando detém-se entre os pontos de um padrão de pontos.

Parâmetros de ciclo



- **Q225 Ponto inicial do 1. eixo?** (absoluto): Coordenada do ponto inicial no eixo principal do plano de maquinagem
- **Q226 Ponto inicial do 2. eixo?** (absoluto): Coordenada do ponto inicial no eixo secundário do plano de maquinagem
- **Q237 Distancia 1. eixo?** (incremental): distância entre os vários pontos na linha
- **Q238 Distancia 2. eixo?** (incremental): distância entre as diferentes linhas
- **Q242 Quantidade de colunas?**: quantidade de maquinagens sobre a linha
- **Q243 Quantidade de linhas?**: quantidade das linhas
- **Q224 Angulo de rotacao?** (absoluto) : ângulo em que é rodada toda a disposição da figura; o centro de rotação situa-se no ponto inicial
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar a ferramenta entre as maquinagens:
  0: deslocar para a distância de segurança entre as maquinagens
  1: deslocar para a 2.ª distância de segurança entre as maquinagens



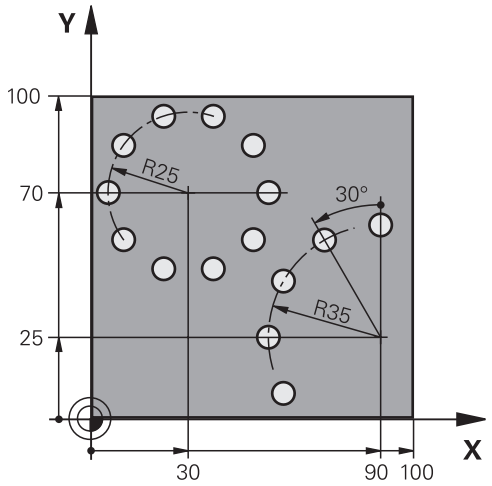


Blocos NC

54 CYCL DEF 221 MASCARA LINEAR	
Q225=+15	;PTO. INICIAL 1. EIXO
Q226=+12	;PTO. INICIAL 2. EIXO
Q237=+10	;DISTANCIA 1. EIXO
Q238=+8	;DISTANCIA 2. EIXO
Q242=6	;QUANTIDADE COLUNAS
Q243=4	;QUANTIDADE LINHAS
Q224=+15	;ANGULO DE ROTACAO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q301=1	;IR ALTURA SEGURANCA

6.4 Exemplos de programação

Exemplo: Círculos de furos



0 BEGIN PGM BOHRB MM		
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40		Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0		
3 TOOL CALL 1 Z S3500		Chamada da ferramenta
4 L Z+250 R0 FMAX M3		Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 200 FURAR		Definição do ciclo de Furar
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-15	;PROFUNDIDADE	
Q206=250	;AVANCO INCREMENTO	
Q202=4	;INCREMENTO	
Q210=0	;TEMPO ESPERA EM CIMA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE	
Q204=0	;2. DIST. SEGURANCA	
Q211=0.25	;TEMPO ESP. EM BAIXO	
Q395=0	;REFER. PROFUNDIDADE	
6 CYCL DEF 220 MASCARA CIRCULAR		A definição de ciclo de círculo de furos 1, CYCL 200 é chamada automaticamente, Q200, Q203 e Q204 atuam a partir do ciclo 220
Q216=+30	;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+70	;CENTRO DO 2. EIXO	
Q244=50	;DIAMETRO ARCO	
Q245=+0	;ANGULO INICIAL	
Q246=+360	;ANGULO FINAL	
Q247=+0	;PASSO ANGULAR	
Q241=10	;QUANTIDADE PASSADAS	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE	

Q204=100	;2. DIST. SEGURANCA	
Q301=1	;IR ALTURA SEGURANCA	
Q365=0	;TIPO DESLOCAMENTO	
7 CYCL DEF 220 MASCARA CIRCULAR		A definição de ciclo de círculo de furos 2, CYCL 200 é chamada automaticamente, Q200, Q203 e Q204 atuam a partir do ciclo 220
Q216=+90	;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+25	;CENTRO DO 2. EIXO	
Q244=70	;DIAMETRO ARCO	
Q245=+90	;ANGULO INICIAL	
Q246=+360	;ANGULO FINAL	
Q247=30	;PASSO ANGULAR	
Q241=5	;QUANTIDADE PASSADAS	
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA	
Q203=+0	;COORD. SUPERFICIE	
Q204=100	;2. DIST. SEGURANCA	
Q301=1	;IR ALTURA SEGURANCA	
Q365=0	;TIPO DESLOCAMENTO	
8 L Z+250 R0 FMAX M2		Retirar ferramenta, fim do programa
9 END PGM MAQUIN.FURO MM		

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 subprogramas seguintes, 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 ACABAMENTO LATERAL
27 CYCL CALL
...
50 L  Z+250 R0  FMAX M2
51 LBL 1
...
55 LBL 0
56 LBL 2
...
60 LBL 0
...
99 END PGM  SL2 MM
```

Características dos ciclos de maquinagem

- Antes de cada ciclo, o TNC posiciona automaticamente à distância de segurança – posicione a ferramenta numa posição segura antes da chamada de ciclo
- Cada nível de profundidade é fresado sem levantamento da ferramenta.; as ilhas 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 aproximação 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

Softkey	Ciclo	Página
14 LBL 1...N	14 CONTORNO (absolutamente necessário)	217
20 CONTORNO DADOS	20 DADOS DO CONTORNO (absolutamente necessário)	222
21	21 PRÉ-FURAR (utilizável como opção)	224
22	22 DESBASTE (absolutamente necessário)	226
23	23 ACABAMENTO EM PROF. (utilizável como opção)	231
24	24 ACABAMENTO LATERAL (utilizável como opção)	233

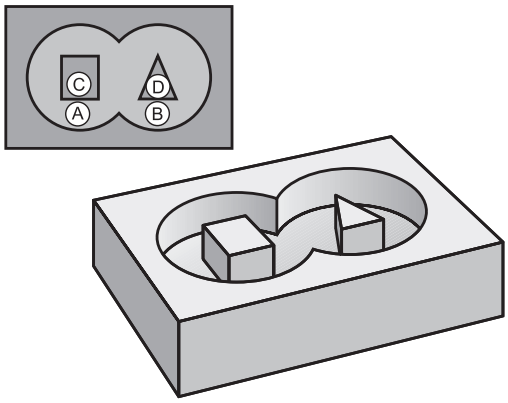
Outros ciclos:

Softkey	Ciclo	Página
25	25 TRAÇADO DO CONTORNO	236
270	270 DADOS DO TRAÇADO DO CONTORNO	245

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, pode fazer-se a listagem até um máximo de 12 subprogramas (subcontornos).

Parâmetros de ciclo

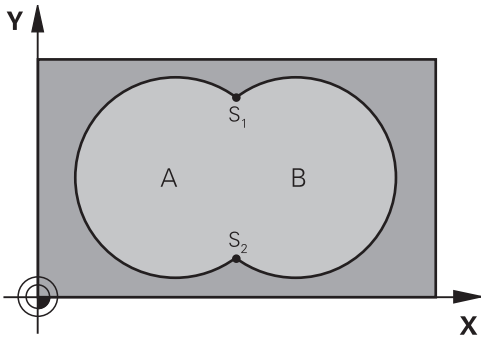
```
14

LBL 1...N
```

- **Números Label para o contorno**: introduzir todos os números Label de cada subprograma e que se sobrepõem num contorno. Confirmar cada número com a tecla ENT e terminar as introduções com a tecla **END**. Introdução de até 12 números de subprograma 1 a 65535

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
   CONTORNO1/2/3/4
```

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. Não é necessário programá-los.

As caixas estão programadas como círculos completos.

Subprograma 1: caixa A

```
51 LBL 1
52 L  X+10 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+10 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

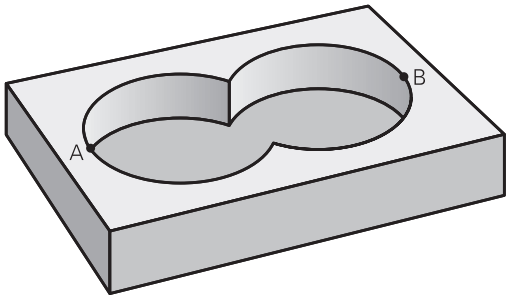
Subprograma 2: caixa B

```
56 LBL 2
57 L  X+90 Y+50  RR
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+90 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

Superfície de "soma"

Maquinam-se ambas as superfícies parciais A e B incluindo a superfície coberta em comum:

- As superfícies A e B têm que ser caixas.
- A primeira caixa (no ciclo 14) deverá começar fora da segunda.



Superfície A:

```
51 LBL 1
52 L  X+10 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+10 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

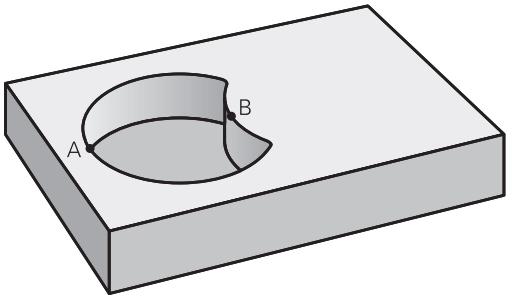
Superfície B:

```
56 LBL 2
57 L  X+90 Y+50  RR
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+90 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

Superfície de "diferença"

A superfície A deverá ser maquinada sem a parte coberta por B:

- A superfície A tem que ser caixa e a superfície B tem que ser ilha.
- A tem que começar fora de B.
- B deverá começar dentro de A.



Superfície A:

```
51 LBL 1
52 L  X+10 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+10 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

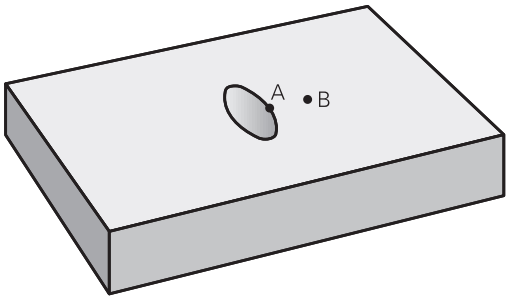
Superfície B:

```
56 LBL 2
57 L  X+40 Y+50  RL
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+40 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

Superfície de "intersecção"

Deverá maquinar-se a superfície coberta por A e B (as superfícies não cobertas deverão, simplesmente, não ser maquinadas).

- A e B têm que ser caixas.
- A deverá começar dentro de B.



Superfície A:

```
51 LBL 1
52 L  X+60 Y+50  RR
53 CC  X+35 Y+50
54 C  X+60 Y+50  DR-
55 LBL 0
```

Superfície B:

```
56 LBL 2
57 L  X+90 Y+50  RR
58 CC  X+65 Y+50
59 C  X+90 Y+50  DR-
60 LBL 0
```

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.

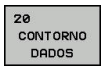
O ciclo 20 ativa-se com DEF, quer dizer, atua a partir da sua definição no programa de maquinagem.

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 programar a profundidade = 0, o TNC executa o respetivo ciclo para a profundidade 0.

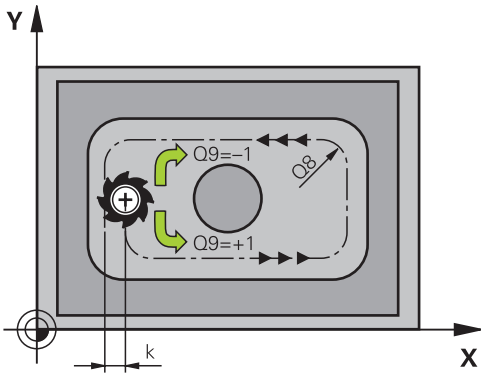
Se se utilizarem ciclos SL em programas com parâmetros Q, não se podem utilizar os parâmetros Q1 a Q20 como parâmetros do programa.

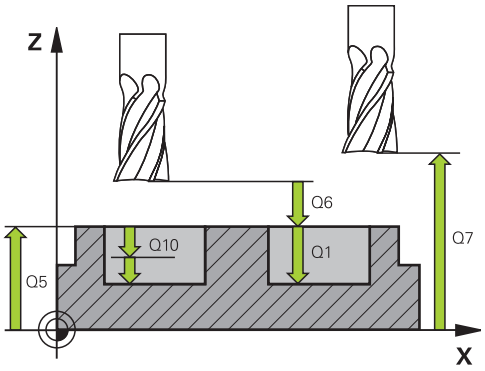
Parâmetros de ciclo



- **Q1 Profundidade de fresagem?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da caixa. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q2 Fator de sobreposicao?**: Q2 x raio da ferramenta dá como resultado o passo lateral k. Campo de introdução -0,0001 a 1,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q4 Sobre-metal para o fundo?** (incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q5 Coordenada superficie peca?** (absoluta) : Coordenada absoluta da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q6 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q7 Altura de seguranca?** (absoluta) : altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q8 Raio arredondamento interno?**: raio de arredondamento em "esquinas" interiores; o valor programado refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta e é utilizado para calcular movimentos de deslocação mais suaves entre elementos de contorno. **Q8 não é um raio que o TNC insere como elemento de contorno separado entre elementos programados!** Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q9 Sentido de rotacao? horario =-1**: direção de maquinagem para caixas
  - Q9 = -1 sentido oposto para caixa e ilha
  - Q9 = +1 sentido sincronizado para caixa e ilha

Numa interrupção do programa, podem verificar-se os parâmetros de maquinagem e, se necessário, escrever por cima.





Blocos NC

57 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO	
Q1=-20	;PROF. DE FRESAGEM
Q2=1	;SOBREPOSICAO
Q3=+0.2	;SOBRE-METAL LATERAL
Q4=+0.1	;SOBRE-METAL FUNDO
Q5=+30	;COORD. SUPERFICIE
Q6=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q7=+80	;ALTURA DE SEGURANCA
Q8=0.5	;RAIO ARREDONDAMENTO
Q9=+1	;SENTIDO DE ROTACAO

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

Execução do ciclo

Utiliza-se o ciclo 21 PRÉ-FURAR quando, em seguida, se emprega uma ferramenta para desbaste do contorno que não possui um dentado frontal cortante no centro (DIN 844). Este ciclo produz um furo na área em que, por exemplo, se fará posteriormente o desbaste com o ciclo 22. O ciclo 21 considera para os pontos de recesso a medida excedente de acabamento lateral e a medida excedente de acabamento em profundidade, bem como o raio da ferramenta de desbaste. Os pontos de recesso são, simultaneamente, os pontos iniciais para o desbaste.

Com a chamada do ciclo 21, necessita de programar outros dois ciclos:

- O ciclo 21 PRÉ-FURAR necessita do **ciclo 14 CONTORNO** ou SEL CONTOUR, para determinar a posição de furação no plano
- O ciclo 21 PRÉ-FURAR necessita do **ciclo 20 DADOS DO CONTORNO**, para determinar, por exemplo, a profundidade de furação e a distância de segurança.

Execução do ciclo:

1. Em primeiro lugar, o TNC posiciona a ferramenta no plano (a posição resulta do contorno que se tenha definido previamente com o ciclo 14 ou SEL CONTOUR e das informações sobre a ferramenta de desbaste)
2. Depois, a ferramenta desloca-se em marcha rápida **FMAX** para a distância de segurança. (a distância de segurança é indicada no ciclo 20 DADOS DO CONTORNO)
3. A ferramenta fura com o avanço **F** introduzido, desde a posição atual até à primeira profundidade de passo
4. Depois, o TNC retira a ferramenta em marcha rápida **FMAX** e volta a deslocar até à profundidade de passo, reduzindo a distância de paragem prévia t
5. O controlo calcula automaticamente a distância de paragem prévia:
   - Profundidade de furo até 30 mm: t = 0,6 mm
   - Profundidade de furo superior a 30 mm: t = profundidade de furar mm
   - Máxima distância de paragem prévia: 7 mm
6. A seguir, a ferramenta desloca-se com o Avanço **F** introduzido até à profundidade de passo seguinte
7. O TNC repete este processo (1 a 4) até alcançar a Profundidade de Furar programada. Nessa operação é tida em conta a medida excedente de profundidade
8. Finalmente, a ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta para a altura segura ou para a última posição programada antes do ciclo. Dependente dos parâmetros ConfigDatum, CfgGeoCycle, posAfterContPocket.

Ter em atenção ao programar!

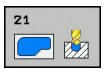
O TNC não considera um valor delta **DR** programado num bloco **TOOL CALL** para o cálculo dos pontos de perfuração programados.

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

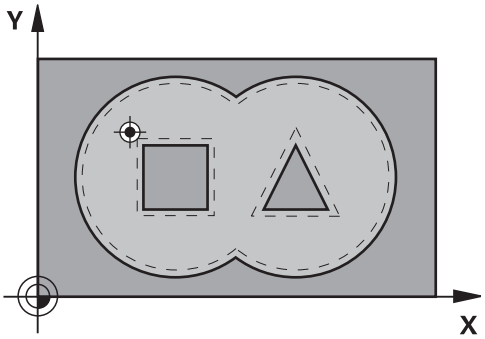
Se Q13=0, são utilizados os dados da ferramenta que se encontra no mandril.

Após o final do ciclo, não posicione a ferramenta no plano de forma incremental, mas sim numa posição absoluta, se tiver definido os parâmetros ConfigDatum, CfgGeoCycle, posAfterContPocket para ToolAxClearanceHeight.

Parâmetros de ciclo



- **Q10 Incremento?** (incremental): medida com que a ferramenta avança de cada vez (sinal "-"em sentido de maquinagem negativo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **fu**, **FZ**
- **Q13 Número/Nombre herram. desbaste?** ou QS13: número ou nome da ferramenta de desbaste. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.

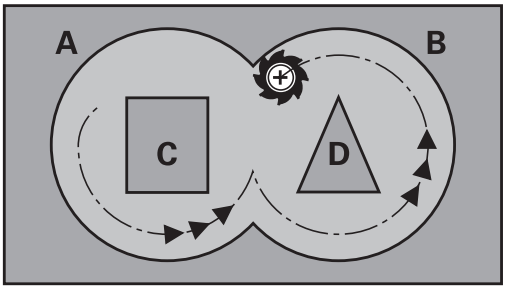


Blocos NC

```
58 CYCL DEF 21 CTN FURAR
    Q10=+5      ;INCREMENTO
    Q11=100     ;AVANCO INCREMENTO
    Q13=1       ;FERRAM. DESASTE
```

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

Execução do ciclo



Com o ciclo 22 DESBASTE, definem-se os dados tecnológicos para o desbaste.

Antes a chamada do ciclo 22, necessita de programar outros ciclos:

- Ciclo 14 CONTORNO ou SEL CONTOUR
- Ciclo 20 DADOS DO CONTORNO
- Ciclo 21 PRÉ-FURAR, se necessário

Execução do ciclo

1. O 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 profundidade de passo seguinte e repete o procedimento de desbaste até atingir a profundidade programada
5. Finalmente, a ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta para a altura segura ou para a última posição programada antes do ciclo. Dependente dos parâmetros ConfigDatum, CfgGeoCycle, posAfterContPocket.

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 (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.

Se **M110** estiver ativo durante a maquinagem, nos arcos de círculo com interior corrigido, o avanço é reduzido em conformidade.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o TNC posiciona a ferramenta à altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O TNC não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

Parâmetros de ciclo

- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q18 Ferramenta de desbaste previo?** ou **QS18**: número ou nome da ferramenta com que o TNC já efetuou desbaste prévio. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta de desbaste prévio diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey. Além disso, pode-se introduzir o nome da ferramenta com a softkey **Nome de ferramenta**. O TNC introduz as aspas de citação (em cima) automaticamente quando se deixa 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. Campo de introdução 0 a 99999 na introdução numérica, 16 caracteres, no máximo, para introdução do nome
- **Q19 Avanco para pendulo?**: avanço oscilante em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **fu**, **FZ**
- **Q208 Avanco para retrocesso?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se após a maquinagem em mm/min. Se introduzir Q208=0, então o TNC retira a ferramenta com o avanço Q12. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX, FAUTO**

Blocos NC

```
59 CYCL DEF 22 CTN FRESAR
   Q10=+5       ;INCREMENTO
   Q11=100      ;AVANCO INCREMENTO
   Q12=750      ;AVANCO PARA DESBASTE
   Q18=1        ;FERRAM. PREDESBASTE
   Q19=150      ;AVANCO PENDULO
   Q208=9999    ;AVANCO DE RETROCESSO
   Q401=80      ;FACTOR DE AVANCO
   Q404=0       ;ESTRATEGIA PROFUND.
```

- **Q401 Factor de avanço no %?** : fator percentual pelo qual o TNC reduz o avanço de maquinagem (Q12) logo que a ferramenta se desloca dentro do material para desbastar com o perímetro total. Se utilizar a redução do avanço, então pode definir o avanço de desbaste suficientemente alto, para que, com a sobreposição de trajetória determinada no ciclo 20 (Q2) imperem ótimas condições de corte. O TNC reduz então o avanço em transições ou pontos estreitos como definido por si, de modo que o tempo de maquinagem deverá ser mais curto na totalidade. Campo de introdução 0,0001 a 100,0000
- **Q404 Estratégia profundiz. (0/1?**: definir como o TNC deverá proceder no desbaste posterior, se o raio da ferramenta de desbaste posterior for igual ou maior que metade do raio da ferramenta de desbaste prévio:
  Q404=0:
  O TNC desloca a ferramenta entre as áreas a desbastar na profundidade atual ao longo do contorno
  Q404=1:
  O TNC retrai a ferramenta entre as áreas a desbastar para a distância de segurança e, em seguida, desloca-se para o ponto inicial da área de desbaste seguinte

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

Execução do ciclo

Com o ciclo 23 ACABAMENTO EM PROFUNDIDADE, é acabada a medida excedente de profundidade programada no ciclo 20 O TNC desloca a ferramenta suavemente (círculo tangente vertical) para a superfície a maquinar, desde que exista espaço suficiente. Em relações de espaço apertadas, o TNC desloca a ferramenta na perpendicular em profundidade. A seguir, fresa-se a distância de acabamento que ficou do desbaste.

Antes a chamada do ciclo 23, necessita de programar outros ciclos:

- Ciclo 14 CONTORNO ou SEL CONTOUR
- Ciclo 20 DADOS DO CONTORNO
- Ciclo 21 PRÉ-FURAR, se necessário
- Ciclo 22 DESBASTAR, se necessário

Execução do ciclo

1. O TNC posiciona a ferramenta à altura segura em marcha rápida FMAX.
2. Seguidamente, realiza-se um movimento no eixo da ferramenta com avanço Q11.
3. O TNC desloca a ferramenta suavemente (círculo tangente vertical) para a superfície a maquinar, desde que exista espaço suficiente. Em relações de espaço apertadas, o TNC desloca a ferramenta na perpendicular em profundidade
4. Fresa-se a medida excedente de acabamento que restou do desbaste
5. Finalmente, a ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta para a altura segura ou para a última posição programada antes do ciclo. Dependente dos parâmetros ConfigDatum, CfgGeoCycle, posAfterContPocket.

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.

Se **M110** estiver ativo durante a maquinagem, nos arcos de círculo com interior corrigido, o avanço é reduzido em conformidade.

AVISO

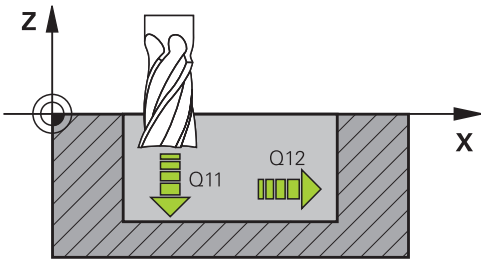
Atenção, perigo de colisão!

Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o TNC posiciona a ferramenta à altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O TNC não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

Parâmetros de ciclo

- **Q11 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **fu**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q208 Avanco para retrocesso?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao retirar-se após a maquinagem em mm/min. Se introduzir Q208=0, então o TNC retira a ferramenta com o avanço Q12. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX, FAUTO**



Blocos NC

```
60 CYCL DEF 23 ACABAMENTO FUNDO
    Q11=100     ;AVANCO INCREMENTO
    Q12=350     ;AVANCO PARA DESBASTE
    Q208=9999   ;AVANCO DE RETROCESSO
```

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

Execução do ciclo

Com o ciclo 24 ACABAMENTO LATERAL, é acabada a medida excedente lateral programada no ciclo 20. Pode executar este ciclo em sentido sincronizado ou em sentido contrário.

Antes a chamada do ciclo 24, necessita de programar outros ciclos:

- Ciclo 14 CONTORNO ou SEL CONTOUR
- Ciclo 20 DADOS DO CONTORNO
- Ciclo 21 Pré-furar, se necessário
- Ciclo 22 DESBASTAR, se necessário

Execução do ciclo

1. O TNC posiciona a ferramenta sobre o componente no ponto inicial da posição de aproximação. Esta posição no plano resulta de uma trajetória circular, na qual o TNC guia a ferramenta até ao contorno
2. Em seguida, o TNC desloca a ferramenta para a primeira profundidade de passo em avanço de passo em profundidade
3. O TNC aproxima suavemente ao contorno até que todo o contorno esteja acabado. Nesta operação, cada subcontorno é acabado separadamente
4. Finalmente, a ferramenta desloca-se no eixo da ferramenta para a altura segura ou para a última posição programada antes do ciclo. Dependente dos parâmetros ConfigDatum, CfgGeoCycle, posAfterContPocket.

Ter em atenção ao programar!

A soma da medida excedente do acabamento lateral (Q14) e do raio da ferramenta de acabamento tem que ser menor do que a soma da medida excedente de acabamento lateral (Q3, ciclo 20) e o raio da ferramenta de desbaste.

Se não tiver sido programada nenhuma medida excedente no ciclo 20, o comando emite a mensagem de erro "Raio da ferramenta demasiado grande".

A medida excedente lateral Q14 mantém-se após o acabamento e, por isso, deve ser menor que a medida excedente no ciclo 20.

Se se executar o ciclo 24 sem primeiro se ter desbastado com o ciclo 22, é também válido o cálculo apresentado em cima; o raio da ferramenta de desbaste tem o valor "0".

Também pode utilizar o ciclo 24 para fresar contornos. Tem 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.

Se **M110** estiver ativo durante a maquinagem, nos arcos de círculo com interior corrigido, o avanço é reduzido em conformidade.

AVISO

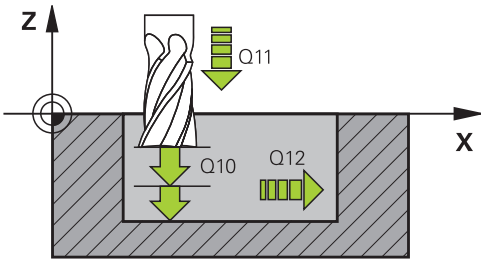
Atenção, perigo de colisão!

Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o TNC posiciona a ferramenta à altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O TNC não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

Parâmetros de ciclo

- **Q9 Sentido de rotacao? horario =-1**: direção de maquinagem:
  +1: rotação em sentido anti-horário
  –1: rotação em sentido horário
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **fu**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q14 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): a medida excedente lateral Q14 mantém-se após o acabamento. (esta medida excedente deve ser menor que a medida excedente no ciclo 20). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

61 CYCL DEF 24 ACABAMENTO LATERAL	
Q9=+1	;SENTIDO DE ROTACAO
Q10=+5	;INCREMENTO
Q11=100	;AVANCO INCREMENTO
Q12=350	;AVANCO PARA DESBASTE
Q14=+0	;SOBRE-METAL LATERAL

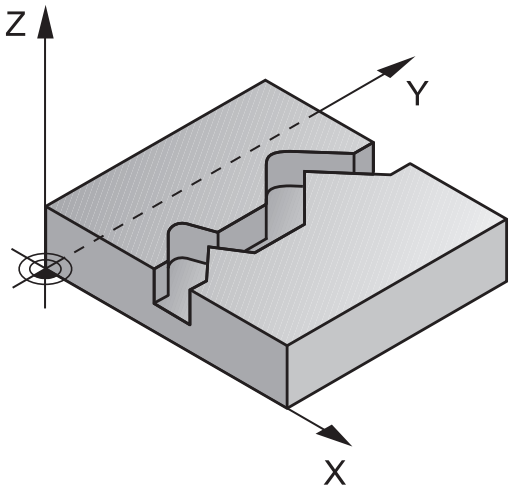
7.9 TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 25, DIN/ISO: G125, opção de software 19)

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.

No subprograma não são permitidos movimentos **APPR** ou **DEP**.

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

A memória de um ciclo SL é limitada. É possível programar um máximo de 16384 elementos de contorno num ciclo SL.

Não é necessário o ciclo 20 **DADOS DO CONTORNO**.

Se **M110** estiver ativo durante a maquinagem, nos arcos de círculo com interior corrigido, o avanço é reduzido em conformidade.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o TNC posiciona a ferramenta à altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O TNC não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

Parâmetros de ciclo

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q5 Coordenada superficie peca?** (absoluta) : Coordenada absoluta da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q7 Altura de seguranca?** (absoluta) : altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q15 Tipo de fresagem? antihorario=-1**: Fresagem sincronizada: introdução = +1
  Fresagem em sentido oposto: introdução = –1
  Alternando a fresagem em sentido sincronizado e a fresagem em sentido oposto com várias aproximações: introdução = 0

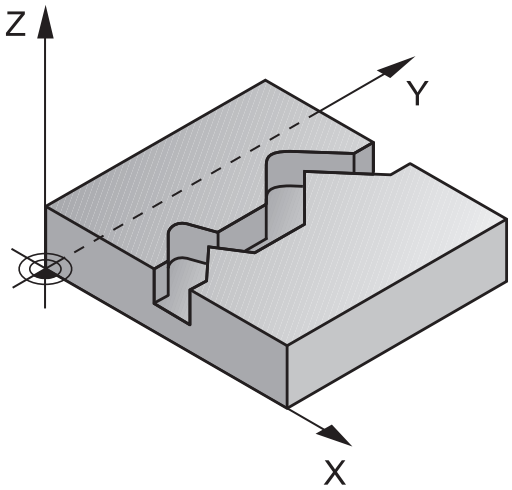
Blocos NC

```
62 CYCL DEF 25 CONJUNTO CONTORNO
    Q1=-20        ;PROF. DE FRESAGEM
    Q3=+0         ;SOBRE-METAL LATERAL
    Q5=+0         ;COORD. SUPERFICIE
    Q7=+50        ;ALTURA DE SEGURANCA
    Q10=+5        ;INCREMENTO
    Q11=100       ;AVANCO INCREMENTO
    Q12=350       ;AVANCO PARA DESBASTE
    Q15=-1        ;TIPO DE FRESAGEM
    Q18=0         ;FERRAM. PREDESBASTE
    Q446=+0,01;MATERIAL RESIDUAL
    Q447=+10      ;DISTANCIA DE LIGACAO
    Q448=+2       ;PROLONGAM.TRAJETORIA
```

- **Q18 Ferramenta de desbaste previo?** ou **QS18**: número ou nome da ferramenta com que o TNC já efetuou desbaste prévio. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta de desbaste prévio diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey. Além disso, pode-se introduzir o nome da ferramenta com a softkey **Nome de ferramenta**. O TNC introduz as aspas de citação (em cima) automaticamente quando se deixa 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. Campo de introdução 0 a 99999 na introdução numérica, 16 caracteres, no máximo, para introdução do nome
- **Q446 Material residual aceite?** Indique até que valor em mm é aceite material residual sobre o contorno. Se introduzir, p. ex., 0,01 mm, a partir de uma espessura de material residual de 0,01 mm, o TNC deixa de executar uma maquinagem de material residual. Campo de introdução 0,001 a 9,999
- **Q447 Distância máxima de ligação?** Distância máxima entre duas áreas a desbastar. Dentro desta distância, o TNC desloca-se sem movimento de elevação, na profundidade de maquinagem ao lado do contorno. Campo de introdução 0 a 999,999
- **Q448 Prolongamento da trajetória?** Valor para o prolongamento da trajetória da ferramenta no início e no fim do contorno. O TNC prolonga sempre a trajetória da ferramenta paralelamente ao contorno. Campo de introdução de 0 a 99,999

7.10 TRAÇADO DO CONTORNO 3D (ciclo 276, DIN/ISO: G276, opção de software 19)

Execução do ciclo



Este ciclo, em conjunto com o ciclo 14 CONTORNO e o ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR., permite maquinar contornos abertos e fechados. Também se pode trabalhar com um reconhecimento automático de material residual. Dessa forma, é possível, p. ex., acabar de maquinar esquinas interiores posteriormente com uma ferramenta mais pequena.

O ciclo 276 TRACADO CONTORNO 3D, em comparação com o ciclo 25 CONJUNTO CONTORNO, também processa coordenadas do eixo da ferramenta que estão definidas no subprograma de contorno. Dessa maneira, o ciclo pode processar contornos tridimensionais.

É recomendável programar o ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR. antes do ciclo 276 TRACADO CONTORNO 3D.

Maquinagem de um contorno sem corte: profundidade de fresagem Q1=0

1 A ferramenta desloca-se para o ponto inicial da maquinagem. Este ponto inicial resulta do primeiro ponto de contorno, do tipo de fresagem selecionado e dos parâmetros do ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR. previamente definidos como, p. ex., o tipo de aproxim. Neste caso, o TNC desloca a ferramenta para a primeira profundidade de passo
2 O TNC aproxima ao contorno de acordo com o ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR. previamente definido e, em seguida, executa a maquinagem até ao final do contorno
3 No final do contorno, o movimento de afastamento realiza-se conforme definido no ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR.
4 Para terminar, o TNC posiciona a ferramenta à altura segura

Maquinagem de um contorno com passo: profundidade de fresagem Q1 definida diferente de 0 e profundidade de passo Q10

1 A ferramenta desloca-se para o ponto inicial da maquinagem. Este ponto inicial resulta do primeiro ponto de contorno, do tipo de fresagem selecionado e dos parâmetros do ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR. previamente definidos como, p. ex., o tipo de aproxim. Neste caso, o TNC desloca a ferramenta para a primeira profundidade de passo
2 O TNC aproxima ao contorno de acordo com o ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR. previamente definido e, em seguida, executa a maquinagem até ao final do contorno
3 Quando está selecionada uma maquinagem em sentido sincronizado e em sentido oposto (Q15=0), o TNC executa um movimento pendular. Realiza o movimento de passo no final e no ponto inicial do contorno. Quando Q15 é diferente de 0, o TNC desloca a ferramenta à altura segura de volta para o ponto inicial da maquinagem e, aí, para a profundidade de passo seguinte
4 O movimento de afastamento realiza-se conforme definido no ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR.

5 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade programada
6 Para terminar, o TNC posiciona a ferramenta à altura segura

Ter em atenção ao programar!

O primeiro bloco do subprograma de contorno deve conter valores em todos os três eixos X, Y e Z.

Se utilizar blocos **APPR** e **DEP** para a aproximação ou o afastamento, o TNC verifica se estes movimentos de aproximação e afastamento lesarão o contorno.

O sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se se programar a profundidade = 0, o TNC utiliza as coordenadas do eixo da ferramenta indicadas no subprograma de contorno.

Caso se utilize o ciclo 25 CONJUNTO CONTORNO, no ciclo CONT. só é permitido definir um subprograma.

Em conjunto com o ciclo 276, é recomendável utilizar o ciclo 270 DADOS RECOR. CONTOR.. Em contrapartida, o ciclo 20 DADOS DO CONTORNO não é necessário.

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

A memória de um ciclo SL é limitada. É possível programar um máximo de 16384 elementos de contorno num ciclo SL.

Se **M110** estiver ativo durante a maquinagem, nos arcos de círculo com interior corrigido, o avanço é reduzido em conformidade.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o TNC posiciona a ferramenta à altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O TNC não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se, antes de uma chamada de ciclo, a ferramenta for posicionada a seguir a um obstáculo, pode ocorrer uma colisão.

- Posicionar a ferramenta antes da chamada do ciclo, de modo a que o TNC possa aproximar ao ponto inicial do contorno sem colisão
- Se a posição da ferramenta na chamada do ciclo se encontra abaixo da altura segura, o TNC emite uma mensagem de erro

Parâmetros de ciclo

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q7 Altura de seguranca?** (absoluta) : altura absoluta onde não pode produzir-se nenhuma colisão com a peça (para posicionamento intermédio e retrocesso no fim do ciclo). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q15 Tipo de fresagem? antihorario=-1**: Fresagem sincronizada: introdução = +1 Fresagem em sentido oposto: introdução = –1 Alternando a fresagem em sentido sincronizado e a fresagem em sentido oposto com várias aproximações: introdução = 0
- **Q18 Ferramenta de desbaste previo?** ou **QS18**: número ou nome da ferramenta com que o TNC já efetuou desbaste prévio. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta de desbaste prévio diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey. Além disso, pode-se introduzir o nome da ferramenta com a softkey **Nome de ferramenta**. O TNC introduz as aspas de citação (em cima) automaticamente quando se deixa 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. Campo de introdução 0 a 99999 na introdução numérica, 16 caracteres, no máximo, para introdução do nome

Blocos NC

```
62 CYCL DEF 276 TRACADO CONTORNO 3D
   Q1=-20        ;PROF. DE FRESAGEM
   Q3=+0         ;SOBRE-METAL LATERAL
   Q7=+50        ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q10=-5        ;INCREMENTO
   Q11=150       ;AVANCO INCREMENTO
   Q12=500       ;AVANCO PARA DESBASTE
   Q15=+1        ;TIPO DE FRESAGEM
   Q18=0         ;FERRAM. PREDESBASTE
   Q446=+0,01;MATERIAL RESIDUAL
   Q447=+10      ;DISTANCIA DE LIGACAO
   Q448=+2       ;PROLONGAM.TRAJETORIA
```

- **Q446 Material residual aceite?** Indique até que valor em mm é aceite material residual sobre o contorno. Se introduzir, p. ex., 0,01 mm, a partir de uma espessura de material residual de 0,01 mm, o TNC deixa de executar uma maquinagem de material residual. Campo de introdução 0,001 a 9,999
- **Q447 Distância máxima de ligação?** Distância máxima entre duas áreas a desbastar. Dentro desta distância, o TNC desloca-se sem movimento de elevação, na profundidade de maquinagem ao lado do contorno. Campo de introdução 0 a 999,999
- **Q448 Prolongamento da trajetória?** Valor para o prolongamento da trajetória da ferramenta no início e no fim do contorno. O TNC prolonga sempre a trajetória da ferramenta paralelamente ao contorno. Campo de introdução de 0 a 99,999

7.11 DADOS DE TRAÇADO DE CONTORNO (ciclo 270, DIN/ISO: G270, opção de software 19)

Ter em atenção ao programar!

Com este ciclo, pode determinar diferentes características do ciclo 25 TRAÇADO DO CONTORNO.

O ciclo 270 ativa-se com DEF, quer dizer, atua a partir da sua definição no programa de maquinagem.

Ao utilizar o ciclo 270 no subprograma de contorno, não definir nenhuma correção de raio.

Definir o ciclo 270 antes do ciclo 25.

Parâmetros de ciclo

- **Q390 Tipo de aproximaç/afastamento?**: definição do tipo de aproximação/de afastamento:
  Q390=1:
  Aproximar tangencialmente ao contorno num arco de círculo
  Q390=2:
  Aproximar tangencialmente ao contorno numa reta
  Q390=3:
  Aproximar perpendicularmente ao contorno
- **Q391 Compen. raio (0=R0/1=RL/2=RR)?**: definição da correção do raio:
  Q391=0:
  Maquinar o contorno definido sem correção do raio
  Q391=1:
  Maquinar o contorno definido corrigido à esquerda
  Q391=2:
  Maquinar o contorno definido corrigido à esquerda
- **Q392 Raio aproxim./raio afastam.?** . válido apenas se tiver sido selecionada a aproximação tangencial num arco de círculo (Q390=1). Raio do círculo de entrada/círculo de afastamento. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q393 Ângulo do centro?** . válido apenas se tiver sido selecionada a aproximação tangencial num arco de círculo (Q390=1). Ângulo de abertura do círculo de entrada. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q394 Distância desde o pto. auxil.?**: válido apenas se estiver selecionada a aproximação tangencial numa reta ou numa aproximação perpendicular (Q390=2 ou Q390=3). Distância do ponto de auxílio, do qual o TNC deve deslocar o contorno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999

Blocos NC

```
62 CYCL DEF 270 DADOS RECOR.
   CONTOR.
   Q390=1      ;TIPO DE APROXIMACAO
   Q391=1      ;COMPENSACAO RAIO
   Q392=3      ;RAIO
   Q393=+45    ;ANGULO DO CENTRO
   Q394=+2     ;DISTANCIA
```

7.12 RANHURA DE CONTORNO TROCOIDAL (ciclo 275, DIN/ISO: G275, opção de software 19)

Execução do ciclo

Com este ciclo, é possível - em conjunto com o ciclo 14 **CONTORNO** - maquinar por completo ranhuras ou ranhuras de contorno abertas e fechadas pelo processo de fresagem trocoidal.

Com a fresagem trocoidal, é possível maquinar com uma maior profundidade de corte e a uma velocidade de corte mais alta, dado que, graças às condições de corte uniformes, não são exercidas influências que aumentam o desgaste na ferramenta. Através da utilização de placas de corte, o comprimento da lâmina pode ser completamente aproveitado, deste modo elevando o volume de maquinagem a obter por dente. Além disso, a fresagem trocoidal poupa a mecânica da máquina.

Dependendo da seleção dos parâmetros de ciclo, estão à disposição as seguintes alternativas de maquinagem:

- Maquinagem completa: desbaste, acabamento lateral
- Só desbaste
- Só acabamento lateral

Desbaste em ranhura fechada

A descrição do contorno de uma ranhura fechada deve sempre começar com um bloco de reta (bloco **L**).

1. A ferramenta avança com lógica de posicionamento para o ponto inicial da descrição do contorno e desloca-se de forma pendular com o ângulo de afundamento definido para a primeira profundidade de passo na tabela de ferramentas. A estratégia de afundamento determina-se com o parâmetro **Q366**
2. O TNC desbasta a ranhura com movimentos circulares até ao ponto final do contorno. Durante o movimento circular, o TNC desloca a ferramenta na direção de maquinagem com um corte que o operador pode definir (**Q436**). O movimento circular sincronizado ou em sentido contrário é determinado através do parâmetro **Q351**
3. No ponto final do contorno, o TNC leva a ferramenta até à altura segura e volta a posicionar-se no ponto inicial da descrição do contorno
4. Este processo repete-se até se alcançar a profundidade da ranhura programada

Acabamento em ranhura fechada

5. Desde que esteja definida uma medida excedente de acabamento, o TNC acaba as paredes da ranhura em vários cortes, caso isso esteja definido. Nesta fase, o TNC aproxima-se tangencialmente da parede da ranhura a partir do ponto inicial definido. Para isso, o TNC considera a marcha sincronizada ou em sentido contrário

Esquema: trabalhar com ciclos SL:

```
0 BEGIN PGM CYC275 MM
...
12 CYCL DEF 14.0 CONTORNO
13 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO 10
14 CYCL DEF 275 RANHURA DE
   CONTORNO TROCOIDAL ...
15 CYCL CALL M3
...
50 L Z+250 R0 FMAX M2
51 LBL 10
...
55 LBL 0
...
99 END PGM CYC275 MM
```

Desbaste em ranhura aberta

A descrição do contorno de uma ranhura aberta deve sempre começar com um bloco Approach [aproximação] (**appr**).

1 A ferramenta avança com lógica de posicionamento para o ponto inicial da maquinagem resultante dos parâmetros definidos no bloco **APPR** e posiciona aí perpendicularmente à primeira profundidade de passo
2 O TNC desbasta a ranhura com movimentos circulares até ao ponto final do contorno. Durante o movimento circular, o TNC desloca a ferramenta na direção de maquinagem com um corte que o operador pode definir (**Q436**). O movimento circular sincronizado ou em sentido contrário é determinado através do parâmetro **Q351**
3 No ponto final do contorno, o TNC leva a ferramenta até à altura segura e volta a posicionar-se no ponto inicial da descrição do contorno
4 Este processo repete-se até se alcançar a profundidade da ranhura programada

Acabamento em ranhura aberta

5 Desde que esteja definida uma medida excedente de acabamento, o TNC acaba as paredes da ranhura em vários cortes, caso isso esteja definido. Nesta fase, o TNC aproxima-se tangencialmente da parede da ranhura a partir do ponto inicial resultante do bloco **APPR**. Para isso, o TNC considera a marcha sincronizada ou em sentido contrário

Ter em atenção ao programar!

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

Se se utilizar o ciclo 275 RANHURA DE CONTORNO TROCOIDAL, no ciclo 14 CONTORNO só pode ser definido um subprograma de contorno.

No subprograma de contorno define-se a linha central da ranhura com todas as funções de trajetória disponíveis.

A memória de um ciclo SL é limitada. É possível programar um máximo de 16384 elementos de contorno num ciclo SL.

O TNC requer que o ciclo 20 DADOS DO CONTORNO não esteja relacionado com o ciclo 275.

Tratando-se de uma ranhura fechada, o ponto inicial não pode encontrar-se sobre uma esquina do contorno.

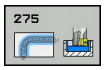
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

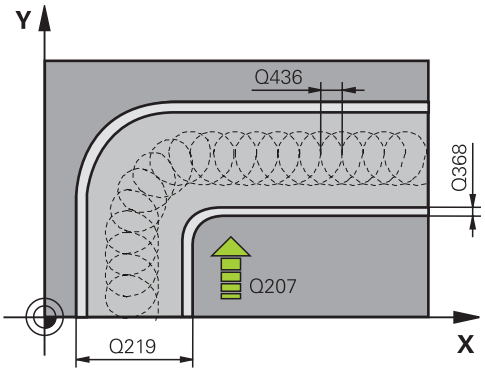
Caso se tenha ajustado o parâmetro **posAfterContPocket** para **ToolAxClearanceHeight**, após o final do ciclo, o TNC posiciona a ferramenta à altura segura apenas na direção do eixo da ferramenta. O TNC não posiciona a ferramenta no plano de maquinagem.

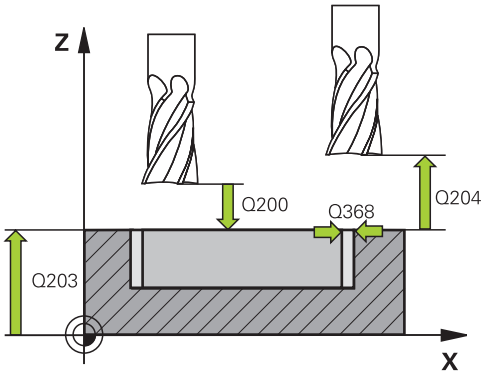
- Posicionar a ferramenta após o final do ciclo com todas as coordenadas do plano de maquinagem, p. ex., **L X+80 Y +0 R0 FMAX**
- Programar uma posição absoluta após o ciclo, não um movimento de deslocação incremental

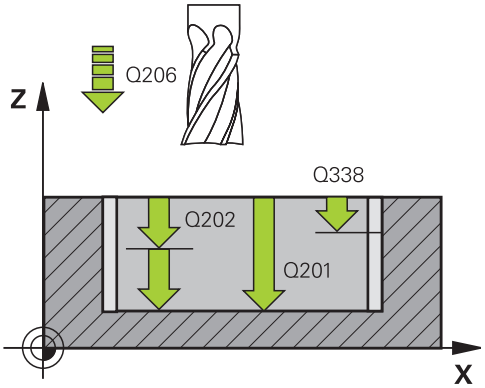
Parâmetros de ciclo



- **Q215 Tipo de mecanizado (0/1/2)?**: determinar a extensão da maquinagem:
  0: desbaste e acabamento
  1: apenas desbaste
  2: apenas acabamento
  o acabamento lateral e acabamento em profundidade só são executados se estiver definida a respetiva medida excedente de acabamento (Q368, Q369)
- **Q219 Largura da ranhura?** (Valor paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem): introduzir largura da ranhura; se se introduzir a largura da ranhura igual ao diâmetro da ferramenta, o TNC só desbasta (fresar oblongo). Largura de ranhura máxima no desbaste: dobro do diâmetro da ferramenta. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q368 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q436 Avanço por cada rotação?** (absoluto): valor por volta segundo o qual o TNC desloca a ferramenta na direção de maquinagem Intervalo de introdução: de 0 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q351 Direccao? Paral.=+1, Contr.=-1**: tipo de fresagem com M3:
  +1 = fresagem sincronizada
  -1 = fresagem em sentido oposto
  PREDEF: o TNC utiliza o valor do bloco GLOBAL DEF (Se introduzir 0, a maquinagem realiza-se em fresagem sincronizada)







- **Q201 Profundidade?** (incremental): Distância entre a superfície da peça de trabalho e a base da ranhura. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q202 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça; introduzir um valor superior a 0. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao deslocar-se na profundidade em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q338 Pasada para acabado?** (incremental): medida em que a ferramenta, no acabamento, é avançada no eixo do mandril. Q338=0: acabamento num corte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta no acabamento em profundidade e acabamento lateral em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q366 Estratégia de punção(0/1/2)?**: tipo de estratégia de afundamento:
  0 = afundar na perpendicular. Independentemente do ângulo de afundamento ANGLE definido na tabela de ferramentas, o TNC afunda perpendicularmente
  1 = Sem função
  2 = afundar de forma pendular. Na tabela de ferramentas, o ângulo de afundamento ANGLE para a ferramenta ativada tem que estar definido para um valor diferente de 0. Caso contrário, o TNC emite uma mensagem de erro
  Em alternativa, **PREDEF**

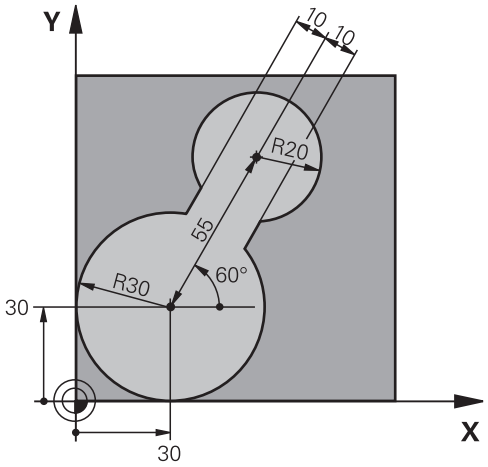
Blocos NC

```
8 CYCL DEF 275 RANH CONT FR
   TROCOID
   Q215=0      ;TIPO DE USINAGEM
   Q219=12     ;LARGURA RANHURA
   Q368=0.2    ;SOBRE-METAL LATERAL
   Q436=2      ;INFEED PER REV.
   Q207=500    ;AVANCO FRESAGEM
   Q351=+1     ;TIPO DE FRESAGEM
   Q201=-20    ;PROFUNDIDADE
   Q202=5      ;INCREMENTO
   Q206=150    ;AVANCO INCREMENTO
   Q338=5      ;PASADA PARA ACABADO
   Q385=500    ;AVANCO ACABADO
   Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q203=+0     ;COORD. SUPERFICIE
   Q204=50     ;2. DIST. SEGURANCA
   Q366=2      ;PUNCAR
   Q369=0      ;SOBRE-METAL FUNDO
   Q439=0      ;REFERENCIA AVANCO
9 CYCL CALL FMAX M3
```

- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (Incremental): medida excedente de acabamento para a profundidade. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q439 Referência de avanço (0-3)?**: Determinar a que se refere o avanço programado:
  0: O avanço refere-se à trajetória do ponto central da ferramenta
  1: O avanço refere-se à lâmina da ferramenta somente no acabamento lateral; de outro modo, à trajetória do ponto central
  2: No acabamento lateral **e** no acabamento em profundidade, o avanço refere-se à lâmina da ferramenta; de outro modo, à trajetória do ponto central
  3: O avanço refere-se sempre à lâmina da ferramenta

7.13 Exemplos de programação

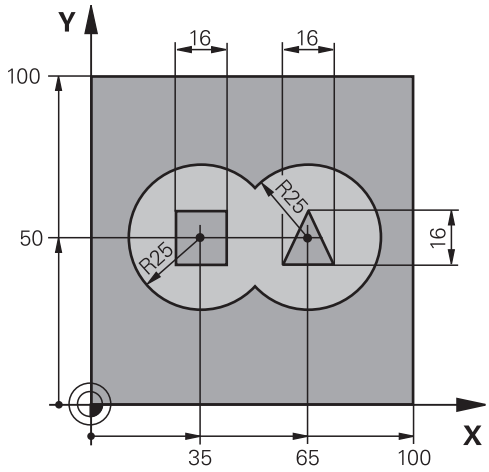
Exemplo: desbaste e acabamento posterior de uma caixa



0 BEGIN PGM C20 MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X-10 Y-10 Z-40	
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Definição do bloco
3 TOOL CALL 1 Z S2500	Chamada de ferramenta para o desbaste prévio, diâmetro 30
4 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Determinar o subprograma do contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO	Determinar os parâmetros gerais de maquinagem
Q1=-20 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q2=1 ;SOBREPOSICAO	
Q3=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q4=+0 ;SOBRE-METAL FUNDO	
Q5=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q6=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q7=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q8=0.1 ;RAIO ARREDONDAMENTO	
Q9=-1 ;SENTIDO DE ROTACAO	
8 CYCL DEF 22 DESBASTE	Definição do ciclo de desbaste prévio
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=350 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q18=0 ;FERRAM. PREDESBASTE	
Q19=150 ;AVANCO PENDULO	
Q208=30000 ;AVANCO DE RETROCESSO	
9 CYCL CALL M3	Chamada 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 DESBASTE	Definição do ciclo desbaste posterior
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=350 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q18=1 ;FERRAM. PREDESBASTE	
Q19=150 ;AVANCO PENDULO	
Q208=30000 ;AVANCO DE RETROCESSO	
13 CYCL CALL M3	Chamada 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	

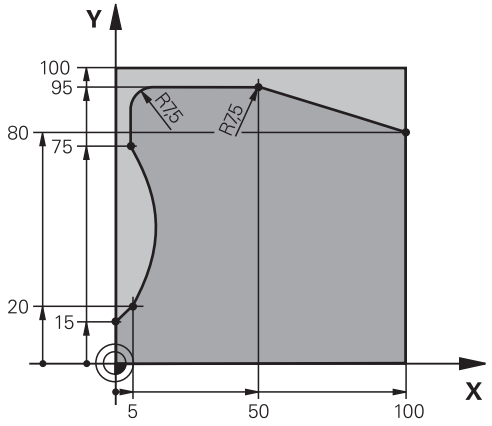
Exemplo: pré-furar, desbastar e acabar contornos sobrepostos



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 CONTORNO 1/2/3/4	
7 CYCL DEF 20 DADOS DO CONTORNO	Determinar os parâmetros gerais de maquinagem
Q1=-20 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q2=1 ;SOBREPOSICAO	
Q3=+0.5 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q4=+0.5 ;SOBRE-METAL FUNDO	
Q5=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q6=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q7=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q8=0.1 ;RAIO ARREDONDAMENTO	
Q9=-1 ;SENTIDO DE ROTACAO	
8 CYCL DEF 21 CTN FURAR	Definição do ciclo de Pré-furar
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=250 ;AVANCO INCREMENTO	
Q13=2 ;FERRAM. DESASTE	
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 DESBASTE	Definição do ciclo de desbaste
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	

Q12=350 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q18=0 ;FERRAM. PREDESBASTE	
Q19=150 ;AVANCO PENDULO	
Q208=30000 ;AVANCO DE RETROCESSO	
13 CYCL CALL M3	Chamada do ciclo de desbaste
14 CYCL DEF 23 ACABAMENTO FUNDO	Definição do ciclo de profundidade de acabamento
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=200 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q208=30000 ;AVANCO DE RETROCESSO	
15 CYCL CALL	Chamada do ciclo de profundidade de acabamento
16 CYCL DEF 24 ACABAMENTO LATERAL	Definição do ciclo de acabamento lateral
Q9=+1 ;SENTIDO DE ROTACAO	
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=400 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q14=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
17 CYCL CALL	Chamada 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 CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 25 CONJUNTO CONTORNO	Determinar os parâmetros de maquinagem
Q1=-20 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q3=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q5=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q7=+250 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=200 ;AVANCO 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

Softkey	Ciclo	Página
	27 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA	261
	28 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de ranhuras	264
	29 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de nervuras	268
	39 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresar contorno externo	271

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

Execução do ciclo

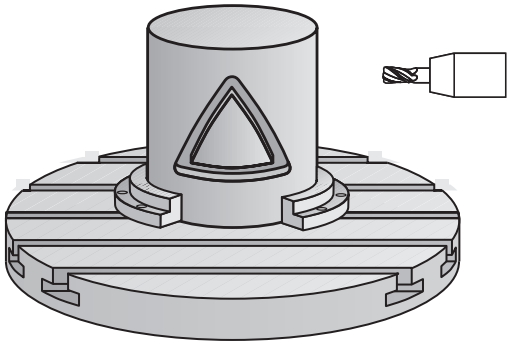
Com este ciclo, pode maquinar-se um contorno cilíndrico previamente programado segundo o desenvolvimento desse cilindro. Use o ciclo 28 se quiser fresar ranhuras de guia no cilindro.

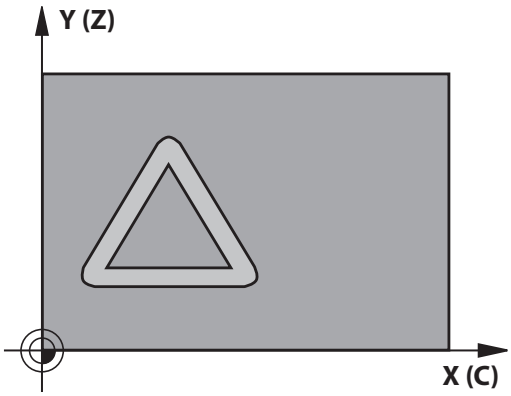
O contorno é descrito num subprograma determinado no ciclo 14 (CONTORNO).

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. Finalmente, a ferramenta retorna para o eixo da ferramenta sobre a altura de segurança





Ter em atenção ao programar!

Consulte o manual da sua máquina!

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

No primeiro bloco NC do programa de contorno programe sempre ambas as coordenadas da superfície lateral cilíndrica.

A memória de um ciclo SL é limitada. É possível programar um máximo de 16384 elementos de contorno num ciclo SL.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se 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

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano do desenvolvimento do cilindro; a medida excedente atua na direção da correção de raio. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q6 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Raio do cilindro?**: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q17 Dimensoes? graus=0 MM/pol=1**: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)

Blocos NC

```
63 CYCL DEF 27 CAPA CILINDRO
    Q1=-8        ;PROF. DE FRESAGEM
    Q3=+0        ;SOBRE-METAL LATERAL
    Q6=+0        ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q10=+3       ;INCREMENTO
    Q11=100      ;AVANCO INCREMENTO
    Q12=350      ;AVANCO PARA DESBASTE
    Q16=25       ;RAIO
    Q17=0        ;DIMENSOES
```

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

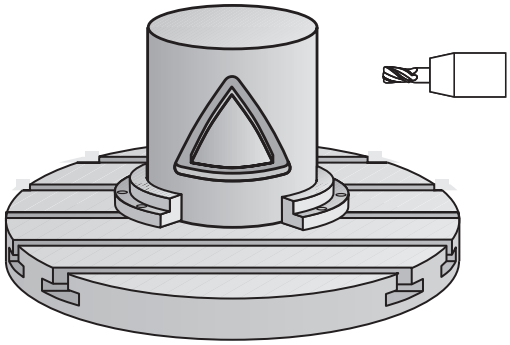
Execução do ciclo

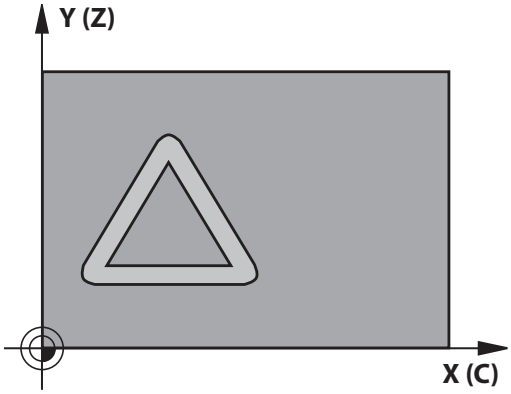
Com este ciclo pode-se transferir para a superfície de um cilindro uma ranhura de guia definida no desenvolvimento. Ao contrário do ciclo 27, neste ciclo o TNC coloca a ferramenta de forma a que as paredes, mesmo com a correcção do raio activada, estejam quase paralelas entre si. Obtém paredes exatamente paralelas quando utilizar uma ferramenta que tem exatamente o tamanho da largura da ranhura.

Quanto mais pequena a ferramenta em relação à largura da ranhura tanto maior são as deformações que surgem nas trajetórias circulares e retas inclinadas. Para minimizar estas deformações devidas ao processo, pode definir o parâmetro Q21. Este parâmetro indica a tolerância com a qual o 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. O TNC desloca a ferramenta perpendicularmente à primeira profundidade de passo. O comportamento de aproximação é tangencial ou sobre uma reta com avanço de fresagem Q12. O comportamento de aproximação depende dos parâmetros ConfigDatum CfgGeoCycle apprDepCylWall
3. 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.
4. No fim do contorno, o TNC desloca a ferramenta junto à parede oposta da ranhura e desloca-se de regresso ao ponto de recesso.
5. Repetem-se os passos de 2 a 3 até se ter atingido a profundidade de fresagem Q1.
6. Se definiu a tolerância Q21, o TNC executa a pós-maquinagem para obter paredes de ranhura o mais paralelas possível.
7. Finalmente, a ferramenta retorna para o eixo da ferramenta sobre a altura de segurança





Ter em atenção ao programar!

Este ciclo executa uma maquinagem alinhada de 5 eixos. Para poder executar este ciclo, o primeiro eixo da máquina sob a mesa da máquina deve ser um eixo de rotação. Além disso, a ferramenta deve poder ser posicionada perpendicularmente à superfície lateral.

Defina o comportamento de aproximação através de ConfigDatum, CfgGeoCycle, apprDepCylWall

- CircleTangential:
  Executar aproximação e saída tangenciais
- LineNormal: O movimento para o ponto inicial do contorno não se realiza tangencialmente, mas sim normal, ou seja, numa reta

No primeiro bloco NC do programa de contorno programe sempre ambas as coordenadas da superfície lateral cilíndrica.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se 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.

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

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

O tempo de maquinagem pode ser aumentado quando o contorno é composto por muitos elementos de contorno tangenciais.

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

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se o mandril não estiver ligado na chamada de ciclo, pode ocorrer uma colisão.

- Através do parâmetro displaySpindleErr, on/off, definir se o TNC deve emitir uma mensagem de erro se o mandril não estiver ligado
- A função deve ser ajustada pelo fabricante da máquina.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

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

- Controlar os movimentos de deslocação da máquina
- Controlar a posição final da ferramenta após o ciclo na simulação
- Programar coordenadas absolutas após o ciclo (não incrementais)

Parâmetros de ciclo

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente na parede da ranhura. A medida excedente de acabamento reduz a largura da ranhura em metade do valor introduzido. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q6 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Raio do cilindro?**: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q17 Dimensoes? graus=0 MM/pol=1**: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)
- **Q20 Largura ranhura?**: largura da ranhura a produzir. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q21 Tolerância?**: Quando se utiliza uma ferramenta que é mais pequena do que a largura da ranhura Q20 programada , ocorrem deformações condicionadas pelo procedimento na parede da ranhura no caso de círculos e de retas inclinadas. Quando definir a tolerância Q21, o 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 da tolerância 0,0001 a 9,9999
  Recomendação: aplicar uma tolerância de 0,02 mm.
  Função inativa: introduzir 0 (ajuste básico).

Blocos NC

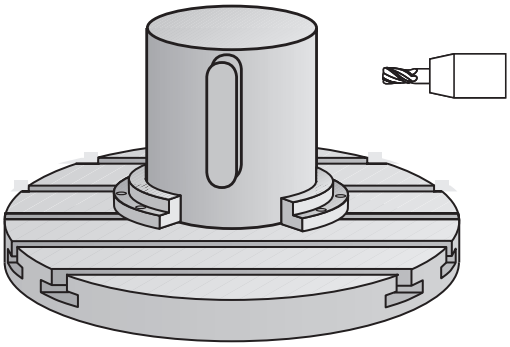
63 CYCL DEF 28 CAPA CILINDRO	
Q1=-8	;PROF. DE FRESAGEM
Q3=+0	;SOBRE-METAL LATERAL
Q6=+0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q10=+3	;INCREMENTO
Q11=100	;AVANCO INCREMENTO
Q12=350	;AVANCO PARA DESBASTE
Q16=25	;RAIO
Q17=0	;DIMENSOES
Q20=12	;LARGURA RANHURA
Q21=0	;TOLERANCIA

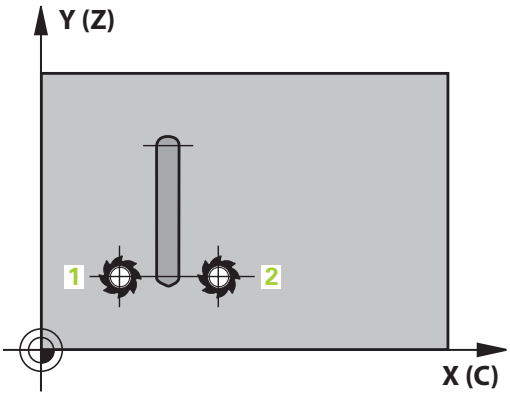
8.4 SUPERFÍCIE CILÍNDRICA Fresagem de nervuras (ciclo 29, DIN/ISO: G129, opção de software 1)

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 regressa ao eixo da ferramenta sobre a altura de segurança

Ter em atenção ao programar!

Este ciclo executa uma maquinagem alinhada de 5 eixos. Para poder executar este ciclo, o primeiro eixo da máquina sob a mesa da máquina deve ser um eixo de rotação. Além disso, a ferramenta deve poder ser posicionada perpendicularmente à superfície lateral.

No primeiro bloco NC do programa de contorno programe sempre ambas as coordenadas da superfície lateral cilíndrica.

No ciclo, o sinal do parâmetro Profundidade determina a direção da maquinagem. Se 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.

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

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

O parâmetro CfgGeoCycle displaySpindleErr on/off serve para definir se o TNC deve emitir uma mensagem de erro (on) ou não (off) se, na chamada de ciclo, o mandril não funcionar. A função deve ser ajustada pelo fabricante da sua máquina.

Parâmetros de ciclo

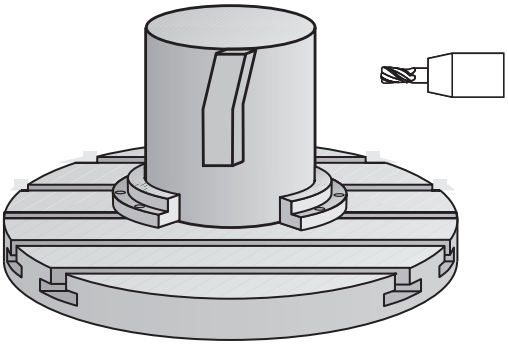
- **Q1 Profundidade de fresagem?** (incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente na parede da nervura. A medida excedente de acabamento aumenta a largura da nervura em metade do valor introduzido. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q6 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Raio do cilindro?**: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q17 Dimensoes? graus=0 MM/pol=1**: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)
- **Q20 Amplitude da ponte?**: largura da nervura a produzir. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

Blocos NC

```
63 CYCL DEF 29 ALMA SUPERF. CILIND.
    Q1=-8          ;PROF. DE FRESAGEM
    Q3=+0          ;SOBRE-METAL LATERAL
    Q6=+0          ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q10=+3         ;INCREMENTO
    Q11=100        ;AVANCO INCREMENTO
    Q12=350        ;AVANCO PARA DESBASTE
    Q16=25         ;RAIO
    Q17=0          ;DIMENSOES
    Q20=12         ;AMPLITUDE PONTE
```

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

Execução do ciclo



Com este ciclo, pode produzir um contorno sobre a superfície de um cilindro. Para isso, o contorno é definido sobre o desenvolvimento de um cilindro. Neste ciclo o TNC coloca a ferramenta de forma a que a parede do contorno fresado, mesmo com a correção do raio ativada, esteja em paralelo com o eixo do cilindro.

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

No subprograma, descreva o contorno sempre com as coordenadas X e Y, independentemente dos eixos rotativos existentes na sua máquina. A descrição do contorno é também independente da configuração da sua máquina. Como funções de trajetória, estão disponíveis **L**, **CHF**, **CR**, **RND** e **CT**.

Ao contrário dos ciclos 28 e 29, no subprograma de contornos define o contorno que realmente deve ser produzido.

1 O TNC posiciona a ferramenta sobre o ponto inicial da maquinagem. O TNC coloca o ponto inicial deslocado pelo diâmetro da ferramenta ao lado do primeiro ponto definido no subprograma de contorno.
2 Em seguida, o TNC desloca a ferramenta perpendicularmente à primeira profundidade de corte. O comportamento de aproximação é tangencial ou sobre uma reta com avanço de fresagem Q12. Eventualmente, é tida em conta a medida excedente lateral. (Comportamento de aproximação dependente dos parâmetros ConfigDatum, CfgGeoCycle, apprDepCylWall)
3 Na primeira profundidade de passo, a ferr.ta fresa, com o avanço de fresar Q12, ao longo do contorno até o traço de contorno definido ter sido completamente produzido
4 De seguida, a ferramenta sai tangencialmente da parede da nervura de regresso ao ponto inicial da maquinagem
5 Repetem-se os passos de 2 a 4 até se ter atingido a profundidade de fresagem Q1
6 Finalmente, a ferramenta regressa ao eixo da ferramenta sobre a altura de segurança

Ter em atenção ao programar!

Este ciclo executa uma maquinagem alinhada de 5 eixos. Para poder executar este ciclo, o primeiro eixo da máquina sob a mesa da máquina deve ser um eixo de rotação. Além disso, a ferramenta deve poder ser posicionada perpendicularmente à superfície lateral.

No primeiro bloco NC do programa de contorno programe sempre ambas as coordenadas da superfície lateral cilíndrica.

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

Certifique-se que a ferramenta tem espaço lateral suficiente para o movimento de aproximação e de saída.

O cilindro deve estar fixado no centro sobre a mesa rotativa. Defina o ponto de referência no centro da mesa rotativa.

O eixo do mandril deve encontrar-se na perpendicular sobre o eixo da mesa rotativa ao chamar-se o ciclo.

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

O tempo de maquinagem pode ser aumentado quando o contorno é composto por muitos elementos de contorno tangenciais.

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

Defina o comportamento de aproximação através de ConfigDatum, CfgGeoCycle, apprDepCylWall

- CircleTangential:
  Executar aproximação e saída tangenciais
- LineNormal: O movimento para o ponto inicial do contorno não se realiza tangencialmente, mas sim normal, ou seja, numa reta

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se o mandril não estiver ligado na chamada de ciclo, pode ocorrer uma colisão.

- Através do parâmetro displaySpindleErr, on/off, definir se o TNC deve emitir uma mensagem de erro se o mandril não estiver ligado
- A função deve ser ajustada pelo fabricante da máquina.

Parâmetros de ciclo

- **Q1 Profundidade de fresagem?** (incremental): distância entre a superfície cilíndrica e a base do contorno. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q3 Sobre-metal para a lateral?** (incremental): medida excedente de acabamento no plano do desenvolvimento do cilindro; a medida excedente atua na direção da correção de raio. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q6 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a superfície frontal da ferramenta e a superfície cilíndrica. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q10 Incremento?** (incremental): medida segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q11 Avanco de incremento?**: avanço de deslocação no eixo do mandril. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q12 Avanco de desbaste?**: avanço com movimentos de deslocação no plano de maquinagem. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q16 Raio do cilindro?**: raio do cilindro sobre o qual se deve maquinar o contorno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q17 Dimensoes? graus=0 MM/pol=1**: programar as coordenadas do eixo rotativo no subprograma em graus ou mm (poleg.)

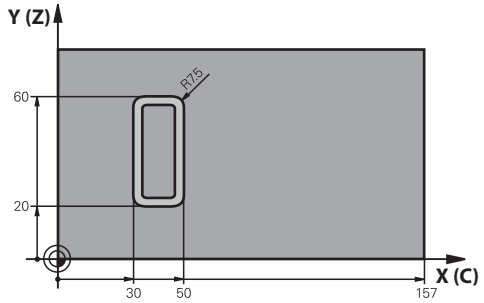
Blocos NC

```
63 CYCL DEF 39 CONT. SUPERF. CILIN.
    Q1=-8        ;PROF. DE FRESAGEM
    Q3=+0        ;SOBRE-METAL LATERAL
    Q6=+0        ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q10=+3       ;INCREMENTO
    Q11=100      ;AVANCO INCREMENTO
    Q12=350      ;AVANCO PARA DESBASTE
    Q16=25       ;RAIO
    Q17=0        ;DIMENSOES
```

8.6 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

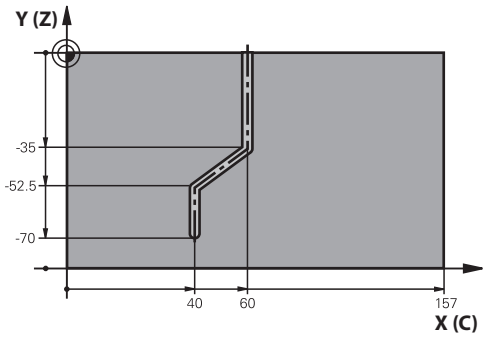


0 BEGIN PGM C27 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	Chamada de ferramenta, diâmetro 7
2 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
3 L X+50 Y0 R0 FMAX	Posicionar previamente a ferramenta no centro da mesa rotativa
4 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+90 SPC+0 TURN MBMAX FMAX	Inclinar
5 CYCL DEF 14.0 CONTORNO	Determinar o subprograma do contorno
6 CYCL DEF 14.1 LABEL CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 27 CAPA CILINDRO	Determinar os parâmetros de maquinagem
Q1=-7 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q3=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q6=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q10=54 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=250 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q16=25 ;RAIO	
Q17=1 ;DIMENSOES	
8 L C+0 R0 FMAX M13 M99	Posicionar previamente a mesa rotativa, mandril ligado, chamar ciclo
9 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
10 PLANE RESET TURN FMAX	Anular a inclinação, suprimir a função PLANE
11 M2	Final do programa
12 LBL 1	Subprograma de contorno
13 L X+40 Y+20 RL	Indicações do eixo rotativo em mm (Q17=1)
14 L X+50	
15 RND R7.5	
16 L Y+60	
17 RN R7.5	
18 L IX-20	

19 RND R7.5	
20 L Y+20	
21 RND R7.5	
22 L X+40 Y+20	
23 LBL 0	
24 END PGM C27 MM	

Exemplo: superfície cilíndrica com ciclo 28

- Cilindro fixo no centro da mesa rotativa
- Máquina com cabeça B e mesa C
- O ponto de referência situa-se no centro da mesa rotativa
- Descrição da trajetória do ponto central no subprograma de contorno



0 BEGIN PGM C28 MM	
1 TOOL CALL 1 Z S2000	Chamada 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 CONTORNO 1	
7 CYCL DEF 28 CAPA CILINDRO	Determinar os parâmetros de maquinagem
Q1=-7 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q3=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q6=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q10=-4 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=250 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q16=25 ;RAIO	
Q17=1 ;DIMENSOES	
Q20=10 ;LARGURA RANHURA	
Q21=0.02 ;TOLERANCIA	Pós-maquinagem ativa
8 L C+0 R0 FMAX M3 M99	Posicionar previamente a mesa rotativa, mandril ligado, chamar ciclo
9 L Z+250 R0 FMAX	Retirar a ferramenta
10 PLANE RESET TURN FMAX	Anular a inclinação, suprimir a função PLANE
11 M2	Final do programa
12 LBL 1	Subprograma de contorno, descrição da trajetória do ponto central
13 L X+60 Y+0 RL	Indicações do eixo rotativo em mm (Q17=1)
14 L Y-35	
15 L X+40 Y-52.5	
16 L Y-70	
17 LBL 0	
18 END PGM C28 MM	

9

Ciclos de maquinagem: Caixa de contorno com fórmula de contorno

9.1 Ciclos SL com fórmula de contorno complexa

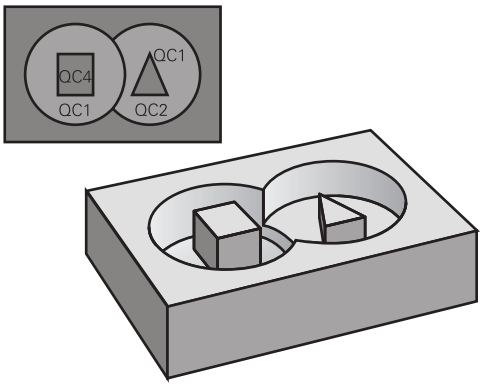
Princípios básicos

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 ACABAMENTO LATERAL
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 contornos parciais, ficam também ativadas nos subprogramas seguintes, mas não devem ser anuladas depois da chamada de ciclo
- Os subprogramas também podem conter coordenadas no eixo do mandril, mas estas são ignoradas
- No primeiro bloco de coordenadas do subprograma, determina-se o plano de maquinagem.
- Se necessário, pode definir subcontornos com profundidades diferentes

Características dos ciclos de maquinagem

- O 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 aproximação 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  MODEL MM
1 DECLARE CONTOUR  QC1 =
    "CIRCULO1"
2 DECLARE CONTOUR  QC2 =
    "CIRCULOXY"  DEPTH15
3 DECLARE CONTOUR  QC3 =
    "TRIANGULO"  DEPTH10
4 DECLARE CONTOUR  QC4 =
    "QUADRADO"  DEPTH5
5 QC10 =  ( QC1 | QC3 | QC4 ) \ QC2
6 END PGM  MODEL MM
```

```
0 BEGIN PGM  CIRCULO1 MM
1 CC  X+75 Y+50
2 LP  PR+45 PA+0
3 CP  IPA+360 DR+
4 END PGM  CIRCULO1 MM
```

```
0 BEGIN PGM  CIRCULO31XY MM
...
...
```

Selecionar programa 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
- Menu para funções: premir a softkey de 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
- Menu para funções: premir a softkey de maquinagem de contorno e de pontos

DECLARE CONTOUR
- Premir a softkey **DECLARE CONTOUR**
- Confirmar o número para o descritor de contorno **QC**. Confirmar com a tecla **ENT**
- Introduzir o nome completo do programa com as descrições de contorno. Confirmar com a tecla **END** ou quando o desejar
- Definir a profundidade independente para o contorno selecionado

> Com o descritor de contorno indicado **QC**, poderá calcular na fórmula de contorno os diferentes contornos entre si.
>
> Quando utilizar contornos com profundidade independente, deverá atribuir uma profundidade a todos os contornos parciais (se necessário, atribuir profundidade 0).

Introduzir fórmula de contorno mais complexa

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

SPEC FCT

- Mostrar barra de softkeys com funções especiais

MAQUINAÇÃO PONTO CONTORNO

- Menu para funções: premir a softkey de maquinagem de contorno e de pontos

CONTORNO FORMULA

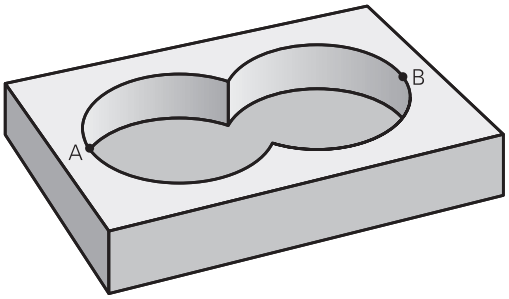
- Premir a softkey **FORMULA CONTORNO**: o TNC mostra as seguintes softkeys:

Softkey	Função lógica
● & ◆	**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 de contorno 1: caixa A

```
0 BEGIN PGM  CAIXA_A MM
1 L  X+10 Y+50  R0
2 CC  X+35 Y+50
3 C  X+10 Y+50  DR-
4 END PGM  CAIXA_A MM
```

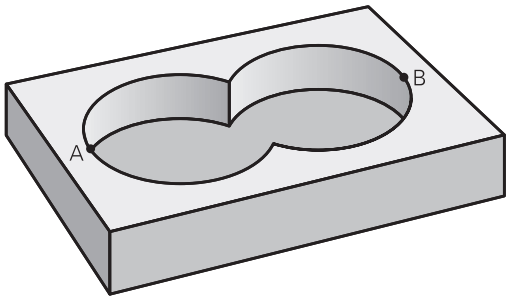
Programa de descrição do contorno 2: caixa B

```
0 BEGIN PGM  CAIXA_B MM
1 L  X+90 Y+50  R0
2 CC  X+65 Y+50
3 C  X+90 Y+50  DR-
4 END PGM  CAIXA_B MM
```

Superfície de „soma“

Maquinam-se ambas as superfícies parciais A e B incluindo a superfície coberta em comum:

- As superfícies A e B têm que estar programadas em programas separados sem correção do raio
- Na fórmula de contorno, as superfícies A e B são calculadas com a função “reunido com“



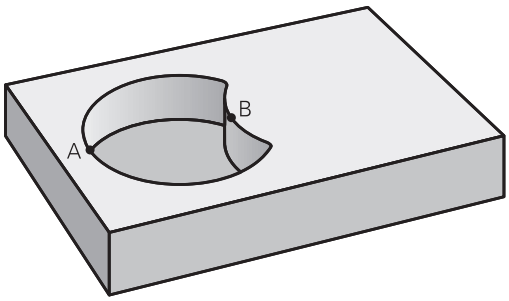
Programa de definição do contorno:

```
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**



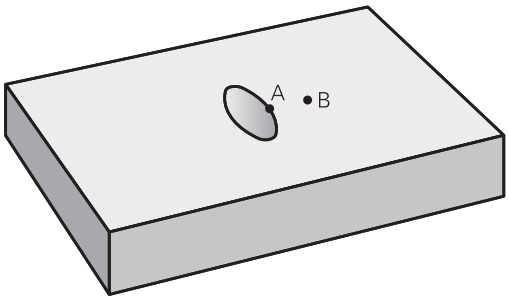
Programa de definição do contorno:

```
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"



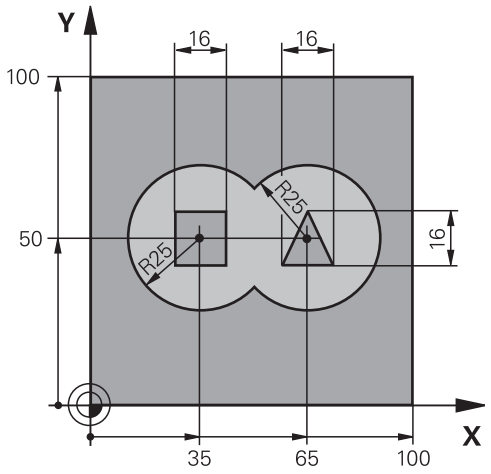
Programa de definição do contorno:

```
50 ...
51 ...
52 DECLARE CONTOUR  QC1 = "CAIXA_A.H"
53 DECLARE CONTOUR  QC2 = "CAIXA_B.H"
54 QC10 =  QC1 & 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 216).

Exemplo: desbastar e acabar contornos sobrepostos com fórmula de contorno



0 BEGIN PGM CONTORNO MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-40	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	
3 TOOL 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 ;PROF. DE FRESAGEM	
Q2=1 ;SOBREPOSICAO	
Q3=+0.5 ;SOBRE-METAL LATERAL	
Q4=+0.5 ;SOBRE-METAL FUNDO	
Q5=+0 ;COORD. SUPERFICIE	
Q6=2 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q7=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q8=0.1 ;RAIO ARREDONDAMENTO	
Q9=-1 ;SENTIDO DE ROTACAO	

9 CYCL DEF 22 DESBASTE	Definição do ciclo de desbaste
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=350 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q18=0 ;FERRAM. PREDESBASTE	
Q19=150 ;AVANCO PENDULO	
Q401=100 ;FACTOR DE AVANCO	
Q404=0 ;ESTRATEGIA PROFUND.	
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 FUNDO	Definição do ciclo de profundidade de acabamento
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=200 ;AVANCO PARA DESBASTE	
13 CYCL CALL M3	Chamada do ciclo de profundidade de acabamento
14 CYCL DEF 24 ACABAMENTO LATERAL	Definição do ciclo de acabamento lateral
Q9=+1 ;SENTIDO DE ROTACAO	
Q10=5 ;INCREMENTO	
Q11=100 ;AVANCO INCREMENTO	
Q12=400 ;AVANCO PARA DESBASTE	
Q14=+0 ;SOBRE-METAL LATERAL	
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 MODEL MM	Programa de definição do contorno
1 DECLARE CONTOUR QC1 = "CIRCULO1"	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 = "CIRCULO31XY"	Definição do descritor de contorno para o programa "CÍRCULO31XY"
6 DECLARE CONTOUR QC3 = “TRIANGULO"	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 CIRCULO1 MM	Programa de descrição de contorno: círculo à direita
1 CC X+65 Y+50	
2 L PR+25 PA+0 R0	
3 CP IPA+360 DR+	
4 END PGM CIRCULO1 MM	

0 BEGIN PGM CIRCULO31XY MM	Programa de descrição de contorno: círculo à esquerda
1 CC X+Q1 Y+Q2	
2 LP PR+Q3 PA+0 R0	
3 CP IPA+360 DR+	
4 END PGM CIRCULO31XY MM	

0 BEGIN PGM TRIANGULO MM	Programa de descrição de contorno: triângulo à direita
1 L X+73 Y+42 R0	
2 L X+65 Y+58	
3 L X+58 Y+42	
4 L X+73	
5 END PGM TRIANGULO MM	

0 BEGIN PGM QUADRADO MM	Programa de descrição de contorno: quadrado à esquerda
1 L X+27 Y+58 R0	
2 L X+43	
3 L Y+42	
4 L X+27	
5 L Y+58	
6 END PGM QUADRADO MM	

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 ACABAMENTO LATERAL
17 CYCL CALL
63 L  Z+250 R0  FMAX M2
64 END PGM  CONTDEF MM
```

Características dos subcontornos

- Não programe nenhuma correção do raio.
- O 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 aproximação 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

- Menu para funções: premir a softkey de 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 contornos parciais

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", Página 216).

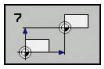
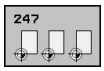
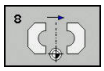
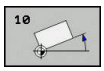
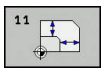
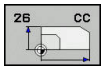
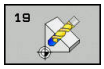
10

Ciclos: Conversões de coordenadas

10.1 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:

Softkey	Ciclo	Página
	7 PONTO ZERO Deslocar contornos diretamente no programa ou de tabelas de pontos zero	293
	247 DEFINIR PONTO DE REFERÊNCIA Definir o ponto de referência durante a execução do programa	299
	8 ESPELHAR Espelhar contornos	300
	10 ROTAÇÃO Rodar contornos no plano de maquinagem	302
	11 FATOR DE ESCALA Reduzir ou ampliar contornos	304
	26 FATOR DE ESCALA ESPECÍFICO DE CADA EIXO Reduzir ou ampliar contornos com fatores de escala específicos dos eixos	305
	19 PLANO DE MAQUINAGEM Executar maquinagens no sistema de coordenadas inclinado para máquinas com ferramenta basculante e/ou mesas rotativas	307

Atuação das conversões de coordenadas

Início da atuação: uma conversão de coordenadas atua a partir da sua definição – não é, portanto, chamada. A conversão atua até ser anulada ou definida uma nova.

Restaurar a conversão de coordenadas:

- Definir o ciclo com os valores para o comportamento básico, p.ex. fator de escala 1.0
- Executar as funções auxiliares M2, M30 ou o bloco END PGM (conforme o parâmetro de máquina **clearMode**)
- Selecionar novo programa

10.2 DESLOCAÇÃO DO PONTO ZERO (ciclo 7, DIN/ISO: G54)

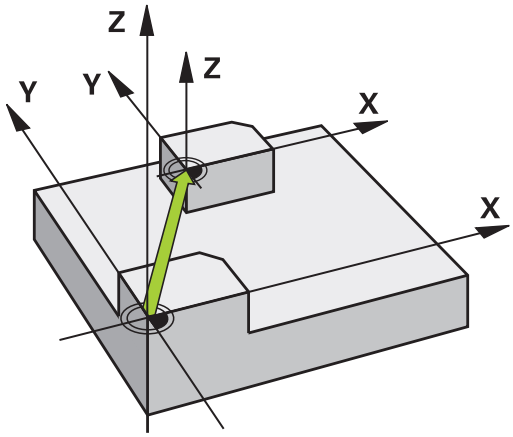
Ativação

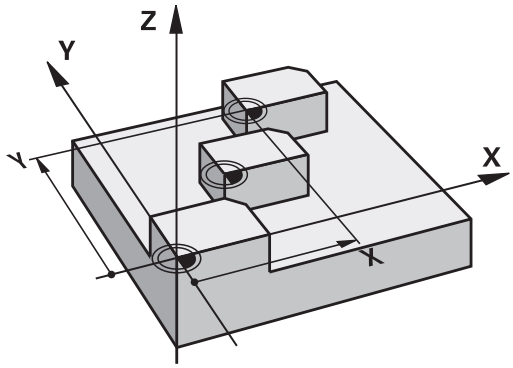
Com a deslocação do ponto zero, é possível repetir maquinagens em qualquer ponto da peça de trabalho.

Após uma definição de ciclo Deslocação do ponto zero, todas as introduções de coordenadas referem-se ao novo ponto zero. O TNC visualiza a deslocação em cada eixo na apresentação adicional de estados. É também permitida a introdução de eixos rotativos

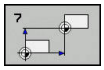
Anular

- 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



- **deslocamento**: introduzir as coordenadas do novo ponto zero; os valores absolutos referem-se ao ponto zero da peça de trabalho determinado através da definição do ponto de referência; os valores incrementais referem-se sempre ao último ponto zero válido – este pode já ser deslocado. Campo de introdução até 6 eixos NC, respetivamente, de -99999,9999 a 99999,9999

Blocos NC

```
13 CYCL DEF 7.0 PONTO ZERO
14 CYCL DEF 7.1  X+60
15 CYCL DEF 7.2  Y+40
16 CYCL DEF 7.3  Z-5
```

Ter em atenção ao programar

Com o parâmetro de máquina opcional **CfgDisplayCoordSys** (N.º 127501), é possível escolher em que sistema de coordenadas a visualização de estado mostra uma deslocação do ponto zero ativo.

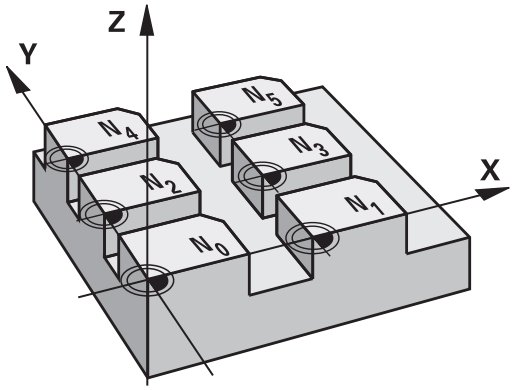
10.3 Deslocação do PONTO ZERO com tabelas de pontos zero (ciclo 7, DIN/ISO: G53)

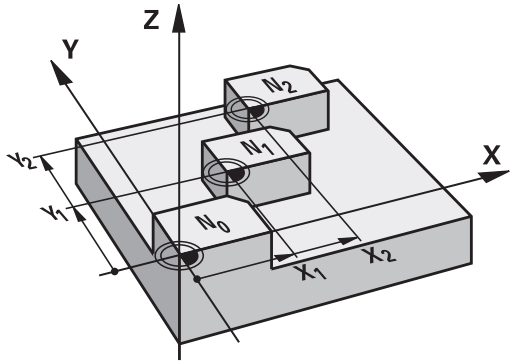
Atuação

Definir tabelas de pontos zero, p. ex., em

- passos de maquinagem que se repetem com frequência em diferentes posições da peça de trabalho ou
- utilização frequente da mesma deslocação do ponto zero

Dentro dum programa, 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 visualização de estado suplementar, são visualizados os seguintes dados a partir da tabela de pontos zero:

- Nome e caminho da tabela de pontos zero ativa
- Número do ponto zero ativado
- Comentário a partir da coluna DOC do número do ponto zero ativado

Ter em atenção ao programar!

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 pontos zero, utilize a função **SEL TABLE**, para ativar a tabela de pontos zero pretendida a partir do programa NC.

Com o parâmetro de máquina opcional **CfgDisplayCoordSys** (N.º 127501), é possível escolher em que sistema de coordenadas a visualização de estado mostra uma deslocação do ponto zero ativo.

Quando trabalhar sem **SEL-TABLE**, então necessita de ativar a tabela de pontos zero pretendida antes do teste de programa ou da execução do programa (aplica-se também para o gráfico de programação):

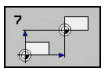
- Selecionar a tabela pretendida para o teste de programa no modo de funcionamento **Teste de programa** através da gestão de ficheiros: a tabela recebe o estado S
- Selecionar a tabela pretendida para o teste de programa nos modos de funcionamento **Execucao passo a passo** e **Execucao continua** através da gestão de ficheiros: a tabela recebe o estado M

Os valores das coordenadas das tabelas de pontos zero são exclusivamente absolutos.

Só é possível acrescentar novas linhas no fim da tabela.

Ao criar tabelas de pontos zero, o nome do ficheiro deve começar por uma letra.

Parâmetros de ciclo



- **deslocamento**: introduzir o número do ponto zero a partir da tabela de pontos zero, ou o parâmetro Q; se se utilizar um parâmetro Q, o 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
```

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:

PGM CALL

- Selecionar as funções para a chamada do programa: premir a tecla **PGM CALL**

TAB. Pº.ZEROS

- Premir a softkey **TAB. Pº.ZEROS**
- Introduzir o nome completo do caminho da tabela de pontos zero ou selecionar o ficheiro com a softkey **SELECC.**, confirmar com a tecla **END**

> Programar o bloco **SEL TABLE** antes do ciclo 7 de deslocação do ponto zero.
>
> Uma tabela de pontos zero selecionada com **SEL TABLE** permanece ativa até se selecionar outra tabela de pontos zero com **SEL TABLE** ou com **PGM MGT**.

Editar a tabela de pontos zero no modo de funcionamento Programar

> Depois de ter alterado um valor numa tabela de pontos zero, tem que memorizar as alterações com a tecla **ENT**. Caso contrário, as alterações podem não ser consideradas na maquinagem de um programa.

A tabela de pontos zero é selecionada no modo de funcionamento **Programar**

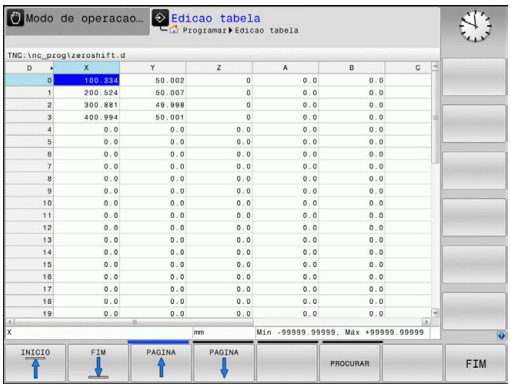
PGM MGT

- Chamar a Gestão de Ficheiros: premir a tecla **PGM MGT**
- Visualizar tabelas de pontos zero: premir as softkeys **SELECCI. TIPO** e **MOSTRAR .D**
- Selecionar a tabela pretendida ou introduzir um novo nome de ficheiro
- Editar um ficheiro A barra de softkeys indica, entre outras, as seguintes funções:

Softkey	Função
INICIO	Selecionar o início da tabela
FIM	Selecionar o fim da tabela
PAGINA	Passar para a página de trás
PAGINA	Passar para a página da frente
INSERIR LINHA	Inserir linha (só é possível no final da tabela)
APAGAR LINHA	Apagar linha
PROCURAR	Procurar
INICIO FILAS	Cursor para o início das linhas
FINAL FILAS	Cursor para o fim das linhas
COPIAR VALOR ACTUAL	Copiar os valores atuais
INSERIR VALOR COPIADO	Introduzir os valores atuais
MOVER-SE LINHAS N NO FINAL	Acrescentar a quantidade de linhas (pontos zero) possíveis de se introduzir no fim da tabela

Configurar tabela de pontos zero

Se não quiser definir nenhum ponto zero para um eixo ativo, prima a tecla **DEL**. O 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 outros tipos de ficheiro na gestão de ficheiros e selecionar o ficheiro pretendido.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

O comando tem em conta as alterações na tabela de pontos zero apenas se os valores estiverem guardados.

- Confirmar as alterações na tabela imediatamente com a tecla ENT
- Fazer correr o programa NC com cuidado após uma alteração da tabela de pontos zer

Apresentação de estados

Na visualização de estados suplementar, o TNC mostra os valores da deslocação do ponto zero ativa.

10.4 DEFINIR PONTO DE REFERÊNCIA (Ciclo 247, DIN/ISO: G247)

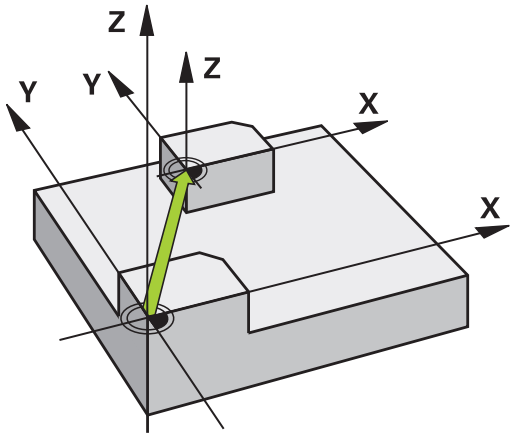
Atuação

Com o ciclo Definir ponto de referência, é possível ativar como novo ponto de referência um ponto de referência definido na tabela de pontos de referência.

Depois duma definição do ciclo Definir ponto de referência, todas as introduções de coordenadas e deslocações do ponto zero (absolutas e incrementais) referem-se ao novo ponto de referência.

Visualização de estado

Na visualização de estado, o TNC mostra o número do ponto de referência ativo a seguir ao símbolo de ponto de referência.



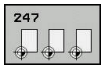
Ter em atenção antes de programar!

Ao ativar um ponto de referência da tabela de pontos de referência, o TNC anula a deslocação de ponto zero, o espelhamento, a rotação, o fator de escala e o fator de escala específico do eixo.

Se ativar o ponto de referência com o número 0 (linha 0), então ative o ponto de referência que tenha definido em último lugar no modo de funcionamento **Modo de operacao manual** ou **Volante electronico**.

O ciclo 247 atua também no modo de funcionamento Teste do programa.

Parâmetros de ciclo



- **Numero para ponto de referencia?**: indique o número do ponto de referência desejado a partir da tabela de pontos de referência. Em alternativa, também pode selecionar o ponto de referência desejado diretamente a partir da tabela de pontos de referência com a softkey **SELECC.**. Campo de introdução de 0 a 65535

Blocos NC

```
13 CYCL DEF 247 FIXAR P.REFERENCIA
    Q339=4      ;NUMERO PONTO REFER.
```

Apresentação de estados

Na visualização de estado adicional (**ESTADO POS.**), o TNC mostra o número de preset ativo por trás do diálogo **Pto.ref.**.

10.5 ESPELHAR (ciclo 8, DIN/ISO: G28)

Atuação

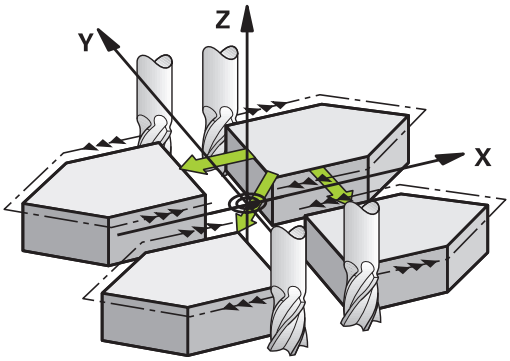
O TNC pode realizar uma maquinagem de reflexo no plano de maquinagem.

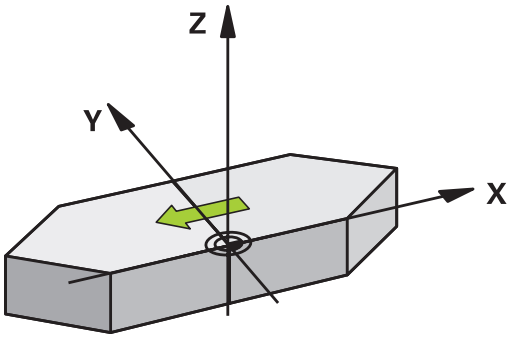
O espelhamento atua a partir da sua definição no programa. Também atua no modo de funcionamento **Posicionam.c/ introd. manual**. O TNC mostra na visualização de estado adicional os eixos espelhados ativados.

- Se se espelhar só um eixo, modifica-se o sentido de deslocação da ferramenta. Isto não é válido nos ciclos SL
- Se se espelharem dois eixos, não se modifica o sentido de deslocação

O resultado do reflexo depende da posição do ponto zero:

- O ponto zero situa-se sobre o contorno a espelhar: o elemento é espelhado diretamente no ponto zero
- O ponto zero situa-se fora do contorno que se pretende espelhar: o elemento desloca-se adicionalmente





Anular

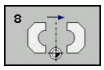
Programar de novo o ciclo REFLECTIR com a introdução **NO ENT**.

Ter em atenção ao programar!

Se trabalhar com o ciclo 8 estando o sistema inclinado, recomenda-se o seguinte procedimento:

- Programe, **em primeiro lugar**, o movimento de inclinação e defina **depois** o ciclo 8 ESPELHAMENTO!

Parâmetros de ciclo



- **Eixo espelhado?**: introduzir os eixos que devem ser espelhados; pode espelhar todos os eixos, incluindo eixos rotativos, à exceção do eixo do mandril e do correspondente eixo secundário. É permitido introduzir, no máximo, três eixos. Campo de introdução até 3 eixos NC **X**, **Y**, **Z**, **U**, **V**, **W**, **A**, **B**, **C**

Blocos NC

```
79 CYCL DEF 8.0  ESPELHAR
80 CYCL DEF 8.1  X Y  Z
```

10.6 ROTAÇÃO (Ciclo 10, DIN/ISO: G73)

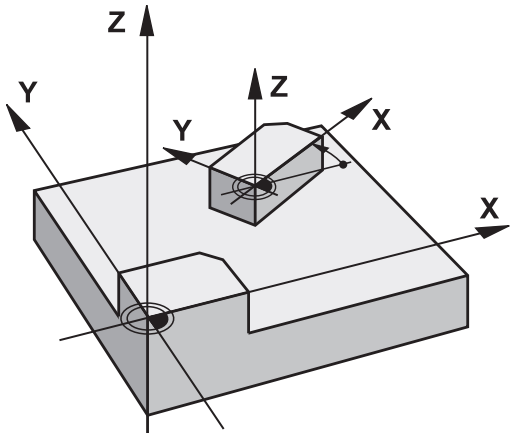
Atuação

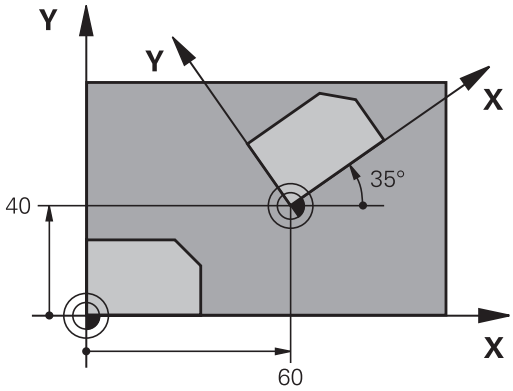
Dentro dum programa pode-se rodar o sistema de coordenadas no plano de maquinagem segundo o ponto zero ativado.

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

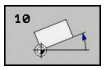
Programa-se de novo o ciclo ROTAÇÃO indicando o ângulo de rotação.

Ter em atenção ao programar!

O TNC anula uma correcção de raio activada através da definição do ciclo 10. Se necessário, programar de novo a correcção 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 ROTACAO
17 CYCL DEF 10.1  ROT+35
18 CALL LBL 1
```

10.7 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 atua no modo de funcionamento **Posicionam.c/ introd. 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

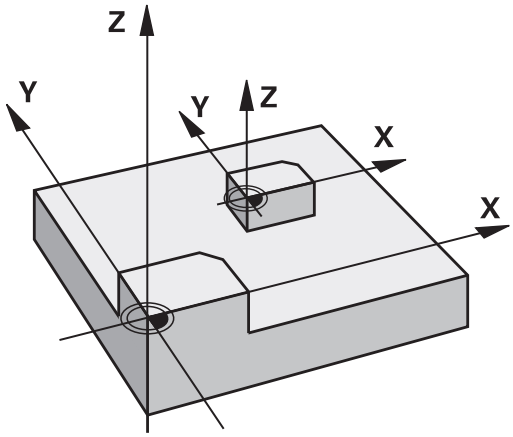
Antes da ampliação ou redução, o ponto zero deve ser deslocado para um lado ou esquina do contorno.

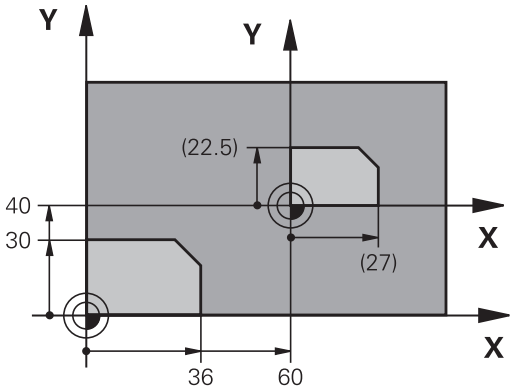
Ampliar: SCL maior do que 1 a 99,999 999

Reduzir: SCL menor do que 1 a 0,000 001

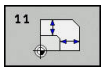
Anular

Programar de novo o ciclo FATOR DE ESCALA com fator de escala 1





Parâmetros de ciclo



- **Factor?**: 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 0,000001 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 FACTOR ESCALA
16 CYCL DEF 11.1  SCL 0.75
17 CALL LBL 1
```

10.8 FATOR DE ESCALA ESPECÍF. EIXO (Ciclo 26)

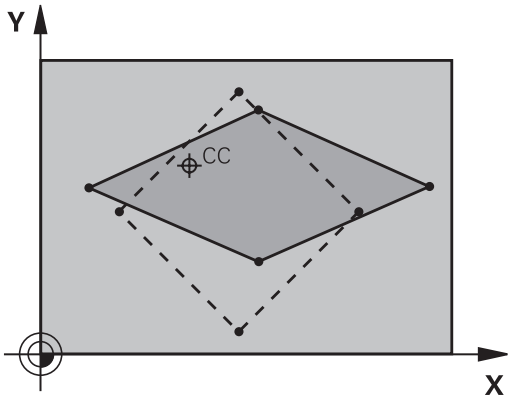
Atuação

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 atua no modo de funcionamento **Posicionam.c/ introd. 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!

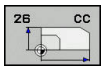
Não é possível prolongar ou reduzir com diferentes escalas os eixos de coordenadas com posições para trajetórias circulares.

Pode-se introduzir para cada eixo de coordenadas um fator de escala específico de cada eixo

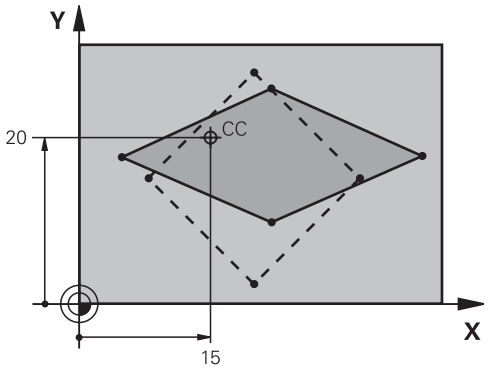
Além disso, também se pode programar as coordenadas dum centro para todos os fatores de escala.

O contorno é prolongado a partir do centro, ou reduzido em direcção a este, quer dizer, não é necessário realizá-lo com o ponto zero actual, como no ciclo 11 FACTOR ESCALA.

Parâmetros de ciclo



- **Eixo e fator**: selecionar 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 0,000001 a 99,999999
- **Coordenadas do centro**: centro da ampliação ou redução específica de cada eixo. Campo de introdução de -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

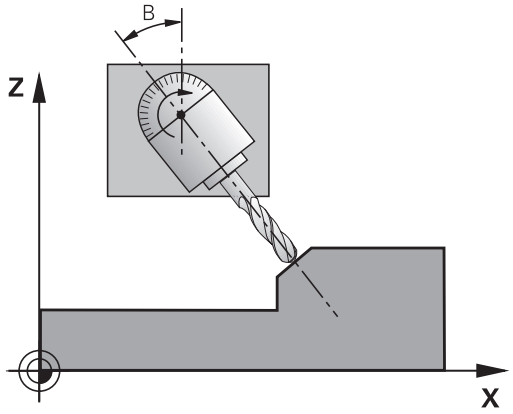
25 CALL LBL 1
26 CYCL DEF 26.0 FATOR ESCALA EIXO
27 CYCL DEF 26.1 X 1.4 Y 0.6 CCX+15 CCY+20
28 CALL LBL 1

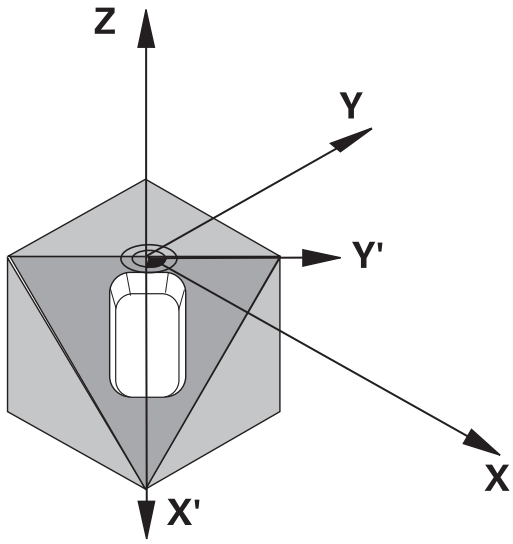
10.9 PLANO DE MAQUINAGEM (ciclo 19, DIN/ISO: G80, opção de software 1)

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 atual 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.

Ter em atenção ao programar!

As funções para **Inclinar plano de trabalho** são adaptadas ao comando e à máquina pelo fabricante da máquina.

O fabricante da máquina determina, igualmente, se os ângulos programados são interpretados pelo comando como coordenadas dos eixos rotativos (ângulos axiais) ou como componentes angulares de um plano inclinado (ângulos sólidos).

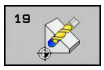
Dado que valores de eixo rotativo são sempre interpretados como valores inalterados, deve definir sempre os três ângulos no espaço mesmo quando um ou mais ângulos forem igual a 0.

A inclinação do plano de maquinagem realiza-se sempre em redor do ponto zero ativado.

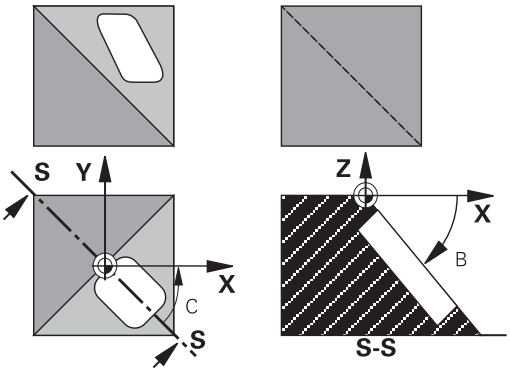
Quando se utiliza o ciclo 19 com o M120 ativo, o TNC anula automaticamente a correção do raio e também a função M120.

Com o parâmetro de máquina opcional **CfgDisplayCoordSys** (N.º 127501), é possível escolher em que sistema de coordenadas a visualização de estado mostra uma deslocação do ponto zero ativo.

Parâmetros de ciclo



- **Eixo e angulo de rotacao?**: introduzir eixo rotativo com respetivo ângulo de rotação; programar os eixos de rotação A, B e C com softkeys. Campo de introdução 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
- **Distancia de seguranca?** (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 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

Consulte o manual da sua máquina!

O fabricante da máquina determina se o ciclo 19 posiciona automaticamente os eixos rotativos, ou se é preciso posicionar manualmente com antecedência os eixos rotativos no programa.

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 TRABALHO	Definir o ângulo sólido para o cálculo da correção
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0	
14 L A+Q120 C+Q122 R0 F1000	Posicionar os eixos rotativos com os valores calculados pelo ciclo 19
15 L Z+80 R0 FMAX	Ativar a correção do eixo do mandril
16 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	Ativar a correção plano de maquinagem

Posicionar automaticamente os eixos rotativos

Quando o ciclo 19 posiciona automaticamente os eixos rotativos, é válido:

- O 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 TRABALHO	Definir o ângulo para o cálculo da correção
13 CYCL DEF 19.1 A+0 B+45 C+0 F5000 DIST50	Definir adicionalmente avanço e distância
14 L Z+80 R0 FMAX	Ativar a correção do eixo do mandril
15 L X-8.5 Y-10 R0 FMAX	Ativar a correção plano de maquinagem

Visualização de posições num sistema inclinado

As posições visualizadas (**NOMINAL** e **REAL**) e a visualização do ponto zero na visualização de estado adicional, depois da ativação do ciclo 19, referem-se ao sistema de coordenadas inclinado. A posição visualizada já não coincide, depois da definição do ciclo com as coordenadas da última posição programada antes do ciclo 19.

Supervisão do espaço de trabalho

O TNC verifica, no sistema de coordenadas inclinado, apenas os limites dos eixos que se estão a mover. 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:

Furo Activar deslocação de ponto zero
2º Ativar a inclinação do plano de maquinagem
3º Ativar a rotação
...
Maquinagem da peça de trabalho
...
Furo Restaurar a rotação
2º Anular a inclinação do plano de maquinagem
3º Restaurar a deslocação do ponto zero

Normas para trabalhar com o ciclo 19 PLANO DE MAQUINAGEM INCLINADO

1 Elaborar o programa

- Definir a ferramenta (prescindível, se estiver ativado TOOL.T), e introduzir o comprimento total da ferramenta
- Chamada da ferramenta
- Retirar o eixo do mandril de forma a que, ao inclinar, não se possa produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo de fixação)
- Se necessário, posicionar o(s) eixo(s) rotativo(s) com a frase L no respectivo valor angular (depende de um parâmetro de máquina)
- Se necessário, ativar a deslocação do ponto zero
- Definir o ciclo 19 PLANO DE MAQUINAGEM 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, restaurar a deslocação do ponto zero
- Se necessário, posicionar os eixos rotativos na posição 0°

2 Fixar a peça de trabalho

3 Definição de ponto de referência

- De forma manual por apalpação
- 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

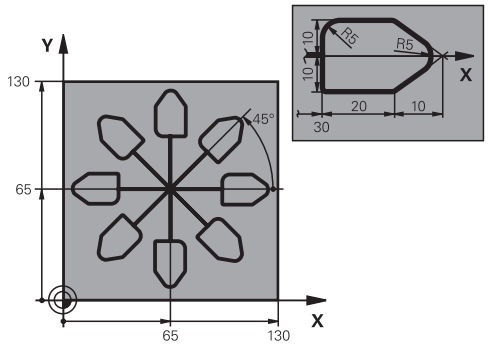
Fixar a função Inclinar plano de maquinagem com a softkey 3D-ROT em INACTIVO. Para todos os eixos rotativos, registar no menu o valor angular 0°.

10.10 Exemplos de programação

Exemplo: ciclos de conversão de coordenadas

Execução do programa

- Conversões de coordenadas no programa principal
- Maquinagem no subprograma



0 BEGIN PGM CONVCOORD MM	
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Definição do bloco
2 BLK FORM 0.2 X+130 X+130 Z+0	
3 TOOL CALL 1 Z S4500	Chamada 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 ROTACAO	Rotação a 45° em incremental
11 CYCL DEF 10.1 IROT+45	
12 CALL LBL 1	Chamada da fresagem
13 CALL LBL 10 REP 6/6	Retrocesso ao LBL 10; seis vezes no total
14 CYCL DEF 10.0 ROTACAO	Anular a rotação
15 CYCL DEF 10.1 ROT+0	
16 CYCL DEF 7.0 PONTO ZERO	Anular a deslocação do ponto zero
17 CYCL DEF 7.1 X+0	
18 CYCL DEF 7.2 Y+0	
19 L Z+250 R0 FMAX M2	Retirar ferramenta, fim do programa
20 LBL 1	Subprograma 1
21 L X+0 Y+0 R0 FMAX	Determinação da fresagem
22 L Z+2 R0 FMAX M3	
23 L Z-5 R0 F200	
24 L X+30 RL	
25 L IY+10	
26 RND R5	
27 L IX+20	
28 L IX+10 IY-10	

29 RND R5	
30 L IX-10 IY-10	
31 L IX-20	
32 L IY+10	
33 L X+0 Y+0 R0 F5000	
34 L Z+20 R0 FMAX	
35 LBL 0	
36 END PGM CONVCOORD MM	

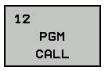
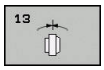
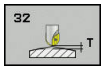
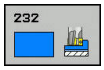
11

Ciclos: Funções especiais

11.1 Princípios básicos

Resumo

O TNC disponibiliza diferentes ciclos para as seguintes aplicações especiais:

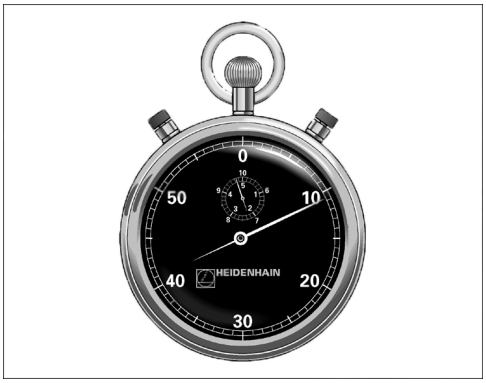
Softkey	Ciclo	Página
	9 TEMPO DE ESPERA	319
	12 Chamada do programa	320
	13 Orientação do mandril	321
	32 TOLERÂNCIA	322
	225 GRAVAÇÃO de textos	326
	232 FRESAGEM TRANSVERSAL	332
	239 DETERMINAR CARGA	339

11.2 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 1.5
```

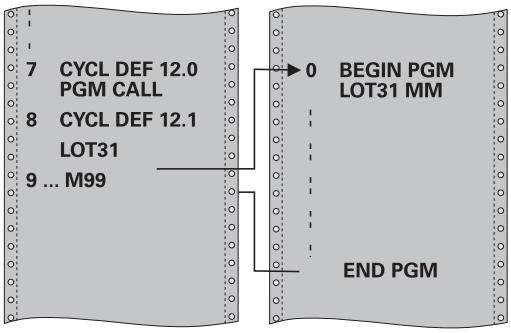
Parâmetros de ciclo

- **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

11.3 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 guardado na memória interna do TNC.

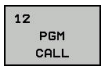
Se introduzir só o nome do programa, o programa declarado para o ciclo deve estar no mesmo diretório que o programa chamado.

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 indicar o tipo de ficheiro .I a seguir ao nome do programa.

Por princípio, numa chamada de programa com o ciclo 12, os parâmetros Q atuam globalmente. Tenha atenção a que as modificações em parâmetros Q no programa 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 **SELECC.**, 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 após cada bloco de posicionamento)

Declarar o programa 50 como ciclo e chamá-lo com M99

```
55 CYCL DEF 12.0  PGM CALL
56 CYCL DE 12.1  PGM TNC:
   \KLAR35\FK1\50.H
57 L  X+20 Y+50  FMAX M99
```

11.4 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.

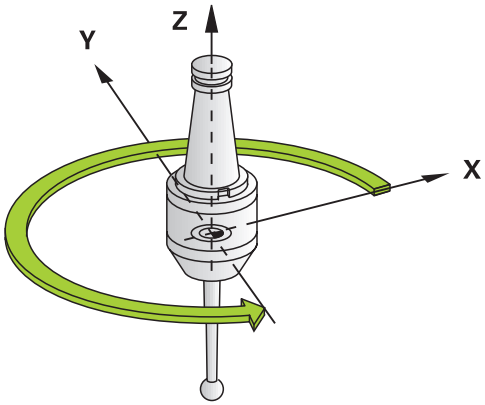
A orientação do mandril é necessária, p. ex.,

- em sistemas de troca de ferramenta com uma determinada posição para a troca da ferramenta
- para ajustar a janela de envio e receção do apalpador 3D com transmissão de 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.

Mais informações: Manual da máquina



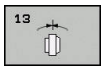
Blocos NC

```
93 CYCL DEF 13.0 ORIENTACAO
94 CYCL DEF 13.1 ANGULO 180
```

Ter em atenção ao programar!

Nos ciclos de maquinagem 202, 204 e 209 é utilizado internamente o ciclo 13. Repare que, no seu programa NC, poderá ser necessário ter que programar de novo o ciclo 13 depois de um dos ciclos de maquinagem atrás apresentados.

Parâmetros de ciclo

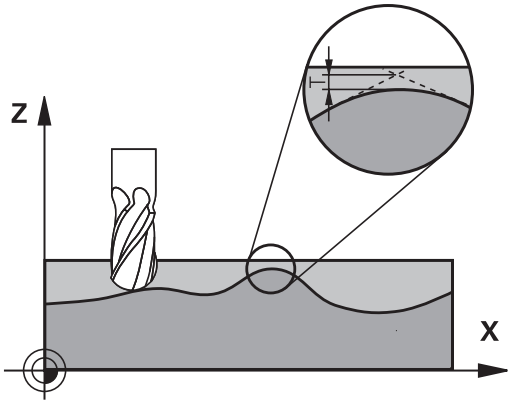


- **Ângulo de orientação**: introduzir o ângulo referente ao eixo de referência angular do plano de maquinagem. Campo de introdução: 0,0000° a 360,0000°

11.5 TOLERÂNCIA (Ciclo 32, DIN/ISO: G62)

Função do ciclo

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



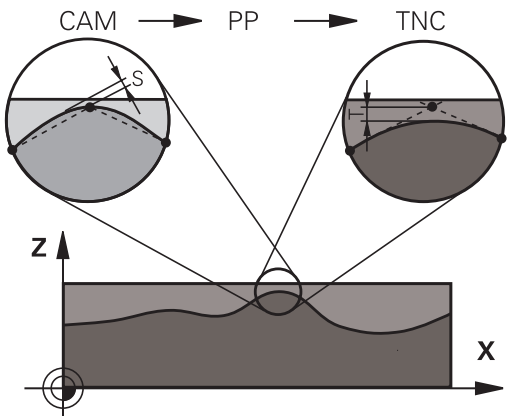
Através das indicações no ciclo 32, pode influenciar o resultado da maquinagem HSC, no que diz respeito à precisão, qualidade da superfície e velocidade, desde que o TNC tenha sido adaptado às características específicas da máquina.

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.

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 comando 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 acrescenta, se necessário, os dois parâmetros restantes com o valor 0.

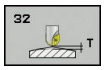
Com tolerância crescente, o diâmetro do círculo diminui, em geral, em movimentos circulares, salvo se estiverem filtros HSC ativos na sua máquina (definições do fabricante da máquina).

Quando o ciclo 32 está ativado, o TNC mostra na apresentação de estado adicional, separador **CYC**, os parâmetros definidos do ciclo 32.

Providenciar a que os programas NC para maquinagens simultâneas de 5 eixos com fresagem esférica se desenvolvam, de preferência, no centro da esfera. Regra geral, desta maneira, os dados NC são mais uniformes. Além disso, no , pode ajustar uma tolerância de eixo de rotação **TA** mais elevada (p. ex., entre 1° e 3°) para uma evolução do avanço no ponto de referência da ferramenta (TCP) ainda mais regular

Nos programas NC para maquinagens simultâneas de 5 eixos com fresagem toroidal ou radial, em caso de saída NC sobre o polo sul da esfera, deverá selecionar uma tolerância de eixo de rotação menor. Um valor comum é, por exemplo, 0.1°. Para a tolerância do eixo de rotação, é determinante o dano no contorno máximo permitido. Este dano no contorno depende da possível inclinação da ferramenta, do raio da ferramenta e da profundidade de trabalho da ferramenta.
Na fresagem envolvente de 5 eixos com uma fresa de haste, é possível calcular o dano no contorno T máximo possível diretamente a partir do comprimento de trabalho da fresa L e a tolerância de contorno TA permitida:
T ~ K x L x TA K = 0.0175 [1/°]
Exemplo: L = 10 mm, TA = 0.1°: T = 0.0175 mm

Parâmetros de ciclo



- **Valor de tolerância T**: desvio do contorno admissível em mm (ou polegadas, em caso de programas em polegadas). Campo de introdução 0,0000 a 10,0000
  >0: com uma introdução maior que zero, o TNC aplica o desvio máximo admissível indicado pelo utilizador
  0: com uma introdução de zero, ou caso se prima a tecla **NO ENT** ao programar, o TNC aplica um valor configurado pelo fabricante da máquina
- **HSC-MODE, Acabamento=0, Desbaste=1**: Ativar filtro:
  - Valor de introdução 0:**Fresar com maior precisão de contorno**. O 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 o avanço de trajetória sempre de forma a que, com movimentos de vários eixos, o eixo mais lento se desloque com o seu avanço máximo. Em regra, os eixos rotativos são mais lentos do que os eixos lineares. Introduzindo uma grande tolerância (p. ex., 10°), pode-se reduzir consideravelmente o tempo de maquinagem com programas de maquinagem de vários eixos, dado que o TNC nem sempre pode deslocar o(s) eixo(s) rotativo(s) com precisão para a posição nominal indicada previamente. A orientação da ferramenta (posição do eixo rotativo em relação à superfície da peça de trabalho) é ajustada. A posição no **T**ool **C**enter **P**oint (TCP) é corrigida automaticamente. Isso não tem quaisquer efeitos negativos no contorno, por exemplo, no caso de uma fresa esférica que tenha sido medida no centro e esteja programada para uma trajetória de ponto central. Campo de introdução 0,0000 a 10,0000
  >0: com uma introdução maior que zero, o TNC aplica o desvio máximo admissível indicado pelo utilizador.
  .0: com uma introdução de zero, ou caso se prima a tecla **NO ENT** ao programar, o TNC aplica um valor configurado pelo fabricante da máquina

Blocos NC

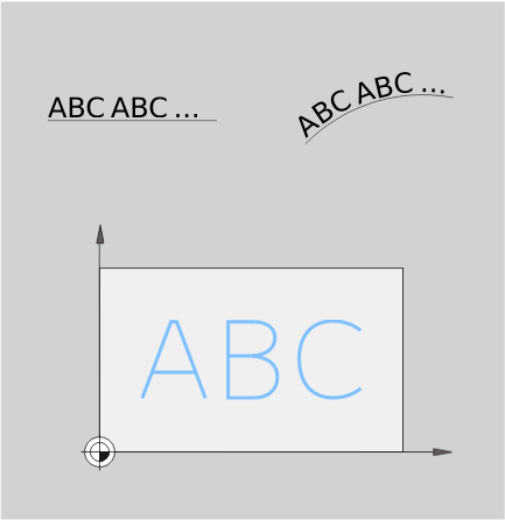
```
95 CYCL DEF 32.0 TOLERANCIA
96 CYCL DEF 32.1  T0.05
97 CYCL DEF 32.2  HSC-MODE:1 TA5
```

11.6 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. Após a maquinagem do caráter, a ferramenta encontra-se na distância de segurança sobre a superfície.
3 Este processo repete-se para todos os carateres a gravar.
4 Para terminar, o TNC posiciona a ferramenta na 2.ª distância de segurança.



Ter em atenção ao programar!

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

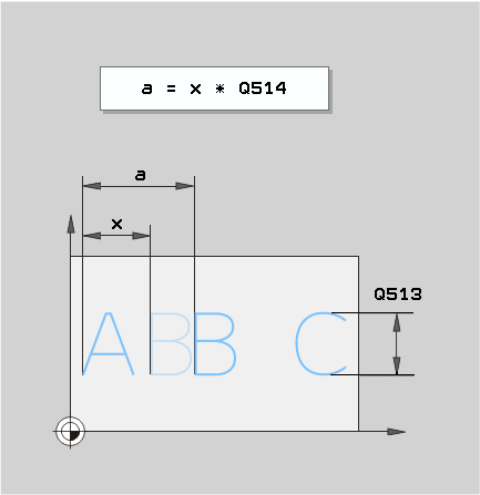
O texto a gravar também pode ser transmitido através de uma variável de string (**QS**).

O parâmetro Q374 permite influenciar a posição de rotação das letras.
Se Q374=0° até 180°: A direção da escrita é da esquerda para a direita.
Se Q374 maior que 180°: A direção da escrita é invertida.

O ponto inicial de uma gravura numa trajetória circular encontra-se à esquerda, em baixo, sobre o primeiro caráter a gravar. (Eventualmente, com versões de software mais antigas, realiza-se um posicionamento prévio sobre o centro do círculo.)

Parâmetros de ciclo

- **QS500 Texto de gravação?**: Texto a gravar entre aspas. 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", Página 330
- **Q513 Altura de carateres?** (absoluta): altura dos carateres a gravar em mm. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q514 Fator distância entre carateres?**: com o tipo de letra utilizado, trata-se de um chamado tipo de letra proporcional. Em conformidade, cada caráter tem a sua própria largura, que o 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
- **Q515 Tipo de letra?**: Temporariamente sem função
- **Q516 Texto sobre reta/círculo (0/1)?**:
  Gravar texto ao longo de uma reta: Introdução = 0
  Gravar texto sobre um arco de círculo: Introdução = 1
  Gravar texto sobre um arco de círculo, contínuo (não necessariamente legível pela parte de baixo): Introdução =2
- **Q374 Angulo de rotacao?**: ângulo do ponto central, quando o texto deve ser disposto sobre um círculo. Ângulo de gravação com disposição linear do texto. Campo de introdução -360,0000 a 360,0000º
- **Q517 Raio no texto sobre círculo?** (absoluto): raio do arco de círculo em mm sobre o qual o TNC deve dispor o texto. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q201 Profundidade?** (incremental): distância entre a superfície da peça de trabalho e a base de gravação
- **Q206 Avanco de incremento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao afundar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**
- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a ponta da ferramenta e a superfície da peça de trabalho. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**



Blocos NC

62 CYCL DEF 225 GRAVACAO	
QS500=“A“	;TEXTO DE GRAVACAO
Q513=10	;ALTURA DE CARATERES
Q514=0	;FATOR DISTANCIA
Q515=0	;TIPO DE LETRA
Q516=0	;DISPOSICAO DO TEXTO
Q374=0	;ANGULO DE ROTACAO
Q517=0	;RAIO DO CIRCULO
Q207=750	;AVANCO FRESAGEM
Q201=-0,5	;PROFUNDIDADE
Q206=150	;AVANCO INCREMENTO
Q200=2	;DISTANCIA SEGURANCA
Q203=+20	;COORD. SUPERFICIE
Q204=50	;2. DIST. SEGURANCA
Q367=+0	;POSICAO DO TEXTO
Q574=+0	;COMPRIMENTO DO TEXTO

- **Q203 Coordenada superficie peca?** (absoluta): Coordenada da superfície da peça de trabalho. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**
- **Q574 Comprimento máximo do texto?** (mm/polegada): Indique aqui o comprimento máximo do texto. O TNC tem em consideração adicionalmente o parâmetro Q513 Altura dos caracteres Se Q513 = 0, o TNC grava o comprimento de texto exatamente conforme indicado no parâmetro Q574. A altura dos caracteres é escalonada proporcionalmente. Se Q513 for maior que zero, o TNC verifica se o comprimento de texto efetivo excede o comprimento máximo do texto de Q574. Dando-se o caso, o TNC emite uma mensagem de erro.
- **Q367 Referência para a posição do texto (0-6)?** Indique aqui a referência para a posição do texto. Dependendo de o texto ser gravado sobre um círculo ou uma reta (parâmetro Q516), realizam-se as seguintes introduções:
  Gravura sobre uma trajetória circular, a posição do texto refere-se ao ponto seguinte:
  0 = Centro do círculo
  1 = À esquerda em baixo
  2 = Ao centro em baixo
  3 = À direita em baixo
  4 = À direita em cima
  5 = Ao centro em cima
  6 = À esquerda em cima
  Gravura sobre uma reta, a posição do texto refere-se ao ponto seguinte:
  0 = À esquerda em baixo
  1 = À esquerda em baixo
  2 = Ao centro em baixo
  3 = À direita em baixo
  4 = À direita em cima
  5 = Ao centro em cima
  6 = À esquerda em cima

Carateres de gravação permitida

Para além de minúsculas, maiúsculas e algarismos, são permitidos os seguintes carateres especiais:

! # $ % & ‘ ( ) * + , - . / : ; < = > ? @ [\ ] _ ß CE

> 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., **%%**.

Para gravar tremas, ß, ø, @ ou o caráter CE, comece a introdução com um caráter %:

Caracteres	Introdução
ä	%ae
ö	%oe
ü	%ue
Ä	%AE
Ö	%OE
Ü	%UE
ß	%ss
ø	%D
@	%at
CE	%CE

Caracteres que não podem ser impressos

Adicionalmente a texto, também é possível definir alguns carateres que não podem ser impressos, para fins de formatação. A indicação dos carateres que não podem ser impressos começa com o caráter especial ****.

Existem as seguintes possibilidades:

Caracteres	Introdução
Quebra de linha	\n
Tabulação horizontal (a distância de tabulação é sempre de 8 carateres)	\t
Tabulação vertical (a distância de tabulação é sempre de 1 linha)	\v

Gravar variáveis do sistema

A par dos carateres fixos, é possível gravar o conteúdo de determinadas variáveis do sistema. A indicação de uma variável do sistema começa com **%**.

É possível gravar a data atual ou a hora atual. Para isso, introduza **%time<x>**. **<x>** define o formato, por exemplo, 08 para DD.MM.AAAA. (idêntico à função **SYSSTR ID321**)

> Tenha em conta que, ao introduzir os formatos de data 1 a 9, é necessário indicar primeiro um 0, p. ex., **time08**.

Caracteres	Introdução
DD.MM.AAAA hh:mm:ss	%time00
D.MM.AAAA h:mm:ss	%time01
D.MM.AAAA h:mm	%time02
D.MM.AA h:mm	%time03
AAAA-MM-DD hh:mm:ss	%time04
AAAA-MM-DD hh:mm	%time05
AAAA-MM-DD h:mm	%time06
AA-MM-DD h:mm	%time07
DD.MM.AAAA	%time08
D.MM.AAAA	%time09
D.MM.AA	%time10
AAAA-MM-DD	%time11
AA-MM-DD	%time12
hh:mm:ss	%time13
h:mm:ss	%time14
h:mm	%time15

Gravar o estado do contador

O estado atual do contador, que se encontra no menu MOD, pode ser gravado com o ciclo 225.

Para isso, programe o ciclo 225 como habitual e, como texto a gravar, p. ex., indique o seguinte: **%count2**

O número a seguir a **%count** indica quantas casas grava o TNC. Admitem-se, no máximo, nove casas.

Exemplo: se programar **%count9** no ciclo, com um estado atual do contador de 3, então o TNC grava o seguinte: 000000003.

AVISO

No modo de funcionamento Teste do programa, o estado atual dos contadores é sempre simulado com o número 0, independentemente do estado dos contadores que foi efetivamente indicado no menu MOD.

No modo de funcionamento Teste do programa, o TNC não considera o estado atual dos contadores. A leitura não é aumentada com a repetição do teste do programa NC nem pode ser emitida com o ciclo 225. Por isso, no modo de funcionamento Teste do programa, é sempre simulado o estado zero dos contadores.

- Nos modos de funcionamento Execução Contínua e Execução Bloco a Bloco, é tido em consideração o estado atual dos contadores.
- Ao comutar a divisão do ecrã nestes modos de funcionamento, p. ex., para a vista PROGRAMA + GRAFICOS, apresenta-se o estado atual dos contadores gravado na simulação de ablação.

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

Execução do ciclo

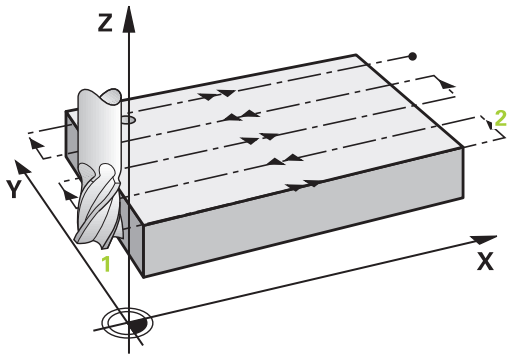
Com o ciclo 232 pode efetuar a fresagem horizontal de uma superfície plana em vários cortes respeitando uma medida excedente de acabamento. Estão à disposição três estratégias de maquinagem:

- **Estratégia Q389=0**: Executar em forma de meandro, passo lateral fora da superfície a trabalhar
- **Estratégia Q389=1**: Executar em forma de meandro, corte lateral na borda da superfície a trabalhar
- **Estratégia Q389=2**: Executar linha a linha, retrocesso e corte lateral em avanço de posicionamento

1 O 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, então o TNC desloca a ferramenta primeiro no plano de maquinagem e, depois, no eixo da ferramenta, senão, primeiro na 2ª distância de segurança e, a seguir, 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

Estratégia Q389=1

3 Depois, a ferramenta desloca-se com o avanço de fresagem programado para o ponto final **2**. O ponto final encontra-se **na borda** da superfície, o TNC calcula-o a partir do ponto inicial programado, do comprimento programado e do raio da ferramenta

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 Seguidamente, a ferramenta desloca-se novamente na direção do ponto inicial **1**. A deslocação para a linha seguinte ocorre novamente na borda da peça de trabalho

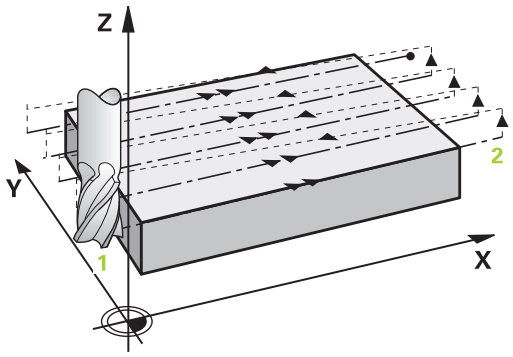
6 O procedimento repete-se até se maquinar completamente a superfície programada. No fim da última trajetória ocorre o corte para a profundidade de maquinagem seguinte

7 Para evitar percursos vazios, a superfície é de seguida maquinada em ordem inversa.

8 Este processo repete-se até todos os passos terem sido executados. No último corte 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, em seguida, de novo 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!

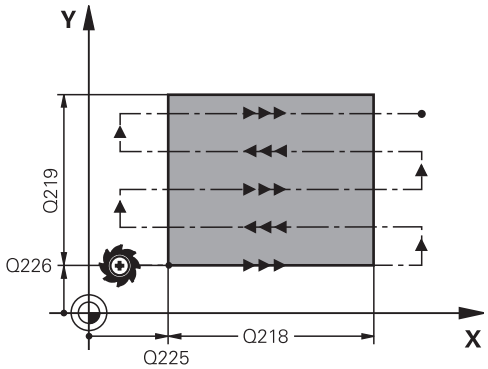
Introduzir **Q204 2. DIST. SEGURANCA** de forma a que não se possa produzir nenhuma colisão com a peça de trabalho ou com os dispositivos tensores.

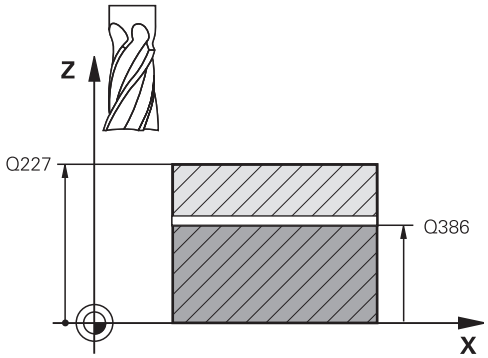
Se **Q227 PTO. INICIAL 3. EIXO** e **Q386 PONTO FINAL 3. EIXO** forem introduzidos iguais, o TNC não executa o ciclo (profundidade programada = 0).

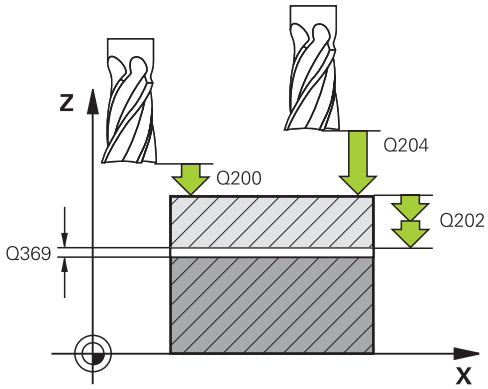
Programe Q227 maior que Q386. De outro modo, o TNC emite uma mensagem de erro.

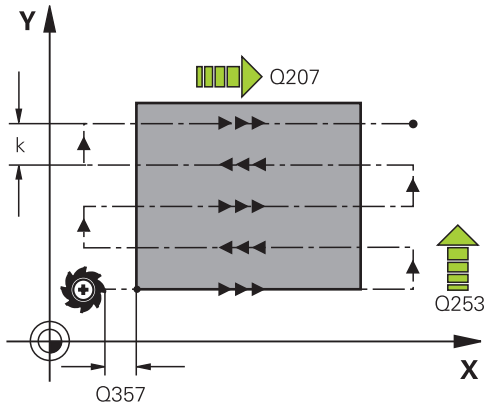
Parâmetros de ciclo

- **Q389 Estratégia mecanizado (0/1/2)?**: determinar de que forma o TNC deverá maquinar a superfície:
  0: Maquinar em forma de meandro, passo lateral em avanço de posicionamento fora da superfície a maquinar
  1: Maquinar em forma de meandro, passo lateral em avanço de fresagem na borda da superfície a maquinar
  2: Executar linha a linha, retração e passo lateral em avanço de posicionamento
- **Q225 Ponto inicial do 1. eixo?** (absoluto): coordenada do ponto inicial na superfície a maquinar no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q226 Ponto inicial do 2. eixo?** (absoluto): coordenada do ponto inicial na superfície a maquinar no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q227 Ponto inicial 3. eixo?** (absoluto) : coordenada da superfície da peça de trabalho a partir da qual devem ser calculados os passos. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q386 Ponto final no 3º eixo?** (absoluto) : coordenada no eixo do mandril sobre a qual a superfície deve ser fresada de forma transversal. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q218 Comprimento do primeiro lado?** (incremental): comprimento da superfície a maquinar no eixo principal do plano de maquinagem. Através do sinal, é possível determinar a direção da primeira trajetória de fresagem com referência ao **ponto inicial do 1º eixo**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q219 Comprimento do segundo lado?** (incremental): comprimento da superfície a maquinar no eixo secundário do plano de maquinagem. Através do sinal, pode-se determinar a direção do primeiro passo transversal com referência ao **PTO. INICIAL 2. EIXO**. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999









- **Q202 MAX. PROFUNDIDADE EXCEDIDA?** (incremental): medida **máxima** segundo a qual a ferramenta penetra de cada vez na peça. O TNC calcula a profundidade de passo real a partir da diferença entre o ponto final e o ponto inicial no eixo da ferramenta, tendo em conta a medida excedente de acabamento, de modo a que a maquinagem seja feita com as mesmas profundidades de passo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q369 Sobre-metal para o fundo?** (incremental): valor com o qual deve ser deslocado o último passo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q370 Máx. factor sobrep. traject.?**: passo lateral **máximo** k. O TNC calcula o passo lateral real a partir do 2.º comprimento lateral (Q219) e do raio da ferramenta de modo a que a maquinagem seja feita com passo lateral constante. Se introduziu na tabela de ferramentas um raio R2 (p. ex., raio da placa na utilização de uma fresa composta), o TNC diminui correspondentemente o passo lateral. Campo de introdução 0.1 a 1.9999
- **Q207 Avanco fresagem?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,999 em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q385 Avanço acabado?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao fresar o último passo em mm/min. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FAUTO**, **FU**, **FZ**
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?**: velocidade de deslocação da ferramenta ao aproximar-se da posição inicial e na deslocação para a linha seguinte em mm/min; quando se desloca transversalmente no material (Q389=1), o TNC desloca o passo transversal com avanço de fresagem Q207. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**

Blocos NC

```
71 CYCL DEF 232 FRESADO PLANO
   Q389=2      ;STRATEGY
   Q225=+10    ;PTO. INICIAL 1. EIXO
   Q226=+12    ;PTO. INICIAL 2. EIXO
   Q227=+2.5   ;PTO. INICIAL 3. EIXO
   Q386=-3     ;PONTO FINAL 3. EIXO
   Q218=150    ;COMPRIMENTO 1. LADO
   Q219=75     ;COMPRIMENTO 2. LADO
   Q202=2      ;MAX. PROF. EXCEDIDA
   Q369=0.5    ;SOBRE-METAL FUNDO
   Q370=1      ;MAX. SOBREPOSICAO
   Q207=500    ;AVANCO FRESAGEM
   Q385=800    ;AVANCO ACABADO
   Q253=2000   ;AVANCO PRE-POSICION.
   Q200=2      ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q357=2      ;DIST. SEGUR. LATERAL
   Q204=2      ;2. DIST. SEGURANCA
```

- **Q200 Distancia de seguranca?** (incremental): distância entre a extremidade da ferramenta e a posição inicial no eixo da ferramenta Se fresar com estratégia de maquinagem Q389=2, o TNC desloca-se na distância de segurança sobre a profundidade de passo atual para o ponto inicial na linha seguinte. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q357 Distancia seguranca lateral?** (incremental) O parâmetro Q357 influencia as seguintes situações:
  Aproximação à primeira profundidade de passo: Q357 é a distância lateral entre a ferramenta e a peça de trabalho
  Desbaste com a estratégia de fresagem Q389=0-3: a superfície a maquinar é aumentada em **Q350** DIRECAO DE FRESAGEM pelo valor de Q357, desde que não esteja definida nenhuma limitação nesta direção
  Acabamento lateral: as trajetórias são prolongadas pelo valor de Q357 em **Q350** DIRECAO DE FRESAGEM
  Campo de introdução 0 a 99999,9999
- **Q204 2. Distancia de seguranca?** (incremental): coordenada no eixo do mandril na qual não se pode produzir nenhuma colisão entre a ferramenta e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **PREDEF**

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

Execução do ciclo

O comportamento dinâmico da máquina pode alterar-se, se a mesa da máquina for carregada com componentes de pesos diferentes. Uma carga variável tem influência nas forças de atrito, acelerações, binários de paragem e fricções estáticas dos eixos da mesa. Com a opção #143 LAC (Load Adaptive Control) e o ciclo 239 DETERMINAR CARGA, o comando tem condições para determinar e ajustar automaticamente o presente momento de inércia da carga, as forças de atrito atuais e a aceleração máxima do eixo, assim como de restaurar parâmetros de pré-comando e regulação. Desta forma, pode reagir da melhor forma a grandes modificações na carga. O TNC executa a chamada operação de pesagem, para avaliar o peso com que os eixos estão carregados. Nesta operação de pesagem, os eixos devem percorrer um determinado caminho, cujos movimentos exatos são definidos pelo fabricante da máquina. Antes da operação de pesagem, se necessário, os eixos são colocados em posição, para evitar uma colisão durante a mesma. É o fabricante da máquina que define esta posição.

Com a opção LAC, além do ajuste de parâmetros de regulação, também é ajustada a aceleração máxima em função do peso. Dessa maneira, a dinâmica pode ser aumentada de acordo com a carga baixa, o que melhora a produtividade.

Parâmetro Q570 = 0

1 Não tem lugar nenhum movimento físico dos eixos
2 O TNC anula a LAC
3 São ativados parâmetros de pré-comando e, eventualmente, de regulação que permitem o movimento seguro do(s) eixo(s), independentemente do estado da carga - os parâmetros definidos com Q570=0 são **independentes** da carga atual
4 Durante o equipamento ou após a conclusão de um programa NC, pode ser vantajoso recorrer a estes parâmetros

Parâmetro Q570 = 1

1 O TNC executa uma operação de pesagem, movimentando vários eixos, se necessário. Os eixos que se movimentam dependem da estrutura da máquina e dos acionamentos dos eixos
2 A extensão do movimento dos eixos é determinada pelo fabricante da máquina
3 Os parâmetros de pré-comando e regulação determinados pelo TNC **dependem** da carga atual
4 O TNC ativa os parâmetros detetados

Ter em atenção ao programar!

O fabricante da máquina deve preparar a máquina para este ciclo

O ciclo 239 funciona somente com a opção #143 LAC (Load Adaptive Control)

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Na marcha rápida, o ciclo pode executar movimentos extensivos em vários eixos!

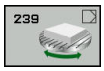
- Peça informações ao fabricante da sua máquina acerca do tipo e extensão dos movimentos do ciclo 239 antes de utilizar este ciclo
- Antes do início do ciclo, se necessário, o TNC aproxima a uma posição segura que é definida pelo fabricante da máquina
- Ajuste o potenciómetro de override de avanço e marcha rápida para 50%, no mínimo, para permitir uma determinação correta da carga

O ciclo 239 atua imediatamente após a definição

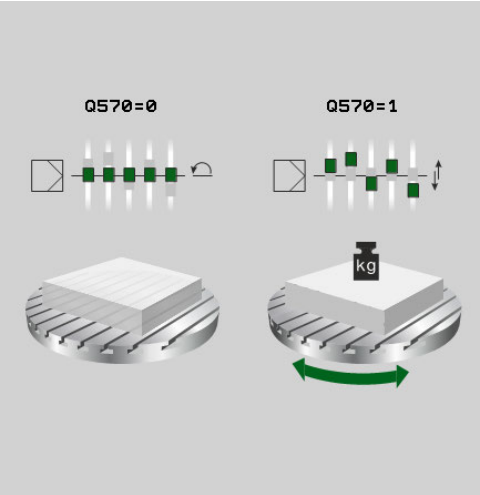
Se, ao executar um processo de bloco, o TNC não ler bem o ciclo 239, o TNC ignora este ciclo e a operação de pesagem não se realiza.

O ciclo 239 suporta a determinação da carga de eixos compostos, desde que estes disponham de um único encoder de posição comum (regulador master-slave de binários).

Parâmetros de ciclo



- **Q570 Carga(0=apagar/1=determinar)?**: determinar se o TNC deve executar uma operação de pesagem LAC (Load adaptive control) ou restaurar os parâmetros de pré-comando e regulação dependentes da carga determinados em último lugar:
  0: restaurar LAC; os valores definidos em último lugar pelo TNC são restaurados, o TNC trabalha com parâmetros de pré-comando e regulação independentes da carga
  1: executar a operação de pesagem; o TNC move os eixos e determina, desta maneira, os parâmetros de pré-comando e regulação em função da carga atual; os valores determinados são ativados imediatamente



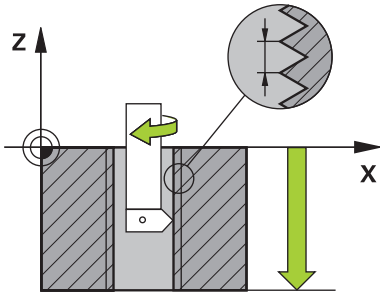
Blocos NC

```
62 CYCL DEF 239 DETERMINAR CARGA
    Q570=+0     ;DETERMINACAO DA CRG.
```

11.9 ROSCAGEM À LÂMINA (ciclo 18, DIN/ISO: G18, opção de software 19)

Execução do ciclo

O ciclo **18** ROSCA RIGIDA II desloca a ferramenta com mandril regulado desde a posição atual com as rotações ativas para a profundidade indicada. Na base do furo tem lugar uma paragem do mandril. Os movimentos de aproximação e afastamento devem ser programados separadamente.



Ter em atenção ao programar!

Existe a possibilidade de utilizar o potenciómetro do avanço durante a roscagem. A respetiva configuração é definida pelo fabricante da máquina (com o parâmetro **CfgThreadSpindle>sourceOverride**). Em seguida, o TNC ajusta as rotações em conformidade.

O potenciómetro da velocidade do mandril não está ativo.

Antes do início do ciclo, programe uma paragem do mandril! (p. ex., com M5). O TNC liga o mandril automaticamente no início do ciclo e desliga-o de novo no final.

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

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se não for programado um posicionamento prévio antes da chamada do ciclo 18, pode ocorrer uma colisão. O ciclo 18 não executa movimentos de aproximação e afastamento.

- Pré-posicionar a ferramenta antes do início do ciclo
- Após a chamada de ciclo, a ferramenta desloca-se da posição atual para a profundidade indicada

AVISO

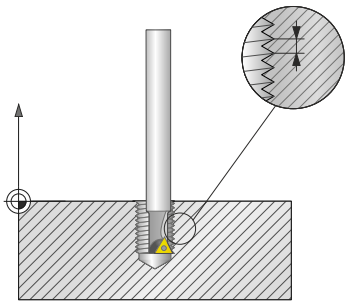
Atenção, perigo de colisão!

Se o mandril estiver ligado antes do início do ciclo, o ciclo 18 desliga o mandril e o ciclo funciona com o mandril parado! No final, o ciclo 18 liga novamente o mandril, se este estava ligado antes do início do ciclo.

- Antes do início do ciclo, programe uma paragem do mandril! (p. ex., com M5)
- Depois de o ciclo 18 terminar, é restaurado o estado do mandril antes do início do ciclo. Se o mandril estava desligado antes do início do ciclo, o TNC desliga novamente o mandril após o final do ciclo 18.

Parâmetros de ciclo

- prof.furo (incremental): partindo da posição atual, indique a profundidade de rosca. Campo de introdução: -99999 ... +99999
- Passo da rosca: indique o passo da rosca. O sinal que aqui se indique determina se a roscagem é à direita ou à esquerda:
  + = roscagem à direita (M3 com profundidade de furação negativa)
  - = roscagem à esquerda (M4 com profundidade de furação negativa)



Blocos NC

```
25 CYCL DEF 18.0 ROSCA RIGIDA II
26 CYCL DEF 18.1 PROFUNDIDADE = -20
27 CYCL DEF 18.2 PASSO = +1
```

12

Trabalhar com ciclos de apalpação

12.1 Generalidades sobre os ciclos de apalpação

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

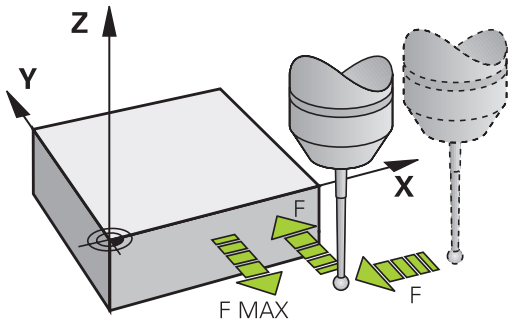
O fabricante da máquina deve preparar o comando para a utilização do apalpador 3D.

As funções de apalpação não são possíveis em ligação com a função **Ajustes de programa globais**. Se estiver ativa, pelo menos, uma possibilidade de ajuste, ao selecionar uma função de apalpação manual ou ao executar um ciclo de apalpação automático, o comando mostra uma mensagem de erro.

Funcionamento

Quando o 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.

Mais informações: "Antes de trabalhar com ciclos de apalpação!", Página 349



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** da tabela de apalpadores).

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 **Modo de operacao manual** e **Volante electronico**, 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

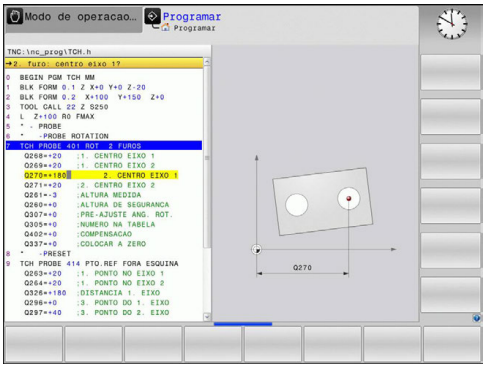
Ciclos de apalpação para o modo automático

Além dos ciclos de apalpação utilizados nos modos de funcionamento manual e volante eletrónico, no modo 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 peça de trabalho
- Medição automática da ferramenta

Os ciclos de apalpação são programados no modo de funcionamento **Programar** com a tecla **TOUCH PROBE**. Utilizar ciclos de apalpação com números a partir de 400, assim como ciclos mais novos de maquinagem e parâmetros Q como parâmetros de transmissão. O parâmetros com função igual, de que o 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 Programar

- A barra de softkeys exibe – reunidas em grupos – todas as funções disponíveis do apalpador

- Selecionar o grupo de ciclos de apalpação, p. ex., Definir ponto de referência. Os ciclos para medição automática da ferramenta só estão disponíveis se a sua máquina estiver preparada para isso

- Selecionar o ciclo, p. ex., de definição do ponto de referência para centro de caixa. O 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

Softkey	Grupo de ciclos de medição	Página
ROTAÇÃO	Ciclos para a determinação automática e compensação da posição inclinada duma peça de trabalho	356
PONTO REF.	Ciclos para a definição automática do ponto de referência	384
MEDIÇÃO	Ciclos para o controlo automático da peça de trabalho	444
CICLOS ESPECIAIS	Ciclos especiais	492
TS CALIBR.	Calibrar TS	492
CINEMÁTICA	Cinemática	520
CICLOS TT	Ciclos para a medição automática da ferramenta (disponibilizado pelo fabricante da máquina)	552

Blocos NC

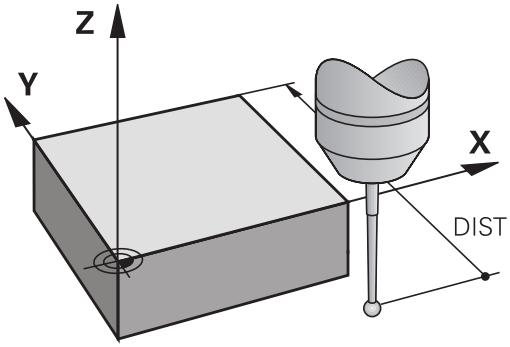
```
5 TCH PROBE 410 PONTREF RECTÂNG INTERN
  Q321=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
  Q322=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
  Q323=60    ;COMPRIMENTO 1. LADO
  Q324=20    ;COMPRIMENTO 2. LADO
  Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
  Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
  Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
  Q301=0     ;IR ALTURA SEGURANCA
  Q305=10    ;NUMERO NA TABELA
  Q331=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q332=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q303=+1    ;TRANSM. VALOR MED.
  Q381=1     ;APALPAR NO EIXO TS
  Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
  Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
  Q384=+0    ;3. COORD. EIXO TS
  Q333=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
```

12.2 Antes de trabalhar com ciclos de apalpação!

Para poder utilizar o maior número possível de operações de medição, através dos parâmetros da máquina estão disponíveis possibilidades de ajuste que determinam o comportamento básico de todos os ciclos de apalpação:

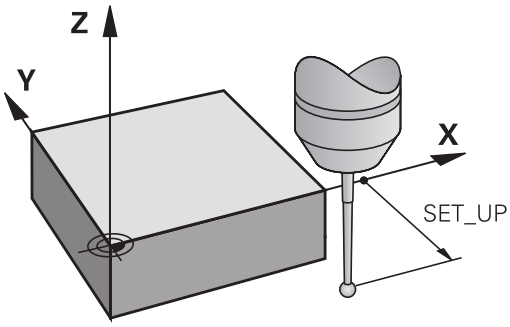
Percurso máximo até ao ponto de apalpação: DIST na tabela de apalpadores

Se a haste de apalpação não for desviada dentro do percurso determinado em **DIST**, o TNC emite uma mensagem de erro.



Distância de segurança até ao ponto de apalpação: SET_UP na tabela de apalpadores

Em **SET_UP**, determina-se a que distância é que o 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, é possível definir, além disso, uma distância de segurança que funciona complementarmente a **SET_UP**.



Orientar o apalpador de infravermelhos no sentido de apalpação programado: TRACK na tabela de apalpadores

Para aumentar a precisão de medição, através de **TRACK** = ON pode fazer-se com que um apalpador de infravermelhos oriente no sentido de apalpação programado antes de cada processo de apalpação. Deste modo, a haste de apalpação é deflectida sempre no mesmo sentido.

> Se **TRACK** = ON for modificado, então é necessário calibrar novamente o apalpador.

Apalpador digital, avanço de apalpação: F na tabela de apalpadores

Em **F**, determina-se o avanço com que o TNC deve aproximar-se da peça de trabalho para apalpação.

F nunca pode ser maior que o valor definido no parâmetro de máquina **maxTouchFeed** (N.º 122602).

Com ciclos de apalpação, o potenciómetro do avanço pode estar ativo. As definições necessárias são realizadas pelo fabricante da máquina. (O parâmetro **overrideForMeasure** (N.º 122604) deve estar devidamente configurado.)

Apalpador digital, Avanço para movimentos de posicionamento: FMAX

Em **FMAX** determina-se o avanço com que o TNC pré-posiciona o apalpador, ou posiciona entre pontos de medição.

Apalpador digital, marcha rápida para movimentos de posicionamento: F_PREPOS na tabela de apalpadores

Em **F_PREPOS** é possível determinar se o 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

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.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

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 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), primeiro, o TNC faz recuar o apalpador no eixo deste para a altura segura e, a seguir, posiciona-o no plano de maquinagem para o primeiro ponto de apalpação
- Se a coordenada atual do polo sul da haste de apalpação for maior do que a coordenada da altura segura, primeiro, o TNC posiciona o apalpador no plano de maquinagem no primeiro ponto de apalpação e, a seguir, no eixo do apalpador diretamente na altura de medição

12.3 Tabela do apalpador

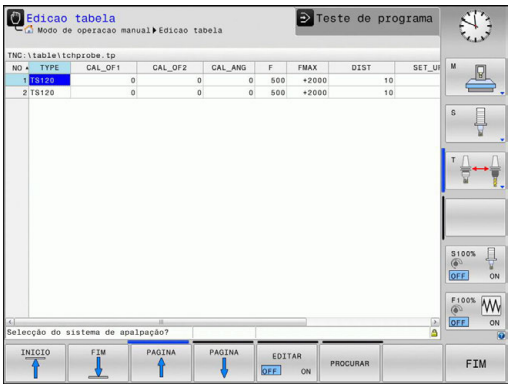
Generalidades

Na tabela de apalpadores estão memorizados diversos dados, que determinam o comportamento do processo de apalpação. Se estiverem a ser utilizados vários apalpadores na máquina, é possível memorizar dados independentes para cada apalpador.

> Os dados da tabela de apalpadores também podem ser visualizados e editados na gestão de ferramentas (opção #93).

Editar tabelas de apalpadores

Para editar a tabela de apalpadores, proceda da seguinte forma:



- Modo de funcionamento: premir a tecla **Modo de operacao manual**

- Selecionar funções de apalpação: premir a softkey **FUNCOES APALPADOR** O TNC visualiza outras softkeys

- Selecionar a tabela de apalpadores: premir a softkey **TABELA APALPADOR**

- Colocar a softkey **EDITAR** em **ON**
- Selecionar o ajuste desejado com as teclas de seta
- Executar as modificações desejadas
- Sair da tabela de apalpadores: premir a softkey **FIM**

Dados do apalpador

Abrev.	Introduções	Diálogo
NO	Número do apalpador: este número deve ser registado na tabela de ferramentas (coluna: **TP_NO**) no número de ferramenta correspondente.	–
TIPO	Seleção do apalpador a utilizar	**Selecção do sistema de apalpação?**
CAL_OF1	Desvio do eixo do apalpador para o eixo do mandril no eixo principal	**Desvio central apalpador eixo princ? [mm]**
CAL_OF2	Desvio do eixo do apalpador para o eixo do mandril no eixo secundário	**Desvio centr apalpador eixo sec? [mm]**
CAL_ANG	O comando orienta o apalpador antes da calibração ou apalpação sobre o ângulo de orientação (se a orientação for possível)	**Ângulo cabeçal na calibração?**
F	Avanço com o qual o comando apalpa a peça de trabalho **F** nunca pode ser maior que o valor definido no parâmetro de máquina **maxTouchFeed** (N.º 122602).	**Avanço de apalpação? [mm/min]**
FMAX	Avanço com o qual o apalpador pré-posiciona ou posiciona entre os pontos de medição	**Marcha rápida no ciclo apalpação? [mm/min]**
DIST	Se a haste de apalpação não for defletida no valor aqui determinado, o comando emite uma mensagem de erro.	**Trajectória máxima? [mm]**
SET_UP	Em **set_up**, determina-se a que distância é que o comando deve posicionar previamente o apalpador em relação ao ponto de apalpação definido – ou calculado pelo ciclo. Quanto menor for o valor introduzido, com maior precisão terão que se definir as posições de apalpação. Em muitos ciclos de apalpação, é possível definir, além disso, uma distância de segurança que funciona complementarmente ao parâmetro de máquina **SET_UP**	**Distancia de seguranca? [mm]**
F_PREPOS	Determinar a velocidade no posicionamento prévio: ■ Posicionamento prévio com a velocidade de **FMAX**: **FMAX_PROBE** ■ Posicionamento prévio com marcha rápida da máquina: **FMAX_MACHINE**	**Prep. com marcha rápida? ENT/ NOENT**
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 posterior do mandril ■ **OFF**: não executar seguimento posterior do mandril	**Orient. apalpador? Sim=ENT/ não=NOENT**
SERIAL	Não é necessário proceder a registos nesta coluna. O TNC regista automaticamente o número de série do apalpador, se o apalpador dispuser de uma interface EnDat	

13

Ciclos de apalpação: determinar inclinações da peça de trabalho automaticamente

13.1 Princípios básicos

Resumo

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

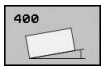
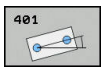
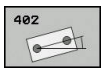
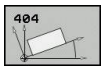
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

O fabricante da máquina deve preparar o comando para a utilização do apalpador 3D.

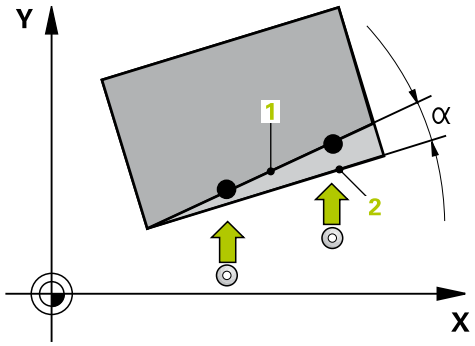
A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O 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:

Softkey	Ciclo	Página
	400 ROTAÇÃO BÁSICA Registo automático por meio de dois pontos, compensação por meio da função rotação básica	359
	401 ROTAÇÃO 2 FUROS Registo automático por meio de dois furos, compensação por meio da função rotação básica	362
	402 ROTAÇÃO 2 ILHAS Registo automático por meio de duas ilhas, compensação por meio da função rotação básica	366
	403 ROTAÇÃO POR EIXO ROTATIVO Registo automático por meio de dois pontos, compensação por meio de rotação da mesa	371
	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	377
	404 MEMORIZAR ROTAÇÃO BÁSICA Definição duma rotação básica qualquer	376

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

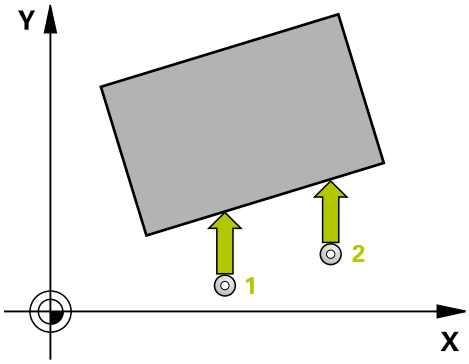
Nos ciclos 400, 401 e 402, com o parâmetro **Q307 Ajuste prévio rotação básica**, é possível pode determinar se o resultado da medição deve ser corrigido num ângulo conhecido a (ver figura à direita). Deste modo, pode medir-se a rotação básica numa reta qualquer **1** da peça de trabalho e produzir a referência para a efetiva direção 0° **2** .



13.2 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 351) 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.

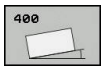
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

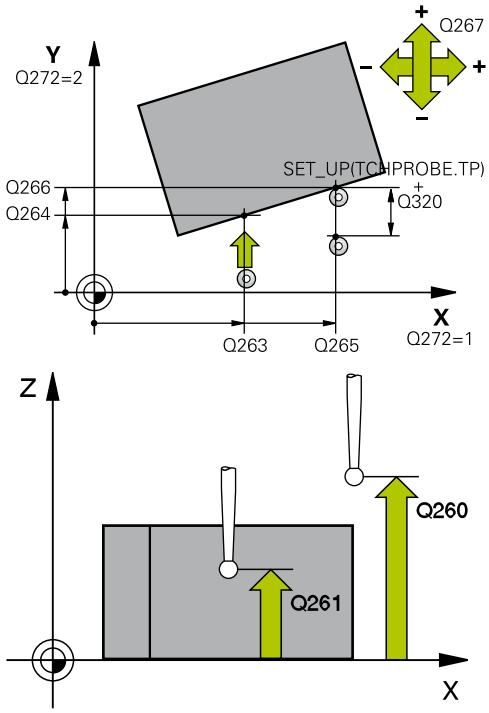
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q265 2. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q266 2. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo medicao (1=1º / 2=2º)?**: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Q267 Direc. desloc. 1 (+1=+ / -1=-)?**: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

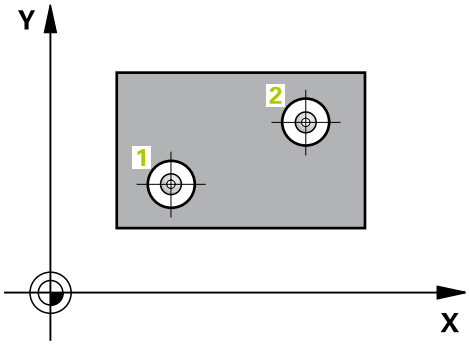
5 TCH PROBE 400 GIRO BASICO	
Q263=+10	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+3,5	;1. PONTO NO EIXO 2
Q265=+25	;2. PONTO DO 1. EIXO
Q266=+2	;2. PONTO DO 2. EIXO
Q272=+2	;EIXO DE MEDICAO
Q267=+1	;DIRECAO DESLOCAMENTO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q307=0	;PRE-AJUSTE ANG. ROT.
Q305=0	;NUMERO NA TABELA

- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q307 Pré-ajuste ângulo de rotação** (absoluto): quando a inclinação a medir não se deve referir ao eixo principal mas sim a uma reta qualquer, introduzir ângulo das retas de referência. O 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 bis 360.000
- **Q305 Nº de preset na tabela?**: indicar o número na tabela de preset, onde o TNC deve memorizar 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 de 0 a 99999

13.3 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 circular.



1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 351) 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 com eixo da ferramenta Z
- B com eixo da ferramenta Y
- A com eixo da ferramenta X

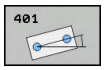
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

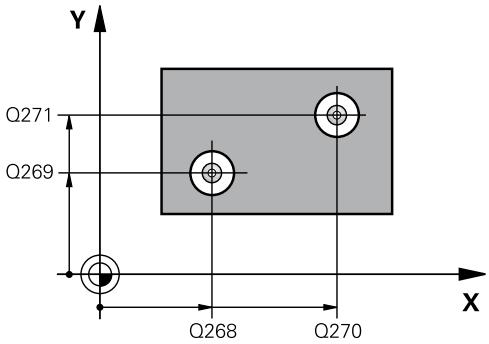
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

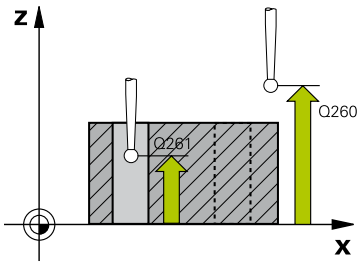
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Parâmetros de ciclo



- **Q268 1. furo: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q269 1. furo: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q270 2. furo: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central do segundo furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q271 2. furo: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central do segundo furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





Blocos NC

```
5 TCH PROBE 401 ROT 2 FUROS
  Q268=-37   ;1. CENTRO EIXO 1
  Q269=+12   ;1. CENTRO EIXO 2
  Q270=+75   ;2. CENTRO EIXO 1
```

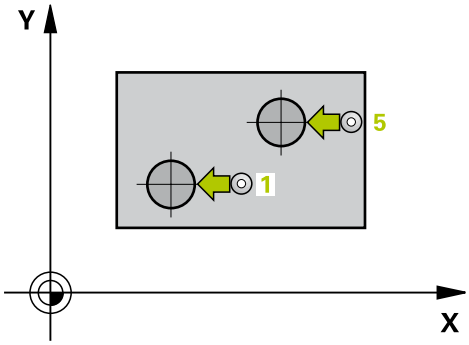
- **Q307 Pré-ajuste ângulo de rotação** (absoluto): quando a inclinação a medir não se deve referir ao eixo principal mas sim a uma reta qualquer, introduzir ângulo das retas de referência. O TNC calcula para a rotação básica a diferença a partir do valor medido e do ângulo das retas de referência. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q305 Número na tabela?** Indique o número de uma linha da tabela de pontos de referência. O TNC procede ao registo correspondente nesta linha: Campo de introdução 0 a 99999
  Q305 = 0: O eixo rotativo é anulado na linha 0 da tabela de pontos de referência. Em consequência, efetua-se um registo na coluna **OFFSET**. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo em **C_OFFS**). Ao mesmo tempo, todos os outros valores (X, Y, Z, etc.) do ponto de referência ativo no momento são aceites na linha 0 da tabela de pontos de referência. Além disso, é ativado o ponto de referência da linha 0.
  Q305 > 0: O eixo rotativo é anulado na linha da tabela de pontos de referência aqui indicada. Em consequência, efetua-se um registo na respetiva coluna **OFFSET** da tabela de pontos de referência. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo em **C_OFFS**).
  Q305 depende dos parâmetros seguintes:
  Q337 = 0 e simultaneamente **Q402** = 0: É definida uma rotação básica na linha que foi indicada com Q305. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo da rotação básica na coluna **SPC**)
  Q337 = 0 e simultaneamente **Q402** = 1: o parâmetro Q305 não atua
  Q337 = 1 o parâmetro Q305 atua conforme descrito acima
- **Q402 Rotação básica/Alinhamento (0/1)**: Determinar se o TNC deve definir a posição inclinada detetada como rotação básica ou alinhá-la mediante rotação da mesa rotativa:
  0: Definir rotação básica: neste caso, o TNC memoriza a rotação básica (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, o TNC utiliza a coluna **SPC**)
  1: Executar rotação da mesa rotativa: efetua-se um registo na linha **Offset** correspondente da tabela de pontos de referência (Exemplo: com o eixo da ferramenta Z, o TNC utiliza a coluna **C_Offs**); além disso, o eixo em causa roda
- **Q337 Por a zero após alineacao?**: determinar se o TNC deve definir a visualização de posições do eixo rotativo correspondente para 0 após o alinhamento:
  0: A visualização de posições não é definida para 0 após o alinhamento
  1: A visualização de posições é definida para 0, caso se tenha definido previamente **Q402=1**

```
Q271=+20   ;2. CENTRO EIXO 2
Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
Q307=0     ;PRE-AJUSTE ANG. ROT.
Q305=0     ;NUMERO NA TABELA
Q402=0     ;COMPENSACAO
Q337=0     ;COLOCAR A ZERO
```

13.4 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 351) 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 com eixo da ferramenta Z
- B com eixo da ferramenta Y
- A com eixo da ferramenta X

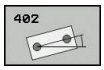
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

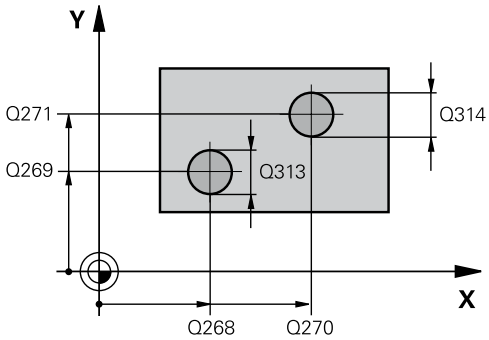
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

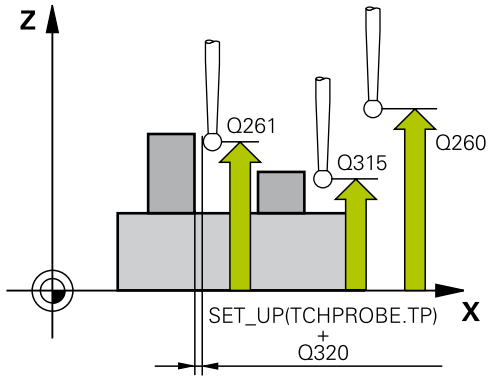
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Parâmetros de ciclo



- **Q268 1. ilha: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central da primeira ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q2691. ilha: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central da primeira ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q313 Diâmetro da ilha 1?**: diâmetro aproximado da 1.ª ilha. De preferência, introduzir o valor em excesso. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura med. ilha 1 no eixo TS?** (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição da ilha 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q270 2. ilha: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central da segunda ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q271 2. ilha: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central da segunda ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q314 Diâmetro da ilha 2?**: diâmetro aproximado da 2.ª ilha. De preferência, introduzir o valor em excesso. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q315 Altura med. ilha 2 no eixo TS?** (absoluto): coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição da ilha 2. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura





Blocos NC

5 TCH PROBE 402 ROT. DE 2 ILHAS	
Q268=-37	;1. CENTRO EIXO 1
Q269=+12	;1. CENTRO EIXO 2
Q313=60	;DIAMETRO DE ILHA 1
Q261=-5	;ALTURA MED. 1
Q270=+75	;2. CENTRO EIXO 1
Q271=+20	;2. CENTRO EIXO 2
Q314=60	;DIAMETRO DE ILHA 2
Q315=-5	;ALTURA MED. 2
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q307=0	;PRE-AJUSTE ANG. ROT.
Q305=0	;NUMERO NA TABELA
Q402=0	;COMPENSACAO
Q337=0	;COLOCAR A ZERO

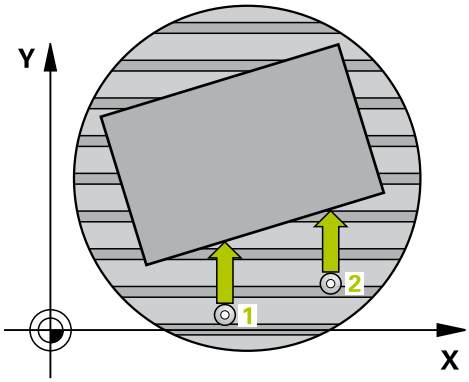
- **Q307 Pré-ajuste ângulo de rotação** (absoluto): quando a inclinação a medir não se deve referir ao eixo principal mas sim a uma reta qualquer, introduzir ângulo das retas de referência. O TNC calcula para a rotação básica a diferença a partir do valor medido e do ângulo das retas de referência. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q305 Número na tabela?** Indique o número de uma linha da tabela de pontos de referência. O TNC procede ao registo correspondente nesta linha: Campo de introdução 0 a 99999
  Q305 = 0: O eixo rotativo é anulado na linha 0 da tabela de pontos de referência. Em consequência, efetua-se um registo na coluna **OFFSET**. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo em **C_OFFS**). Ao mesmo tempo, todos os outros valores (X, Y, Z, etc.) do ponto de referência ativo no momento são aceites na linha 0 da tabela de pontos de referência. Além disso, é ativado o ponto de referência da linha 0.
  Q305 > 0: O eixo rotativo é anulado na linha da tabela de pontos de referência aqui indicada. Em consequência, efetua-se um registo na respetiva coluna **OFFSET** da tabela de pontos de referência. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo em **C_OFFS**).
  Q305 depende dos parâmetros seguintes:
  Q337 = 0 e simultaneamente **Q402** = 0: É definida uma rotação básica na linha que foi indicada com Q305. (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, faz-se um registo da rotação básica na coluna **SPC**)
  Q337 = 0 e simultaneamente **Q402** = 1: o parâmetro Q305 não atua
  Q337 = 1 o parâmetro Q305 atua conforme descrito acima

- **Q402 Rotação básica/Alinhamento (0/1)**: Determinar se o TNC deve definir a posição inclinada detetada como rotação básica ou alinhá-la mediante rotação da mesa rotativa:
  0: Definir rotação básica: neste caso, o TNC memoriza a rotação básica (Exemplo: Com o eixo da ferramenta Z, o TNC utiliza a coluna **SPC**)
  1: Executar rotação da mesa rotativa: efetua-se um registo na linha **Offset** correspondente da tabela de pontos de referência (Exemplo: com o eixo da ferramenta Z, o TNC utiliza a coluna **C_Offs**); além disso, o eixo em causa roda
- **Q337 Por a zero após alineacao?**: determinar se o TNC deve definir a visualização de posições do eixo rotativo correspondente para 0 após o alinhamento:
  0: A visualização de posições não é definida para 0 após o alinhamento
  1: A visualização de posições é definida para 0, caso se tenha definido previamente **Q402=1**

13.5 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, calcula 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 pode, assim, estar centrada na mesa 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 351) 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 roda o eixo rotativo definido no ciclo no valor calculado. É possível estabelecer opcionalmente se o TNC deve definir o ângulo de rotação determinado para 0 na tabela de preset ou na tabela de ponto zero.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se o TNC posicionar automaticamente o eixo rotativo, pode ocorrer uma colisão.

- Prestar atenção a possíveis colisões entre elementos montados na mesa e a ferramenta
- Selecionar a altura segura de modo a que não ocorra nenhuma colisão

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se introduzir o valor 0 no parâmetro Q312 Eixo para compensaçâo movimento?, o ciclo determina automaticamente o eixo rotativo a alinhar (definição recomendada). Deste modo, dependendo da sequência dos pontos de apalpação, é determinado um ângulo. O ângulo determinado aponta do primeiro e para o segundo ponto de apalpação. Se selecionar o eixo A, B ou C como eixo de compensação no parâmetro Q312, o ciclo determina o ângulo independentemente da sequência dos pontos de apalpação. O ângulo calculado encontra-se entre -90 e +90º.

- Após o alinhamento, verifique a posição do eixo rotativo

AVISO

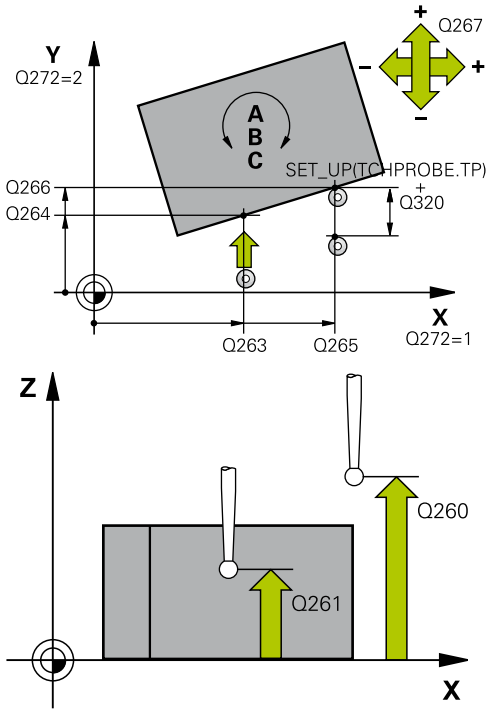
Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Parâmetros de ciclo

- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q265 2. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q266 2. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo med.(1/2/3: 1=eixo princ.)?**: eixo onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
  3: eixo do apalpador = eixo de medição
- **Q267 Direc. desloc. 1 (+1=+ / -1=-)?**: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura



Blocos NC

5 TCH PROBE 403 ROT SOBRE EIXO GIRO	
Q263=+0	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+0	;1. PONTO NO EIXO 2
Q265=+20	;2. PONTO DO 1. EIXO
Q266=+30	;2. PONTO DO 2. EIXO
Q272=1	;EIXO DE MEDICAO
Q267=-1	;DIRECAO DESLOCAMENTO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q312=0	;EIXO COMPENSACAO
Q337=0	;COLOCAR A ZERO
Q305=1	;NUMERO NA TABELA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q380=+90	;ANGULO REFERENCIA

- **Q312 Eixo para compensaçâo movimento?**: Determinar com que eixo rotativo o TNC deve compensar a posição inclinada medida:
  0: Modo automático – o TNC determina o eixo rotativo a alinhar com base na cinemática ativa. No modo automático, o primeiro eixo rotativo da mesa (partindo da peça de trabalho) é utilizado como eixo de compensação. Definição recomendada!
  4: Compensar posição inclinada com eixo rotativo A
  5: Compensar posição inclinada com eixo rotativo B
  6: Compensar posição inclinada com eixo rotativo C
- **Q337 Por a zero após alineacao?**: estabelecer se o TNC deve definir o ângulo do eixo rotativo alinhado para 0 na tabela de preset ou na tabela de ponto zero após o alinhamento.
  0: Não definir o ângulo do eixo rotativo para 0 na tabela após o alinhamento
  1: Definir o ângulo do eixo rotativo para 0 na tabela após o alinhamento
- **Q305 Número na tabela?** Indicar o número na tabela de pontos de referência em que o TNC deve registar a rotação básica. Campo de introdução 0 a 99999
  Q305 = 0: o eixo rotativo é anulado no número 0 da tabela de pontos de referência. Efetua-se um registo na coluna **OFFSET**. Ao mesmo tempo, todos os outros valores (X, Y, Z, etc.) do ponto de referência ativo no momento são aceites na linha 0 da tabela de pontos de referência. Além disso, é ativado o ponto de referência da linha 0.
  Q305 > 0: indicar a linha da tabela de pontos de referência em que o TNC deve anular o eixo rotativo. Efetua-se um registo na coluna **OFFSET** da tabela de pontos de referência.
  Q305 depende dos parâmetros seguintes:
  Q337 = 0: o parâmetro Q305 não atua
  Q337 = 1: o parâmetro Q305 atua conforme descrito acima
  Q312 = 0: o parâmetro Q305 atua conforme descrito acima
  Q312 > 0: o registo em Q305 é ignorado. Efetua-se um registo na coluna **OFFSET** na linha da tabela de pontos de referência que esteja ativa na chamada de ciclo

- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: determinar se 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 activado
  1: escrever na tabela de preset a rotação básica obtida. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q380 Ângulo refer.? (0=eixo ref.)**: ângulo em que o TNC deve alinhar a reta apalpada. Só atuante quando está selecionado eixo rotativo = modo automático ou C (Q312 = 0 ou 6). Campo de introdução -360.000 bis 360.000

13.6 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 ou guardá-la na tabela de preset. Também pode utilizar o ciclo 404 se desejar anular uma rotação básica ativa.

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

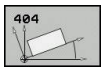
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Blocos NC

```
5 TCH PROBE 404 FIXAR ROTACAO
  BASICA
  Q307=+0      ;PRE-AJUSTE ANG. ROT.
  Q305=-1      ;NUMERO NA TABELA
```

Parâmetros de ciclo



- **Q307 Pré-ajuste ângulo de rotação**: valor angular com que deve ser definida a rotação básica. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q305 Nº de preset na tabela?**: indicar o número na tabela de preset, onde o TNC deve memorizar a rotação básica determinada. Campo de introdução -1 a 99999. Ao introduzir-se Q305=0 OU Q305=-1, o TNC guarda adicionalmente a rotação básica determinada no menu de rotação básica (**Apalpar Rot**) no modo de **Funcionamento Manual**.
  -1 = Sobrescrever e ativar o preset ativo
  0 = Copiar o preset ativo na linha de preset 0, escrever a rotação básica na linha de preset 0 e ativar o preset 0
  >1 = Guardar a rotação básica no preset indicado. O preset não é ativado

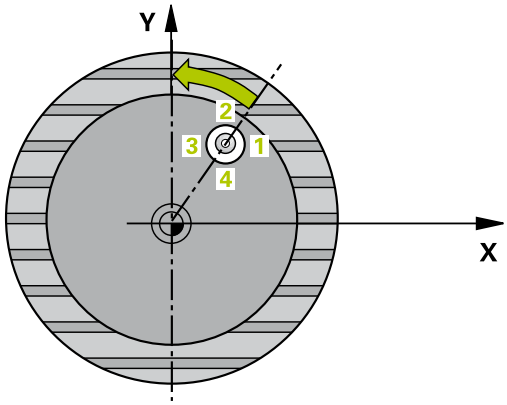
13.7 Ajustar a inclinação duma peça de trabalho por meio do eixo C (ciclo 405, DIN/ISO: G405, opção de software 17)

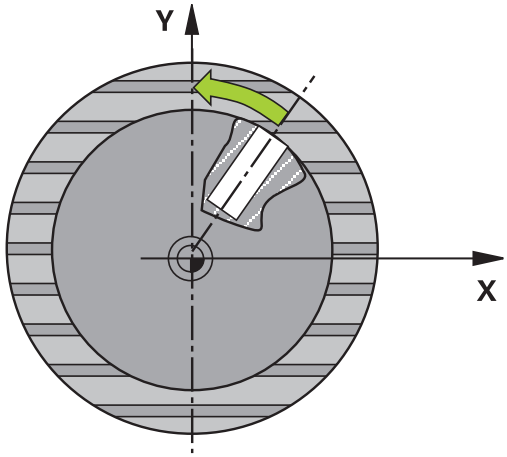
Execução do ciclo

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 351) no 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

Ter em atenção ao programar!

- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador
- Quanto 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°

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Quando a medida da caixa e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o TNC apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

- Já não pode encontrar-se material dentro da caixa/furo
- Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza o diâmetro nominal da caixa (furo), de preferência, excessivamente **pequeno**.

AVISO

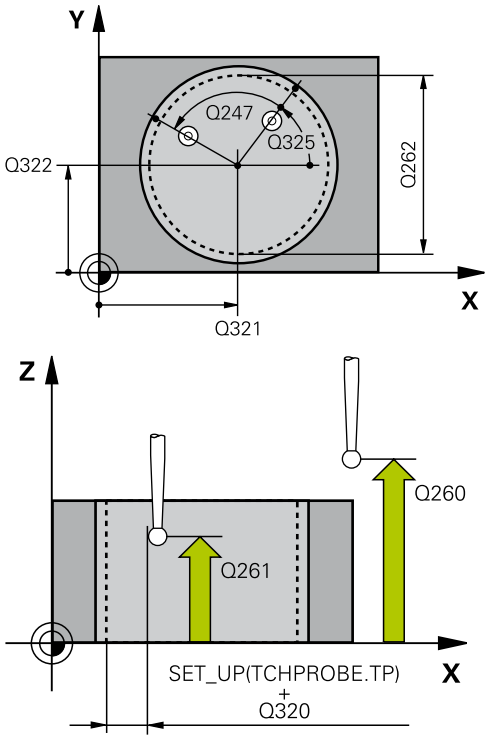
Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto): centro do furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto): centro do furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Se se programar Q322 = 0, o 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
- **Q262 Diametro nominal?**: diâmetro aproximado da caixa circular (furo). De preferência, introduzir o valor demasiado pequeno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direcção de rotação (- = sentido horário), com que o apalpador se desloca para o ponto de medição seguinte. Se quiser medir arcos de círculo, programe um passo angular menor do que 90°. Campo de introdução -120,000 a 120,000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

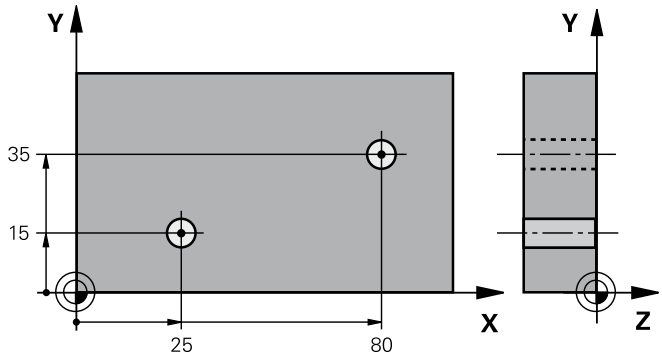


Blocos NC

5 TCH PROBE 405 ROT MEDIANTE EIXO C	
Q321=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q322=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q262=10	;DIAMETRO NOMINAL
Q325=+0	;ANGULO INICIAL
Q247=90	;PASSO ANGULAR
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q337=0	;COLOCAR A ZERO

- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q337 Por a zero após alineacao?**:
  0: definir visualização do eixo C em 0 e descrever o **C_Offset** da linha ativa da tabela de pontos zero
  >0: escrever o desvio angular medido na tabela de pontos zero. Número da linha = valor de Q337. Se já estiver introduzido um deslocamento de C na tabela de pontos zero, o TNC adiciona o desvio angular medido com sinal correto

13.8 Exemplo: determinar a rotação básica por meio de dois furos



0 BEGIN P GM CYC401 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		
2 TCH PROBE 401 ROT 2 FUROS		
Q268=+25	;1. CENTRO EIXO 1	Ponto central do 1.º furo: coordenada X
Q269=+15	;1. CENTRO EIXO 2	Ponto central do 1.º furo: coordenada Y
Q270=+80	;2. CENTRO EIXO 1	Ponto central do 2.º furo: coordenada X
Q271=+35	;2. CENTRO EIXO 2	Ponto central do 2.º furo: coordenada Y
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA	Coordenada no eixo do apalpador, onde é feita a medição
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA	Altura onde o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q307=+0	;PRE-AJUSTE ANG. ROT.	Ângulo das retas de referência
Q305=0	;NUMERO NA TABELA	
Q402=1	;COMPENSACAO	Compensar a posição inclinada mediante rotação da mesa rotativa
Q337=1	;COLOCAR A ZERO	Repor a visualização a zero após o ajuste
3 CALL PGM 35K47		Chamar o programa de maquinagem
4 END PGM CYC401 MM		

14

Ciclos de apalpação: Determinar pontos de referência automaticamente

14.1 Princípios básicos

Resumo

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

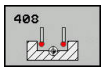
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

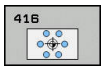
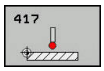
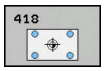
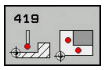
O fabricante da máquina deve preparar o comando para a utilização do apalpador 3D.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O 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

Softkey	Ciclo	Página
	408 PONTO REF CENTRO RANHURA Medir no interior a largura de uma ranhura, definir o centro da ranhura como ponto de referência	388
	409 PONTO REF CENTRO NERVURA Medir no exterior a largura de uma nervura, definir o centro da nervura como ponto de referência	392
	410 PONTO REF RECTÂNG INTERIOR Medir no interior comprimento e largura de um retângulo, definir centro de retângulo como ponto de referência	396
	411 PONTO REF RECTÂNG EXTERIOR Medir no exterior comprimento e largura de um retângulo, definir centro de retângulo como ponto de referência	400

Softkey	Ciclo	Página
	412 PONTO REF CÍRCULO INTERIOR Medir no interior quatro pontos de círculo quaisquer, definir centro do círculo como ponto de referência	404
	413 PONTO REF CÍRCULO EXTERIOR Medir no exterior quatro pontos de círculo quaisquer, definir centro do círculo como ponto de referência	409
	414 PONTO REF ESQUINA EXTERIOR Medir duas retas no exterior, definir ponto de intersecção das retas como ponto de referência	414
	415 PONTO REF ESQUINA INTERIOR Medir duas retas no interior, definir ponto de intersecção das retas como ponto de referência	419
	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	424
	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	429
	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	431
	419 PONTO REF EIXO APALP INDIVIDUAL (2.º plano de softkeys) Medir uma posição qualquer no eixo e defini-la como ponto de referência	436

Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência

Podem executar-se os ciclos de apalpação 408 a 419 também com a rotação ativada (rotação básica ou ciclo 10).

Ponto de referência e eixo do apalpador

O 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	Definição do ponto de referência em
Z	X e Y
Y	Z e X
X	Y e Z

Definir o ponto de referência calculado

Em todos os ciclos para a definição do ponto de referência, com os parâmetros de introdução Q303 e Q305, é possível determinar como o TNC deve memorizar 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 todo o tratamento relacionado com as tabelas de pontos zero referentes a REF foi modificado e dado que é necessário determinar uma transferência de valor de medição por meio do parâmetro Q303.

- **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 ativado. 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**

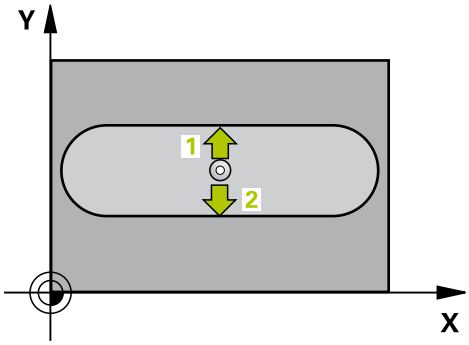
Resultados de medição em parâmetros Q

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.

14.2 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 351) no 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 "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386), 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

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

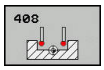
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

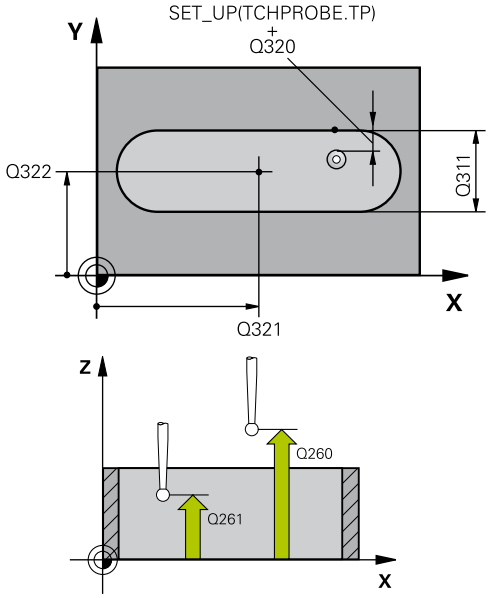
Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza a largura da ranhura, de preferência, excessivamente **pequena**. Quando a largura da ranhura e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o TNC apalpa sempre a partir do centro da ranhura. Entre os dois pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo



- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto): centro da ranhura no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto): centro da ranhura no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q311 Largura da ranhura?** (incremental): Largura da ranhura independentemente da posição no plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q272 Eixo medicao (1=1º / 2=2º)?**: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de Q303, o TNC escreverá o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Q303 = 1: o TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente



Blocos NC

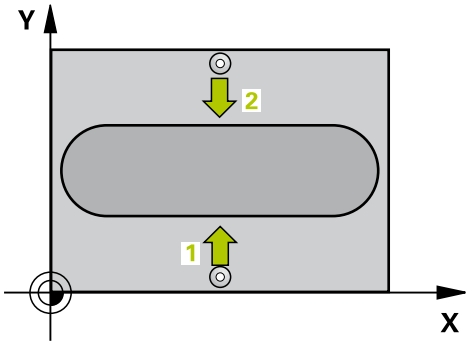
5 TCH PROBE 408 PTO.REF.CENTRO RAN.	
Q321=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q322=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q311=25	;LARGURA RANHURA
Q272=1	;EIXO DE MEDICAO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q305=10	;NUMERO NA TABELA
Q405=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA

- **Q405 Novo ponto de referência?** (absoluto): coordenada no eixo de medição em que o TNC deve memorizar o centro de ranhura registado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: determinar se 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 activado
  1: escrever na tabela de preset a rotação básica obtida. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: 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
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o TNC deve memorizar o ponto de referncia. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

14.3 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 351) no 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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386), 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!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

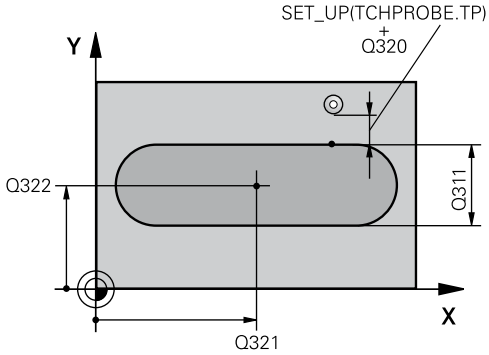
Atenção, perigo de colisão!

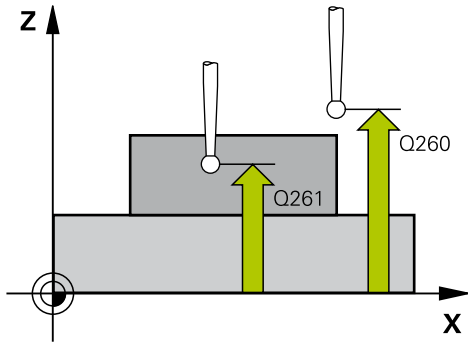
Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza, de preferência, uma largura de nervura excessivamente **pequena**.

- Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : centro da nervura no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : centro da nervura no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q311 Amplitude da ponte?** (incremental): Largura da nervura independentemente da posição no plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q272 Eixo medicao (1=1º / 2=2º)?**: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de Q303, o TNC escreverá o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Q303 = 1: o TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente





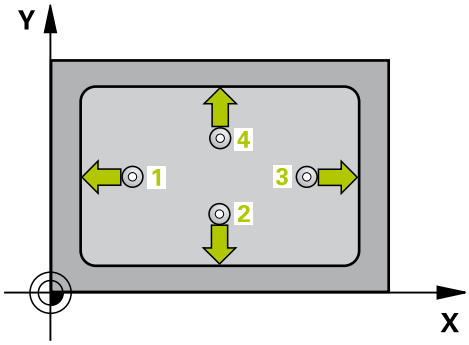
Blocos NC

5 TCH PROBE 409 PTO.REF.CENTRO PASSO	
Q321=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q322=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q311=25	;AMPLITUDE PONTE
Q272=1	;EIXO DE MEDICAO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q305=10	;NUMERO NA TABELA
Q405=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA

- **Q405 Novo ponto de referência?** (absoluto): coordenada no eixo de medição em que o TNC deve memorizar o centro de nervura registado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: determinar se 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 activado
  1: escrever na tabela de preset a rotação básica obtida. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: 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
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o TNC deve memorizar o ponto de referncia. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

14.4 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 351) no 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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
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!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

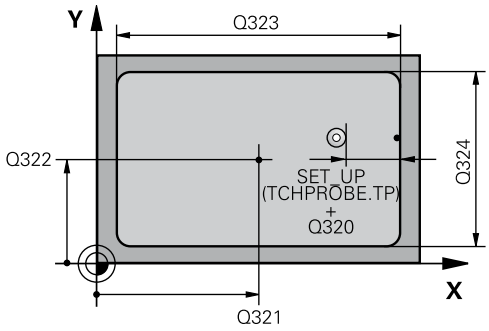
Atenção, perigo de colisão!

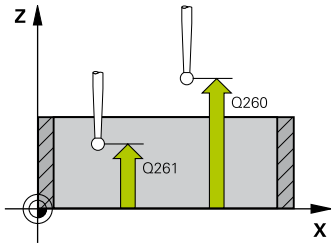
Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza o 1.º e o 2.º comprimento lateral da caixa, de preferência demasiado **pequeno**. Quando a medida da caixa e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o TNC apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto): centro da caixa no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q323 Comprimento do primeiro lado?** (incremental): comprimento da caixa paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q324 Comprimento do segundo lado?** (incremental): comprimento da caixa paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de Q303, o TNC escreverá o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Q303 = 1: o TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente





Blocos NC

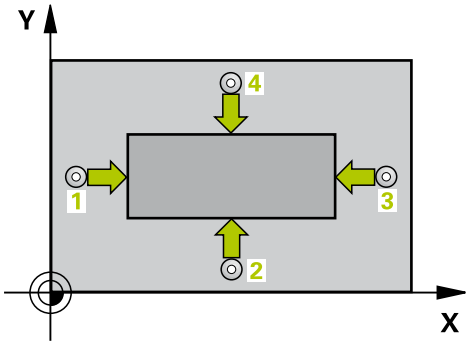
5 TCH PROBE 410 PTO. REF DENTRO RECT	
Q321=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q322=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q323=60	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q324=20	;COMPRIMENTO 2. LADO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q305=10	;NUMERO NA TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA

- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve colocar o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve colocar o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são lidos programas antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas activado
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: 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
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada onde o TNC deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

14.5 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 351) no 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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
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!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

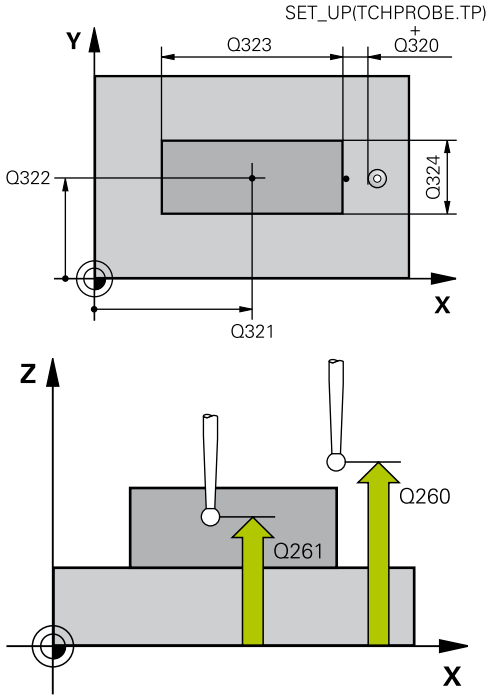
Atenção, perigo de colisão!

Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza o 1.º e o 2.º comprimento lateral da ilha, de preferência, excessivamente **grande**.

- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q323 Comprimento do primeiro lado?** (incremental): comprimento da ilha paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q324 Comprimento do segundo lado?** (incremental): comprimento da ilha paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de Q303, o TNC escreverá o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Q303 = 1: o TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente



Blocos NC

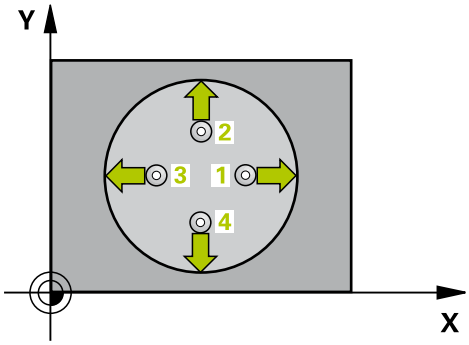
5 TCH PROBE 411 PTO.REF FORA RECT.	
Q321=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q322=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q323=60	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q324=20	;COMPRIMENTO 2. LADO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q305=0	;NUMERO NA TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA

- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve colocar o centro da ilha calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve colocar o centro da ilha calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são lidos programas antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas activado
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: 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
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o TNC deve memorizar o ponto de referncia. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

14.6 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 351) no 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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386), 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!

- 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°
- Programe um passo angular menor que 90°; campo de introdução -120° a 120°

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

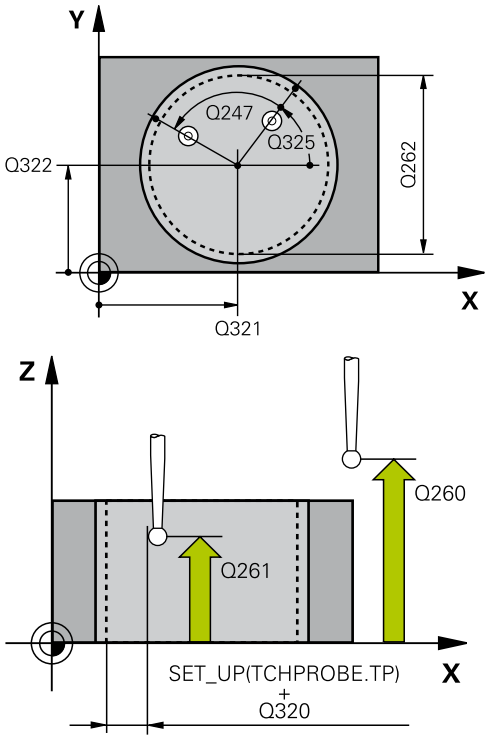
Atenção, perigo de colisão!

Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza o diâmetro nominal da caixa (furo), de preferência, excessivamente **pequeno**. Quando a medida da caixa e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o TNC apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

- Posicionamento dos pontos de apalpação
- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto): centro da caixa no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Se se programar Q322 = 0, o 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
- **Q262 Diametro nominal?**: diâmetro aproximado da caixa circular (furo). De preferência, introduzir o valor demasiado pequeno. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direcção de rotação (- = sentido horário), com que o apalpador se desloca para o ponto de medição seguinte. Se quiser medir arcos de círculo, programe um passo angular menor do que 90°. Campo de introdução -120,000 a 120,000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

5 TCH PROBE 412 PTO.REF DENTRO CIRC.	
Q321=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q322=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q262=75	;DIAMETRO NOMINAL
Q325=+0	;ANGULO INICIAL
Q247=+60	;PASSO ANGULAR
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q305=102	;NUMERO NA TABELA

- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de Q303, o TNC escreverá o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Q303 = 1: o TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve colocar o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve colocar o centro da caixa calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são lidos programas antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas activado
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)

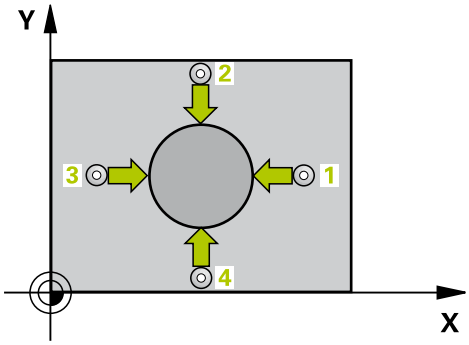
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q423=4	;NUMERO APALPACOES
Q365=1	;TIPO DESLOCAMENTO

- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: 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
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o TNC deve memorizar o ponto de referncia. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q423 Nº de apalpações no plano (4/3)?**: 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
- **Q365 Tipo deslocam.? recta=0/círc.=1**: determinar com que função de trajetória a ferramenta se deve deslocar entre os pontos de medição quando está ativa a deslocação à altura segura (Q301=1):
  0: deslocação entre as maquinagens segundo uma reta
  1: deslocação entre as maquinagens de forma circular sobre o diâmetro do círculo teórico

14.7 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 351) no 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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386), 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!

- 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°
- Programe um passo angular menor que 90°; campo de introdução -120° a 120°

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

AVISO

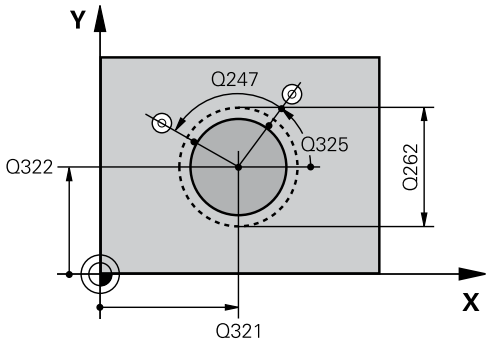
Atenção, perigo de colisão!

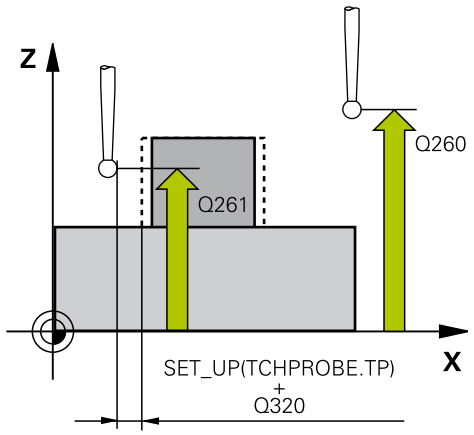
Para evitar uma colisão entre o apalpador e a peça de trabalho, introduza o diâmetro nominal da ilha, de preferência, excessivamente **grande**.

- Antes da definição de ciclo, é necessário ter programado uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador

Parâmetros de ciclo

- **Q321 Centro do 1. eixo?** (absoluto) : centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q322 Centro do 2. eixo?** (absoluto) : centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Se se programar Q322 = 0, o 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
- **Q262 Diametro nominal?**: diâmetro aproximado da ilha. De preferência, introduzir o valor em excesso. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direcção de rotação (- = sentido horário), com que o apalpador se desloca para o ponto de medição seguinte. Se quiser medir arcos de círculo, programe um passo angular menor do que 90°. Campo de introdução -120,000 a 120,000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura





Blocos NC

5 TCH PROBE 413 PTO.REF FORA CIRCULO	
Q321=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q322=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q262=75	;DIAMETRO NOMINAL
Q325=+0	;ANGULO INICIAL
Q247=+60	;PASSO ANGULAR
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q305=15	;NUMERO NA TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q423=4	;NUMERO APALPACOES
Q365=1	;TIPO DESLOCAMENTO

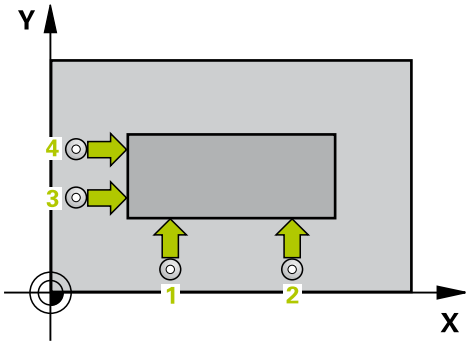
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de Q303, o TNC escreverá o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Q303 = 1: o TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve colocar o centro da ilha calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve colocar o centro da ilha calculado. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são lidos programas antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas activado
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: 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

- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o TNC deve memorizar o ponto de referncia. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q423 Nº de apalpações no plano (4/3)?**: 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
- **Q365 Tipo deslocam.? recta=0/círc.=1**: determinar com que função de trajetória a ferramenta se deve deslocar entre os pontos de medição quando está ativa a deslocação à altura segura (Q301=1):
  0: deslocação entre as maquinagens segundo uma reta
  1: deslocação entre as maquinagens de forma circular sobre o diâmetro do círculo teórico

14.8 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 351) no primeiro ponto de apalpação **1** (ver imagem 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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386), 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

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

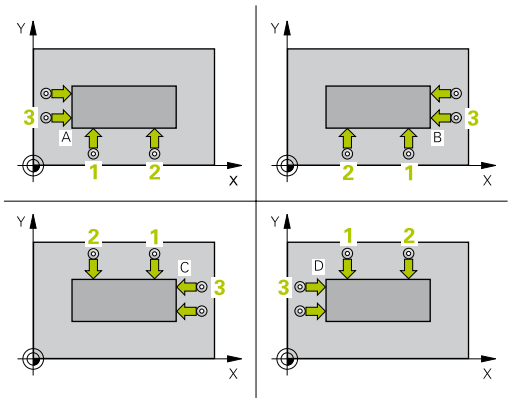
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, 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.

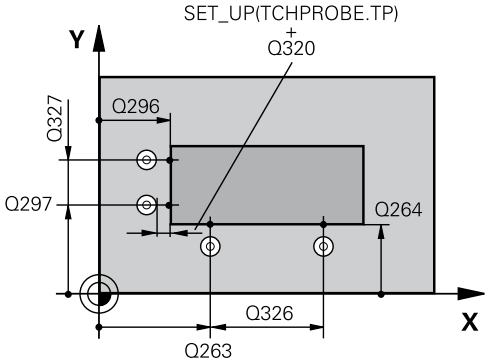
Com a posição dos pontos de medição **1** e **3**, poderá determinar a esquina em que o TNC define o ponto de referência (ver figura à direita e tabela seguinte).

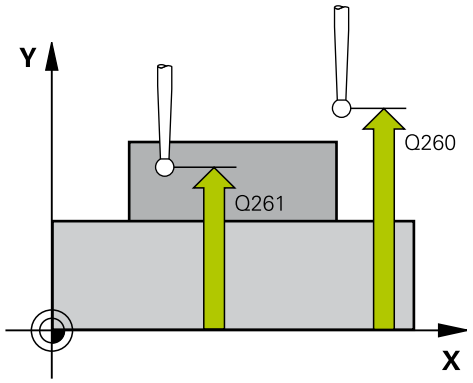


Esquina	Coordenada X	Coordenada Y
A	Ponto **1** ponto maior **3**	Ponto **1** ponto menor **3**
B	Ponto **1** ponto menor **3**	Ponto **1** ponto menor **3**
C	Ponto **1** ponto menor **3**	Ponto **1** ponto maior **3**
D	Ponto **1** ponto maior **3**	Ponto **1** ponto maior **3**

Parâmetros de ciclo

- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q326 Distancia 1. eixo?** (incremental): Distância entre o primeiro e o segundo pontos de medição no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q296 3º ponto de medição no 1º eixo?** (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q297 3º ponto de medição no 2º eixo?** (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q327 Distancia 2. eixo?** (incremental): distância entre o terceiro e o quarto pontos de medição no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura





Blocos NC

5 TCH PROBE 414 PTO.REF DENTRO ESQ.	
Q263=+37	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+7	;1. PONTO NO EIXO 2
Q326=50	;DISTANCIA 1. EIXO
Q228=+95	;3. PONTO DO 1. EIXO
Q297=+25	;3. PONTO DO 2. EIXO
Q327=45	;DISTANCIA 2. EIXO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q304=0	;GIRO BASICO
Q305=7	;NUMERO NA TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS

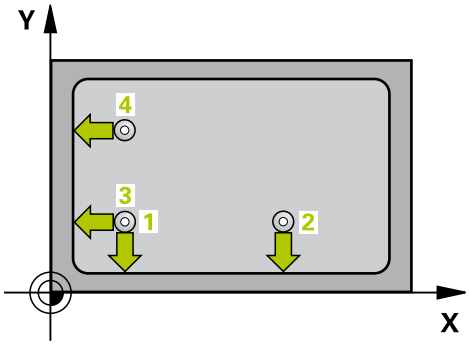
- **Q304 Executar giro basico (0/1)?**: determinar se o TNC deve compensar a inclinação da peça de trabalho por meio duma rotação básica:
  0: não executar rotação básica
  1: executar rotação básica
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas da esquina; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de Q303, o TNC escreverá o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Q303 = 1: o TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve colocar a esquina calculada. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve colocar a esquina calculada. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são lidos programas antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas activado
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: 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

```
Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0    ;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
```

- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o TNC deve memorizar o ponto de referncia. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

14.9 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 351) para o primeiro ponto de apalpação **1** (ver imagem em cima, à direita), que se definem 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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386), 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

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

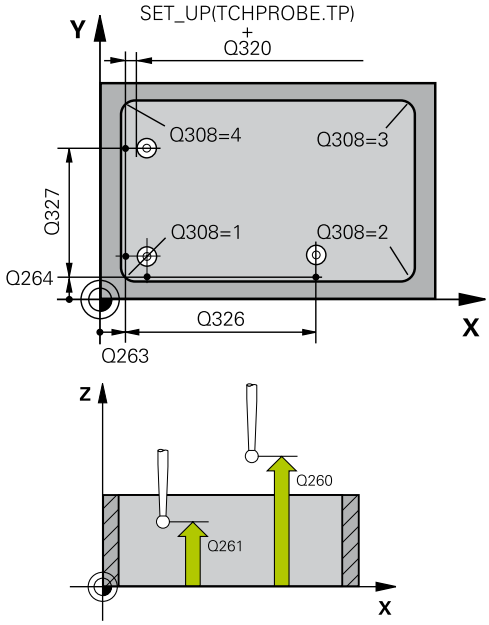
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, 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

- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q326 Distancia 1. eixo?** (incremental): Distância entre o primeiro e o segundo pontos de medição no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q327 Distancia 2. eixo?** (incremental): distância entre o terceiro e o quarto pontos de medição no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q308 Esquina? (1/2/3/4)**: número da esquina em que o TNC deve memorizar o ponto de referência. Campo de introdução 1 a 4
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q304 Executar giro basico (0/1)?**: determinar se o TNC deve compensar a inclinação da peça de trabalho por meio duma rotação básica:
  0: não executar rotação básica
  1: executar rotação básica



Blocos NC

5 TCH PROBE 415 PTO.REF FORA ESQUINA	
Q263=+37	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+7	;1. PONTO NO EIXO 2
Q326=50	;DISTANCIA 1. EIXO
Q327=45	;DISTANCIA 2. EIXO
Q308=+1	;ESQUINA
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q304=0	;GIRO BASICO
Q305=7	;NUMERO NA TABELA
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS
Q382=+85	;1. COORD. EIXO TS
Q383=+50	;2. COORD. EIXO TS
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA

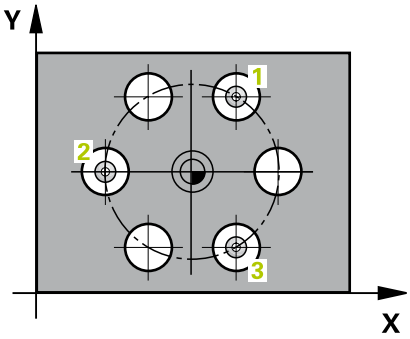
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas da esquina; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de Q303, o TNC escreverá o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Q303 = 1: o TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal onde o TNC deve colocar a esquina calculada. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário onde o TNC deve colocar a esquina calculada. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são lidos programas antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas activado
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: 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

- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o TNC deve memorizar o ponto de referncia. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

14.10 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 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 351) 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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386), 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

Ter em atenção ao programar!

AVISO

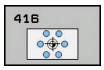
Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

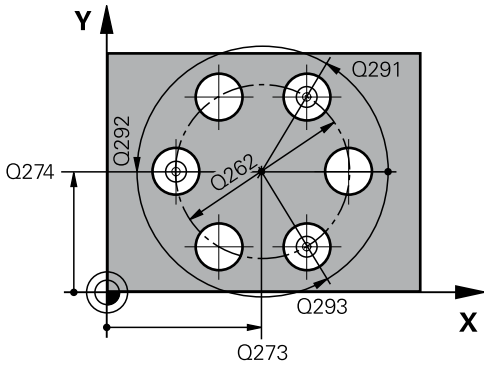
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

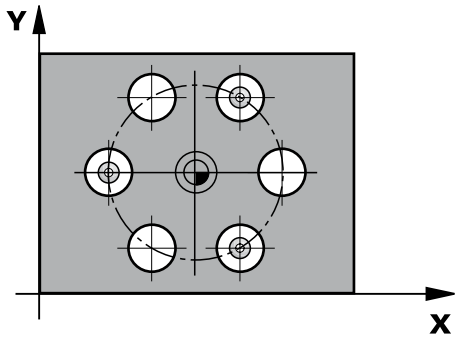
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274 Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q262 Diametro nominal?**: introduzir o diâmetro aproximado do círculo de furos. Quanto menor for o diâmetro do furo, mais exatamente se deve indicar o diâmetro nominal Campo de introdução -0 a 99999,9999
- **Q291 Angulo 1. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do primeiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q292 Angulo 2. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do segundo ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q293 Angulo 3. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do terceiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas do ponto central; campo de introdução 0 a 9999. Dependendo de Q303, o TNC escreverá o registo na tabela de pontos de referência ou na tabela de pontos zero:
  Q303 = 1: o TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente





Blocos NC

```
5 TCH PROBE 416 PTO REF CENT CIR
  TAL
  Q273=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
  Q274=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
  Q262=90    ;DIAMETRO NOMINAL
  Q291=+34   ;ANGULO 1. FURO
  Q292=+70   ;ANGULO 2. FURO
  Q293=+210  ;ANGULO 3. FURO
  Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
  Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
  Q305=102   ;NUMERO NA TABELA
  Q331=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q332=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q303=+1    ;TRANSM. VALOR MED.
  Q381=1     ;APALPAR NO EIXO TS
  Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
  Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
  Q384=+0    ;3. COORD. EIXO TS
  Q333=+1    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
```

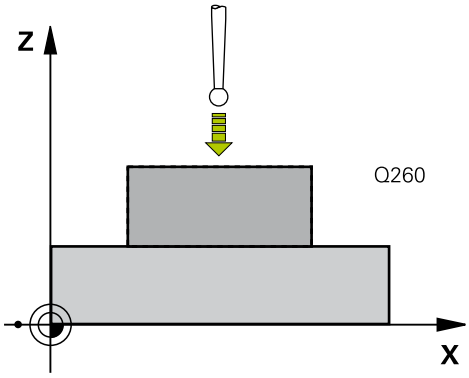
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal sobre a qual o TNC deve memorizar o centro do círculo de furos obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário sobre a qual o TNC deve memorizar o centro do círculo de furos obtido. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são lidos programas antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas activado
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: 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
- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o TNC deve memorizar o ponto de referncia. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores) e somente ao apalpar o ponto de referência no eixo do apalpador. Campo de introdução de 0 a 99999,9999

14.11 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 351) para o ponto de apalpação programado **1**. O TNC desvia assim o apalpador na distância de segurança na direção do eixo do apalpador positivo

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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386), guardando o valor real no parâmetro Q apresentado seguidamente

Número de parâmetro	Significado
Q160	Valor real do ponto medido

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

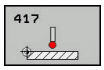
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

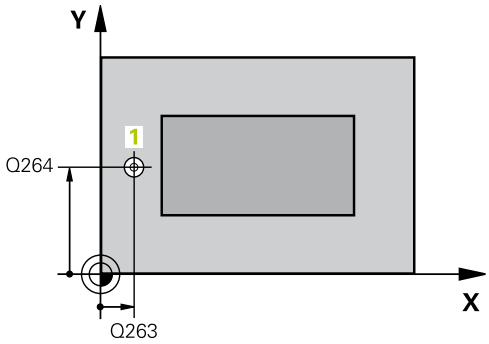
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

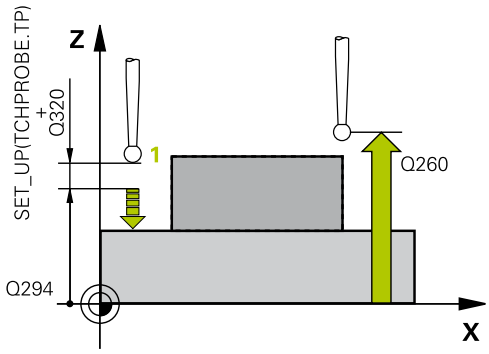
O TNC define o ponto de referência neste eixo.

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q294 1. ponto medicao eixo 3** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/ tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas; campo de introdução 0 a 9999.
  Q303 = 1: O TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada onde o TNC deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são lidos programas antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas activado
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)





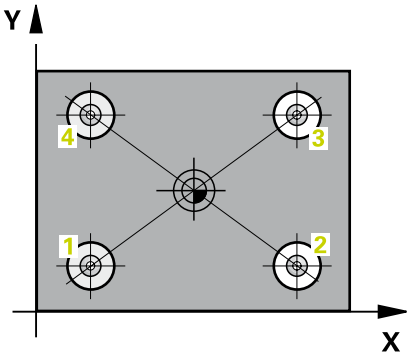
Blocos NC

5 TCH PROBE 417 PTO. REF. NO EIXO TS	
Q263=+25	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+25	;1. PONTO NO EIXO 2
Q294=+25	;1. PONTO EIXO 3
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+50	;ALTURA DE SEGURANCA
Q305=0	;NUMERO NA TABELA
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.

14.12 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 351) 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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386). 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

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

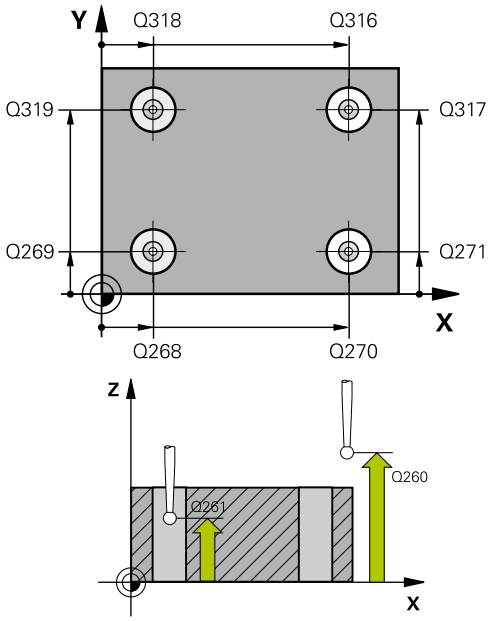
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo

- **Q268 1. furo: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q269 1. furo: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central do primeiro furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q270 2. furo: centro eixo 1?** (absoluto): ponto central do segundo furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q271 2. furo: centro eixo 2?** (absoluto): ponto central do segundo furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q316 3º furo: Centro 1º eixo?** (absoluto): ponto central do 3.º furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q317 3º furo: Centro 2º eixo?** (absoluto): ponto central do 3.º furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q318 4º furo: Centro 1º eixo?** (absoluto): ponto central do 4.º furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q319 4º furo: Centro 2º eixo?** (absoluto): ponto central do 4.º furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

```
5 TCH PROBE 418 PONTO REF 4 FUROS
  Q268=+20   ;1. CENTRO EIXO 1
  Q269=+25   ;1. CENTRO EIXO 2
  Q270=+150  ;2. CENTRO EIXO 1
  Q271=+25   ;2. CENTRO EIXO 2
  Q316=+150  ;3 CENTRO 1 EIXO
  Q317=+85   ;3 CENTRO 2 EIXO
  Q318=+22   ;4 CENTRO 1 EIXO
  Q319=+80   ;4 CENTRO 2 EIXO
  Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
  Q260=+10   ;ALTURA DE SEGURANCA
  Q305=102   ;NUMERO NA TABELA
  Q331=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q332=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
  Q303=+1    ;TRANSM. VALOR MED.
  Q381=1     ;APALPAR NO EIXO TS
  Q382=+85   ;1. COORD. EIXO TS
  Q383=+50   ;2. COORD. EIXO TS
  Q384=+0    ;3. COORD. EIXO TS
  Q333=+0    ;PONTO DE REFERENCIA
```

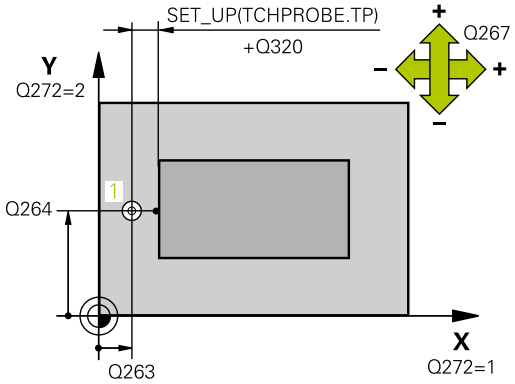
- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas do ponto de intersecção das linhas de união; campo de introdução 0 a 9999.
  Q303 = 1: O TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q331 Novo pto.ref.no eixo principal ?** (absoluto): coordenada no eixo principal, onde o TNC deve memorizar o ponto de intersecção obtido das linhas de união. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q332 Novo pto.ref.no eixo auxiliar ?** (absoluto): coordenada no eixo secundário, onde o TNC deve memorizar o ponto de intersecção obtido das linhas de união. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são lidos programas antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas activado
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)
- **Q381 Apalpar no eixo do TS? (0/1)**: 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

- **Q382 Apalpar eixo TS: Coord. 1o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q383 Apalpar eixo TS: Coord. 2o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q384 Apalpar eixo TS: Coord. 3o eixo?** (absoluto): coordenada do ponto de apalpação no eixo do apalpador, onde se pretende memorizar o ponto de referência no eixo do apalpador. Só atuante quando Q381 = 1. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador, onde o TNC deve memorizar o ponto de referncia. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

14.13 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 351) 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 de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

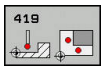
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Se desejar guardar o ponto de referência em vários eixos na tabela de preset, pode utilizar o ciclo 419 várias vezes consecutivamente. No entanto, para isso, necessita de ativar o número de preset após cada execução do ciclo 419. Se trabalhar com o preset 0 como preset ativo, esta operação não se realiza.

Parâmetros de ciclo

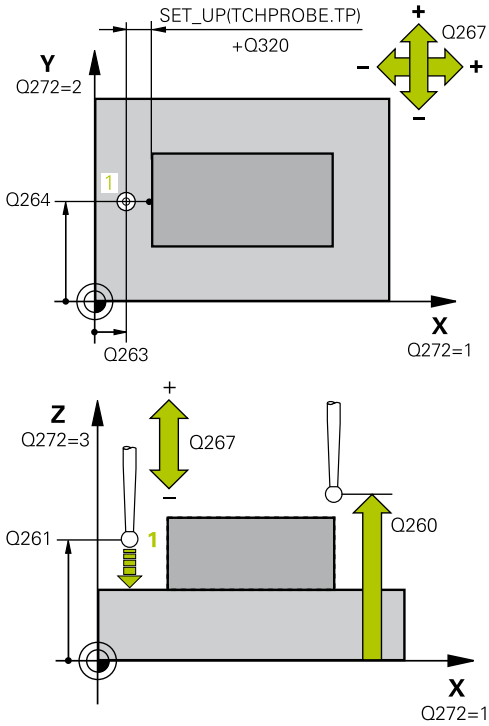


- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo med.(1/2/3: 1=eixo princ.)?**: eixo onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
  3: eixo do apalpador = eixo de medição

Correspondências de eixos

Eixo do apalpador ativo: Q272 = 3	Eixo principal correspondente: Q272 = 1	Eixo secundário correspondente: Q272 = 2
Z	X	Y
Y	Z	X
X	Y	Z

- **Q267 Direc. desloc. 1 (+1=+ / -1=-)?**: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva

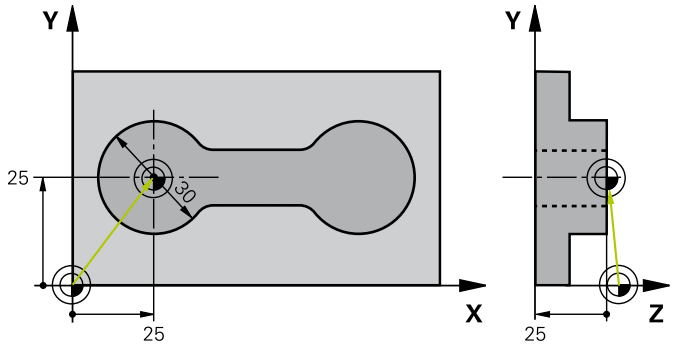


Blocos NC

5 TCH PROBE 419 PONTO REF. NUM EIXO	
Q263=+25	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+25	;1. PONTO NO EIXO 2
Q261=+25	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+50	;ALTURA DE SEGURANCA
Q272=+1	;EIXO DE MEDICAO
Q267=+1	;DIRECAO DESLOCAMENTO
Q305=0	;NUMERO NA TABELA
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.

- **Q305 Número na tabela?**: Indique o número da linha da tabela de pontos de referência/ tabela de pontos zero em que o TNC guarda as coordenadas; campo de introdução 0 a 9999.
  Q303 = 1: O TNC descreve a tabela de pontos de referência. Caso ocorra uma alteração do ponto de referência ativo, a alteração fica imediatamente atuante. De outro modo, efetua-se um registo na linha correspondente da tabela de pontos de referência sem ativação automática
  Q303 = 0: o TNC descreve a tabela de pontos zero. O ponto zero não é ativado automaticamente
- **Q333 Novo pto.ref.no eixo TS ?** (absoluto): coordenada onde o TNC deve memorizar o ponto de referência. Ajuste básico = 0. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q303 Trans. valor medição (0,1)?**: definir se o ponto de referência determinado deve ser colocado na tabela de pontos zero ou na tabela de preset:
  -1: não utilizar! É registado pelo TNC, quando são lidos programas antigos (ver "Características comuns de todos os ciclos de apalpação para definição do ponto de referência", Página 386)
  0: escrever o ponto de referência determinado na tabela de pontos zero ativa. O sistema de referência é o sistema de coordenadas activado
  1: escrever na tabela de preset o ponto de referência obtido. O sistema de referência é o sistema de coordenadas da máquina (sistema REF)

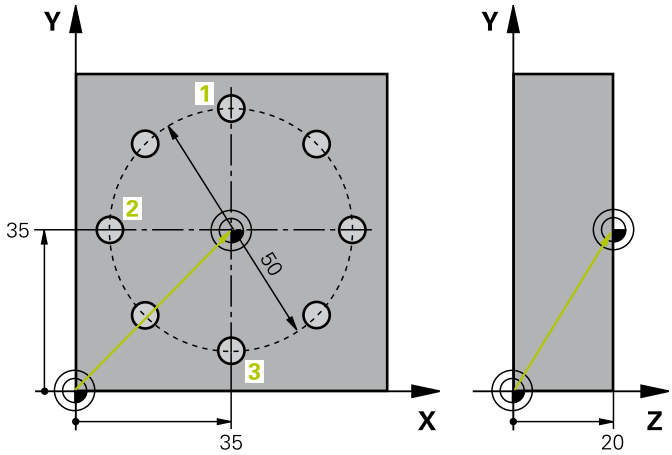
14.14 Exemplo: Definição do ponto de referência centro segmento de círculo e aresta superior da peça de trabalho



0 BEGIN PGM CYC413 MM		
1 TOOL CALL 69 Z		Chamar a ferramenta 0 para determinação do eixo do apalpador
2 TCH PROBE 413 PTO.REF FORA CIRCULO		
Q321=+25	;CENTRO DO 1. EIXO	Ponto central do círculo: coordenada X
Q322=+25	;CENTRO DO 2. EIXO	Ponto central do círculo: coordenada Y
Q262=30	;DIAMETRO NOMINAL	Diâmetro do círculo
Q325=+90	;ANGULO INICIAL	Ângulo de coordenadas polares para 1.º ponto de apalpação
Q247=+45	;PASSO ANGULAR	Passo angular para cálculo dos pontos de apalpação 2 a 4
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA	Coordenada no eixo do apalpador, onde é feita a medição
Q320=2	;DISTANCIA SEGURANCA	Distância de segurança adicional para a coluna SET_UP
Q260=+10	;ALTURA DE SEGURANCA	Altura onde o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA	Não deslocar na altura segura entre os pontos de medição
Q305=0	;NUMERO NA TABELA	Definir visualização
Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA	Definir a visualização em X para 0
Q332=+10	;PONTO DE REFERENCIA	Definir a visualização em Y para 10
Q303=+0	;TRANSM. VALOR MED.	Sem função, pois a visualização deve ser definida
Q381=1	;APALPAR NO EIXO TS	Definir também o ponto de referência no eixo TS
Q382=+25	;1. COORD. EIXO TS	Coordenada X ponto de apalpação
Q383=+25	;2. COORD. EIXO TS	Coordenada Y ponto de apalpação
Q384=+25	;3. COORD. EIXO TS	Coordenada Z ponto de apalpação
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA	Definir a visualização em Z para 0
Q423=4	;NUMERO APALPACOES	Medir círculo com 4 apalpações
Q365=0	;TIPO DESLOCAMENTO	Deslocar-se entre os pontos de medição na trajetória circular
3 CALL PGM 35K47		Chamar o programa de maquinagem
4 END PGM CYC413 MM		

14.15 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 POBE 417 PTO. REF. NO EIXO TS		Definição de ciclo para a definição do ponto de referência no eixo do apalpador
Q263=+7,5	**;1. PONTO NO EIXO 1**	Ponto de apalpação: coordenada X
Q264=+7,5	**;1. PONTO NO EIXO 2**	Ponto de apalpação: coordenada Y
Q294=+25	**;1. PONTO EIXO 3**	Ponto de apalpação: coordenada Z
Q320=0	**;DISTANCIA SEGURANCA**	Distância de segurança adicional para a coluna SET_UP
Q260=+50	**;ALTURA DE SEGURANCA**	Altura onde o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q305=1	**;NUMERO NA TABELA**	Escrever a coordenada Z na linha 1
Q333=+0	**;PONTO DE REFERENCIA**	Definir o eixo 0 do apalpador
Q303=+1	**;TRANSM. VALOR MED.**	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 PTO REF CENT CIR TAL		
Q273=+35	**;CENTRO DO 1. EIXO**	Ponto central do círculo de furos: coordenada X
Q274=+35	**;CENTRO DO 2. EIXO**	Ponto central do círculo de furos: coordenada Y
Q262=50	**;DIAMETRO NOMINAL**	Diâmetro do círculo de furos
Q291=+90	**;ANGULO 1. FURO**	Ângulo de coordenadas polares para 1.º ponto central do furo **1**
Q292=+180	**;ANGULO 2. FURO**	Ângulo de coordenadas polares para 2.º ponto central do furo **2**
Q293=+270	**;ANGULO 3. FURO**	Ângulo de coordenadas polares para 3.º ponto central do furo **3**
Q261=+15	**;ALTURA MEDIDA**	Coordenada no eixo do apalpador, onde é feita a medição
Q260=+10	**;ALTURA DE SEGURANCA**	Altura onde o eixo do apalpador se pode deslocar sem colisão
Q305=1	**;NUMERO NA TABELA**	Escrever o centro do círculo de furos (X e Y) na linha 1

Q331=+0	;PONTO DE REFERENCIA	
Q332=+0	;PONTO DE REFERENCIA	
Q303=+1	;TRANSM. VALOR MED.	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 NO EIXO TS	Não definir nenhum ponto de referência no eixo TS
Q382=+0	;1. COORD. EIXO TS	Sem função
Q383=+0	;2. COORD. EIXO TS	Sem função
Q384=+0	;3. COORD. EIXO TS	Sem função
Q333=+0	;PONTO DE REFERENCIA	Sem função
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA.	Distância de segurança adicional para a coluna SET_UP
4 CYCL DEF 247 FIXAR P.REFERENCIA		Ativar novo preset com o ciclo 247
Q339=1	;NUMERO PONTO REFER.	
6 CALL PGM 35KLZ		Chamar o programa de maquinagem
7 END PGM CYC416 MM		

15

Ciclos de apalpação: controlar peças de trabalho automati-camente

15.1 Princípios básicos

Resumo

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

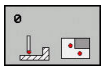
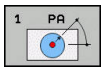
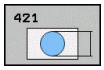
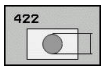
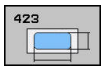
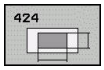
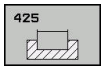
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

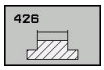
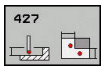
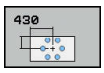
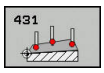
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

O fabricante da máquina deve preparar o comando para a utilização do apalpador 3D.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O TNC dispõe de doze ciclos, com que se podem medir peças de trabalho automaticamente:

Softkey	Ciclo	Página
	0 PLANO DE REFERÊNCIA Medição duma coordenada num eixo à escolha	450
	1 PLANO DE REFERÊNCIA POLAR Medição dum ponto, direção de apalpação por meio de ângulo	451
	420 MEDIÇÃO ÂNGULO Medir ângulo no plano de maquina-gem	453
	421 MEDIÇÃO FURO Medir posição e diâmetro dum furo	456
	422 MEDIÇÃO CÍRCULO EXTERIOR Medir posição e diâmetro duma ilha circular	461
	423 MEDIÇÃO RECTÂNGULO INTERIOR Medir posição, comprimento e largura duma caixa retangular	466
	424 MEDIÇÃO RECTÂNGULO EXTERIOR Medir posição, comprimento e largura duma ilha retangular	470
	425 MEDIÇÃO LARGURA INTERIOR (2.º plano de softkeys) Medir no interi-or largura da ranhura	473

Softkey	Ciclo	Página
	426 MEDIÇO NERVURA EXTERIOR (2.º plano de softkeys) Medir nervura no exterior	476
	427 MEDIÇÃO COORDENADA (2.º plano de softkeys) Medir uma coordenada qualquer num eixo à escolha	479
	430 MEDIÇÃO CÍRCULO DE FUROS (2.º plano de softkeys) Medir posição e diâmetro de círculo de furos	482
	431 MEDIÇÃO PLANO (2.º plano de softkeys) Medir ângulo de eixo A e B dum plano	485

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. Como posição de memória, o TNC escolhe o diretório que contém também o programa NC correspondente.

> Utilize o software de transmissão de dados TNCremo da HEIDENHAIN se quiser emitir o registo de medições por conexão de dados externa.

Exemplo: ficheiro do registo para ciclo de apalpação 421:

Registo de medição ciclo de apalpação 421 Medir furo

Data: 30-06-2005
Hora: 06:55:04
Programa de medição: TNC:\GEH35712\CHECK1.H

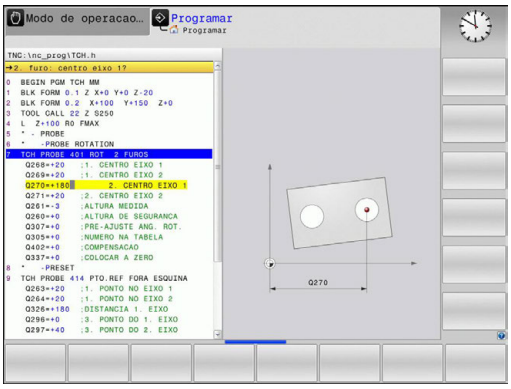
Valores nominais:	
Centro eixo principal:	50.0000
Centro eixo secundário:	65.0000
Diâmetro:	12.0000
Valores limite indicados previamente:	
Maior medida centro eixo principal:	50.1000
Medida mínima centro eixo principal:	49.9000
Medida máxima centro eixo secundário:	65.1000
Medida mínima centro eixo secundário:	64.9000
Medida máxima furo:	12.0450
Medida mínima furo:	12.0000
Valores reais:	
Centro eixo principal:	50.0810
Centro eixo secundário:	64.9530
Diâmetro:	12.0259
Desvios:	
Centro eixo principal:	0.0810
Centro eixo secundário:	-0.0470
Diâmetro:	0.0259
Outros resultados de medição: altura de medição:	-5.0000

Fim do registo de medições

Resultados de medição em parâmetros Q

O 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 os 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 tabela de ferramentas ativa
- se se ligar a supervisão da ferramenta no ciclo: **Q330** diferente de 0 ou introduzir um nome de ferramenta. A introdução do nome de ferramenta é selecionada através de softkey. O TNC deixa de mostrar o apóstrofe direito.

Se forem executadas mais medições de correção, o TNC adiciona o respetivo desvio medido no valor já memorizado na tabela de ferramentas.

Ferramenta de fresagem: Se remeter para uma ferramenta de fresagem no parâmetro Q330, os valores correspondentes serão corrigidos da seguinte forma: por princípio, o TNC corrige sempre o raio da ferramenta na coluna DR da tabela de ferramentas, mesmo quando o desvio medido se situa dentro da tolerância indicada previamente. Pode consultar no seu programa NC através do parâmetro Q181 (Q181=1: necessário trabalho de aperfeiçoamento) se é necessário trabalho de aperfeiçoamento.

Supervisão de rotura da ferramenta

A função só trabalha
- com tabela de ferramentas ativa
- se se ligar a supervisão da ferramenta no ciclo (introduzir Q330 diferente de 0)
- se para o número de ferramenta introduzido na tabela tiver sido introduzida a tolerância de rotura RBREAK maior que 0 (ver também Manual do Utilizador, Capítulo 5.2 "Dados da Ferramenta")

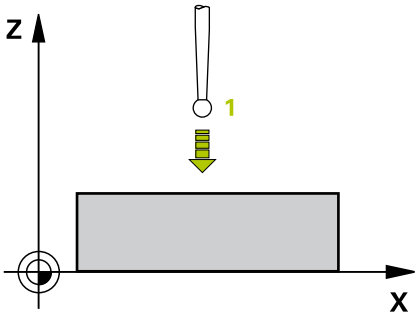
O TNC emite uma mensagem de erro e para a execução do programa, se o desvio medido for maior do que a tolerância de rotura da ferramenta. Ao mesmo tempo, bloqueia a ferramenta na tabela de ferramentas (coluna TL = L).

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.

15.2 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!

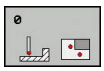
AVISO

Atenção, perigo de colisão!

O TNC desloca o apalpador em marcha rápida num movimento tridimensional para a posição previamente programada no ciclo. Dependendo da posição em que a ferramenta se encontrar anteriormente, existe perigo de colisão!

- Posicionar previamente de forma a que não ocorra nenhuma colisão na aproximação à posição prévia programada

Parâmetros de ciclo



- **Nr. parametro para o resultado?**: introduzir o número de parâmetro Q a que se atribuiu o valor da coordenada. Campo de introdução de 0 a 1999
- **Eixo contato / sentido contato?**: introduzir o eixo de apalpação com tecla de seleção do eixo ou com o teclado ASCII e sinal de direção de apalpação. Confirmar com a tecla **ENT**. Campo de introdução: todos os eixos NC
- **Posicao nominal?**: com as teclas de seleção de eixo ou com o teclado 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**

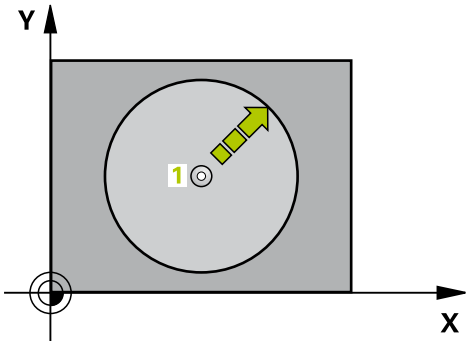
Blocos NC

```
67 TCH PROBE 0.0 PLANO DE
   REFERENCIA Q5 X-
68 TCH PROBE 0.1  X+5 Y+0 Z-5
```

15.3 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.



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!

AVISO

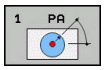
Atenção, perigo de colisão!

O TNC desloca o apalpador em marcha rápida num movimento tridimensional para a posição previamente programada no ciclo. Dependendo da posição em que a ferramenta se encontrar anteriormente, existe perigo de colisão!

- Posicionar previamente de forma a que não ocorra nenhuma colisão na aproximação à posição prévia programada

O eixo de apalpação definido no ciclo define o plano de apalpação:
Eixo de apalpação X: plano X/Y
Eixo de apalpação Y: plano Y/Z
Eixo de apalpação Z: plano Z/X

Parâmetros de ciclo



- **Eixo palpaçâo?**: introduzir o eixo de apalpação com tecla de seleção do eixo ou com o teclado ASCII. Confirmar com a tecla **ENT**. Campo de introdução **X**, **Y** ou **Z**
- **Ângulo de palpaçâo?**: ângulo referente ao eixo de apalpação onde deve deslocar-se o apalpador Campo de introdução -180,0000 a 180,0000
- **Posicao nominal?**: com as teclas de seleção de eixo ou com o teclado 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**

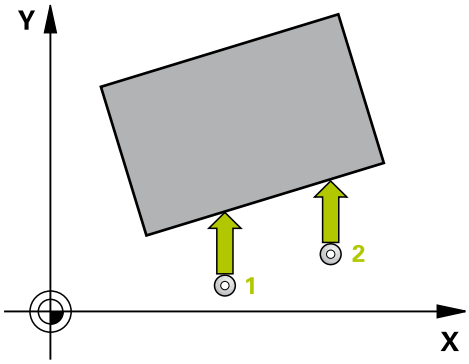
Blocos NC

```
67 TCH PROBE 1.0 PTO REF POLAR
68 TCH PROBE 1.1  X ANGULO: +30
69 TCH PROBE 1.2  X+5 Y+0 Z-5
```

15.4 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 351) 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:

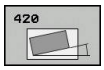
Número de parâmetro	Significado
Q150	Ângulo medido referente ao eixo principal do plano de maquinagem

Ter em atenção ao programar!

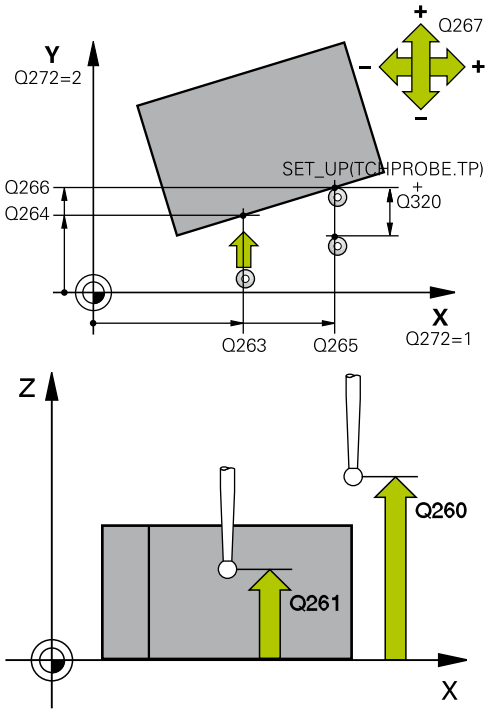
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

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



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q265 2. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q266 2. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo med.(1/2/3: 1=eixo princ.)?**: eixo onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
  3: eixo do apalpador = eixo de medição
- **Q267 Direc. desloc. 1 (+1=+ / -1=-)?**: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores) e somente ao apalpar o ponto de referência no eixo do apalpador. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

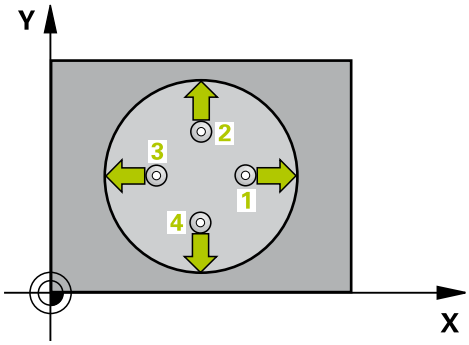
5 TCH PROBE 420 MEDIR ANGULO	
Q263=+10	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+10	;1. PONTO NO EIXO 2
Q265=+15	;2. PONTO DO 1. EIXO
Q266=+95	;2. PONTO DO 2. EIXO
Q272=1	;EIXO DE MEDICAO
Q267=-1	;DIRECAO DESLOCAMENTO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+10	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=1	;IR ALTURA SEGURANCA
Q281=1	;PROTOCOLO MEDIDA

- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o 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 (em seguida, é possível prosseguir o programa com **NC Start**)

15.5 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 351) no 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

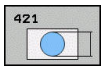
Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

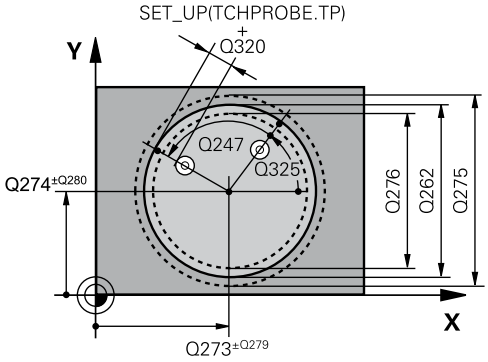
Quanto mais pequeno se programar o passo angular, menor é a exatidão com que o TNC calcula a dimensão do furo. menor valor de introdução: 5°.

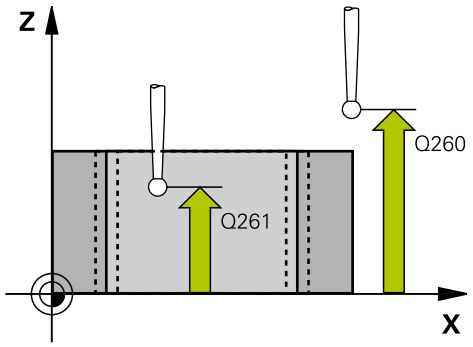
Os parâmetros **Q498** e **Q531** não têm quaisquer efeitos neste ciclo. Não é necessário proceder a introduções. Estes parâmetros foram integrados meramente por motivos de compatibilidade. Se, por exemplo, importar um programa do comando de tornear e fresar TNC 640, não recebe qualquer mensagem de erro.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto): centro do furo no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274 Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto): centro do furo no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q262 Diametro nominal?**: introduzir o diâmetro do furo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre dois pontos de medição; o sinal do passo angular determina a direcção de rotação (- = sentido horário), com que o apalpador se desloca para o ponto de medição seguinte. Se quiser medir arcos de círculo, programe um passo angular menor do que 90°. Campo de introdução -120,000 a 120,000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





Blocos NC

5 TCH PROBE 421 MEDIR FURO	
Q273=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q274=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q262=75	;DIAMETRO NOMINAL
Q325=+0	;ANGULO INICIAL
Q247=+60	;PASSO ANGULAR
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA

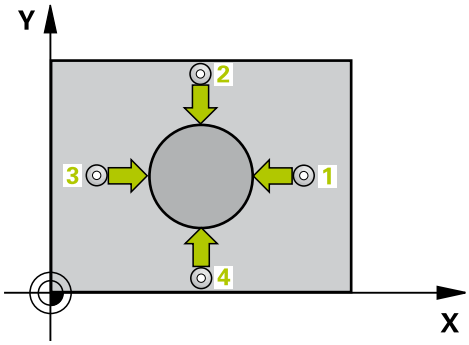
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q275 Tamanho maximo furo?**: máximo diâmetro permitido do furo (caixa circular). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q276 Tamanho minimo furo?**: mínimo diâmetro permitido do furo (caixa circular). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q279 Tolerancia centro eixo 1?**: desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q280 Tolerancia centro eixo 2?**: desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o TNC deve criar um protocolo de medição:
  0: não criar protocolo de medição
  1: riar protocolo de medição: o TNC cria o **ficheiro de protocolo TCHPR421.TXT**, por norma, no diretório em que se encontra também o programa NC correspondente.
  2: interromper a execução do programa e enviar o protocolo de medição para o ecrã do TNC. Continuar o programa com NC-Start
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: 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

```
Q301=1      ;IR ALTURA SEGURANCA
Q275=75,12;TAMANHO MAXIMO
Q276=74,95;TAMANHO MINIMO
Q279=0,1    ;TOLERANCIA 1. CENTRO
Q280=0,1    ;TOLERANCIA 2. CENTRO
Q281=1      ;PROTOCOLO MEDIDA
Q309=0      ;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0      ;FERRAMENTA
Q423=4      ;NUMERO APALPACOES
Q365=1      ;TIPO DESLOCAMENTO
```

- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 448). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o TNC executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.
- **Q423 Nº de apalpações no plano (4/3)?**: definir se o TNC deve medir a ilha com 4 ou 3 apalpações:
  4: utilizar 4 pontos de medição (definição padrão)
  3: utilizar 3 pontos de medição
- **Q365 Tipo deslocam.? recta=0/círc.=1**: determinar com que função de trajetória a ferramenta se deve deslocar entre os pontos de medição quando está ativa a deslocação à altura segura (Q301=1):
  0: deslocação entre as maquinagens segundo uma reta
  1: deslocação entre as maquinagens de forma circular sobre o diâmetro do círculo teórico
- Os parâmetros **Q498** e **Q531** não têm quaisquer efeitos neste ciclo. Não é necessário proceder a introduções. Estes parâmetros foram integrados meramente por motivos de compatibilidade. Se, por exemplo, importar um programa do comando de tornear e fresar TNC 640, não recebe qualquer mensagem de erro.

15.6 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 351) no 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

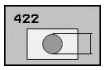
Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

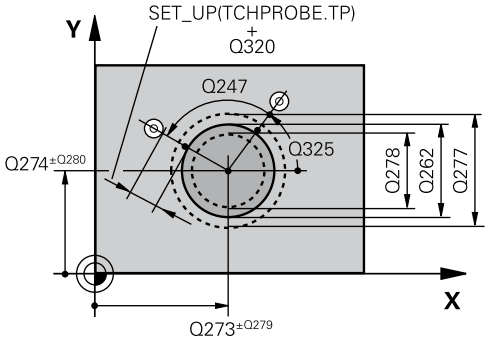
Quanto mais pequeno se programar o passo angular, menor é a exatidão com que o TNC calcula a dimensão da ilha. menor valor de introdução: 5°.

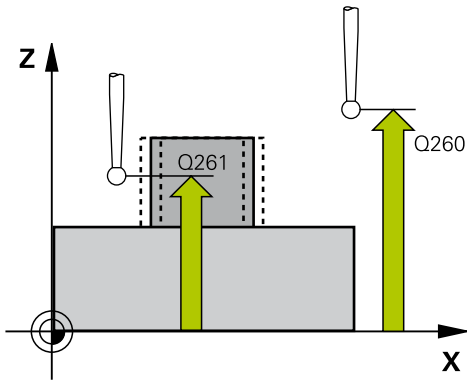
Os parâmetros **Q498** e **Q531** não têm quaisquer efeitos neste ciclo. Não é necessário proceder a introduções. Estes parâmetros foram integrados meramente por motivos de compatibilidade. Se, por exemplo, importar um programa do comando de tornear e fresar TNC 640, não recebe qualquer mensagem de erro.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto) : centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto) : centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q262 Diametro nominal?**: introduzir o diâmetro da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q325Angulo inicial?** (absoluto) : ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução -360.000 bis 360.000
- **Q247 Passo angular?** (incremental): ângulo entre dois pontos de medição, o sinal do passo angular determina a direção de maquinagem (- = sentido horário). Se quiser medir arcos de círculo, programe um passo angular menor do que 90°. Campo de introdução -120,0000 a 120,0000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura





Blocos NC

5 TCH PROBE 422 MEDIR CIRC EXTERNO	
Q273=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q274=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q262=75	;DIAMETRO NOMINAL
Q325=+90	;ANGULO INICIAL
Q247=+30	;PASSO ANGULAR
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+10	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q277=35,15	;TAMANHO MAXIMO
Q278=34,9	;TAMANHO MINIMO
Q279=0,05	;TOLERANCIA 1. CENTRO
Q280=0,05	;TOLERANCIA 2. CENTRO

- **Q275 Tamanho maximo ilhas?**: máximo diâmetro permitido da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q278 Tamanho minimo ilhas?**: mínimo diâmetro permitido da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q279 Tolerancia centro eixo 1?**: desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q280 Tolerancia centro eixo 2?**: desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o 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
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: 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
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 448). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: Números de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T
- **Q423 Nº de apalpações no plano (4/3)?**: definir se o TNC deve medir a ilha com 4 ou 3 apalpações:
  4: utilizar 4 pontos de medição (definição padrão)
  3: utilizar 3 pontos de medição

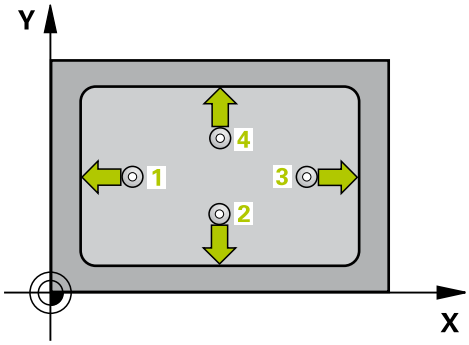
Q281=1	;PROTOCOLO MEDIDA
Q309=0	;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA
Q423=4	;NUMERO APALPACOES
Q365=1	;TIPO DESLOCAMENTO

- **Q365 Tipo deslocam.? recta=0/círc.=1**: determinar com que função de trajetória a ferramenta se deve deslocar entre os pontos de medição quando está ativa a deslocação à altura segura (Q301=1):
  0: deslocação entre as maquinagens segundo uma reta
  1: deslocação entre as maquinagens de forma circular sobre o diâmetro do círculo teórico
- Os parâmetros **Q498** e **Q531** não têm quaisquer efeitos neste ciclo. Não é necessário proceder a introduções. Estes parâmetros foram integrados meramente por motivos de compatibilidade. Se, por exemplo, importar um programa do comando de tornear e fresar TNC 640, não recebe qualquer mensagem de erro.

15.7 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 351) no 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:

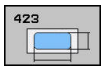
Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q154	Valor real comprimento lateral eixo principal
Q155	Valor real comprimento lateral eixo secundário
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q164	Desvio comprimento lateral eixo principal
Q165	Desvio comprimento lateral eixo secundário

Ter em atenção ao programar!

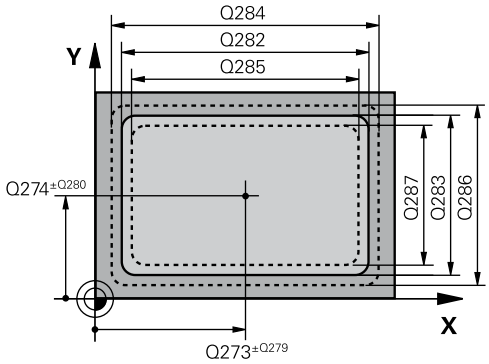
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

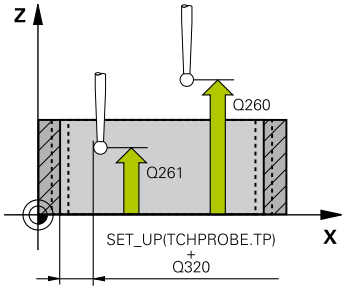
Quando a medida da caixa e a distância de segurança não permitem um posicionamento prévio próximo dos pontos de apalpação, o TNC apalpa sempre a partir do centro da caixa. Entre os quatro pontos de medição, o apalpador não se desloca na Altura Segura.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto): centro da caixa no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274 Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto): centro da caixa no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q282 Longitude 1. lado (val.nominal)?**: comprimento da caixa, paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q283 Longitude 2. lado (val.nominal)?**: comprimento da caixa, paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q284 Tamanho max.longitude 1. lado?**: máximo comprimento permitido da caixa. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q285 Tamanho min. longitude 1. lado?**: mínimo comprimento permitido da caixa. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q286 Tamanho max. longitude 2. lado?**: máxima largura permitida da caixa. Campo de introdução de 0 a 99999,9999





Blocos NC

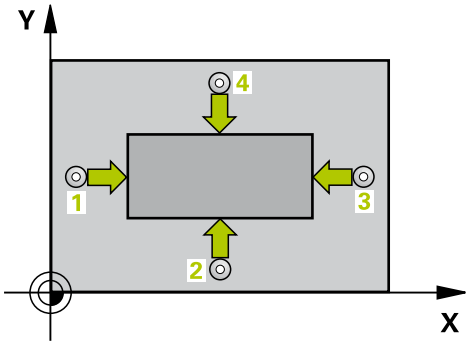
5 TCH PROBE 423 MEDIR RECTAN INTERNO	
Q273=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q274=+50	;CENTRO DO 2. EIXO
Q282=80	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q283=60	;COMPRIMENTO 2. LADO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+10	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=1	;IR ALTURA SEGURANCA
Q284=0	;TAMANHO MAX. 1.LADO
Q285=0	;TAMANHO MIN. 1. LADO
Q286=0	;TAMANHO MAX. 2. LADO
Q287=0	;TAMANHO MIN. 2. LADO
Q279=0	;TOLERANCIA 1. CENTRO
Q280=0	;TOLERANCIA 2. CENTRO
Q281=1	;PROTOCOLO MEDIDA
Q309=0	;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA

- **Q287 Tamanho min. longitude 2. lado?**: mínima largura permitida da caixa. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q279 Tolerancia centro eixo 1?**: desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q280 Tolerancia centro eixo 2?**: desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o 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
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: 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
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 448). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo:
  0: supervisão não ativa
  >0: Números de ferramenta na tabela de ferramentas TOOL.T

15.8 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.



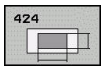
1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 351) para o ponto de apalpação **1**. O TNC calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores
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

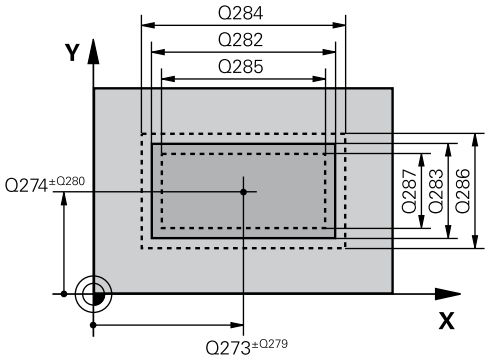
Ter em atenção ao programar!

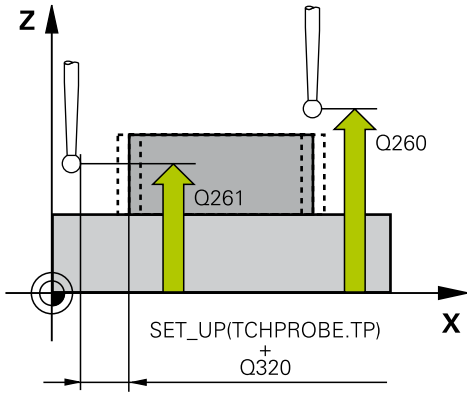
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto) : centro da ilha no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto) : centro da ilha no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q282Longitude 1. lado (val.nominal)?**: comprimento da ilha, paralelo ao eixo principal do plano de maquinagem Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q283Longitude 2. lado (val.nominal)?**: comprimento da ilha, paralelo ao eixo secundário do plano de maquinagem Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q284 Tamanho max.longitude 1. lado?**: máximo comprimento permitido da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q285 Tamanho min. longitude 1. lado?**: mínimo comprimento permitido da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999





Blocos NC

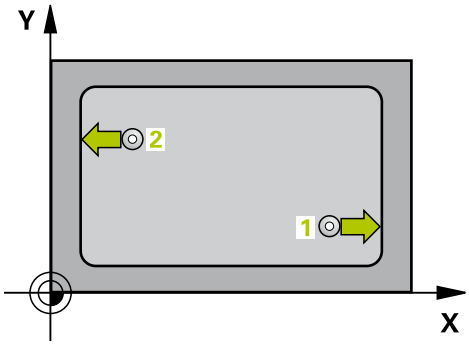
5 TCH PROBE 424 MEDIR RECTAN EXTERNO	
Q273=+50	;CENTRO DO 1. EIXO
Q274=+50	;2. CENTRO EIXO 2
Q282=75	;COMPRIMENTO 1. LADO
Q283=35	;COMPRIMENTO 2. LADO
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA
Q284=75,1	;TAMANHO MAX. 1.LADO
Q285=74,9	;TAMANHO MIN. 1. LADO
Q286=35	;TAMANHO MAX. 2. LADO
Q287=34,95	;TAMANHO MIN. 2. LADO
Q279=0,1	;TOLERANCIA 1. CENTRO

- **Q286 Tamanho max. longitude 2. lado?**: máxima largura permitida da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q287Tamanho min. longitude 2. lado?**: mínima largura permitida da ilha. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q279 Tolerancia centro eixo 1?**: desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q280 Tolerancia centro eixo 2?**: desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o 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
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: 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
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 448). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o TNC executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.

Q280=0,1	;TOLERANCIA 2. CENTRO
Q281=1	;PROTOCOLO MEDIDA
Q309=0	;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA

15.9 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.

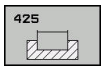
1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 351) no ponto de apalpação **1**. O TNC calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **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

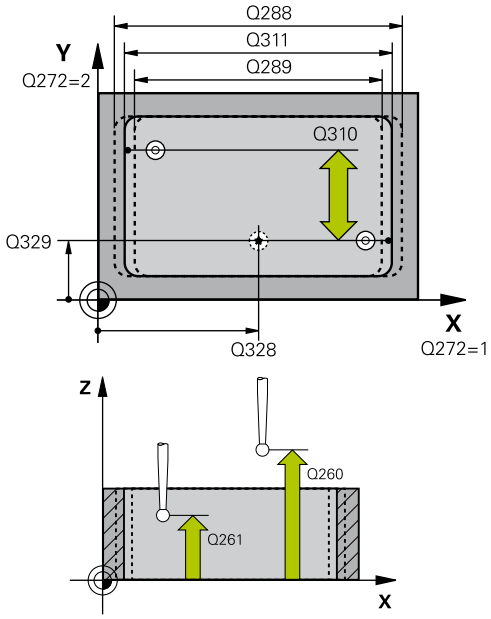
Ter em atenção ao programar!

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo



- **Q328 Ponto inicial do 1. eixo?** (absoluto) : ponto inicial do processo de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q329 Ponto inicial do 2. eixo?** (absoluto) : ponto inicial do processo de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q310 Offset para 2º medicao (+/-)?** (incremental): valor com que o apalpador é deslocado antes da segunda medição. Se se introduzir 0, o TNC não desvia o apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo medicao (1=1º / 2=2º)?**: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q311 Longitude nominal?** : valor nominal do comprimento a medir. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q288 Tamanho maximo?**: comprimento máximo permitido. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q289 Tamanho minimo?**: comprimento mínimo permitido Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **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



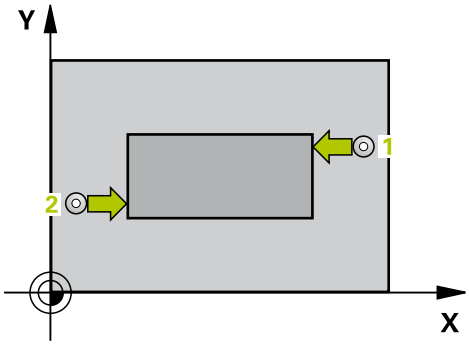
Blocos NC

5 TCH PROBE 425 MEDIR LARG. INTERNA
Q328=+75 ;PTO. INICIAL 1. EIXO
Q329=-12.5 ;PTO. INICIAL 2. EIXO
Q310=+0 ;OFFSET 2. MEDICAO
Q272=1 ;EIXO DE MEDICAO
Q261=-5 ;ALTURA MEDIDA
Q260=+10 ;ALTURA DE SEGURANCA
Q311=25 ;LONGITUDE NOMINAL
Q288=25.05;TAMANHO MAXIMO
Q289=25 ;TAMANHO MINIMO
Q281=1 ;PROTOCOLO MEDIDA
Q309=0 ;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0 ;FERRAMENTA
Q320=0 ;DISTANCIA SEGURANCA
Q301=0 ;IR ALTURA SEGURANCA

- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: determinar se, caso 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
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 448). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o TNC executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.
- **Q320 Distancia de seguranca?** (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores) e somente ao apalpar o ponto de referência no eixo do apalpador. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura

15.10 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.

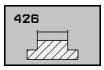
1 O TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (valor da coluna **FMAX**) e com lógica de posicionamento (ver "Executar ciclos de apalpação", Página 351) para o ponto de apalpação **1**. O TNC calcula os pontos de apalpação a partir das indicações no ciclo e da distância de segurança a partir da coluna **SET_UP** na tabela de apalpadores
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

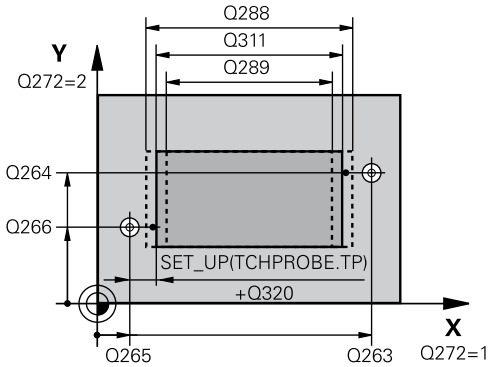
Ter em atenção ao programar!

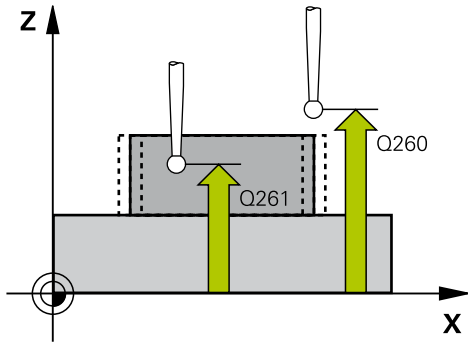
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q265 2. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q266 2. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q272 Eixo medicao (1=1º / 2=2º)?**: eixo do plano de maquinagem onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q311 Longitude nominal?** : valor nominal do comprimento a medir. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q288 Tamanho maximo?**: comprimento máximo permitido. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q289 Tamanho minimo?**: comprimento mínimo permitido Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: 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





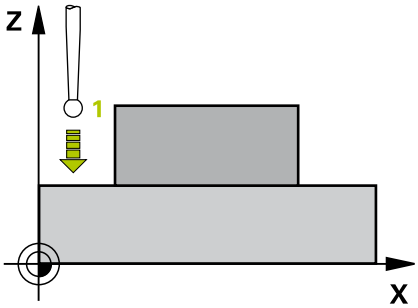
Blocos NC

```
5 TCH PROBE 426 MEDIR SERRA
  EXTERNA
  Q263=+50   ;1. PONTO NO EIXO 1
  Q264=+25   ;1. PONTO NO EIXO 2
  Q265=+50   ;2. PONTO DO 1. EIXO
  Q266=+85   ;2. PONTO DO 2. EIXO
  Q272=2     ;EIXO DE MEDIÇÃO
  Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
  Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
  Q260=+20   ;ALTURA DE SEGURANCA
  Q311=45    ;LONGITUDE NOMINAL
  Q288=45    ;TAMANHO MAXIMO
  Q289=44.95;TAMANHO MINIMO
  Q281=1     ;PROTOCOLO MEDIDA
  Q309=0     ;PARAG. PGM SEM ERRO
  Q330=0     ;FERRAMENTA
```

- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: 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
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 448). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o TNC executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.

15.11 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 351) 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!

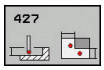
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Quando está definido como eixo de medição um eixo do plano de maquinagem ativo (Q272 = 1 ou 2), o TNC executa uma correção de raio da ferramenta. O TNC obtém a direção de correção através da direção de deslocação definida (Q267)

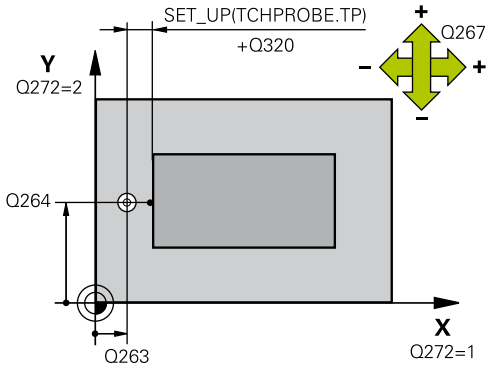
Quando está selecionado o eixo do apalpador como eixo de medição (Q272 = 3), o TNC executa uma correção do comprimento da ferramenta

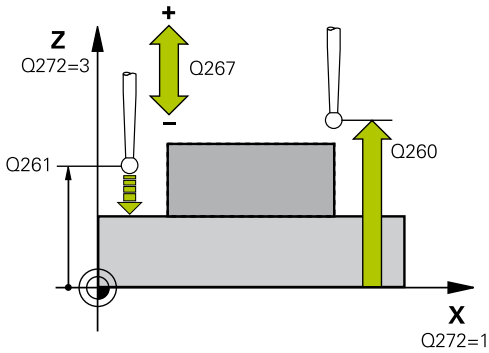
Os parâmetros **Q498** e **Q531** não têm quaisquer efeitos neste ciclo. Não é necessário proceder a introduções. Estes parâmetros foram integrados meramente por motivos de compatibilidade. Se, por exemplo, importar um programa do comando de tornear e fresar TNC 640, não recebe qualquer mensagem de erro.

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q272 Eixo med.(1/2/3: 1=eixo princ.)?**: eixo onde se pretende realizar a medição:
  1: eixo principal = eixo de medição
  2: eixo secundário = eixo de medição
  3: eixo do apalpador = eixo de medição
- **Q267 Direc. desloc. 1 (+1=+ / -1=-)?**: direção em que deve ser deslocado o apalpador para a peça de trabalho:
  -1: direção de deslocação negativa
  +1: direção de deslocação positiva
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q281Protocolo medida (0/1/2)?**: 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
- **Q288 Tamanho maximo?**: máximo valor de medição permitido. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q289 Tamanho minimo?**: mínimo valor de medição permitido. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





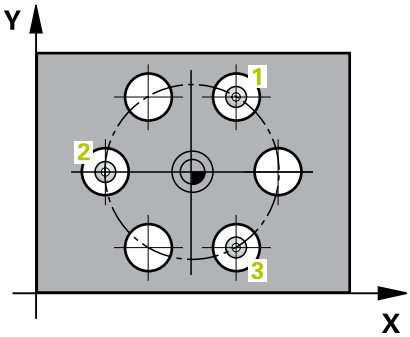
Blocos NC

5 TCH PROBE 427 MEDIR COORDENADA	
Q263=+35	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+45	;1. PONTO NO EIXO 2
Q261=+5	;ALTURA MEDIDA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q272=3	;EIXO DE MEDICAO
Q267=-1	;DIRECAO DESLOCAMENTO
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA
Q281=1	;PROTOCOLO MEDIDA
Q288=5.1	;TAMANHO MAXIMO
Q289=4.95	;TAMANHO MINIMO
Q309=0	;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0	;FERRAMENTA
Q498=0	;INVERTER FERRAMENTA
Q531=0	;ANGULO DE INCIDENCIA

- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: determinar se, caso 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
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 448). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o TNC executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.
- Os parâmetros **Q498** e **Q531** não têm quaisquer efeitos neste ciclo. Não é necessário proceder a introduções. Estes parâmetros foram integrados meramente por motivos de compatibilidade. Se, por exemplo, importar um programa do comando de tornear e fresar TNC 640, não recebe qualquer mensagem de erro.

15.12 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 351) 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:

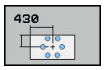
Número de parâmetro	Significado
Q151	Valor real centro eixo principal
Q152	Valor real centro eixo secundário
Q153	Valor real diâmetro de círculo de furos
Q161	Desvio centro eixo principal
Q162	Desvio centro eixo secundário
Q163	Desvio diâmetro de círculo de furos

Ter em atenção ao programar!

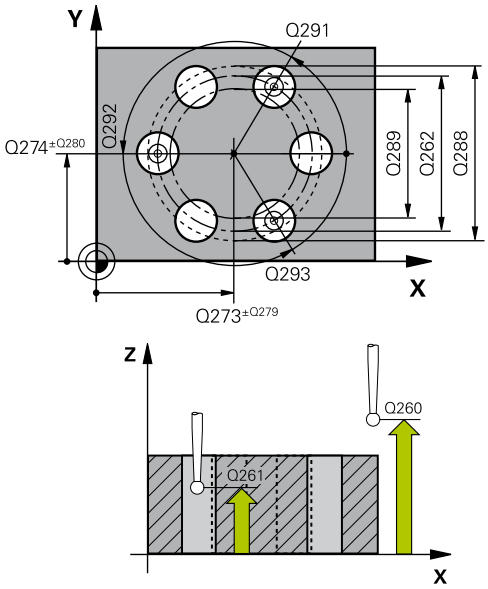
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

O ciclo 430 executa somente a supervisão de rotura, nenhuma correção automática da ferramenta.

Parâmetros de ciclo



- **Q273 Centro eixo 1 (valor nominal)?** (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q274 Centro eixo 2 (valor nominal)?** (absoluto): centro do círculo de furos (valor nominal) no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q262 Diametro nominal?**: introduzir o diâmetro do furo. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q291 Angulo 1. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do primeiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q292 Angulo 2. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do segundo ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q293 Angulo 3. furo?** (absoluto): ângulo de coordenadas polares do terceiro ponto central do furo no plano de maquinagem. Campo de introdução –360,0000 a 360,0000
- **Q261 Altura medida eixo do apalpador?** (absoluto) : coordenada do centro da esfera (=ponto de contacto) no eixo do apalpador, onde deve realizar-se a medição. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q288 Tamanho maximo?**: máximo diâmetro de círculo de furos permitido. Campo de introdução de 0 a 99999,9999



Blocos NC

```
5 TCH PROBE 430 MEDIR CIRC FUROS
  Q273=+50   ;CENTRO DO 1. EIXO
  Q274=+50   ;CENTRO DO 2. EIXO
  Q262=80    ;DIAMETRO NOMINAL
  Q291=+0    ;ANGULO 1. FURO
  Q292=+90   ;ANGULO 2. FURO
  Q291=+180  ;ANGULO 3. FURO
  Q261=-5    ;ALTURA MEDIDA
  Q260=+10   ;ALTURA DE SEGURANCA
  Q288=80.1  ;TAMANHO MAXIMO
  Q289=79.9  ;TAMANHO MINIMO
  Q279=0.15  ;TOLERANCIA 1. CENTRO
```

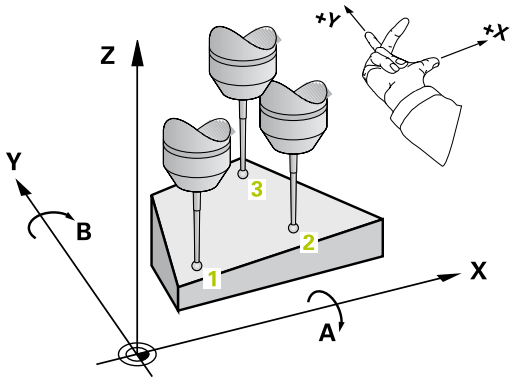
- **Q289 Tamanho minimo?**: mínimo diâmetro de círculo de furos permitido. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q279 Tolerancia centro eixo 1?**: desvio de posição permitido no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q280 Tolerancia centro eixo 2?**: desvio de posição permitido no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o 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
- **Q309 Paragem PGM excedeu tolerancia?**: 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
- **Q330 Ferramenta para vigilância?**: determinar se o TNC deve executar uma supervisão da ferramenta (ver "Supervisão da ferramenta", Página 448). Campo de introdução 0 a 32767,9; em alternativa, nome da ferramenta com 16 caracteres, no máximo
  0: supervisão não ativa
  >0: número ou nome da ferramenta com que o TNC executou a maquinagem. Tem a possibilidade de aplicar a ferramenta diretamente desde a tabela de ferramentas mediante softkey.

```
Q280=0.15  ;TOLERANCIA 2. CENTRO
Q281=1     ;PROTOCOLO MEDIDA
Q309=0     ;PARAG. PGM SEM ERRO
Q330=0     ;FERRAMENTA
```

15.13 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 351) no ponto de apalpação programado **1** e mede aí o primeiro ponto do 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!

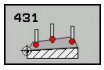
Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Para o TNC poder calcular os valores angulares, os três pontos de medição não devem estar situados numa reta.

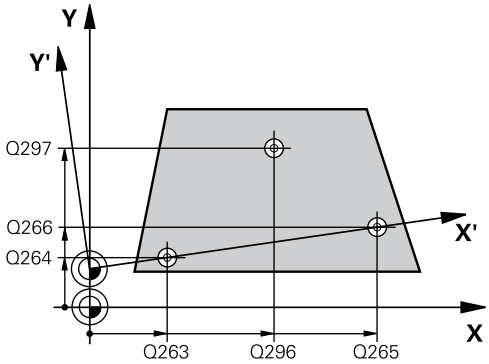
Nos parâmetros Q170 - Q172 são memorizados os ângulos no espaço, que são necessários na função de inclinação do plano de maquinagem. Por meio dos dois primeiros pontos de medição, determina-se a direção do eixo principal em inclinação do plano de maquinagem.

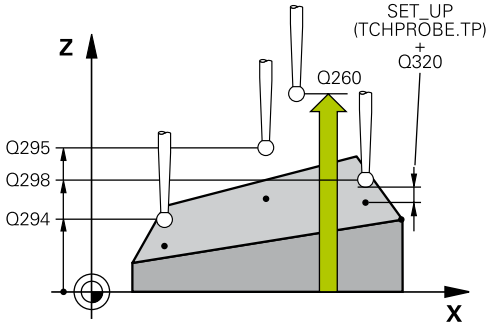
O terceiro ponto de medição estabelece o sentido do eixo da ferramenta. Definir o terceiro ponto de medição no sentido do eixo Y positivo, para que o eixo da ferramenta se situe corretamente no sistema de coordenadas de rotação para a direita.

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q294 1. ponto medicao eixo 3** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q265 2. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q266 2. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q295 2. ponto de medicao no eixo 3?** (absoluto): coordenada do segundo ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999





Blocos NC

```
5 TCH PROBE 431 MEDIR PLANO
```

- **Q296 3º ponto de medição no 1º eixo?** (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q297 3º ponto de medição no 2º eixo?** (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q298 3º ponto de medição no 3º eixo?** (absoluto): coordenada do terceiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q281 Protocolo medida (0/1/2)?**: determinar se o 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

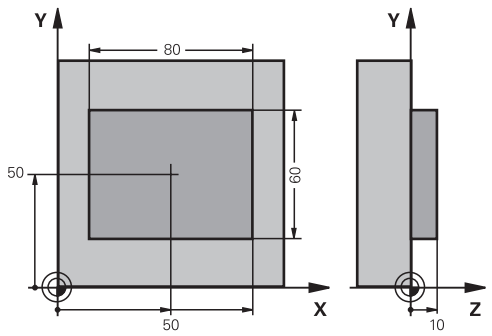
```
Q263=+20   ;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+20   ;1. PONTO NO EIXO 2
Q294=-10   ;1. PONTO EIXO 3
Q265=+50   ;2. PONTO DO 1. EIXO
Q266=+80   ;2. PONTO DO 2. EIXO
Q230=+0    ;2. PONTO DO 3. EIXO
Q228=+90   ;3. PONTO DO 1. EIXO
Q297=+35   ;3. PONTO DO 2. EIXO
Q298=+12   ;3. PONTO DO 3. EIXO
Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
Q260=+5    ;ALTURA DE SEGURANCA
Q281=1     ;PROTOCOLO MEDIDA
```

15.14 Exemplos de programação

Exemplo: medir e fazer trabalho de acabamento de ilhas retangulares

Execução do programa

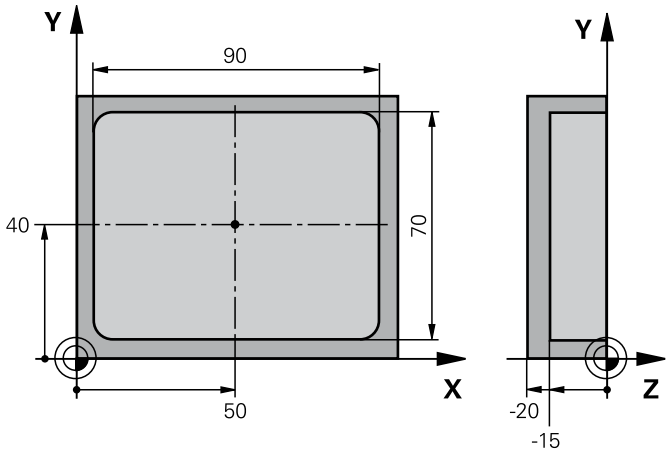
- Desbastar ilha retangular com medida excedente 0,5
- Medir ilhas retangulares
- Acabar ilhas retangulares tendo em consideração os valores de medição



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 MEDIR RECTAN EXTERNO	Medir retângulo fresado
Q273=+50 ;CENTRO DO 1. EIXO	
Q274=+50 ;CENTRO DO 2. EIXO	
Q282=80 ;COMPRIMENTO 1. LADO	Comprimento nominal em X (medida final)
Q283=60 ;COMPRIMENTO 2. LADO	Comprimento nominal em Y (medida final)
Q261=-5 ;ALTURA MEDIDA	
Q320=0 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q260=+30 ;ALTURA DE SEGURANCA	
Q301=0 ;IR ALTURA SEGURANCA	
Q284=0 ;TAMANHO MAX. 1.LADO	Valores de introdução para a verificação da tolerância, não necessários
Q285=0 ;TAMANHO MIN. 1. LADO	
Q286=0 ;TAMANHO MAX. 2. LADO	
Q287=0 ;TAMANHO MIN. 2. LADO	
Q279=0 ;TOLERANCIA 1. CENTRO	
Q280=0 ;TOLERANCIA 2. CENTRO	
Q281=0 ;PROTOCOLO MEDIDA	Não emitir registo de medição
Q309=0 ;PARAG. PGM SEM ERRO	Não emitir mensagem de erro
Q330=0 ;FERRAMENTA	Sem supervisão da ferramenta
9 FN 2: Q1 = +Q1 - +Q164	Calcular comprimento em X por meio do desvio medido
10 FN 2: Q2 = +Q2 - +Q165	Calcular comprimento em Y por meio do desvio medido

11 L Z+100 R0 FMAX	Retirar 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 ACAB. ILHA RET.	
Q200=20 ;DISTANCIA SEGURANCA	
Q201=-10 ;PROFUNDIDADE	
Q206=150 ;AVANCO INCREMENTO	
Q202=5 ;INCREMENTO	
Q207=500 ;AVANCO FRESAGEM	
Q203=+10 ;COORD. SUPERFICIE	
Q204=20 ;2. DIST. SEGURANCA	
Q216=+50 ;CENTRO DO 1. EIXO	
Q217=+50 ;CENTRO DO 2. EIXO	
Q218=Q1 ;COMPRIMENTO 1. LADO	Comprimento na variável X para desbastar e acabar
Q219=Q2 ;COMPRIMENTO 2. LADO	Comprimento na variável Y para desbastar e acabar
Q220=0 ;ARREDONDAMENTO	
Q221=0 ;SOBRE-METAL 1. EIXO	
17 CYCL CALL M3	Chamada de ciclo
18 LBL 0	Fim 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 MEDIR RECTAN INTERNO		
Q273=+50	;CENTRO DO 1. EIXO	
Q274=+40	;CENTRO DO 2. EIXO	
Q282=90	;COMPRIMENTO 1. LADO	Comprimento nominal em X
Q283=70	;COMPRIMENTO 2. LADO	Comprimento nominal em Y
Q261=-5	;ALTURA MEDIDA	
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA	
Q260=+20	;ALTURA DE SEGURANCA	
Q301=0	;IR ALTURA SEGURANCA	
Q284=90.15	;TAMANHO MAX. 1.LADO	Medida máxima em X
Q285=89.95	;TAMANHO MIN. 1. LADO	Medida mínima em X
Q286=70.1	;TAMANHO MAX. 2. LADO	Medida máxima em Y
Q287=69.9	;TAMANHO MIN. 2. LADO	Medida mínima em Y
Q279=0.15	;TOLERANCIA 1. CENTRO	Desvio de posição permitido em X
Q280=0.1	;TOLERANCIA 2. CENTRO	Desvio de posição permitido em Y
Q281=1	;PROTOCOLO MEDIDA	Enviar registo de medição para ficheiro
Q309=0	;PARAG. PGM SEM ERRO	Em caso de tolerância excedida, não visualizar mensagem de erro
Q330=0	;FERRAMENTA	Sem supervisão da ferramenta
4 L Z+100 R0 FMAX M2		Retirar ferramenta, fim do programa
5 END PGM BSMESS MM		

16

Ciclos de apalpação: Funções especiais

16.1 Princípios básicos

Resumo

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

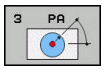
Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

O fabricante da máquina deve preparar o TNC para a utilização de apalpadores 3D.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O TNC põe à disposição um ciclo para a seguinte utilização especial:

Softkey	Ciclo	Página
	3 MEDIÇÃO Ciclo de medição para a criação de ciclos do fabricante	493

16.2 MEDIÇÃO (ciclo 3, opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo de apalpação 3 obtém, numa direção de apalpação selecionável, uma posição qualquer na peça. 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.

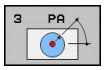
Tenha em atenção que o TNC descreve sempre, em princípio, 4 parâmetros Q consecutivos.

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



- **Nr. parametro 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 de 0 a 1999
- **Eixo palpaçâo?**: introduzir o eixo em cujo sentido deve ser feita a apalpação, confirmar com a tecla **ENT**. Campo de introdução X, Y ou Z
- **Ângulo de palpaçâo?**: ângulo referido ao **eixo de apalpação** definido em que o apalpador deve deslocar-se, confirmar com a tecla **ENT**. Campo de introdução -180,0000 a 180,0000
- **Trajectória máxima?**: introduzir o percurso de deslocação, a distância a que o apalpador deve deslocar-se do ponto inicial, e confirmar com a tecla ENT. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medir avanço**: introduzir o avanço de medição em mm/min. Campo de introdução 0 a 3000,000
- **¿Distância retracção máxima?**: percurso contra a direção de apalpação depois de ter sido defletida a haste de apalpação. O TNC conduz o apalpador, no máximo, até ao ponto inicial, de modo a que não possa ocorrer qualquer colisão. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Sist. de ref? (0=ACT/1=REF)**: determinar se a direção de apalpação e o resultado da medição se devem referir ao sistema de coordenadas atual (**REAL**, pode, portanto, ser deslocado ou rodado) ou ao sistema de coordenadas da máquina (**REF**):
  0: apalpar no sistema atual e guardar o resultado da medição no sistema **REAL**
  1: apalpar no sistema REF fixo da máquina e guardar o resultado da medição no sistema **REF**
- **Output an error message(0/1)**: determinar se o TNC, com a haste de apalpação defletida no início do ciclo, deve emitir uma mensagem de erro ou não. Se o modo **1** estiver selecionado, o 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 MEDIR
5 TCH PROBE 3.1  Q1
6 TCH PROBE 3.2 X ANGULO: +15
7 TCH PROBE 3.3 DIST +10 F100 MB1
    SISTEMA REFERENCIA: 0
8 TCH PROBE 3.4  ERRORMODE1
```

16.3 MEDIÇÃO 3D (ciclo 4, opção de software 17)

Execução do ciclo

> O ciclo 4 é um ciclo auxiliar que se pode utilizar para movimentos de apalpação com um apalpador qualquer (TS, TT ou TL). O TNC não disponibiliza nenhum ciclo com o qual se possa calibrar o apalpador TS numa direção de apalpação qualquer.

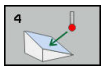
O ciclo de apalpação 4 obtém, numa direção de apalpação definível por vetor, uma posição qualquer na peça. Ao contrário de outros ciclos de medição, no ciclo 4 podem introduzir-se diretamente o curso de apalpação e o avanço de apalpação. Também a retração após registo do valor de apalpação se realiza com um valor possível de se introduzir.

1. O TNC desloca da posição atual com o avanço introduzido na direção de apalpação determinada. O sentido de apalpação deve ser determinado no ciclo através de um vetor (valores delta em X, Y e Z)
2. Depois de o TNC ter registado a posição, o TNC para o movimento de apalpação. O TNC memoriza as coordenadas da posição de apalpação X, Y e Z em três parâmetros Q consecutivos. O número do primeiro parâmetro é definido no ciclo. Quando se utiliza um apalpador TS, o resultado da apalpação é corrigido segundo o desvio central calibrado.
3. Em seguida, o TNC executa um posicionamento na direção contrária à de apalpação. O percurso de deslocação define-se no parâmetro **MB**, fazendo-se a deslocação, no máximo, até à posição inicial

Ter em atenção ao programar!

> O TNC desloca o apalpador ao máximo pelo curso de retração **MB**, mas não para além do ponto inicial da medição. Deste modo, não pode ocorrer qualquer colisão na retração.
>
> Prestar atenção, no posicionamento prévio, a que o TNC desloque o ponto central da esfera de apalpação não corrigido para a posição definida!
>
> 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, é atribuído ao 4.º parâmetro de resultados o valor -1.

Parâmetros de ciclo



- **Nr. parametro 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 de 0 a 1999
- **Percur. med. relativo em X?**: parte X do vetor de direção em cujo sentido o apalpador deve deslocar-se. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Percur. med. relativo em Y?**: parte Y do vetor de direção em cujo sentido o apalpador deve deslocar-se. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Percur. med. relativo em Z?**: parte Z do vetor de direção em cujo sentido o apalpador deve deslocar-se. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Trajectória máxima?**: introduzir o curso de deslocação com a distância que o apalpador deve percorrer ao longo do vetor de direção. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medir avanço**: introduzir o avanço de medição em mm/min. Campo de introdução 0 a 3000,000
- **¿Distância retracção máxima?**: percurso contra a direção de apalpação depois de ter sido defletida a haste de apalpação. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Sist. de ref? (0=ACT/1=REF)**: Determinar se o resultado da apalpação deve ser guardado no sistema de coordenadas de introdução (**REAL**) ou referido ao sistema de coordenadas da máquina (**REF**):
  0: Guardar o resultado da medição no sistema **REAL**
  1: Guardar o resultado da medição no sistema **REF**

Blocos NC

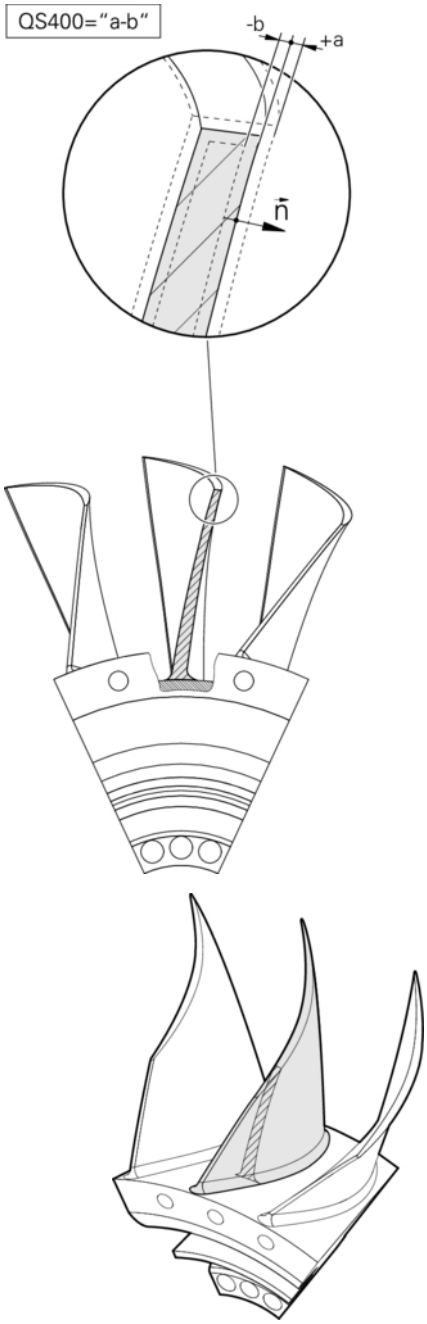
```
4 TCH PROBE 4.0 MEDIR 3D
5 TCH PROBE 4.1  Q1
6 TCH PROBE 4.2  IX-0.5 IY-1 IZ-1
7 TCH PROBE 4.3 ABST+45 F100 MB50
  SISTEMA REFERENCIA:0
```

16.4 APALPAÇÃO 3D (ciclo 444), (opção de software 17)

Execução do ciclo

O ciclo 444 verifica um ponto isolado na superfície de um componente. Este ciclo é utilizado, p. ex., em componentes de forma, para medir superfícies de formas livres. É possível determinar se um ponto na superfície do componente se encontra no intervalo de medida excedente ou de submedida, quando comparado com uma coordenada nominal. Em seguida, o operador pode executar outros passos de trabalho, como o trabalho de aperfeiçoamento, etc.

O ciclo 444 apalpa um ponto qualquer no espaço e determina o desvio relativamente a uma coordenada nominal. Essa operação tem em conta um vetor normal que é determinado através dos parâmetros Q581, Q582 e Q583. O vetor normal encontra-se perpendicular a um plano (imaginário) onde está a coordenada nominal. O vetor normal aponta para o lado contrário da superfície e não define o curso de apalpação. É vantajoso determinar o vetor normal com a ajuda de um sistema CAD ou CAM. A margem de tolerância QS400 define o desvio permitido entre a coordenada real e a nominal ao longo do vetor normal. Dessa forma, é possível estabelecer, p. ex., que após a deteção de uma submedida tem lugar uma paragem de programa. Além disso, o TNC emite um protocolo e os desvios são guardados nos parâmetros de sistema enunciados abaixo.



Execução do ciclo

1. O apalpador afasta-se da posição atual para um ponto no vetor normal que se encontra à distância seguinte da coordenada nominal: distância = raio da esfera de apalpação + valor SET_UP da tabela tchprobe.tp (TNC:\table\tchprobe.tp) + Q320. O posicionamento prévio tem em consideração uma altura segura. Mais informações sobre a lógica de apalpação ver "Executar ciclos de apalpação", Página 351
2. Em seguida, o apalpador aproxima-se à coordenada nominal. O curso de apalpação é definido por DIST (não pelo vetor normal! O vetor normal só é utilizado para calcular corretamente as coordenadas.)
3. Depois de o TNC ter registado a posição, o apalpador retrai-se e para. O TNC guarda as coordenadas do ponto de contacto determinadas em parâmetros Q.
4. Finalmente, o TNC desloca o apalpador, de regresso contra a direção de apalpação, com o valor que esteja definido no parâmetro **MB**

Parâmetros de sistema

O TNC guarda os resultados do processo de apalpação nos seguintes parâmetros:

Parâmetros de sistema	Significado
Q151	Posição medida do eixo principal
Q152	Posição medida do eixo secundário
Q153	Posição medida do eixo da ferramenta
Q161	Desvio medido do eixo principal
Q162	Desvio medido do eixo secundário
Q163	Desvio medido do eixo da ferramenta
Q164	Desvio 3D medido ■ Menor que 0: submedida ■ Maior que 0: medida excedente
Q183	Estado da peça de trabalho: ■ - 1 = Não definido ■ 0 = Bom ■ 1 = Aperfeiçoamento ■ 2 = Desperdícios

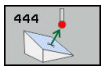
Função de registo

Após o processamento, o TNC cria um protocolo em formato .html. O TNC guarda o protocolo na mesma pasta em que se encontra o ficheiro .h (desde que não esteja configurado nenhum caminho para FN16).

O protocolo apresenta os seguintes conteúdos:

- Coordenada nominal definida
- Coordenada real determinada
- Representação a cores dos valores (verde para "Bom", cor de laranja para "Aperfeiçoamento", vermelho para "Desperdícios")
- (Se tiver sido definida uma tolerância QS400:) Indicação da variação dimensional superior e inferior, assim como do desvio obtido ao longo do vetor normal
- Direção de apalpação efetiva (como vetor no sistema de introdução). O valor do vetor corresponde aí ao curso de apalpação configurado

Parâmetros de ciclo



- **Q263 1. ponto de medicao no eixo 1?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo principal do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q264 1. ponto de medicao no eixo 2?** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo secundário do plano de maquinagem. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q294 1. ponto medicao eixo 3** (absoluto): coordenada do primeiro ponto de apalpação no eixo do apalpador. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q581 Vetores normais à superfície no eixo principal?** Aqui indica-se a normal à superfície na direção do eixo principal. Regra geral, a indicação da normal à superfície de um ponto realiza-se com a ajuda de um sistema CAD/CAM. Campo de introdução: -10 a 10
- **Q582 Vetores normais à superfície no eixo secundário?** Aqui indica-se a normal à superfície na direção do eixo secundário. Regra geral, a indicação da normal à superfície de um ponto realiza-se com a ajuda de um sistema CAD/CAM. Campo de introdução: -10 a 10
- **Q583 Vetores normais à superfície no eixo da ferramenta?** Aqui indica-se a normal à superfície na direção do eixo da ferramenta. Regra geral, a indicação da normal à superfície de um ponto realiza-se com a ajuda de um sistema CAD/CAM. Campo de introdução: -10 a 10
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q260 Altura de seguranca?** (absoluto): coordenada no eixo do apalpador onde não pode haver colisão entre o apalpador e a peça de trabalho (dispositivo tensor). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

Blocos NC

4 TCH PROBE 444 APALPACAO 3D	
Q263=+0	;1. PONTO NO EIXO 1
Q264=+0	;1. PONTO NO EIXO 2
Q294=+0	;1. PONTO EIXO 3
Q581=+1	;VETORES NORMAIS NO EIXO PRINCIPAL
Q582=+0	;VETORES NORMAIS NO EIXO SECUNDÁRIO
Q583=+0	;VETORES NORMAIS NO EIXO DA FERRAMENTA
Q320=+0	;DISTÂNCIA DE SEGURANÇA
Q260=100	;ALTURA DE SEGURANCA
QS400="1-1"	;TOLERÂNCIA
Q309=+0	;REACAO DE ERRO

- **QS400 Indicação de tolerância?** Aqui indica-se a margem de tolerância que é supervisionada pelo ciclo. A tolerância define o desvio permitido ao longo da normal à superfície. Este desvio é determinado entre a coordenada nominal e a efetiva coordenada real do componente. (A coordenada à superfície é definida por Q581 - Q583, a coordenada nominal é definida por Q263, Q264, Q294) O valor de tolerância é decomposto proporcionalmente ao eixo em função do vetor normal:
  Exemplo: QS400 ="0,4-0,1" significa: variação dimensional superior = coordenada nominal +0,4, variação dimensional inferior = coordenada nominal -0,1. Para o ciclo obtém-se a seguinte margem de tolerância: "Coordenada nominal +0,4" até "Coordenada nominal -0,1".
  Exemplo: QS400 ="0,4" significa: variação dimensional superior = coordenada nominal +0,4, variação dimensional inferior = coordenada nominal. Para o ciclo obtém-se a seguinte margem de tolerância: "Coordenada nominal +0,4" até "Coordenada nominal".
  Exemplo: QS400 ="-0,1" significa: variação dimensional superior = coordenada nominal, variação dimensional inferior = coordenada nominal -0,1. Para o ciclo obtém-se a seguinte margem de tolerância: "Coordenada nominal" até "Coordenada nominal -0,1".
  Exemplo: QS400 =" " significa: Sem consideração da tolerância.
  Exemplo: QS400 ="0" significa: Sem consideração da tolerância.
  Exemplo: QS400 ="0,1+0,1" significa: Sem consideração da tolerância.
- **Q309 Reação em caso de erro de tolerância?** Determinar se o TNC, em caso de desvio obtido, interrompe a execução do programa e emite uma mensagem:
  0: Caso se exceda a tolerância, não interromper a execução do programa, não emitir mensagem
  1: Caso se exceda a tolerância, interromper a execução do programa, emitir mensagem
  2: Se a coordenada real determinada ao longo do vetor normal de superfície se encontrar abaixo da coordenada nominal, o TNC emite uma mensagem e interrompe a execução do programa. Ocorreu uma submedida. Não ocorre nenhuma reação de erro, pelo contrário, se o valor obtido ao longo do vetor normal de superfície se encontrar num intervalo maior que a coordenada nominal.

Ter em atenção ao programar!

Para conseguir resultados exatos em função do apalpador utilizado, antes da execução do ciclo 444, deverá realizar-se uma calibração 3D. A calibração 3D requer a opção #92 3D-ToolComp.

O ciclo 444 cria um protocolo de medição em formato .html.

É emitida uma mensagem de erro se, antes da execução do ciclo 444, estiver ativo um espelhamento (ciclo 8) ou um escalonamento (ciclo 11, 26).

Dependendo da definição do parâmetro CfgPresetSettings, faz-se a verificação, durante a apalpação, se a posição dos eixos de rotação coincide com os ângulos de inclinação (Rot 3D). Se não for esse o caso, o TNC emite uma mensagem de erro.

Se a sua máquina estiver equipada com um mandril regulado, deve ativar-se a condução posterior do ângulo na tabela de apalpadores (**coluna TRACK**). Deste modo, aumentam-se, em geral, as precisões na medição com um apalpador 3D.

O ciclo 444 refere todas as coordenadas ao sistema de introdução.

O TNC descreve os parâmetros de retorno com os valores medidos, ver "Execução do ciclo", Página 497

O estado da peça de trabalho Bom/Aperfeiçoamento/ Desperdícios é definido através do parâmetro Q183 independentemente do parâmetro Q309 (ver "Execução do ciclo", Página 497).

16.5 Calibrar o apalpador digital

Para poder determinar exatamente o ponto de comando efetivo de um apalpador 3D, é necessário calibrar o apalpador, de outro modo o 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.

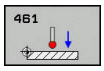
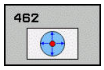
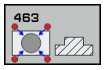
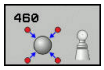
Na calibração, o TNC determina o comprimento "atuante" da haste de apalpação e o raio "atuante" da esfera de apalpação. Para calibrar o apalpador 3D, fixe um anel de ajuste ou uma ilha com altura e raio interno conhecidos sobre a mesa da máquina.

O TNC dispõe de ciclos de calibração para a calibração do comprimento e para a calibração do raio:

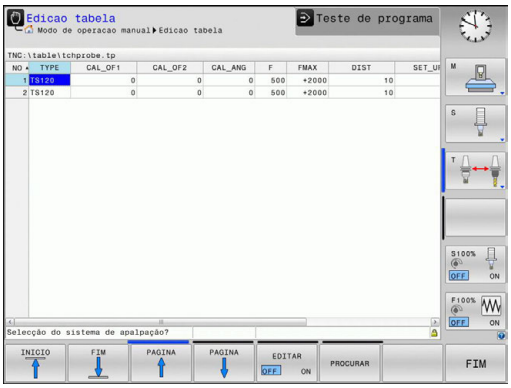
- Premir a softkey **Função de apalpação**

- Visualizar ciclos de calibração: premir a softkey **TS CALIBR.**
- Selecionar o ciclo de calibração

Ciclos de calibração do TNC

Softkey	Função	Página
	Calibrar comprimento	509
	Determinar o raio e o desvio central com um anel de calibração	511
	Determinar o raio e o desvio central com uma ilha ou um pino de calibração	513
	Determinar o raio e o desvio central com uma esfera de calibração	504

16.6 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 Tabela de apalpadores.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html. A posição de memória deste ficheiro é a mesma qua a do ficheiro de saída. O protocolo de medição pode ser visualizado no comando com o browser. Se forem utilizados vários ciclos de calibração do apalpador num programa, os protocolos de medição encontram-se todos em TCHPRAUTO.html. Quando se executa um ciclo de apalpação no modo de Funcionamento Manual, o TNC guarda o protocolo de medição com o nome TCHPRMAN.html. A posição de memória deste ficheiro é a pasta TNC: \ *.

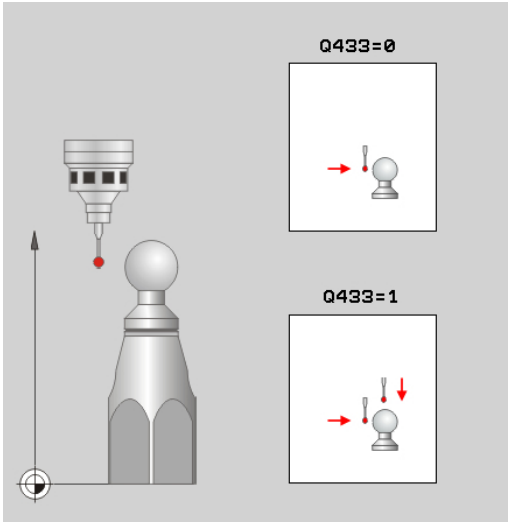
Certifique-se de que o número de ferramenta da tabela de ferramentas e o número de apalpador da tabela de apalpadores são adequados um ao outro. É indiferente se o ciclo do apalpador vai ser processado em modo de funcionamento automático ou modo de funcionamento **Modo de operacao manual**.

Encontra mais informações no capítulo Tabela do apalpador

16.7 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.

Além disso, é possível obter dados de calibração 3D. Para tal, é necessária a opção de software 92 3D-ToolComp. Os dados de calibração 3D descrevem o comportamento de deflexão do apalpador em qualquer direção de apalpação. Os dados de calibração 3D são guardados em TNC:\system\CAL_TS<T-Nr.>_<T-Idx.>.3DTC. Na tabela de ferramentas, faz-se referência à tabela 3DTC na coluna DR2TABLE. Os dados de calibração 3D são então considerados no processo de apalpação. A calibração 3D é necessária quando se pretenda alcançar uma precisão muito alta com o ciclo 444 Apalpação 3D (ver "APALPAÇÃO 3D (ciclo 444), (opção de software 17)", Página 497).

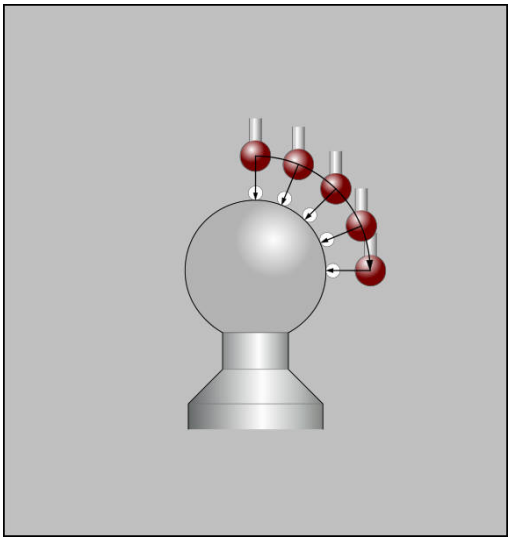


Execução do ciclo

Dependendo do parâmetro **Q433**, pode executar somente uma calibração do raio ou uma calibração do raio e do comprimento.

Calibração do raio Q433=0

1 Fixar a esfera de calibração. Prestar atenção à ausência de colisão!
2 Posicionar o apalpador no eixo de apalpação por cima da esfera de calibração e no plano de maquinagem aproximadamente no centro da esfera
3 O primeiro movimento do TNC realiza-se no plano, dependendo do ângulo de referência (Q380)
4 Em seguida, o TNC posiciona o apalpador no eixo do apalpador
5 Inicia-se o processo de apalpação e o TNC começa a procurar o equador da esfera de calibração
6 Depois de se determinar o equador, começa a calibração do raio
7 Por fim, o TNC retrai o apalpador no eixo do apalpador novamente para a altura a que o apalpador tinha sido previamente posicionado



Calibração do raio e do comprimento Q433=1

1 Fixar a esfera de calibração. Prestar atenção à ausência de colisão!
2 Posicionar o apalpador no eixo de apalpação por cima da esfera de calibração e no plano de maquinagem aproximadamente no centro da esfera
3 O primeiro movimento do TNC realiza-se no plano, dependendo do ângulo de referência (Q380)
4 Em seguida, o TNC posiciona o apalpador no eixo do apalpador
5 Inicia-se o processo de apalpação e o TNC começa a procurar o equador da esfera de calibração
6 Depois de se determinar o equador, começa a calibração do raio
7 Por fim, o TNC retrai o apalpador no eixo do apalpador novamente para a altura a que o apalpador tinha sido previamente posicionado
8 O TNC determina o comprimento do apalpador no polo norte da esfera de calibração
9 No final do ciclo, o TNC retrai o apalpador no eixo do apalpador novamente para a altura a que o apalpador tinha sido previamente posicionado

Dependendo do parâmetro **Q455**, pode realizar adicionalmente uma calibração 3D.

Calibração 3D Q455= 1...30

1 Fixar a esfera de calibração. Prestar atenção à ausência de colisão!
2 Após a calibração do raio ou do comprimento, o TNC retrai o apalpador no eixo do apalpador. Em seguida, o TNC posiciona o apalpador sobre o polo norte
3 O processo de apalpação inicia-se partindo do polo norte até ao equador em vários passos. São detetados os desvios do valor nominal e, dessa forma, o comportamento de deflexão específico.
4 O utilizador pode definir a quantidade de pontos de apalpação entre o polo norte e o equador. Este número depende do parâmetro de introdução Q455. Pode-se programar um valor de 1 a 30. Se programar Q455=0, a calibração 3D não se realiza.
5 Os desvios detetados durante a calibração são guardados numa tabela 3DTC.
6 No final do ciclo, o TNC retrai o apalpador no eixo do apalpador novamente para a altura a que o apalpador tinha sido previamente posicionado

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html. A posição de memória deste ficheiro é a mesma qua a do ficheiro de saída. O protocolo de medição pode ser visualizado no comando com o browser. Se forem utilizados vários ciclos de calibração do apalpador num programa, os protocolos de medição encontram-se todos em TCHPRAUTO.html.

O comprimento ativo do apalpador refere-se sempre ao ponto de referência da ferramenta. Muitas vezes, os ponto de referência da ferramenta encontra-se no chamado came do mandril (superfície transversal do mandril). O fabricante da máquina também pode posicionar o ponto de referência da ferramenta diferentemente.

Antes da definição de ciclo, é necessário programar uma chamada de ferramenta para a definição do eixo do apalpador.

Posicionar previamente o apalpador, de tal forma que este fique aproximadamente sobre o centro da esfera.

Se programar Q455=0, o TNC não executa nenhuma calibração 3D.

Se programar Q455=1-30, realiza-se uma calibração 3D do apalpador. Nessa operação, determinam-se desvios do comportamento de deflexão relativamente a diferentes ângulos. Se utilizar o ciclo 444, deverá executar previamente uma calibração 3D.

Ao programar Q455=1-30, é guardada uma tabela em TNC:\Table\CAL_TS<T-NR.>_<T-Idx.>.3DTC, correspondendo <T-NR> ao número e <Idx> ao índice do apalpador.

Se já existir uma referência a uma tabela de calibração (registo em DR2TABLE), esta tabela é sobrescrita.

Caso ainda não exista uma referência a uma tabela de calibração (registo em DR2TABLE), é criada uma referência e a respetiva tabela em conformidade com o número da ferramenta.

- **Q407 Raio esfera calibração exacto?** Indique o raio exato da esfera de calibração utilizada. Campo de introdução 0,0001 a 99,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (incremental): distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores) e somente ao apalpar o ponto de referência no eixo do apalpador. Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q423 Número de apalpações?** (absoluto): quantidade de pontos de medição no diâmetro. Campo de introdução de 0 a 8
- **Q380Ângulo refer.? (0=eixo ref.)** (absoluto) Indique o ângulo de referência (a rotação básica) para registo dos pontos de medição no sistema de coordenadas da peça de trabalho atuante. A definição de um ângulo de referência pode aumentar consideravelmente a área de medição de um eixo. Campo de introdução de 0 a 360,0000
- **Q433 Calibrar comprimento (0/1)?**: determinar se o 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
- **Q434 Ponto de referência para comprimento?** (absoluto): coordenada do centro da esfera de calibração. Definição necessária somente se a calibração do comprimento dever ser executada. Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Q455 Quantidade de pontos para cal. 3D?** Indique o número de pontos de apalpação para a calibração 3D. É razoável um valor de, p. ex., 15 pontos de apalpação. Indicando-se 0 aqui, a calibração 3D não se realiza.. Com uma calibração 3D, determina-se o comportamento de deflexão do apalpador em diferentes ângulos, que é guardado numa tabela. Para a calibração 3D, é necessário 3D-ToolComp. Campo de introdução: 1 a 30

Blocos NC

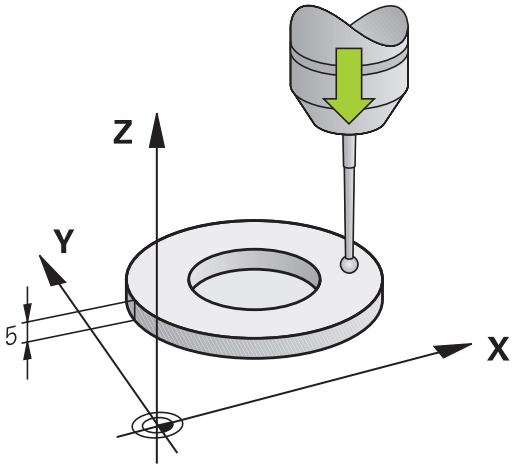
```
5 TCH PROBE 460 CALIBRAR TS NA
  ESFERA
  Q407=12.5  ;RAIO DA ESFERA
  Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
  Q301=1     ;IR ALTURA SEGURANCA
  Q423=4     ;NUMERO APALPACOES
  Q380=+0    ;ANGULO REFERENCIA
  Q433=0     ;CALIBRAR COMPRIMENTO
  Q434=-2.5  ;PONTO DE REFERENCIA
  Q455=15    ;QUANTIDADE PONTOS
             CAL 3D
```

16.8 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.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html. A posição de memória deste ficheiro é a mesma qua a do ficheiro de saída. O protocolo de medição pode ser visualizado no comando com o browser. Se forem utilizados vários ciclos de calibração do apalpador num programa, os protocolos de medição encontram-se todos em TCHPRAUTO.html.



1 O TNC orienta o apalpador para o ângulo **CAL_ANG** da tabela de apalpadores (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 de apalpadores)
3 Por fim, o TNC posiciona o apalpador com avanço rápido (coluna **FMAX** da tabela de apalpadores) novamente na posição inicial

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

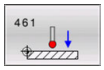
- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

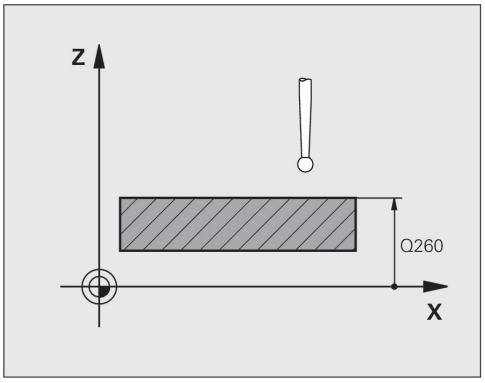
O comprimento ativo do apalpador refere-se sempre ao ponto de referência da ferramenta. Muitas vezes, os ponto de referência da ferramenta encontra-se no chamado came do mandril (superfície transversal do mandril). O fabricante da máquina também pode posicionar o ponto de referência da ferramenta diferentemente.

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html.



- **Q434 Ponto de referência para comprimento?** (absoluto): referência para o comprimento (p. ex., altura do anel de ajuste). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999



Blocos NC

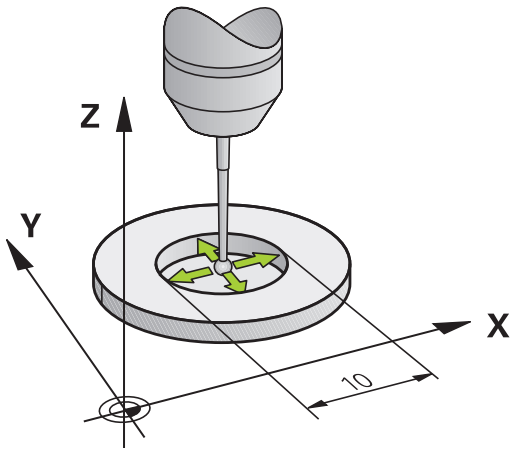
```
5 TCH PROBE 461 CALIBRAR
    COMPRIMENTO DE TS
    Q434=+5     ;PONTO DE REFERENCIA
```

16.9 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.



Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html. A posição de memória deste ficheiro é a mesma qua a do ficheiro de saída. O protocolo de medição pode ser visualizado no comando com o browser. Se forem utilizados vários ciclos de calibração do apalpador num programa, os protocolos de medição encontram-se todos em TCHPRAUTO.html.

A orientação do apalpador determina a rotina de calibração:

- Nenhuma orientação possível ou orientação possível só numa direção: o 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 180º e executa mais quatro rotinas de apalpação. Através da medição compensada, para além do raio, obtém-se o desvio central (CAL_OF em tchprobe.tp).
- Qualquer orientação possível (p. ex., em apalpadores de infravermelhos da HEIDENHAIN): rotina de apalpação: consulte "Orientação possível em duas direções"

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

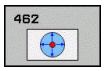
Só é possível determinar o desvio central com um apalpador apropriado para o efeito.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html.

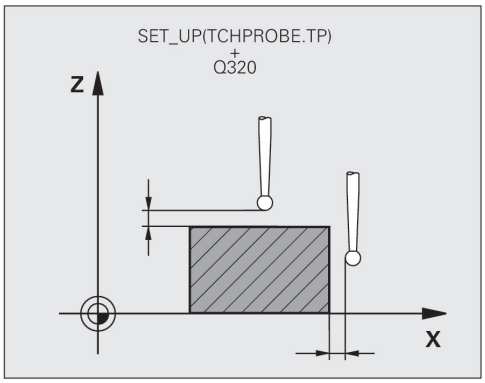
Para se determinar a deslocação do centro da esfera de apalpação, o TNC tem que estar preparado pelo fabricante. Consulte o manual da máquina!

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.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.



- **Q407 RAIO DO ANEL** Indique o raio do anel de calibração. Campo de introdução 0 a 9,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q423 Número de apalpações?** (absoluto): quantidade de pontos de medição no diâmetro. Campo de introdução de 0 a 8
- **Q380 Ângulo refer.? (0=eixo ref.)** (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução de 0 a 360,0000



Blocos NC

```
5 TCH PROBE 462 CALIBRAR TS NO
    ANEL
    Q407=+5     ;RAIO DO ANEL
    Q320=+0     ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q423=+8     ;NUMERO APALPACOES
    Q380=+0     ;ANGULO REFERENCIA
```

16.10 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 de apalpadores + 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.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html. A posição de memória deste ficheiro é a mesma qua a do ficheiro de saída. O protocolo de medição pode ser visualizado no comando com o browser. Se forem utilizados vários ciclos de calibração do apalpador num programa, os protocolos de medição encontram-se todos em TCHPRAUTO.html.

A orientação do apalpador determina a rotina de calibração:

- Nenhuma orientação possível ou orientação possível só numa direção: o 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 180º e executa mais quatro rotinas de apalpação. Através da medição compensada, para além do raio, obtém-se o desvio central (CAL_OF em tchprobe.tp).
- Qualquer orientação possível (p. ex., em apalpadores de infravermelhos da HEIDENHAIN): rotina de apalpação: consulte "Orientação possível em duas direções"

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

Antes da definição de ciclo, tem que se ter programada uma chamada da ferramenta para definição do eixo do apalpador.

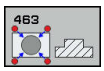
Só é possível determinar o desvio central com um apalpador apropriado para o efeito.

Durante o processo de calibração, é criado automaticamente um protocolo de medição. Este protocolo tem o nome TCHPRAUTO.html.

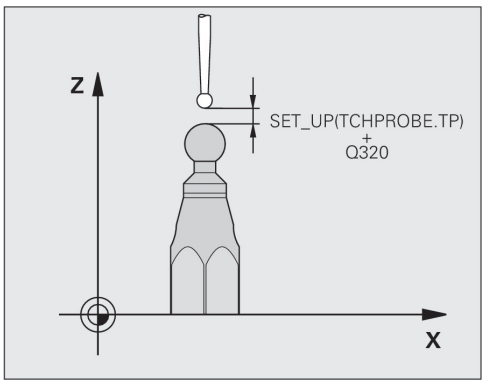
Para se determinar a deslocação do centro da esfera de apalpação, o TNC tem que estar preparado pelo fabricante. Consulte o manual da máquina!

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.

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.



- **Q407 Raio pino calibração exato?**: diâmetro do anel de ajuste. Campo de introdução de 0 a 99,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q301 Ir a altura de seguranca (0/1)?**: determinar como se pretende deslocar o apalpador entre os pontos de medição:
  0: deslocar entre os pontos de medição na altura de medição
  1: deslocar entre os pontos de medição na Altura Segura
- **Q423 Número de apalpações?** (absoluto): quantidade de pontos de medição no diâmetro. Campo de introdução de 0 a 8
- **Q380 Ângulo refer.? (0=eixo ref.)** (absoluto): ângulo entre o eixo principal do plano de maquinagem e o primeiro ponto de apalpação. Campo de introdução de 0 a 360,0000



Blocos NC

5 TCH PROBE 463 CALIBRAR TS NA ILHA	
Q407=+5	;RAIO DE ILHA
Q320=+0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q301=+1	;IR ALTURA SEGURANCA
Q423=+8	;NUMERO APALPACOES
Q380=+0	;ANGULO REFERENCIA

16.11 APALPAÇÃO RÁPIDA (ciclo 441, DIN/ISO G441, opção de software 17)

Execução do ciclo

Com o ciclo de apalpação 441, é possível ajustar globalmente diferentes parâmetros do apalpador, p. ex., o avanço de posicionamento, para todos os ciclos de apalpador utilizados em seguida.

Ter em atenção ao programar!

O ciclo 441 define parâmetros para ciclos de apalpação. Este ciclo não executa movimentos da máquina

END PGM, **M2**, **M30** restauram as definições globais do ciclo 441

O parâmetro de ciclo **Q399** depende da configuração da máquina. A possibilidade de orientar o apalpador a partir do programa NC deve ser ajustada pelo fabricante da máquina.

Além disso, o fabricante da máquina pode limitar o avanço. No parâmetro de máquina **maxTouchFeed** (N.º 122602), define-se o avanço absoluto máximo.

Mesmo que a máquina disponha de potenciómetros separados para a marcha rápida e para o avanço, é possível regular o avanço também com Q397=1 apenas com o potenciómetro para movimentos de avanço.

Parâmetros de ciclo

- **Q396 Avanço de posicionamento?**: Determinar com que avanço o TNC executa os movimentos de posicionamento do apalpador. Campo de introdução 0 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**
- **Q397 Pré-posicionar com marcha rápida da máquina?**: Determinar se o TNC desloca com o avanço **FMAX** (marcha rápida da máquina) ao posicionar previamente o apalpador:
  0: Posicionar previamente com o avanço de **Q396**
  1: Posicionar previamente com a marcha rápida da máquina **FMAX**Mesmo que a máquina disponha de potenciómetros separados para a marcha rápida e para o avanço, é possível regular o avanço também com Q397=1 apenas com o potenciómetro para movimentos de avanço.Além disso, o fabricante da máquina pode limitar o avanço. No parâmetro de máquina **maxTouchFeed** (N.º 122602), define-se o avanço absoluto máximo.
- **Q399 Seguimento ângulo (0/1)?**: Determinar se o TNC orienta o apalpador antes de cada processo de apalpação:
  0: Não orientar
  1: Orientar o mandril antes de cada processo de apalpação (aumenta a precisão)
- **Q400 Interrupção automática?** Determinar se o TNC interrompe a execução do programa após um ciclo de medição automática da peça de trabalho e envia os resultados da medição para o ecrã:
  0: Não interromper a execução do programa, mesmo que esteja selecionado o envio dos resultados da medição para o ecrã no respetivo ciclo de apalpação
  1: Interromper a execução do programa, enviar os resultados da medição para o ecrã. Em seguida, pode continuar a execução do programa com NC-Start

Blocos NC

5 TCH PROBE 441 APALPACAO RAPIDA	
Q 396=3000	;AVANÇO DE POSICIONAMENTO
Q 397=0	;SELECAO AVANCO
Q 399=1	;CONDUCAO POSTERIOR ANGULO
Q 400=1	;INTERRUPCAO

17

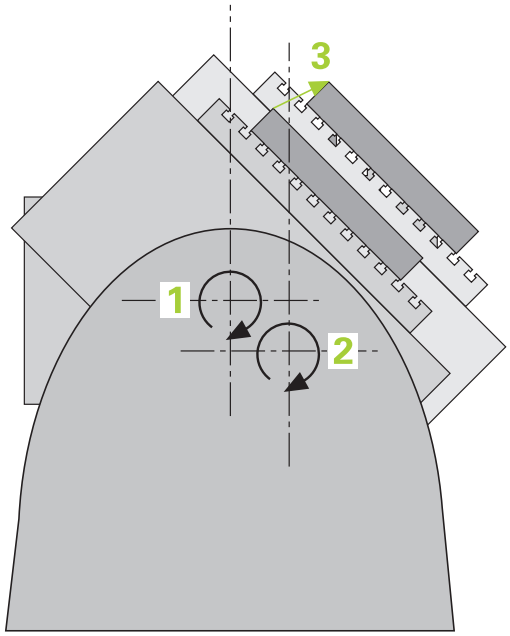
Ciclos de apalpação: medir cinemática automaticamente

17.1 Medição da cinemática com apalpadores TS (opção KinematicsOpt)

Princípios básicos

As exigências de precisão, especialmente também na área de maquinagem de 5 eixos, tornam-se cada vez mais elevadas. Por isso, deve ser produzir acabar peças complexas de forma exata e com precisão reproduzível também durante períodos prolongados.

As causas de imprecisão na maquinagem multiaxial são, entre outras, os desvios entre o modelo cinemático guardado no comando (ver figura à direita **1**) e as condições cinemáticas efetivamente existentes na máquina (ver figura à direita **2**). Ao posicionar os eixos rotativos, estes desvios conduzem a erros na peça (ver figura à direita **3**). Deve-se, por isso, criar uma possibilidade de fazer coincidir o modelo e a realidade com a maior proximidade possível.

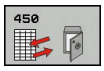


A função TNC **KinematicsOpt** é uma componente importante que contribui para concretizar efetivamente esta complexa exigência: o ciclo de apalpação 3D mede os eixos rotativos existentes na sua máquina de forma totalmente automática, independentemente de os eixos rotativos estarem montados como mesa ou cabeça. Para isso, é fixada uma esfera de calibração num local qualquer da mesa da máquina e medida com a fineza a definir por si. Basta, para isso, que determine separadamente na definição de ciclo para cada eixo rotativo o intervalo que deseja medir.

Com base nos valores medidos, o 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:

Softkey	Ciclo	Página
	450 **GUARDAR CINEMATICA** Cópia de segurança automática e restauro de cinemáticas	523
	451 **MEDIR CINEMATICA** Verificação ou otimização automática da cinemática da máquina	526
	452 **COMPENSACAO PRESET** Verificação ou otimização automática da cinemática da máquina	541

17.2 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 (N.º de artigo 655475-01)** ou **KKH 100 (N.º de artigo 655475-02)**, que possuem uma rigidez particularmente elevada e foram construídas especialmente para a calibração de máquinas. Caso esteja interessado, entre em contacto com a HEIDENHAIN.
- A descrição cinemática da máquina deve estar correta e completamente definida. As medidas de transformação devem ser registadas com uma precisão de aprox. 1 mm
- A máquina deve ter medidas totalmente geométricas (a realizar pelo fabricante da máquina na colocação em funcionamento)
- O fabricante da máquina deve ter registado os parâmetros de máquina para **CfgKinematicsOpt** (N.º 204800) nos dados de configuração. **maxModification** (N.º 204801) define os limites de tolerância a partir dos quais o TNC mostrará um aviso, se as alterações aos dados de cinemática excederem este valor limite. **maxDevCalBall** (N.º 204802) define o tamanho que poderá ter o raio da esfera de calibração do parâmetro de ciclo introduzido. **mStrobeRotAxPos** (N.º 204803) estabelece uma função M especialmente definida pelo fabricante da máquina com a qual os eixos rotativos podem ser posicionados.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Durante a execução dos ciclos de apalpação, não podem estar ativos quaisquer ciclos de conversão de coordenadas.

- Não ativar os ciclos seguintes antes de se utilizarem ciclos de apalpação: Ciclo **7 PONTO ZERO**, Ciclo **8 ESPELHAMENTO**, Ciclo **10 ROTACAO**, Ciclo **11 FACTOR ESCALA** e **26 FATOR ESCALA EIXO**
- Restaurar previamente as conversões de coordenadas

A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

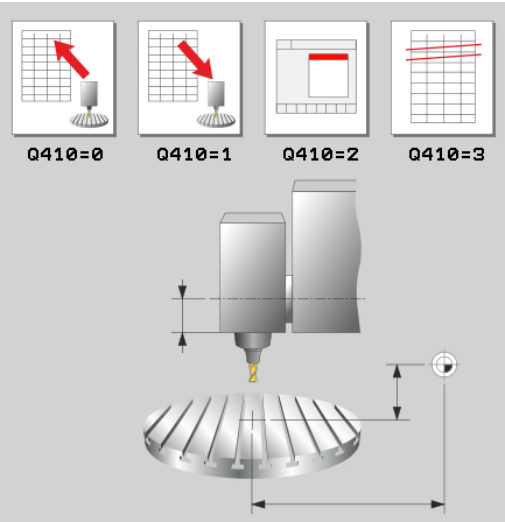
Se no parâmetro de máquina **mStrobeRotAxPos** (N.º 204803) estiver definida uma função M, é necessário, antes do início de um dos ciclos KinematicsOpt (exceto 450), posicionar os eixos rotativos em 0 graus (sistema REAL).

Se os parâmetros de máquina tiverem sido alterados devido aos ciclos KinematicsOpt, é necessário executar um novo arranque do comando. De outro modo, em determinadas circunstâncias, existe o perigo de estas alterações se perderem.

17.3 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:

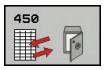
- Se o resultado não corresponder às expectativas, ou se ocorrerem erros durante a otimização (p.ex., corte de corrente), poderá restaurar os dados antigos.

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.

A cópia de segurança e o restauro com o ciclo 450 só deverão ser executados se não estiver ativa nenhuma cinemática do suporte de ferramenta com transformações

Parâmetros de ciclo



- **Q410 Modo (0/1/2/3)?**: determinar se se deseja guardar ou restaurar uma cinemática:
  0: guardar cinemática ativa
  1: restaurar uma cinemática guardada
  2: mostrar o estado atual da memória
  3: apagar um bloco de dados
- **Q409/QS409 Designacao do bloco de dados?**: número ou nome do identificador do bloco de dados. Ao introduzir números, pode indicar valores de 0 a 99999; o comprimento dos carateres quando se utilizem letras não pode exceder 16 carateres. No total, estão à disposição 16 posições de memória. Q409 não tem função quando está selecionado o Modo 2. Nos Modos 1 e 3 (Criar e Apagar) podem ser utilizados marcadores - os chamados wildcards - para a pesquisa. Se, devido aos wildcards, o TNC encontrar vários blocos de dados possíveis, são restaurados os valores médios dos dados (Modo 1) ou são apagados todos os blocos de dados selecionados após confirmação (Modo 3). Para a pesquisa, pode utilizar os seguintes wildcards:
  ?: um único carácter indefinido
  $: um único carácter alfabético (letra)
  #: um único algarismo indefinido
  *****: uma cadeia de caracteres indefinida com um comprimento qualquer

Guardar a cinemática ativa

```
5 TCH PROBE 450 GUARDAR
  CINEMATICA
  Q410=0      ;MODO
  Q409=947    ;DESIGNACAO DA
              MEMORIA
```

Restaurar blocos de dados

```
5 TCH PROBE 450 GUARDAR
  CINEMATICA
  Q410=1      ;MODO
  Q409=948    ;DESIGNACAO DA
              MEMORIA
```

Visualizar todos os blocos de dados memorizados

```
5 TCH PROBE 450 GUARDAR
  CINEMATICA
  Q410=2      ;MODO
  Q409=949    ;DESIGNACAO DA
              MEMORIA
```

Apagar blocos de dados

```
5 TCH PROBE 450 GUARDAR
  CINEMATICA
  Q410=3      ;MODO
  Q409=950    ;DESIGNACAO DA
              MEMORIA
```

Função de protocolo

Depois de executar o ciclo 450, o TNC cria um registo (**tchprAUTO.html**) que contém os seguintes dados:

- Data e hora a que foi criado o registo
- Nome do programa NC em que foi executado o ciclo
- Identificador da cinemática ativa
- Ferramenta ativa

Os restantes dados no protocolo dependem do modo selecionado:

- Modo 0: protocolo de todos os registos de eixos e transformações da cadeia cinemática que o 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.

Tenha o cuidado de eliminar ficheiros eventualmente vazios com o nome **TNC:\table\DATA450.KD** antes de iniciar o ciclo 450. Se existir uma tabela de posições de memória vazia **TNC:\table\DATA450.KD** que ainda não contenha dados, é emitida uma mensagem de erro ao executar o ciclo 450. Neste caso, elimine a tabela de posições de memória vazia e execute novamente o ciclo.

Não realize alterações manuais nos dados guardados.

Guarde o ficheiro **TNC:\table\DATA450.KD**, para poder restaurar o ficheiro em caso de necessidade (p. ex., avaria no suporte de dados).

17.4 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

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Para o posicionamento, o eixo deve mover-se para fora do entalhe Hirth. 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).

- Providencie, por isso, uma distância de segurança suficientemente grande para que não ocorra nenhuma colisão entre o apalpador e a esfera de calibração
- Preste atenção simultaneamente a que haja espaço suficiente na aproximação da distância de segurança (interruptor limite do software)

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Dependendo da configuração da máquina, o 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** (N.º 244803), o fabricante da máquina deve ter registado, para esse efeito, o número da função M.

- Respeitar a documentação do fabricante da máquina

Definir uma altura de retrocesso **Q408** maior que 0, se a opção de software 2 (**M128**, **FUNCTION TCPM**) não estiver disponível.

As posições de medição são calculadas a partir do ângulo inicial, ângulo final, número de medições de cada eixo e do entalhe hirth.

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 0-360º é, idealmente, medido com 3 pontos de medição nos 90º, 180º e 270º. Defina, portanto, o ângulo inicial com 90º e o ângulo final com 270º.

Se desejar verificar adequadamente a precisão, também pode indicar um número mais alto de pontos de medição no modo **Verificar**.

> Quando um ponto de medição está definido em 0º, este é ignorado, dado que é sempre feita uma medição de referência em 0º.

Seleção da posição da esfera de calibração na mesa da máquina

Em princípio, a esfera de calibração pode-se instalar em qualquer ponto acessível na mesa da máquina, mas também em dispositivos tensores ou peças de trabalho. Os seguintes fatores deverão influenciar positivamente o resultado da medição:

- Máquinas com mesa rotativa/mesa inclinada: fixar a esfera de calibração o mais afastada possível do centro de rotação
- Máquinas com percursos de deslocação longos: fixar a esfera de calibração o mais próximo possível da posição de maquinagem posterior

Indicações acerca daprecisão

Os erros de geometria e posicionamento influenciam os valores de medição e, por conseguinte, também a otimização de um eixo rotativo. Deste modo, existirá sempre um erro residual que não é possível eliminar.

Partindo do princípio de que não existem erros de geometria e posicionamento, os valores registados pelo ciclo num determinado momento em qualquer ponto da máquina serão exatamente repetíveis. Quanto maiores os erros de geometria e posicionamento, maior será a dispersão dos resultados de medição, se as medições forem executadas em diferentes posições.

A dispersão assinalada pelo 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 de apalpadores (**coluna TRACK**). Deste modo, aumentam-se, em geral, as precisões na medição com um apalpador 3D.

Se necessário, desativar o aperto dos eixos rotativos durante a medição; de outro modo, os resultados da medição podem ser falseados. Consulte o manual da máquina.

Indicações acerca dos diferentes métodos de calibração

- **Otimização grosseira durante a colocação em funcionamento após introdução de medidas aproximadas**
  - Número de pontos de medição entre 1 e 2
  - Passo angular dos eixos rotativos: aprox. 90º
- **Otimização fina para a área de deslocação completa**
  - Número de pontos de medição entre 3 e 6
  - O ângulo inicial e final devem cobrir a maior área de deslocação dos eixos rotativos possível
  - Posicione a esfera de calibração na mesa da máquina, de modo a que nos eixos rotativos da mesa se crie um grande raio do círculo de medição ou a que nos eixos rotativos de cabeça seja possível a medição numa posição representativa (p.ex., no centro da área de deslocação)
- **Otimização de uma posição especial do eixo rotativo**
  - Número de pontos de medição entre 2 e 3
  - As medições são feitas no ângulo do eixo rotativo em que mais tarde terá lugar a maquinagem
  - Posicione a esfera de calibração na mesa da máquina, de forma a que a calibração seja efetuada no local em que mais tarde será também feita a maquinagem
- **Verificação da precisão da máquina**
  - Número de pontos de medição entre 4 e 8
  - O ângulo inicial e final devem cobrir a maior área de deslocação dos eixos rotativos possível
- **Determinação da folga do eixo rotativo**
  - Número de pontos de medição entre 8 e 12
  - O ângulo inicial e final devem cobrir a maior área de deslocação dos eixos rotativos possível

Folga

Por folga entende-se um desaperto insignificante entre o encoder rotativo (aparelho de medição angular) e a mesa, devido a uma inversão de direção. Se os eixos rotativos tiverem uma folga fora do trajeto regulado, por exemplo, porque a medição do ângulo é feita com o encoder motorizado, podem ocorrer erros consideráveis na inclinação.

Com o parâmetro de introdução **Q432**, é possível ativar uma medição da folga. Para isso, introduza um ângulo, que o 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 540).

Se no parâmetro de máquina **mStrobeRotAxPos** (N.º 204803) estiver definida uma função M de posicionamento dos eixos rotativos ou se o eixo for um eixo hirth, então a determinação da folga não é possível.

Ter em atenção ao programar!

Antes do início do ciclo, assegure-se de que **M128** ou **FUNCTION TCPM** estão desligados.

O ciclo 453, assim como o 451 e 452, é deixado no modo automático com uma ROT 3D ativa que coincide com a posição dos eixos de rotação.

Selecionar a posição da esfera de calibração na mesa da máquina, de forma a que não haja qualquer colisão no processo de medição.

Antes da definição de ciclo, é necessário ter definido e ativado o ponto de referência no centro da esfera de calibração, ou definir o parâmetro de introdução Q431 em conformidade para 1 ou 3.

Se o parâmetro de máquina **mStrobeRotAxPos** (N.º 204803) estiver definido diferente de -1 (a função M posiciona o eixo rotativo), inicie uma medição apenas quando todos os eixos rotativos estiverem em 0º.

Como avanço de posicionamento para aproximação à altura de apalpação no eixo de apalpação, o TNC utiliza o valor mais baixo do parâmetro de ciclo **Q253** e o valor **FMAX** da tabela de apalpadores. Em princípio, o TNC executa os movimentos do eixo rotativo com o avanço de posicionamento **Q253**, estando a supervisão do sensor inativa.

O TNC ignora indicações na definição de ciclo para eixos não ativos.

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.

Para otimizar o ângulo, o fabricante da máquina deve ter adaptado a configuração em conformidade. Principalmente em máquinas pequenas e compactas, a otimização do ângulo pode trazer melhorias.

A compensação do ângulo só é possível com a Opção #52 **KinematicsComp**.

Se, no modo Otimizar, os dados de cinemática registados se encontrarem acima do valor limite permitido (**maxModification**), o 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** (N.º 204802), o TNC emite uma mensagem de erro e termina a medição.

Programação em polegadas: por norma, o TNC fornece os resultados de medições e dados de registo em mm.

Parâmetros de ciclo

- **Q406 Modo (0/1/2)**: 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 que o utilizador tenha definido. Em seguida, otimiza **a posição dos eixos rotativos** da cinemática ativa.
  2: otimizar a cinemática de máquina ativa: o TNC mede a cinemática nos eixos rotativos que o utilizador tenha definido. Por fim, são otimizados os **erros angulares e de posição**. Para uma correção de erros angulares, é condição essencial a opção #52 KinematicsComp.
- **Q407 Raio esfera calibração exacto?** Indique o raio exato da esfera de calibração utilizada. Campo de introdução 0,0001 a 99,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999Em alternativa, **PREDEF**
- **Q408 Altura de retrocesso?** (absoluto): campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
  0: Nenhuma aproximação à altura de retração, o 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
  >0:Altura de retração 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. A supervisão do sensor não está ativa neste modo. Defina a velocidade de posicionamento no parâmetro Q253
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?** Indique a velocidade de deslocação da ferramenta no posicionamento em mm/min. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **predef**

Guardar e verificar a cinemática

4 TOOL CALL "SENSOR" Z	
5 TCH PROBE 450 GUARDAR CINEMATICA	
Q410=0	;MODO
Q409=5	;DESIGNACAO DA MEMORIA
6 TCH PROBE 451 MEDIR CINEMATICA	
Q406=0	;MODO
Q407=12.5	;RAIO DA ESFERA
Q320=0	;DISTANCIA SEGURANCA
Q408=0	;ALTURA DE RETROCESSO
Q253=750	;AVANCO PRE-POSICION.
Q380=0	;ANGULO REFERENCIA
Q411=-90	;ANGULO INIC. EIXO A
Q412=+90	;ANGULO FINAL EIXO A
Q413=0	;ANGULO INCID. EIXO A
Q413=0	;PONTOS MEDIR EIXO A
Q415=-90	;ANGULO INIC. EIXO B
Q416=+90	;ANGULO FINAL EIXO B
Q417=0	;ANGULO INCID. EIXO B
Q418=2	;PONTOS MEDIR EIXO B
Q419=-90	;ANGULO INIC. EIXO C
Q420=+90	;ANGULO FINAL EIXO C
Q421=0	;ANGULO INCID. EIXO C
Q422=2	;PONTOS MEDIR EIXO C
Q423=4	;NUMERO APALPACOES
Q431=0	;DEFINIR PRESET
Q432=0	;CAMPO ANGULAR FOLGA

- **Q380Ângulo refer.? (0=eixo ref.)** (absoluto) Indique o ângulo de referência (a rotação básica) para registo dos pontos de medição no sistema de coordenadas da peça de trabalho atuante. A definição de um ângulo de referência pode aumentar consideravelmente a área de medição de um eixo. Campo de introdução de 0 a 360,0000
- **Q411 Ângulo inicial do eixo A?** (absoluto): ângulo inicial no eixo A em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q412 Ângulo final do eixo A?** (absoluto) : ângulo final no eixo A em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q413 Ângulo de incidência do eixo A?**: ângulo de incidência do eixo A em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q414 Nº pontos medição em A (0...12)?**: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo A. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução de 0 a 12
- **Q415 Ângulo inicial do eixo B?** (absoluto): ângulo inicial no eixo B em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q416 Ângulo final do eixo B?** (absoluto) : ângulo final no eixo B em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q417 Ângulo de incidência do eixo B?**: ângulo de incidência do eixo B em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q418 Nº pontos medição em B (0...12)?**: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo B. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução de 0 a 12
- **Q419 Ângulo inicial do eixo C?** (absoluto): ângulo inicial no eixo C em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q420 Ângulo final do eixo C?** (absoluto) : ângulo final no eixo C em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q421 Ângulo de incidência do eixo C?**: ângulo de incidência do eixo C em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999

- **Q422 Nº pontos medição em C (0...12)?**: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo C. Campo de introdução de 0 a 12. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo
- **Q423 Número de apalpações?** Defina o 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.
- **Q431 Definir preset (0/1/2/3)?** Determine se o TNC deve definir o ponto de referência ativo automaticamente no centro da esfera:
  0: não definir o ponto de referência automaticamente no centro da esfera: definir manualmente o ponto de referência antes do início do ciclo**1**: definir automaticamente o ponto de referência no centro da esfera antes da medição (o ponto de referência ativo é sobrescrito): pré-posicionar manualmente o apalpador sobre a esfera de calibração antes do início do ciclo
  2: definir o ponto de referência automaticamente no centro da esfera após a medição: definir o ponto de referência manualmente antes do início do ciclo
  3: definir o ponto de referência no centro da esfera antes e depois da medição (o ponto de referência ativo é sobrescrito): pré-posicionar o apalpador manualmente sobre a esfera de calibração antes do início do ciclo
- **Q432 Campo angular compensação folga?**: define-se aqui o valor de ângulo que deverá ser utilizado como travessia para a medição da folga do eixo rotativo. O ângulo de travessia deve ser claramente maior que a folga efetiva dos eixos rotativos. Se se introduzir 0, o 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 dos eixos rotativos 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

Modo Otimizar posição e ângulo Q406 = 2

- O TNC mede os eixos rotativos nas posições definidas e determina com isso a precisão estática da transformação de inclinação
- Primeiro, o TNC tenta otimizar a posição angular do eixo rotativo mediante uma compensação (Opção #52 KinematicsComp)
- Após a otimização de ângulo, realiza-se a otimização de posição. Para isso, não são necessárias medições adicionais; a otimização de posição é calculada automaticamente pelo TNC.

Otimização da posição dos eixos rotativos com definição automática prévia dos pontos de referência e medição da folga dos eixos rotativos

```
1 TOOL CALL "SENSOR" Z
2 TCH PROBE 451 MEDIR CINEMATICA
   Q406=1       ;MODO
   Q407=12.5    ;RAIO DA ESFERA
   Q320=0       ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q408=0       ;ALTURA DE RETROCESSO
   Q253=750     ;AVANCO PRE-POSICION.
   Q380=0       ;ANGULO REFERENCIA
   Q411=-90     ;ANGULO INIC. EIXO A
   Q412=+90     ;ANGULO FINAL EIXO A
   Q413=0       ;ANGULO INCID. EIXO A
   Q413=0       ;PONTOS MEDIR EIXO A
   Q415=-90     ;ANGULO INIC. EIXO B
   Q416=+90     ;ANGULO FINAL EIXO B
   Q417=0       ;ANGULO INCID. EIXO B
   Q418=0       ;PONTOS MEDIR EIXO B
   Q419=+90     ;ANGULO INIC. EIXO C
   Q420=+270    ;ANGULO FINAL EIXO C
   Q421=0       ;ANGULO INCID. EIXO C
   Q422=3       ;PONTOS MEDIR EIXO C
   Q423=3       ;NUMERO APALPACOES
   Q431=1       ;DEFINIR PRESET
   Q432=0.5     ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

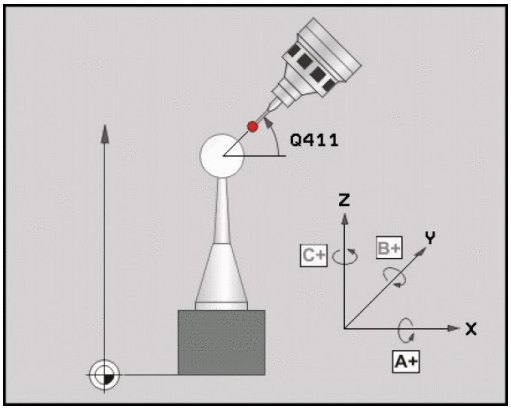
Função de protocolo

Depois de executar o ciclo 451, o 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)
  - Posição dos eixos rotativos verificados antes da otimização (refere-se ao início da cadeia de transformações cinemáticas, habitualmente, ao came do mandril)
  - Posição dos eixos rotativos verificados após a otimização (refere-se ao início da cadeia de transformações cinemáticas, habitualmente, ao came do mandril)

17.5 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 526). 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

Ter em atenção ao programar!

Antes do início do ciclo, assegure-se de que **M128** ou **FUNCTION TCPM** estão desligados.

O ciclo 453, assim como o 451 e 452, é deixado no modo automático com uma ROT 3D ativa que coincide com a posição dos eixos de rotação.

Para poder executar uma compensação de preset, é necessário que a cinemática esteja adequadamente preparada. Consultar o manual da máquina.

Prestar atenção a que todas as funções de inclinação do plano de maquinagem estejam desativadas.

Selecionar a posição da esfera de calibração na mesa da máquina, de forma a que não haja qualquer colisão no processo de medição.

Antes da definição de ciclo, deve-se memorizar e ativar o ponto de referência no centro da esfera de calibração.

No caso de eixos sem sistema de medição de posição separado, seleccionar 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 de apalpadores. Em princípio, o TNC executa os movimentos do eixo rotativo com o avanço de posicionamento **Q253**, estando a supervisão do sensor inativa.

Se se interromper o ciclo durante a medição, pode acontecer que os dados de cinemática já não se encontrem no seu estado original. Guarde a cinemática ativa antes de uma otimização com o ciclo 450, para, em caso de erro, poder restaurar a cinemática ativa em último lugar.

Se os dados de cinemática registados se encontrarem acima do valor limite permitido (**maxModification**), o 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** (N.º 204802), o TNC emite uma mensagem de erro e termina a medição.

Programação em polegadas: por norma, o TNC fornece os resultados de medições e dados de registo em mm.

Parâmetros de ciclo

- **Q407 Raio esfera calibração exacto?** Indique o raio exato da esfera de calibração utilizada. Campo de introdução 0,0001 a 99,9999
- **Q320 Distancia de seguranca?** (Incremental): Defina uma distância adicional entre o ponto de medição e a esfera do apalpador. Q320 atua adicionalmente a **SET_UP** (tabela de apalpadores). Campo de introdução de 0 a 99999,9999
- **Q408 Altura de retrocesso?** (absoluto): campo de introdução 0,0001 a 99999,9999
  0: Nenhuma aproximação à altura de retração, o 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
  >0:Altura de retração 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. A supervisão do sensor não está ativa neste modo. Defina a velocidade de posicionamento no parâmetro Q253
- **Q253 Avanco pre-posicionamento?** Indique a velocidade de deslocação da ferramenta no posicionamento em mm/min. Campo de introdução 0,0001 a 99999,9999, em alternativa **FMAX**, **FAUTO**, **predef**
- **Q380Ângulo refer.? (0=eixo ref.)** (absoluto) Indique o ângulo de referência (a rotação básica) para registo dos pontos de medição no sistema de coordenadas da peça de trabalho atuante. A definição de um ângulo de referência pode aumentar consideravelmente a área de medição de um eixo. Campo de introdução de 0 a 360,0000
- **Q411 Ângulo inicial do eixo A?** (absoluto): ângulo inicial no eixo A em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q412 Ângulo final do eixo A?** (absoluto) : ângulo final no eixo A em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q413 Ângulo de incidência do eixo A?**: ângulo de incidência do eixo A em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q414 Nº pontos medição em A (0...12)?**: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo A. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução de 0 a 12

Programa de calibração

```
4 TOOL CALL "SENSOR" Z
5 TCH PROBE 450 GUARDAR CINEMATICA
    Q410=0      ;MODO
    Q409=5      ;DESIGNACAO DA MEMORIA
6 TCH PROBE 452 COMPENSACAO PRESET
    Q407=12.5   ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0      ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q408=0      ;ALTURA DE RETROCESSO
    Q253=750    ;AVANCO PRE-POSICION.
    Q380=0      ;ANGULO REFERENCIA
    Q411=-90    ;ANGULO INIC. EIXO A
    Q412=+90    ;ANGULO FINAL EIXO A
    Q413=0      ;ANGULO INCID. EIXO A
    Q413=0      ;PONTOS MEDIR EIXO A
    Q415=-90    ;ANGULO INIC. EIXO B
    Q416=+90    ;ANGULO FINAL EIXO B
    Q417=0      ;ANGULO INCID. EIXO B
    Q418=2      ;PONTOS MEDIR EIXO B
    Q419=-90    ;ANGULO INIC. EIXO C
    Q420=+90    ;ANGULO FINAL EIXO C
    Q421=0      ;ANGULO INCID. EIXO C
    Q422=2      ;PONTOS MEDIR EIXO C
    Q423=4      ;NUMERO APALPACOES
    Q432=0      ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

- **Q415 Ângulo inicial do eixo B?** (absoluto): ângulo inicial no eixo B em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q416 Ângulo final do eixo B?** (absoluto) : ângulo final no eixo B em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q417 Ângulo de incidência do eixo B?**: ângulo de incidência do eixo B em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q418 Nº pontos medição em B (0...12)?**: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo B. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo. Campo de introdução de 0 a 12
- **Q419 Ângulo inicial do eixo C?** (absoluto): ângulo inicial no eixo C em que deverá ser feita a primeira medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q420 Ângulo final do eixo C?** (absoluto) : ângulo final no eixo C em que deverá ser feita a última medição. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q421 Ângulo de incidência do eixo C?**: ângulo de incidência do eixo C em que deverão ser medidos os outros eixos rotativos. Campo de introdução -359,999 a 359,999
- **Q422 Nº pontos medição em C (0...12)?**: número de apalpações que o TNC deve utilizar para medir o eixo C. Campo de introdução de 0 a 12. Se se introduzir 0, o TNC não realiza a medição deste eixo
- **Q423 Número de apalpações?** Defina o 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.
- **Q432 Campo angular compensação folga?**: define-se aqui o valor de ângulo que deverá ser utilizado como travessia para a medição da folga do eixo rotativo. O ângulo de travessia deve ser claramente maior que a folga efetiva dos eixos rotativos. Se se introduzir 0, o 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 CINEMATICA
   Q406=1       ;MODO
   Q407=12.5    ;RAIO DA ESFERA
   Q320=0       ;DISTANCIA SEGURANCA
   Q408=0       ;ALTURA DE RETROCESSO
   Q253=2000    ;AVANCO PRE-POSICION.
   Q380=45      ;ANGULO REFERENCIA
   Q411=-90     ;ANGULO INIC. EIXO A
   Q412=+90     ;ANGULO FINAL EIXO A
   Q413=45      ;ANGULO INCID. EIXO A
   Q413=4       ;PONTOS MEDIR EIXO A
   Q415=-90     ;ANGULO INIC. EIXO B
   Q416=+90     ;ANGULO FINAL EIXO B
   Q417=0       ;ANGULO INCID. EIXO B
   Q418=2       ;PONTOS MEDIR EIXO B
   Q419=+90     ;ANGULO INIC. EIXO C
   Q420=+270    ;ANGULO FINAL EIXO C
   Q421=0       ;ANGULO INCID. EIXO C
   Q422=3       ;PONTOS MEDIR EIXO C
   Q423=4       ;NUMERO APALPACOES
   Q431=3       ;DEFINIR PRESET
   Q432=0       ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

- Troca da segunda cabeça intercambiável
- Trocar de apalpador
- Medir a cabeça intercambiável com o ciclo 452
- Meça apenas os eixos que foram efetivamente trocados (no exemplo, apenas o eixo A, o eixo C foi ocultado com Q422)
- Não é possível alterar o 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 COMPENSACAO
  PRESET
    Q407=12.5  ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q408=0     ;ALTURA DE RETROCESSO
    Q253=2000  ;AVANCO PRE-POSICION.
    Q380=45    ;ANGULO REFERENCIA
    Q411=-90   ;ANGULO INIC. EIXO A
    Q412=+90   ;ANGULO FINAL EIXO A
    Q413=45    ;ANGULO INCID. EIXO A
    Q413=4     ;PONTOS MEDIR EIXO A
    Q415=-90   ;ANGULO INIC. EIXO B
    Q416=+90   ;ANGULO FINAL EIXO B
    Q417=0     ;ANGULO INCID. EIXO B
    Q418=2     ;PONTOS MEDIR EIXO B
    Q419=+90   ;ANGULO INIC. EIXO C
    Q420=+270  ;ANGULO FINAL EIXO C
    Q421=0     ;ANGULO INCID. EIXO C
    Q422=0     ;PONTOS MEDIR EIXO C
    Q423=4     ;NUMERO APALPACOES
    Q432=0     ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

Compensação do desvio

Durante a maquinagem, os diferentes componentes de uma máquina estão sujeitos a um desvio, devido às variáveis influências circundantes. Se o desvio for suficientemente constante através da área de deslocação e a esfera de calibração puder manter-se na mesa da máquina durante maquinagem, é possível registar e compensar este desvio com o ciclo 452.

- Fixar esfera de calibração
- Trocar de apalpador
- Meça completamente a cinemática com o ciclo 451 antes de iniciar a maquinagem
- Memorize o 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 247 FIXAR P.REFERENCIA
    Q339=1       ;NUMERO PONTO REFER.
3 TCH PROBE 451 MEDIR CINEMATICA
    Q406=1       ;MODO
    Q407=12.5    ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0       ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q408=0       ;ALTURA DE RETROCESSO
    Q253=750     ;AVANCO PRE-POSICION.
    Q380=45      ;ANGULO REFERENCIA
    Q411=+90     ;ANGULO INIC. EIXO A
    Q412=+270    ;ANGULO FINAL EIXO A
    Q413=45      ;ANGULO INCID. EIXO A
    Q413=4       ;PONTOS MEDIR EIXO A
    Q415=-90     ;ANGULO INIC. EIXO B
    Q416=+90     ;ANGULO FINAL EIXO B
    Q417=0       ;ANGULO INCID. EIXO B
    Q418=2       ;PONTOS MEDIR EIXO B
    Q419=+90     ;ANGULO INIC. EIXO C
    Q420=+270    ;ANGULO FINAL EIXO C
    Q421=0       ;ANGULO INCID. EIXO C
    Q422=3       ;PONTOS MEDIR EIXO C
    Q423=4       ;NUMERO APALPACOES
    Q431=3       ;DEFINIR PRESET
    Q432=0       ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

- Registe o desvio dos eixos a intervalos regulares
- Trocar de apalpador
- Ativar 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 COMPENSACAO
  PRESET
    Q407=12.5  ;RAIO DA ESFERA
    Q320=0     ;DISTANCIA SEGURANCA
    Q408=0     ;ALTURA DE RETROCESSO
    Q253=99999;AVANCO PRE-POSICION.
    Q380=45    ;ANGULO REFERENCIA
    Q411=-90   ;ANGULO INIC. EIXO A
    Q412=+90   ;ANGULO FINAL EIXO A
    Q413=45    ;ANGULO INCID. EIXO A
    Q413=4     ;PONTOS MEDIR EIXO A
    Q415=-90   ;ANGULO INIC. EIXO B
    Q416=+90   ;ANGULO FINAL EIXO B
    Q417=0     ;ANGULO INCID. EIXO B
    Q418=2     ;PONTOS MEDIR EIXO B
    Q419=+90   ;ANGULO INIC. EIXO C
    Q420=+270  ;ANGULO FINAL EIXO C
    Q421=0     ;ANGULO INCID. EIXO C
    Q422=3     ;PONTOS MEDIR EIXO C
    Q423=3     ;NUMERO APALPACOES
    Q432=0     ;CAMPO ANGULAR FOLGA
```

Função de protocolo

Depois de executar o ciclo 452, o 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
  - Posição dos eixos rotativos verificados antes da compensação de preset (refere-se ao início da cadeia de transformações cinemáticas, habitualmente, ao came do mandril)
  - Posição dos eixos rotativos verificados após a compensação de preset (refere-se ao início da cadeia de transformações cinemáticas, habitualmente, ao came do mandril)

Explicações sobre os valores do protocolo

(ver "Função de protocolo", Página 540)

18

Ciclos de apalpação: medir ferramentas automaticamente

18.1 Princípios básicos

Resumo

Instruções de operação

- Durante a execução dos ciclos de apalpação, o ciclo **8 ESPELHAMENTO**, o ciclo **11 FACTOR ESCALA** e o ciclo **26 FATOR ESCALA EIXO** não podem estar ativos.
- A HEIDENHAIN assume a garantia do funcionamento dos ciclos de apalpação apenas se forem utilizados apalpadores HEIDENHAIN.

O fabricante da máquina prepara a máquina e o 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!

Os ciclos de apalpação só estão disponíveis com a opção de software #17 Touch Probe Functions. Se utilizar um apalpador HEIDENHAIN, a opção está disponível automaticamente.

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 de medição da ferramenta são programados no modo de funcionamento **Programar** com a tecla **TOUCH PROBE**. Dispõe-se dos seguintes ciclos:

Novo formato	Antigo formato	Ciclo	Página
		Calibrar TT, ciclos 30 e 480	558
		Calibrar TT 449 sem fios, ciclo 484	560
		Medir comprimento da ferramenta, ciclos 31 e 481	562
		Medir raio da ferramenta, ciclos 32 e 482	565
		Medir comprimento e raio da ferramenta, ciclos 33 e 483	567

Os ciclos de medição só funcionam quando está ativa a memória central de ferramentas TOOL.T.

Antes de se trabalhar com ciclos de medição, devem-se introduzir primeiro todos os dados necessários para a medição na memória central de ferramentas e chamar a ferramenta que se pretende medir com **TOOL CALL**.

Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483

As funções e a execução do ciclo são absolutamente idênticas. Entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483 existem apenas as duas diferenças seguintes:

- Os ciclos 481 a 483 estão disponíveis em G481 a G483 também em DIN/ISO
- Em vez de um parâmetro de livre seleção para o estado da medição, os novos ciclos utilizam o parâmetro fixo **Q199**

Ajustar parâmetros de máquina

Antes de trabalhar com os ciclos de medição, verifique todos os parâmetros de máquina que estão definidos em **ProbeSettings** > **CfgTT** (N.º 122700) e **CfgTTRoundStylus** (N.º 114200).

Os ciclos de apalpador de mesa 480, 481, 482, 483, 484 podem ser ocultados com o parâmetro de máquina **hideMeasureTT** (N.º 128901).

Para a medição com o mandril parado, o TNC utiliza o avanço de apalpação do parâmetro de máquina **probingFeed** (N:º 122709).

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** (N.º 122710), calcula-se o avanço de apalpação:

probingFeedCalc (N.º 122710) = **ConstantTolerance**:

A tolerância de medição permanece constante, independentemente do raio da ferramenta. Quando as ferramentas são muito grandes, deve reduzir-se o avanço de apalpação para zero. Este efeito nota-se tanto mais rapidamente, quanto menor for a velocidade máxima de percurso (**maxPeriphSpeedMeas**, N.º 122712) e a tolerância admissível (**measureTolerance1**, N.º 122715) selecionadas.

probingFeedCalc (N.º 122710) = **VariableTolerance**:

A tolerância de medição modifica-se com o aumento do raio da ferramenta. Assim, assegura-se um avanço de apalpação suficiente para grandes raios de ferramenta. O 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 (N.º 122710) = **ConstantFeed**:

O avanço de apalpação permanece constante, mas o erro de medição aumenta de forma linear à medida que aumenta o raio da ferramenta.

Tolerância de medição = (r • **measureTolerance1**)/ 5 mm) com

r:	Raio 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)	**Numero de facas?**
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	**Tolerancia de desgaste: compr.?**
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	**Tolerancia de desgaste: Raio?**
R2TOL	Desvio admissível do raio R2 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: raio 2?**
DIRECT.	Direção de corte da ferramenta para medição com ferramenta a rodar	**Direção de corte (M3 = -)?**
R_OFFS	Medição do comprimento: desvio da ferramenta entre o centro da haste e o centro da própria ferramenta. Ajuste prévio: nenhum valor registado (desvio = raio da ferramenta)	**Desvio ferramenta: Raio?**
L_OFFS	Medição do raio: desvio suplementar da ferramenta para **offsetToolAxis** entre lado superior da haste e lado inferior da ferramenta. Ajuste prévio: 0	**Desvio ferramenta: comprimento?**
LBREAK	Desvio admissível do comprimento L da ferramenta para reconhecimento de rotura. Se o valor introduzido for excedido, o TNC bloqueia a ferramenta (estado **L**). Campo de introdução: 0 até 0,9999 mm	**Tolerancia de quebra: compr.?**
RBREAK	Desvio admissível do raio R da ferramenta para reconhecimento de rotura. Se o valor introduzido for excedido, o TNC bloqueia a ferramenta (estado **L**). Campo de introdução: 0 a 0,9999 mm	**Tolerancia de quebra: 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)	
Fresa de haste 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**)
Fresa de haste 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 com diâmetro, p. ex., de 10 mm	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)

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

Execução do ciclo

O TT é calibrado com o ciclo de medição TCH PROBE 30 ou TCH PROBE 480. (ver "Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483", Página 553). 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 é usada uma parte exatamente cilíndrica, por exemplo, um pino cilíndrico. O TNC memoriza os valores de calibração, e tem-nos em conta para posteriores medições de ferramenta.

Execução da calibração:

1 Fixar a ferramenta de calibração. Como ferramenta de calibração é usada uma parte exatamente cilíndrica, por exemplo, um pino cilíndrico
2 Posicionar manualmente a ferramenta de calibração no plano de maquinagem sobre o centro do TT
3 Posicionar a ferramenta de calibração sobre o TT no eixo da ferramenta a aproximadamente 15 mm + distância de segurança.
4 O primeiro movimento do TNC realiza-se longitudinalmente ao eixo da ferramenta. A ferramenta é deslocada, em primeiro lugar, para uma altura segura de 15 mm + distância de segurança
5 Começa o processo de calibração longitudinalmente ao eixo da ferramenta
6 Em seguida, realiza-se a calibração no plano de maquinagem
7 Primeiro, o TNC posiciona a ferramenta de calibração no plano de maquinagem a um valor de 11 mm + raio TT + distância de segurança
8 Em seguida, o TNC desloca a ferramenta longitudinalmente ao eixo da ferramenta para baixo e começa o processo de calibração
9 Durante o processo de apalpação, o TNC realiza uma imagem de movimento quadrada
10 O TNC guarda os valores de calibração e considera-os em medições de ferramenta posteriores
11 Por fim, o TNC retrai a haste de apalpação longitudinalmente ao eixo da ferramenta para a distância de segurança e desloca-a para o centro do TT

Ter em atenção ao programar!

A forma de funcionamento do ciclo de calibração depende do parâmetro de máquina **CfgTTRoundStylus** (N.º 114200). Consulte o manual da sua máquina.

A forma de funcionamento do ciclo depende do parâmetro de máquina **probingCapability** (N.º 122723). (Este parâmetro permite, entre outras coisas, realizar uma medição de comprimentos de ferramenta com o mandril parado e, simultaneamente, bloquear uma medição do raio da ferramenta e de lâminas individuais.) Consulte o manual da sua máquina.

Antes de calibrar, deve-se introduzir na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento exatos da ferramenta de calibração.

Nos parâmetros de máquina **centerPos** (N.º 114201) > **[0]** a **[2]**, deve estar determinada a posição do TT no espaço de trabalho da máquina.

Se se modificar um dos parâmetros de máquina **centerPos** (N.º 114201) > **[0]** até **[2]**, é necessário calibrar novamente.

Parâmetros de ciclo

- **Q260 Altura de seguranca?**: introduzir a posição no eixo do mandril, na qual esteja excluída uma colisão com a peça ou com utensílios de fixação. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça. Se for introduzida a Altura Segura de tal forma pequena, que a extremidade da ferramenta fique por baixo da aresta superior do prato, o TNC posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de **safetyDistToolAx**). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999

Blocos NC de formato antigo

```
6 TOOL CALL  1 Z
7 TCH PROBE 30.0 CALIBRACAO TT
8 TCH PROBE 30.1 ALTURA: +90
```

Blocos NC de formato novo

```
6 TOOL CALL  1 Z
7 TCH PROBE 480 CALIBRACAO TT
    Q260=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA
```

18.3 Calibrar TT 449 sem cabo (ciclo 484, DIN/ISO: G484, opção #17)

Princípios básicos

O ciclo 484 permite calibrar o apalpador de mesa, por exemplo o apalpador de mesa de infravermelhos TT 449. Dependendo dos parâmetros introduzidos, o processo de calibração decorre de forma totalmente automática ou semiautomática.

- **Semiautomaticamente** - Com paragem antes do início do ciclo: pede-se ao utilizador que movimente a ferramenta manualmente sobre o TT
- **Automaticamente** - Sem paragem antes do início do ciclo: antes de se aplicar o ciclo 484, é necessário mover a ferramenta sobre o TT

Execução do ciclo

Para calibrar o seu apalpador de mesa, programe o ciclo de medição TCH PROBE 484. No parâmetro de introdução Q536, pode definir se o ciclo é executado de forma semiautomática ou totalmente automática.

Semiautomaticamente - com paragem antes do início do ciclo

- Trocar de ferramenta de calibração
- Definir e iniciar ciclo de calibração
- O TNC interrompe o ciclo de calibração
- O TNC abre um diálogo numa nova janela
- Solicita-se ao utilizador que posicione a ferramenta de calibração manualmente sobre o centro do apalpador. Preste atenção a que a ferramenta de calibração se encontre sobre a superfície de medição da sonda

Automaticamente - sem paragem antes do início do ciclo

- Trocar de ferramenta de calibração
- Posicione a ferramenta de calibração sobre o centro do apalpador. Preste atenção a que a ferramenta de calibração se encontre sobre a superfície de medição da sonda
- Definir e iniciar ciclo de calibração
- O ciclo de calibração é executado sem paragem. O processo de calibração começa na posição atual em que se encontra a ferramenta

Ferramenta de calibração:

Como ferramenta de calibração, utilize uma peça exatamente cilíndrica, p.ex. um macho cilíndrico. Registe na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento exatos da ferramenta de calibração. Após o processo de calibração, o TNC memoriza os valores de calibração e leva-os em conta em posteriores medições de ferramenta. A ferramenta de calibração deverá ter um diâmetro superior a 15 mm e sobressair aprox. 50 mm do mandril.

Ter em atenção ao programar!

AVISO

Atenção, perigo de colisão!

Se desejar evitar uma colisão, com Q536=1, a ferramenta deve ser pré-posicionada antes da chamada de ciclo! No processo de calibração, o 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.

- Determinar se deve ocorrer uma paragem antes do início do ciclo ou se o ciclo deve ser executado automaticamente sem paragem.

A forma de funcionamento do ciclo depende do parâmetro de máquina **probingCapability** (N.º 122723). (Este parâmetro permite, entre outras coisas, realizar uma medição de comprimentos de ferramenta com o mandril parado e, simultaneamente, bloquear uma medição do raio da ferramenta e de lâminas individuais.) Consulte o manual da sua máquina.

A ferramenta de calibração deverá ter um diâmetro superior a 15 mm e sobressair aprox. 50 mm do mandril. Se utilizar um macho cilíndrico com estas dimensões, ocorre apenas uma deformação de 0,1 µm por 1 N de força de apalpação. Caso se utilize uma ferramenta de calibração que possua um diâmetro demasiado pequeno e/ou sobressaia muito longe do mandril, podem ocorrer grandes imprecisões.

Antes de calibrar, deve-se introduzir na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento exatos da ferramenta de calibração.

Se a posição do TT na mesa for modificada, é necessário calibrar de novo.

Parâmetros de ciclo

▶

Q536 Stop antes de execução (0=Stop)?: determinar se deve ocorrer uma paragem antes do início do ciclo ou se o ciclo deve ser executado automaticamente sem paragem:
0: Com paragem antes do início do ciclo. Num diálogo, pede-se ao utilizador que movimente a ferramenta manualmente sobre o apalpador de mesa. Ao alcançar a posição aproximada sobre o apalpador de mesa, pode continuar a maquinagem com NC-Start ou interrompê-la com a softkey **INTERRUP.**
1: Sem paragem antes do início do ciclo. O TNC inicia o processo de calibração na posição atual. Antes do ciclo 484, deve movimentar a ferramenta sobre o apalpador de mesa.

Blocos NC

```
6 TOOL CALL  1 Z
7 TCH PROBE 484 CALIBRACAO TT
    Q536=+0     ;STOP ANTES EXEC.
```

18.4 Medir o comprimento da ferramenta (ciclo 31 ou 481, DIN/ISO: G481, opção #17)

Execução do ciclo

Para medir o comprimento da ferramenta, programe o ciclo de medição TCH PROBE 31 ou TCH PROBE 481 (ver "Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483"). Com os parâmetros de introdução da máquina, é possível determinar o comprimento da ferramenta de três formas diferentes:

- Quando o diâmetro da ferramenta é maior do que o diâmetro da superfície de medição do TT, faz-se a medição com a ferramenta a rodar
- Quando o diâmetro da ferramenta é menor do que o diâmetro da superfície de medição do apalpador TT, ou quando se determina o comprimento da broca ou da fresa esférica, mede-se com a ferramenta parada
- Quando o diâmetro da ferramenta é maior do que o diâmetro da superfície de medição do TT, efetua-se uma medição 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

- **Modo de medição de ferramenta (0/-2)?**: determinar se e de que forma os dados determinados são registados na tabela de ferramentas.
  0: O comprimento da ferramenta medido é escrito na tabela de ferramentas TOOL.T na memória L, definindo-se a correção de ferramenta DL=0. Se já houver um valor guardado em TOOL.T, este será sobrescrito.
  1:O comprimento da ferramenta medido é comparado com o comprimento da ferramenta L de TOOL.T. O TNC calcula o desvio, introduzindo-o depois como valor delta DL em TOOL.T. Além disso, está também disponível o desvio no parâmetro Q115. Quando o valor delta é maior do que a tolerância de desgaste ou de rotura admissível para o comprimento da ferramenta, o TNC bloqueia essa ferramenta (estado L em TOOL.T)
  2: O comprimento da ferramenta medido é comparado com o comprimento da ferramenta L de TOOL.T. O TNC calcula o desvio e escreve o valor no parâmetro Q Q115. Não se faz qualquer registo na tabela de ferramentas em L ou DL.
- **Nr. parametro para o resultado?**: número de parâmetro onde o TNC memoriza o estado da medição:
  0,0: ferramenta dentro da tolerância
  1,0: ferramenta está desgastada (**LTOL** excedido)
  2,0: ferramenta está partida (**LBREAK** excedido).
  Se não se quiser continuar a processar o resultado de medição dentro do programa, confirme a pergunta de diálogo com a tecla **NO ENT**
- **Altura de seguranca?**: introduzir a posição no eixo do mandril, na qual esteja excluída uma colisão com a peça ou com utensílios de fixação. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça. Se for introduzida a Altura Segura de tal forma pequena, que a extremidade da ferramenta fique por baixo da aresta superior do prato, o TNC posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de **safetyDistStylus**). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medicao das facas? 0=nao/1=sim**: determinar se deve ser efetuada uma medição de lâmina individual (é possível medir, no máximo, 20 lâminas)

Primeira medição com a ferramenta a rodar; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 31.0 COMPR.
  FERRAMENTA
8 TCH PROBE 31.1 TESTE: 0
9 TCH PROBE 31.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 31.3 MEDICAO DAS
  FACAS: 0
```

Verificar com medição de corte individual, memorizar estado em Q5; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 31.0 COMPR.
  FERRAMENTA
8 TCH PROBE 31.1 TESTE: 1 q5
9 TCH PROBE 31.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 31.3 MEDICAO DAS
  FACAS: 1
```

Blocos NC; formato novo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 481 COMPR. FERRAMENTA
  Q340=1      ;TESTE
  Q260=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA
  Q341=1      ;MEDICAO DAS FACAS
```

18.5 Medir o raio da ferramenta (ciclo 32 ou 482, DIN/ISO: G482, opção #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 553). Com os parâmetros de introdução, é possível determinar o raio da ferramenta de duas maneiras:

- Medição com a ferramenta a rodar
- Medição com a ferramenta a rodar seguida de medição 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 da orientação do mandril.

Ter em atenção ao programar!

Antes de medir ferramentas pela primeira vez, registe na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento aproximados, o número de lâminas e a direção de corte da respetiva ferramenta.

A forma de funcionamento do ciclo depende do parâmetro de máquina **probingCapability** (N.º 122723). (Este parâmetro permite, entre outras coisas, realizar uma medição de comprimentos de ferramenta com o mandril parado e, simultaneamente, bloquear uma medição do raio da ferramenta e de lâminas individuais.) Consulte o manual da sua máquina.

As ferramentas cilíndricas com superfície de diamante podem ser medidas com o mandril parado. Para isso, é necessário definir com 0 a quantidade de cortes **CUT** na tabela de ferramentas e adaptar o parâmetro de máquina **CfgTT** (N.º 122700). Consulte o manual da sua máquina.

Parâmetros de ciclo

- **Modo de medição de ferramenta (0/-2)?**: determinar se e de que forma os dados determinados são registados na tabela de ferramentas.
  0: O raio da ferramenta medido é escrito na tabela de ferramentas TOOL.T na memória R, definindo-se a correção de ferramenta DR=0. Se já houver um valor guardado em TOOL.T, este será sobrescrito.
  1:O raio da ferramenta medido é comparado com o raio da ferramenta R de TOOL.T. O TNC calcula o desvio, introduzindo-o depois como valor delta DR em TOOL.T. Além disso, está também disponível o desvio no parâmetro Q116. Quando o valor delta é maior do que a tolerância de desgaste ou de rotura admissível para o raio da ferramenta, o TNC bloqueia essa ferramenta (estado L em TOOL.T)
  2: O raio da ferramenta medido é comparado com o raio da ferramenta de TOOL.T. O TNC calcula o desvio e escreve o valor no parâmetro Q Q116. Não se faz qualquer registo na tabela de ferramentas em R ou DR.
- **Nr. parametro para o resultado?**: número de parâmetro onde o TNC memoriza o estado da medição:
  0,0: ferramenta dentro da tolerância
  1,0: ferramenta está desgastada (**RTOL** excedido)
  2,0: ferramenta está partida (**RBREAK** excedido).
  Se não se quiser continuar a processar o resultado de medição dentro do programa, confirme a pergunta de diálogo com a tecla **NO ENT**
- **Altura de seguranca?**: introduzir a posição no eixo do mandril, na qual esteja excluída uma colisão com a peça ou com utensílios de fixação. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça. Se for introduzida a Altura Segura de tal forma pequena, que a extremidade da ferramenta fique por baixo da aresta superior do prato, o TNC posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de **safetyDistStylus**). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medicao das facas? 0=nao/1=sim**: determinar se deve ser efetuada uma medição de lâmina individual (é possível medir, no máximo, 20 lâminas)

Primeira medição com a ferramenta a rodar; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 32.0 RAIO FERRAMENTA
8 TCH PROBE 32.1 TESTE: 0
9 TCH PROBE 32.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 32.3 MEDICAO DAS
   FACAS: 0
```

Verificar com medição de corte individual, memorizar estado em Q5; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 32.0 RAIO FERRAMENTA
8 TCH PROBE 32.1 TESTE: 1 q5
9 TCH PROBE 32.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 32.3 MEDICAO DAS
   FACAS: 1
```

Blocos NC; formato novo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 482 RAIO FERRAMENTA
   Q340=1      ;TESTE
   Q260=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q341=1      ;MEDICAO DAS FACAS
```

18.6 Medir completamente a ferramenta (ciclo 33 ou 483, DIN/ISO: G483, opção #17)

Execução do ciclo

Para medir completamente a ferramenta (comprimento e raio), programe o ciclo de medição TCH PROBE 33 ou TCH PROBE 483 (ver "Diferenças entre os ciclos 31 a 33 e 481 a 483", Página 553). 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 comprimento da ferramenta. O processo de medição corresponde aos processos dos ciclos de medição 31 e 32 e também .

Ter em atenção ao programar!

Antes de medir ferramentas pela primeira vez, registe na tabela de ferramentas TOOL.T o raio e o comprimento aproximados, o número de lâminas e a direção de corte da respetiva ferramenta.

A forma de funcionamento do ciclo depende do parâmetro de máquina **probingCapability** (N.º 122723). (Este parâmetro permite, entre outras coisas, realizar uma medição de comprimentos de ferramenta com o mandril parado e, simultaneamente, bloquear uma medição do raio da ferramenta e de lâminas individuais.) Consulte o manual da sua máquina.

As ferramentas cilíndricas com superfície de diamante podem ser medidas com o mandril parado. Para isso, é necessário definir com 0 a quantidade de cortes **CUT** na tabela de ferramentas e adaptar o parâmetro de máquina **CfgTT** (N.º 122700). Consulte o manual da sua máquina.

Parâmetros de ciclo

- **Modo de medição de ferramenta (0/-2)?**: determinar se e de que forma os dados determinados são registados na tabela de ferramentas.
  0: O comprimento da ferramenta medido e o raio da ferramenta medido são escritos na tabela de ferramentas TOOL.T na memória L e R, definindo-se a correção de ferramenta DL=0 e DR=0. Se já houver um valor guardado em TOOL.T, este será sobrescrito.
  1:O comprimento da ferramenta medido e o raio da ferramenta medido são comparados com o comprimento da ferramenta L e o raio da ferramenta R de TOOL.T. O TNC calcula o desvio, introduzindo-o depois como valor delta DL e DR em TOOL.T. Além disso, o desvio está também disponível no parâmetro Q115 e Q116. Quando o valor delta é maior do que a tolerância de desgaste ou de rotura admissível para o comprimento da ferramenta ou o raio, o TNC bloqueia essa ferramenta (estado L em TOOL.T)
  2: O comprimento da ferramenta medido e o raio da ferramenta medido são comparados com o comprimento da ferramenta L e o raio da ferramenta R de TOOL.T. O TNC calcula o desvio e escreve o valor no parâmetro Q Q115 ou Q116. Não se faz qualquer registo na tabela de ferramentas em L, R ou DL, DR.
- **Nr. parametro para o resultado?**: número de parâmetro onde o TNC memoriza o estado da medição:
  0,0: ferramenta dentro da tolerância
  1,0: ferramenta está desgastada (**LTOL** ou/e **RTOL** excedido)
  2,0: ferramenta está partida (**LBREAK** ou/e **RBREAK** excedido). Se não se quiser continuar a processar o resultado de medição dentro do programa, confirme a pergunta de diálogo com a tecla **NO ENT**
- **Altura de seguranca?**: introduzir a posição no eixo do mandril, na qual esteja excluída uma colisão com a peça ou com utensílios de fixação. A Altura Segura refere-se ao ponto de referência ativo da peça. Se for introduzida a Altura Segura de tal forma pequena, que a extremidade da ferramenta fique por baixo da aresta superior do prato, o TNC posiciona a ferramenta automaticamente por cima do prato (zona de segurança de **safetyDistStylus**). Campo de introdução -99999,9999 a 99999,9999
- **Medicao das facas? 0=nao/1=sim**: determinar se deve ser efetuada uma medição de lâmina individual (é possível medir, no máximo, 20 lâminas)

Primeira medição com a ferramenta a rodar; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 33.0 MEDIR FERRAMENTA
8 TCH PROBE 33.1 TESTE: 0
9 TCH PROBE 33.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 33.3 MEDICAO DAS
   FACAS: 0
```

Verificar com medição de corte individual, memorizar estado em Q5; formato antigo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 33.0 MEDIR FERRAMENTA
8 TCH PROBE 33.1 TESTE: 1 q5
9 TCH PROBE 33.2 ALTURA: +120
10 TCH PROBE 33.3 MEDICAO DAS
   FACAS: 1
```

Blocos NC; formato novo

```
6 TOOL CALL  12 Z
7 TCH PROBE 483 MEDIR FERRAMENTA
   Q340=1      ;TESTE
   Q260=+100 ;ALTURA DE SEGURANCA
   Q341=1      ;MEDICAO DAS FACAS
```

19

Tabelas de resumo dos ciclos

19.1 Tabela de resumo

Ciclos de maquinagem

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
7	Deslocação do ponto zero	■		293
8	Espelhar	■		300
9	Tempo de espera	■		319
10	Rotação	■		302
11	Fator de escala	■		304
12	Chamada de programa	■		320
13	Orientação do mandril	■		321
14	Definição do contorno	■		217
19	Inclinação do plano de maquinagem	■		307
20	Dados do contorno SL II	■		222
21	Pré-furar SL II		■	224
22	Desbaste SL II		■	226
23	Acabamento profundidade SL II		■	231
24	Acabamento lateral SL II		■	233
25	Traçado do contorno		■	236
26	Fator de escala específico do eixo	■		305
27	Superfície cilíndrica		■	261
28	Superfície cilíndrica Fresar ranhuras		■	264
29	Superfície cilíndrica		■	268
32	Tolerância	■		322
39	Superfície cilíndrica		■	271
200	Furar		■	75
201	Alargar furo		■	77
202	Mandrilar		■	79
203	Furar universal		■	82
204	Rebaixamento invertido		■	88
205	Furar em profundidade universal		■	92
206	Roscagem com mandril compensador, nova		■	117
207	Roscagem sem mandril compensador, nova		■	120
208	Fresar furo		■	100
209	Roscagem com quebra de apara		■	123
220	Padrão de pontos sobre círculo	■		205
221	Padrão de pontos sobre linhas	■		208
225	Gravação		■	326

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativa-do	CALL ativa-do	Página
232	Fresagem horizontal		■	332
233	Fresagem transversal (direção de fresagem selecionável, considerar paredes laterais)		■	192
239	Determinar carga	■		339
240	Centrar		■	73
241	Furação Profund. Gume Único		■	103
247	Memorizar o ponto de referência	■		299
251	Caixa retangular maquinagem completa		■	153
252	Caixa circular maquinagem completa		■	159
253	Fresagem de ranhura		■	166
254	Ranhura redonda		■	171
256	Ilha retangular maquinagem completa		■	177
257	Ilhas circulares maquinagem completa		■	182
258	Ilha poligonal		■	186
262	Fresar rosca		■	128
263	Fresar rosca em rebaixamento		■	132
264	Fresar rosca em furo		■	136
265	Fresar rosca em furo de hélice		■	140
267	Fresagem de rosca externa		■	144
270	Dados do traçado do contorno		■	245
275	Ranhura de contorno trocoidal		■	247
276	Traçado do contorno 3D		■	240

Ciclos do apalpador

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativa-do	CALL ativa-do	Página
0	Plano de referência	■		450
1	Ponto de referência polar	■		451
3	Medir	■		493
4	Medir 3D	■		495
444	Apalpação 3D	■		497
30	Calibrar TT	■		558
31	Medir/testar comprimento da ferramenta	■		562
32	Medir/testar o raio da ferramenta	■		565
33	Medir/testar o comprimento e raio da ferramenta	■		567
400	Rotação básica sobre dois pontos	■		359
401	Rotação básica sobre dois furos	■		362
402	Rotação básica sobre duas ilhas	■		366
403	Compensar posição inclinada com eixo rotativo	■		371
404	Memorizar rotação básica	■		376
405	Compensar a posição inclinada com eixo C	■		377
408	Memorizar ponto de referência do centro da ranhura (função FCL-3)	■		388
409	Memorizar ponto de referência do centro da nervura (função FCL-3)	■		392
410	Memorização do ponto de referência retângulo interior	■		396
411	Memorização do ponto de referência retângulo exterior	■		400
412	Memorização do ponto de referência círculo interior (furo)	■		404
413	Memorização do ponto de referência círculo exterior (ilha)	■		409
414	Memorização do ponto de referência esquina exterior	■		414
415	Memorização do ponto de referência esquina interior	■		419
416	Memorização do ponto de referência centro do círculo de furos	■		424
417	Memorização do ponto de referência eixo do apalpador	■		429
418	Memorização do ponto de referência centro de quatro furos	■		431
419	Memorização do ponto de referência eixo individual selecionável	■		436
420	Medir ferramenta ângulo	■		453
421	Medir ferramenta círculo interior (furo)	■		456
422	Medir ferramenta círculo exterior (ilha)	■		461
423	Medir peça de trabalho retângulo interior	■		466
424	Medir peça de trabalho retângulo exterior	■		470
425	Medir ferramenta largura interior (ranhura)	■		473
426	Medir ferramenta largura exterior (nervura)	■		476

Número de ciclo	Designação de ciclo	DEF ativado	CALL ativado	Página
427	Medir ferramenta eixo individual selecionável	■		479
430	Medir ferramenta círculo de furos	■		482
431	Medir ferramenta plano	■		482
441	Apalpação rápida	■		516
450	KinematicsOpt: Guardar cinemática (opção)	■		523
451	KinematicsOpt: Medir cinemática (opção)	■		526
452	KinematicsOpt: Compensação de preset	■		520
453	Cinemática grelha		■	"CINEMÁTICA GRELHA (ciclo 453, DIN/ISO: G453, opção)"
460	Calibrar apalpador	■		504
461	Calibrar comprimento do apalpador	■		509
462	Calibrar raio do apalpador internamente	■		511
463	Calibrar raio do apalpador externamente	■		513
480	Calibrar TT	■		558
481	Medir/testar comprimento da ferramenta	■		562
482	Medir/testar o raio da ferramenta	■		565
483	Medir/testar o comprimento e raio da ferramenta	■		567
484	Calibrar TT	■		560

Índice

A

Acabamento em profundidade. 231
Acabamento lateral..... 233
Alargar furo..... 77
Apalpadores 3D..... 346
Avanço de apalpação..... 350

C

Caixa circular
desbaste+acabamento..... 159
Caixa retangular
desbaste+acabamento..... 153
Centrar..... 73
Chamada do programa
através de ciclo..... 320
Ciclo..... 52
chamar..... 54
definir..... 53
Ciclos de apalpação
para o modo de funcionamento
automático..... 348
Ciclos de contorno..... 214
Ciclos de furação..... 72
Ciclos e tabelas de pontos..... 69
Ciclos SL..... 214, 261, 271
acabamento em profundidade....
231
acabamento lateral..... 233
ciclo de contorno..... 217
Contornos sobrepostos 218, 282
dados do contorno..... 222
Desbaste..... 226
pré-furar..... 224
princípios básicos..... 214, 288
traçado de contorno..... 236, 245
traçado do contorno..... 240
Ciclos SL com fórmula de contorno
complexa..... 278
Ciclos SL com fórmula de contorno
simples..... 288
Compensar a posição inclinada da
peça de trabalho
através da medição de dois
pontos de uma reta..... 359
através de dois furos..... 362
através de duas ilhas
circulares..... 366
através de eixo rotativo..... 377
através de um eixo rotativo.. 371
Compensar a posição inclinada da
peça de trabalho <$nopage>... 356
Considerar a rotação básica..... 347
Conversão de coordenadas..... 292
Correção da ferramenta..... 448

D

Dados do apalpador..... 353
Definição de padrões..... 60
Definir automaticamente o ponto
de referência..... 384
Definir ponto de referência
automaticamente
centro da nervura..... 392
centro da ranhura..... 388
centro de 4 furos..... 431
esquina exterior..... 414
esquina interior..... 419
no eixo do apalpador..... 429
num eixo qualquer..... 436
ponto central de uma caixa
circular (furo)..... 404
ponto central de uma caixa
retangular..... 396
ponto central de uma ilha
circular..... 409
ponto central de uma ilha
retangular..... 400
ponto central de um círculo de
furos..... 424
Desbaste:\Ver ciclos SL,
Desbastar..... 226
Deslocação do ponto zero
com tabelas de pontos zero. 294
Deslocação do ponto zero no
programa..... 293

E

Espelhar..... 300
Estado da medição..... 447
Estado de desenvolvimento..... 10

F

Fator de escala..... 304
Fator de escala específico do
eixo..... 305
Fresagem de ranhuras
desbaste+acabamento..... 166
Fresagem de rosca
princípios básicos..... 126
Fresagem de rosca em furo..... 136
Fresagem de rosca em furo de
hélice..... 140
Fresagem de rosca exterior..... 144
Fresagem de rosca interior.... 128,
341
Fresagem transversal..... 332
Fresar furo..... 100
Fresar rosca em rebaixamento. 132
Função FCL..... 10
Furar..... 75, 82, 92
Furar com gume único..... 103
Furar em profundidade..... 92, 103
Furar universal..... 82, 92

G

Gravação..... 326

I

Ilha circular..... 182
Ilha poligonal..... 186
Ilha retangular..... 177
Inclinação do plano de
maquinagem..... 307
Inclinar plano de maquinagem.. 307
ciclo..... 307
normas..... 313

K

KinematicsOpt..... 520

L

Lógica de posicionamento..... 351

M

Mandrilar..... 79
Medição automática de
ferramentas..... 556
Medição da cinemática..... 520
Condições..... 521
folga..... 533
Função de protocolo....
524, 540, 550
guardar cinemática..... 523
medir a cinemática..... 526, 541
métodos de calibração....
532, 546, 548
Precisão..... 531
recorte dentado hirth..... 529
Seleção das posições de
medição..... 531
Seleção dos pontos de
medição..... 525, 530
Medição da ferramenta
calibrar TT..... 558, 560
comprimento da ferramenta 562
medir completamente..... 567
parâmetros de máquina
máquina..... 554
raio da ferramenta..... 565
Medição de ferramentas..... 556
Medição de ferramentas <
$nopage>..... 552
Medir a cinemática..... 526
Compensação de preset..... 541
Medir ângulo..... 453
Medir ângulo do plano..... 485
Medir caixa retangular..... 470
Medir círculo de furos..... 482
Medir círculo exterior..... 461
Medir círculo interior..... 456
Medir coordenada única..... 479
Medir furo..... 456

Medir ilha retangular..... 466
Medir largura da ranhura..... 473
Medir largura externamente..... 476
Medir largura interior..... 473
Medir nervura externamente....
476, 476
Medir o ângulo de um plano..... 485
Medir peças de trabalho..... 444

O

Orientação do mandril..... 321

P

Padrão de pontos
sobre círculo..... 205
sobre linhas..... 208
Padrões de maquinagem..... 60
Padrões de pontos..... 204
resumo..... 204
Parâmetro de máquina para
apalpador 3D..... 349
Parâmetro de resultado..... 447

R

Ranhura circular
desbaste+acabamento..... 171
Rebaixamento invertido..... 88
Registar resultados de medição....
445
Resultados de medição em
parâmetros Q..... 447
Roscagem
com mandril compensador.. 117
com rotura de apara..... 123
sem mandril compensador....
120, 123
Rotação..... 302
Rotação básica
definir diretamente..... 376
determinar durante a execução
do programa..... 356

S

Sobre este manual..... 4
Superfície cilíndrica
Maquinagem de contorno....
261, 271
maquinagem de nervura..... 268
maquinagem de ranhura..... 264
Supervisão da ferramenta..... 448
Supervisão da tolerância..... 447

T

Tabela do apalpador..... 352
Tabelas de pontos..... 67
Tempo de espera..... 319
Traçado de contorno..... 236, 245
Traçado do contorno..... 240

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany
☏ +49 8669 31-0
FAX +49 8669 32-5061
E-mail: info@heidenhain.de

Technical support FAX +49 8669 32-1000
Measuring systems ☏ +49 8669 31-3104
E-mail: service.ms-support@heidenhain.de
NC support ☏ +49 8669 31-3101
E-mail: service.nc-support@heidenhain.de
NC programming ☏ +49 8669 31-3103
E-mail: service.nc-pgm@heidenhain.de
PLC programming ☏ +49 8669 31-3102
E-mail: service.plc@heidenhain.de
APP programming ☏ +49 8669 31-3106
E-mail: service.app@heidenhain.de

www.heidenhain.de

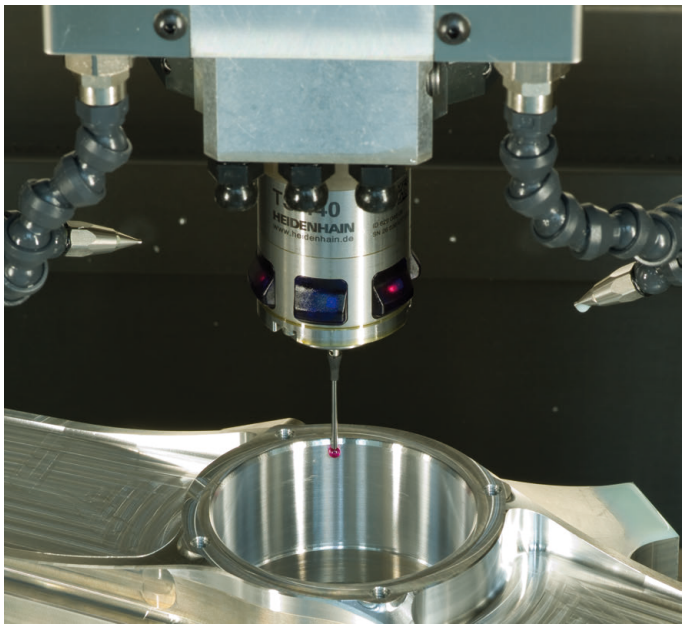
Os apalpadores HEIDENHAIN

contribuem para reduzir os tempos não produtivose para melhorar a estabilidade dimensional das peças de trabalho produzidas.

Apalpadores de peças de trabalho

TS 220	transmissão de sinal por cabo
TS 440, TS 444	transmissão por infravermelhos
TS 640, TS 740	transmissão por infravermelhos

- Alinhar peças de trabalho
- memorizar pontos de referência
- Medir peças



Apalpadores de ferramenta

TT 140	transmissão de sinal por cabo
TT 449	transmissão por infravermelhos
TL	sistemas a laser sem contacto

- Medir ferramentas
- Supervisionar desgaste
- Detetar rotura de ferramenta

Documentação original
1096886-Q4 · Ver04 · SW05 · 10/2017 · H · Printed in Germany