



HEIDENHAIN

**Manual do utilizador
Da HEIDENHAIN - Texto claro**

TNC 406

**NC-Software
280 620 xx**

Utilização correcta do manual !



Este manual descreve as funções que estão disponíveis no TNC 406 a partir dos números de **de Software NC 280 620 05, 280 621 05 e 280 622 05** .

O TNC 406 está em contínua evolução. Por isso, é possível que o seu TNC 406 disponha de funções que não se encontram ainda descritas no manual, ou que tenha diálogos ou descrições de *softkeys* com modificações sem importância.

O fabricante da máquina ajusta o TNC à máquina por meio de parâmetros de máquina. Por isso, neste manual descrevem-se também funções que não estão disponíveis em todos os TNCs. se tiver alguma dúvida entre em contacto com o fabricante da máquina.

Área de utilização

O TNC corresponde à classe A consoante a EN 55022 e destina-se sobretudo ao funcionamento na área industrial.

Este manual destina-se tanto aos principiantes em TNC como aos entendidos em TNC.

Para os **principiantes em TNC**, o manual serve de documento para aprendizagem. No início, ele apresenta as bases da técnica NC e uma vista geral sobre as funções TNC.

Seguidamente, o manual apresenta a programação em texto claro. Os numerosos exemplos nesta matéria podem reconstituir-se directamente no TNC. Cada nova função aplicada pela primeira vez é esclarecida com todo o pormenor.

Os principiantes em TNC devem estudar a fundo este manual, seguindo-o desde o início até ao fim, para se familiarizarem com a capacidade do TNC.

Para os **entendidos em TNC**, existe uma extensa obra de referência e consulta. O índice e as indicações sobre as figuras facilitam a procura de determinados temas e palavras. As instruções de procedimento mostram como introduzir as funções TNC.

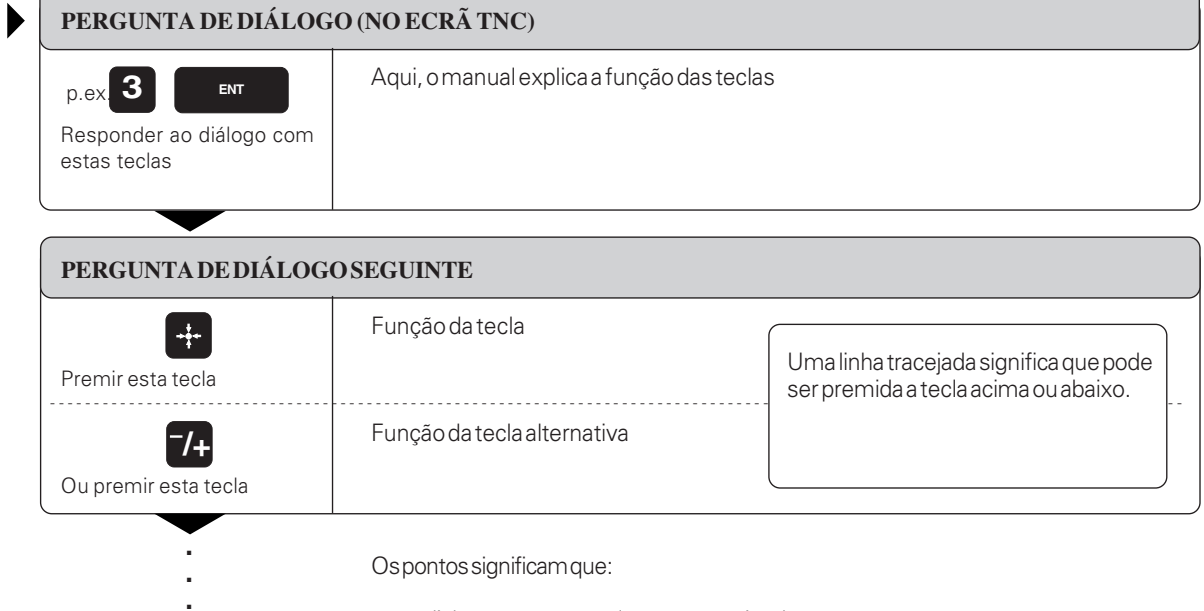
A explicação sobre a função das teclas, no lado direito das instruções, deve sobretudo apoiar o principiante na primeira aplicação dessa função.

Se a função já for conhecida, a visualização das introduções facilita no lado esquerdo das instruções de procedimento um rápido olhar sobre as etapas de programação.

Nas instruções de procedimento, os diálogos TNC estão sempre apresentados sobre fundo cinzento.

Esquema das instruções de procedimento

Tecla de abertura de diálogo



Uma linha tracejada significa que pode ser premida a tecla acima ou abaixo.

1 Introdução

1.1 TNC 406 1-2

Teclado 1-3	
Unidade do ecrã	1-4
Acessórios do TNC	1-6

1.2 Bases para indicações de posições 1-7

Introdução	1-7
O que significa NC?	1-7
Programa de maquinação	1-7
Introdução de programas	1-7
Sistema de referências	1-8
Sistema rectangular de coordenadas	1-8
Coordenadas polares	1-9
Determinação do pólo CC	1-9
Memorização do ponto de referência	1-10
Posições absolutas da peça	1-11
Posições incrementais da peça	1-11
Programar movimento dos eléctrodos	1-12
Sistemas de medição da trajectória	1-12
Marcas de referência	1-12

1.3 Bases da electroerosão 1-13

1.4 Ligar 1-15

1.5 Gráficos e visualização de estados 1-17

Vista de cima	1-17
Visualização em 3 planos	1-18
Visualização 3D	1-19
Ampliação do recorte	1-20
Repetir simulação gráfica	1-21
Visualização de estados	1-21
Visualizações auxiliares de estado	1-21

1.6 Ficheiros 1-23

Visualização de ficheiros	1-23
Seleccionar, apagar e proteger ficheiros	1-24

2 Funcionamento manual e ajuste

2.1 Deslocação dos eixos da máquina 2-2

Deslocação com as teclas de direcção externas	2-2
Trabalhar com o volante electrónico HR 330	2-3
Deslocação com o volante electrónico	2-3
Posicionamento com introdução manual	2-4
Posicionamento progressivo	2-4
Erosão manual	2-5

2.2 Calibração e ajuste..... 2-6

Instalar eléctrodo	2-6
Seleccionar menú para funções de apalpação	2-6
Calibrar eléctrodo	2-7
Compensar posição oblíqua da peça	2-9

2.3 Memorização do ponto de referência com um eléctrodo de apalpação 2-11

Memorizar ponto de referência num eixo qualquer	2-12
Apalpação manual	2-13
Meio da peça como ponto de referência	2-14
Esquina como ponto de referência	2-15
Ponto central do círculo como ponto de referência	2-16

2.4 Medição com o eléctrodo de apalpação 2-18

Determinar coordenada de uma posição na peça ajustada	2-18
Determinar coordenadas de um ponto da esquina no plano de maquinação	2-18
Determinar dimensões da peça	2-19
Medir um ângulo	2-20

2.5 Introduzir função auxiliar M e arrancar 2-21

3 Tabelas de erosão

3.1 Trabalhar com tabelas de erosão3-2

3.2 Parâmetros de erosão na tabela de erosão3-2

Introduzir parâmetros de erosão na tabela de erosão	3-3
Estágio de potência NR	3-4
Corrente com baixa tensão LV	3-4
Corrente com alta tensão HV	3-4
Valor nominal da ranhura GV	3-4
Duração do impulso TON e duração da pausa TOF	3-4
Servo-sensibilidade SV	3-5
Tempo de erosão ET e timer de erosão de caminho de levantamento AJD	3-5
Sensibilidade da ranhura AR	3-5
Eléctrodo de polaridade P	3-5
Tensão de marcha em vazio HS	3-6
Desgaste WR	3-6
Aspereza das superfícies RA	3-6
Aplanamento SR	3-7
Ranhura diametral 2G	3-7
Subdimensão mínima UNS	3-7
Parâmetros auxiliares AUX1, AUX2, ...AUX6	3-7

4 Teste do programa e execução do programa

4.1 Teste do programa4-2

Efectuar teste do programa	4-2
Efectuar teste do programa até uma determinada frase	4-2
Tempo de maquinação	4-2

4.2 Execução do programa4-3

Funcionamento paralelo	4-3
Tempo de maquinação	4-3
Mudar parâmetros de erosão durante a execução do programa	4-3
Executar programa de maquinação	4-4
Interromper maquinação	4-5
Salto de frases	4-6
Continuar depois duma interrupção	4-6
Reentrada num programa	4-7
Repor contador no estado inicial	4-7
Tabela de tempo TIME.W	4-7

5 Programação

5.1 Editar programas de maquinação5-2

Estrutura de um programa	5-2
Diálogo em texto claro	5-2
Funções de edição	5-3

5.2 Eléctrodos5-5

Determinar dados dos eléctrodos	5-5
Introduzir dados do eléctrodo no programa	5-7
Chamar dados do eléctrodo	5-8
Eléctrodo sequencial	5-8
Troca de eléctrodo	5-9
Correcção do eléctrodo	5-10

5.3 Valores de correcção do eléctrodo5-11

Eficácia dos valores de correcção do eléctrodo	5-11
Correcção do raio do eléctrodo	5-12
Maquinar esquinas	5-14

5.4 Troca automática da peça com WP-CALL5-15

5.5 Abertura do programa5-16

Abrir novo programa de maquinação	5-16
Definir peça em bruto-BLKFORM	5-16

5.6 Introduções referentes ao eléctrodo5-17

Avanço F	5-17
----------------	------

5.7 Introduzir funções auxiliares e STOP5-18

5.8 Aceitar posição real5-19

6 Programar movimentos do eléctrodo

6.1 Generalidades sobre a programação de movimentos do eléctrodo 6-2

6.2 Entrada e saída de um contorno 6-4

Ponto de partida e ponto final de uma maquinação	6-4
Entrada e saída suaves	6-6

6.3 Funções de trajectória 6-7

Generalidades	6-7
Deslocação dos eixos programados da máquina	6-7
resumo das funções de trajectória	6-8

6.4 Movimentos de trajectória – coordenadas cartesianas 6-9

Recta L 6-9	
Chanfrar L	
6-12	
Círculos e arcos de círculo – generalidades	6-14
Ponto central do círculo CC	6-15
Trajectória circular C em redor do ponto central do círculo CC	6-17
Trajectória circular CR com raio determinado	6-20
Trajectória circular CT com tangente	6-23
Arredondamento de esquinas RND	6-25

6.5 Movimentos de trajectória – Coordenadas polares 6-27

Origem das coordenadas polares: pólo CC	6-27
Recta LP 6-27	
Trajectória circular CP em redor do pólo CC	6-30
Trajectória circular CTP com tangente	6-32
Hélice 6-33	

6.6 Funções auxiliares segundo o tipo de trajectória e indicação de coordenadas 6-36

Maquinação de pequenos escalões de um contorno: M97	6-36
Maquinação completa de esquinas em contornos abertos: M98	6-37
Programação de coordenadas referentes ao zero máquina M91/M92	6-38
Recuo do eléctrodo no final da frase para o ponto de partida da frase: M93	6-39

6.7 Posicionamento com introdução manual 6-40

7 Subprogramas e repetições parciais de um programa

7.1 Sub-programas 7-2

Funcionamento	7-2
Indicações sobre a programação	7-2
Programação e chamada de sub-programas	7-3

7.2 Repetições parciais de um programa..... 7-5

Funcionamento	7-5
Indicações sobre a programação	7-5
Reposicionamento do contador na fase inicial após interrupção	7-5
Programação e chamada de repetição de partes de programa	7-5

7.3 Um programa qualquer como subprograma 7-7

Funcionamento	7-7
Indicações sobre a programação	7-7
Chamada de um programa qualquer como sub-programa	7-7

7.4 Sobreposições 7-8

Profundidade de sobreposição	7-8
Sub-programa dentro de outro sub-programa	7-8
Repetições parciais de um programa	7-9
Repetição de um sub-programa	7-10

8 Programação com parâmetros Q

Apagamento automático dos parâmetros Q	8-2
8.1 Tipos de funções – parâmetros Q em vez de valores numéricos	8-3
8.2 Descrição de contornos através de funções matemáticas	8-5
Visualização de funções	8-5
8.3 Funções angulares (Trigonometria)	8-7
Visualização de funções	8-7
8.4 Funções Se/Então com parâmetros Q	8-8
Saltos	8-8
Visualização de funções	8-8
8.5 Comprovação e modificação de parâmetros Q	8-10
8.6 Emissão de parâmetros Q e avisos	8-11
Emissão de avisos	8-11
Emissão através da conexão de dados externa	8-11
Atribuição indexada	8-11
Transmissão de valores para o PLC /Recepção do PLC	8-12
8.7 Medição com um eléctrodo de apalpação durante a execução do programa	8-13
8.8 Exemplos de programas	8-15
Grupo de furos	8-15
Círculos de furos	8-16
Furar com o ciclo DISCO	8-18

9 Ciclos

9.1 Generalidades sobre os ciclos 9-2

Condições	9-2
Início da actuação	9-2
Indicação de cotas no eixo da ferramenta	9-2
Ciclos do fabricante	9-2
Programação dum ciclo	9-3

9.2 Ciclo 1 GERADOR..... 9-4

9.3 Ciclos de erodir 9-5

Ciclo 17 DISCO	9-5
Ciclo 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO	9-8

9.4 Ciclos para a conversão de coordenadas e definição do eléctrodo 9-9

Ciclo para a definição do eléctrodo	9-9
Ciclos para a conversão de coordenadas	9-9
Ciclo 3 DEF. FERRAM.	9-10
Deslocação do zero peça (Ciclo 7)	9-12
Trabalhar com a tabela do zero peça	9-12
Espelho (Ciclo 8)	9-14
Rotação (Ciclo 10)	9-16
Factor de escala (Ciclo 11)	9-17

9.5 Outros ciclos 9-19

TEMPO DE ESPERA (Ciclo 9)	9-19
PGM-CALL-Chamada do programa (Ciclo 12)	9-19

10 Transmissão de dados externa

10.1 Menú para a transmissão de dados externa 10-2

10.2 Selecção e transmissão de ficheiros 10-3

Selecção de ficheiro 10-3

Transmissão de ficheiro 10-3

10.3 Formatar disquete 10-4

10.4 Apagar ficheiro 10-4

10.3 Distribuição de conectores e cabos para para conexões de dados 10-5

Conexão de dados V.24/RS-232-C 10-5

Conexão de dados V.11/RS-422 10-7

10.4 Preparar os sistemas para a transmissão de dados 10-8

Sistemas HEIDENHAIN 10-8

Sistemas externos 10-8

11 Funções MOD

11.1	Seleccção, modificação e saída das funções MOD	11-2
11.2	Seleccção da visualização de posições	11-2
11.3	Seleccção do sistema de medição	11-3
11.4	Informações sobre o sistema	11-3
11.5	Ajuste das conexões de dados externas	11-3
	MEDIDABAUD	11-3
	Conexão V.24	11-3
11.6	Introdução dos limites de deslocação	11-4
11.7	Parâmetros de utilizador específicos da máquina	11-5
11.8	Introdução do código	11-5
11.9	Visualização de estados dos parâmetros Q	11-5

12 Tabelas e resumos

12.1 Parâmetros gerais do utilizador 12-2

Introdução de parâmetros da máquina	12-2
Seleção dos parâmetros gerais do utilizador	12-2
Parâmetros para o avanço da trajectória	12-2
Parâmetros em erosão	12-3
Parâmetros para a transmissão de dados externa	12-5
Parâmetros em apalpação com a funçãoTCH PROBE	12-6
Visualizações do TNC, editor do TNC	12-7
Parâmetros para o override	12-9
Parâmetros para o volante electrónico	12-9

12.2 Funções auxiliares (funções M) 12-10

Funções auxiliares com uma aplicação determinada	12-10
Funções auxiliares livres	12-11

12.3 Parâmetros Q com funções especiais 12-12

Parâmetros Q pré-designados	12-12
Parâmetros Q com funções especiais	12-15

12.4 Informação Técnica 12-16

Acessórios	12-18
------------------	-------

12.5 Textos de aviso TNC 12-19

Avisos de erro do TNC ao programar	12-19
Avisos de erro do TNC durante um teste do programa ou uma execução de programa	12-20

1 Introdução

1.1	TNC 406	1-2
	O teclado	1-3
	O ecrã	1-4
	Acessórios do TNC	1-6
1.2	Visualizações de posição	1-7
	Introdução	1-7
	O que significa NC?	1-7
	Programa de maquinação	1-7
	Introdução do programa	1-7
	Sistema de referências	1-8
	Sistema de coordenadas cartesianas	1-8
	Coordenadas polares	1-9
	Determinação do pólo CC	1-9
	Memorização do ponto de referência	1-10
	Posições absolutas da ferramenta	1-11
	Posições incrementais da ferramenta	1-11
	Programar movimento do eléctrodo	1-12
	Sistemas métricos	1-12
	Marcas de referência	1-12
1.3	Bases da electroerosão	1-13
1.4	Ligar	1-16
1.5	Gráficos e visualização de estados	1-17
	Vista de cima	1-17
	Representação em três planos	1-18
	Representação 3D	1-19
	Aumentar o pormenor	1-20
	Repetir simulação gráfica	1-21
	Visualização de estados	1-21
	Visualização de estados suplementar	1-21
1.6	Ficheiros	1-23
	Visualização de ficheiros	1-23
	Seleccionar, apagar e proteger ficheiros	1-24

1.1 TNC 406

Comando

O TNC 406 é um comando numérico programável na oficina para máquinas de fresa cónica de erosão até cinco eixos.

Ecrã e teclado

No ecrã a cores e de 14 polegadas, visualizam-se todas as informações necessárias quando está instalado um TNC.

A introdução do programa é apoiada pelas *softkeys* da unidade de ecrã.

As teclas no teclado estão agrupadas conforme a sua função.

Isto facilita a introdução de programas e a utilização das funções do TNC.

Programação

O TNC 406 é programado directamente na máquina no diálogo em texto claro da HEIDENHAIN, de fácil entendimento.

Gráfico

Para um teste de programa, pode simular-se graficamente a maquinação da peça.

Para isso, podem seleccionar-se diferentes modos de representação.

Compatibilidade

No TNC 406 você pode usar todos os programas se os comandos nesses programas pertencerem ao grupo de comandos do TNC 406.

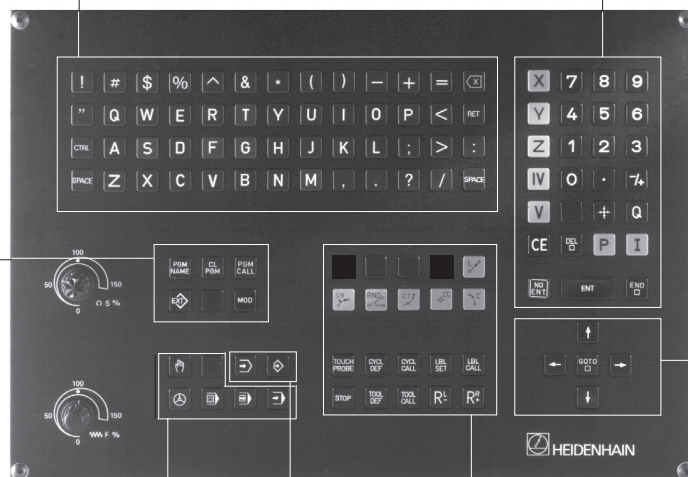
Teclado

No teclado do TNC todas as teclas têm abreviaturas e símbolos de fácil apreensão.
As teclas estão juntas consoante a sua função nos seguintes grupos:

Teclado alfabético para introdução
de nomes de ficheiros e outros textos

Introdução de números e selecção do eix

Gestão de programas
e/ou ficheiros



A função de cada uma das teclas está descrita em folha desdobrável.

As teclas externas vêm explicadas no manual da máquina. Neste manual, estão a cinzento.

Exemplo: Tecla „Arranque do NC“



Unidade de ecrã

Linha superior do ecrã

Na linha superior do ecrã está o modo de funcionamento seleccionado.
Aparecem também aí as perguntas em diálogo e textos informativos do fabricante da máquina.

Softkeys

Com as 8 *softkey*s em cinzento claro sob o ecrã, você selecciona as funções mostradas na régua de *softkeys* sob o ecrã.
Com as teclas de comutação, a régua de *softkeys* é comutada para outras funções.
A régua de *softkeys* seleccionada e as possibilidades de comutação são simbolizadas com barras: A quantidade de barras corresponde à quantidade das régua de *softkeys* que se seleccionam com teclas de comutação. Para a régua seleccionada está realçada a cores uma determinada barra.

Divisão do ecrã

Você dermina a visualização no ecrã do TNC com a tecla para determinação da divisão do ecrã e com *softkeys*. Assim, encontram-se disponíveis, e dependendo do modo de funcionamento activo, as seguintes possibilidades:

Modo de funcionamento	Conteúdo do ecrã	Softkey
FUNCIONAMENTO MANUAL VOLANTE ELECTRÓNICO POSICIONAMENTO COM INTRODUÇÃO MANUAL	Posições	POSITION
	esquerda: posições direita: estado	POSITION + STATUS
EXECUÇÃO CONTÍNUA DO PROGRAMA EXECUÇÃO DO PROGRAMA FRASE A FRASE	em cima: programa em baixo: posições	PGM + POSITION
	em cima esquerda: programa em cima direita: estado em baixo: posições	PGM POSITION STATUS
	em cima esquerda: programa em cima direita: gráfico em baixo: posições	PGM POSITION GRAPHICS

Modo de funcionamento	Conteúdo do ecrã	Softkey
TESTE DE PROGRAMA	em cima: programa em baixo: posições	PGM + POSITION
	em cima à esquerda: programa em cima à direita: estado em baixo: posições	PGM POSITION STATUS
	esquerda: programa direita: ESTADO	PGM + STATUS
	esquerda: programa direita: gráfico	PGM + GRAPHICS
	em cima à esquerda: programa em cima à direita: gráfico em baixo: posições	PGM POSITION GRAPHICS
	gráfico	GRAPHICS
MEMORIZAÇÃO/EDIÇÃO DE PROGRAMAS	em cima: programa em baixo: posições	PGM
	em cima à esquerda: programa em cima à direita: estado em baixo: posições	PGM + POSITION

Acessórios do TNC

Software de transmissão de dados

Com o software da HEIDENHAIN TNC.EXE você pode passar para um PC os programas de maquinação que criou no comando, arquivá-los aí e quando precisar, ir aí buscá-los.

Volantes electrónicos

Os "volantes electrónicos" facilitam o processo manual de precisão do carro dos eixos.

Tal como numa máquina convencional, a rotação actua no volante de forma a que o carro da máquina se move num determinado valor.

O trajecto de deslocação por rotação pode ser seleccionado num vasto campo.

Os volantes portáteis, p.ex. o HR 330, estão conectados ao TNC com um cabo.

Os volantes de embutir, p.ex. o HR 130, são inseridos no teclado da máquina.

O fabricante da máquina informa-o sobre a configuração do volante à sua máquina.



Fig. 1.1: O volante electrónico HR 330

1.2 Indicações de posição

Introdução

Este capítulo trata dos seguintes temas:

- O que significa NC?
- Programa de maquinação
- Introdução do programa
- Sistema de referências
- Sistema de coordenadas cartesianas
- Eixos suplementares
- Coordenadas polares
- Determinação do pólo
- Memorização do ponto de referência
- Posições absolutas da peça
- Posições incrementais da peça
- Programar movimentos da ferramenta
- Sistemas odométricos
- Marcas de referência

O que significa NC?

O significado em português de "NC" (**N**umerical**C**ontrol) é comando numérico, ou também "Comando com auxílio de números".

Os modernos comandos tais como os TNCs têm para isso um computador incorporado. Por isso, também se chamam CNC (Computerized NC).

Programa de maquinação

No programa de maquinação, determina-se a maquinação da peça. No programa temos, por exemplo, a posição final para a qual se deverá deslocar o eléctrodo segundo uma trajectória, o que significa que se move o eléctrodo até à posição final com o avanço programado.

Também têm que determinar-se no programa informações sobre o raio, a longitude do eléctrodo aplicado, e o eixo do eléctrodo.

Introdução do programa

A programação com diálogo representa um método muito simples de criar e introduzir programas de maquinação. Os NCs da

HEIDENHAIN foram desde o início concebidos para o operário que introduz (em alemão = Tippen) o seu programa no comando, directamente na máquina.

Por isso, estes comandos chamam-se TNC (**T**ipp-**NC**).

A programação de uma etapa de trabalho introduz-se com um simples premir de uma tecla. A seguir, o TNC pergunta por todos os dados que ele precisa para essa etapa de trabalho.

Sistema de referências

Para se poder indicar posições, é preciso essencialmente um sistema de referências. Por exemplo, é possível indicar locais na Terra por meio das suas coordenadas geográficas (coordenadas, palavra de raiz latina, que significa "agregadas ordenadamente"; tamanhos para a indicação e/ou determinação de posições) "comprimento" e "largura" "em absoluto". A rede dos círculos de longitude e latitude forma um "sistema de referências absoluto" — em oposição a uma indicação de posição "relativa", ou seja, com referência a um outro local, já conhecido.

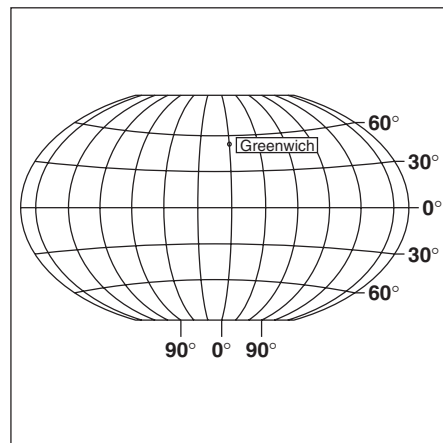


Fig. 1.2: O sistema de coordenadas geográfico é um sistema de referências absoluto

Sistema de coordenadas cartesianas

Para a maquinação de uma peça com uma máquina de fresa cônica de erosão, equipada com um comando TNC, geralmente parte-se de um sistema de coordenadas cartesiano (= rectangular, segundo o matemático e filósofo francês René Descartes, em latim Renatus Cartesius; de 1596 a 1650) e que consiste nos eixos de coordenadas X, Y e Z paralelos aos eixos da máquina. se fizermos uma simulação com o dedo médio da mão direita na direcção do eixo do eléctrodo, virado do lado da peça a trabalhar para a ferramenta, esse dedo ficará virado na direcção do eixo positivo Z, o polegar na direcção do eixo positivo X e o indicador na direcção do eixo positivo Y.

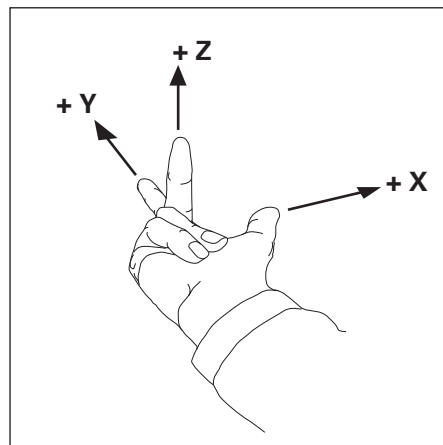


Fig. 1.3: A regra da mão direita

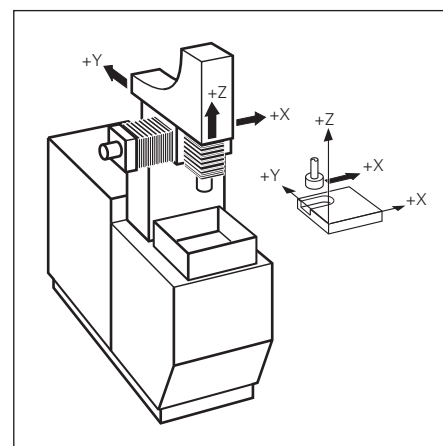


Fig. 1.4: Denominação e direcção dos eixos da máquina numa máquina de fresa cônica de erosão

Coordenadas polares

O sistema de coordenadas cartesianas é especialmente indicado se o desenho da fabricação for dimensionado rectangularmente. Em peças com arcos de círculo ou em indicações angulares, costuma ser mais simples fixar as posições com coordenadas polares.

Ao contrário das coordenadas cartesianas X,Y e Z, as coordenadas polares só descrevem posições num plano. As coordenadas polares têm o seu ponto zero no **pólo CC**. Para se descrever uma posição por meio de coordenadas polares, imagina-se uma escala com um ponto zero em consistente ligação com o pólo mas que no plano possa rodar-se como se quisesse em volta do pólo.

Podem indicar-se as posições neste plano por meio do

- **Raio das coordenadas polares PR** – que corresponde à distância entre o pólo CC e a posição e do
- **Ângulo das coordenadas polares PA** – que é o ângulo entre o eixo de referência e a escala.

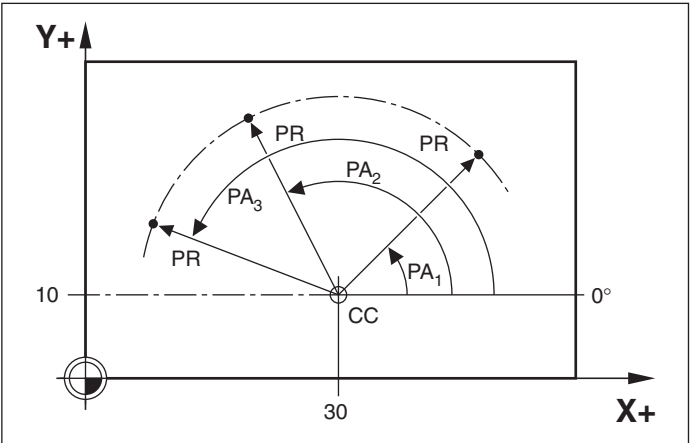


Fig. 1.5: Indicações de posição numa trajectória circular com coordenadas polares

Fixação do póloCC

O pólo fixa-se por meio de duas coordenadas no sistema de coordenadas cartesianas. Estas duas coordenadas determinam ao mesmo tempo o eixo de referência para o ângulo das coordenadas polares PA

Coordenadas do pólo	Eixo de referência angular
X Y	+X
Y Z	+Y
Z X	+Z

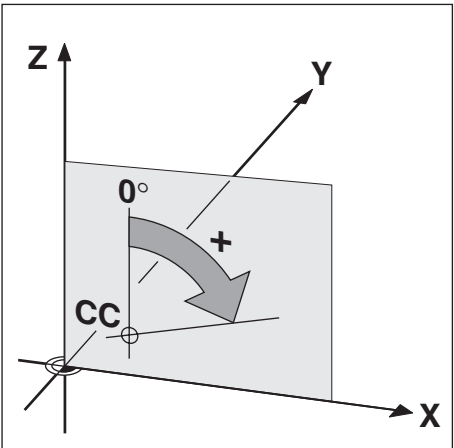
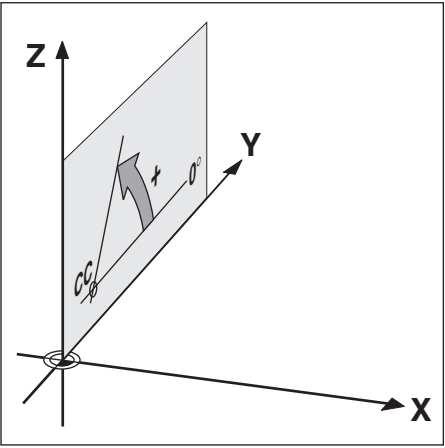
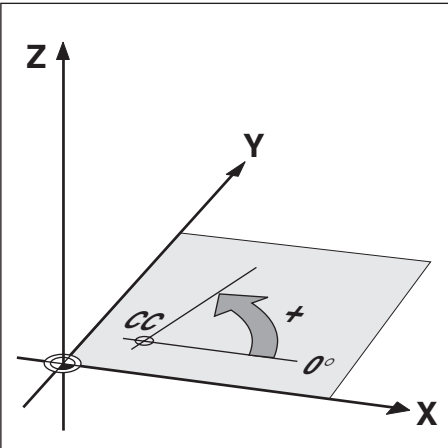


Fig. 1.6: Agregamento ordenado de coordenadas do pólo e eixos de referência angulares

Memorização do ponto de referência

O desenho da peça apresenta para a maquinação um determinado elemento de forma da peça (geralmente uma esquina da peça) como "ponto de referência absoluto" e eventualmente um ou mais elementos de forma como sendo pontos de referência relativos. Através da determinação do ponto de referência, este último é coordenado, consoante a procedência, com o sistema de coordenadas. A peça – ajustada aos eixos da máquina – é levada para uma determinada posição relativamente ao eléctrodo, e as indicações são colocadas quer em zero, quer no respectivo valor de posição (p.ex. para ter em consideração o raio do eléctrodo).

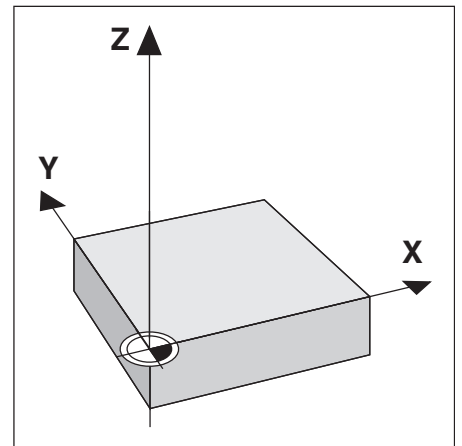


Fig. 1.7: A procedência do sistema de coordenadas cartesianas e o ponto zero da peça coincidem

Exemplo:

Coordenadas do ponto ① :

X = 10 mm
Y = 5 mm
Z = 0 mm

O ponto zero do sistema de coordenadas cartesianas está distanciado 10 mm do eixo X e 5 mm do eixo Y em direcção negativa ao ponto ①.

Com as funções de teclas, você estabelece pontos de referência de forma muito cómoda..

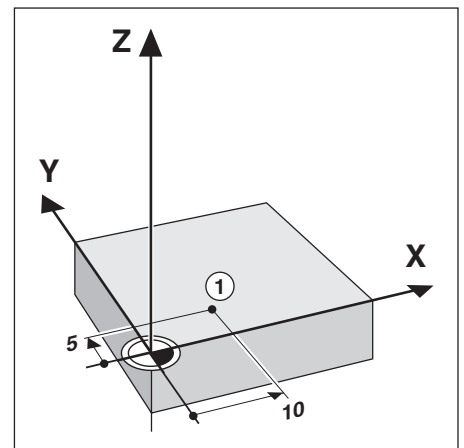


Fig. 1.8: O ponto ① determina o sistema de coordenadas

Posições absolutas da peça

Cada posição na peça é determinada de forma clara através das suas coordenadas absolutas.

Exemplo: Coordenadas absolutas da posição ① :

X = 20 mm

Y = 10 mm

Z = 15 mm

Se você posicionar e erodar a partir de um desenho da peça com coordenadas absolutas, faça deslocar a ferramenta **sobre** as coordenadas.

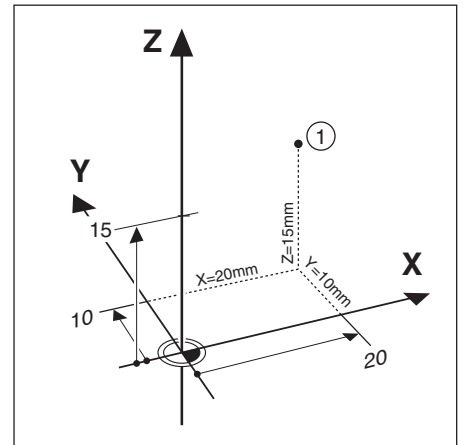


Fig. 1.9: Posição ① por exemplo "posições absolutas da peça"

Posições incrementais da peça

Uma posição pode também referir-se à posição nominal precedente. O ponto zero relativo coloca-se então sobre a última posição programada. Referimo-nos então a **coordenadas incrementais** (incremento = crescimento) e/ou a uma medida incremental ou medida em cadeia (visto a posição ser indicada através de medidas enfileiradas umas com as outras).

As coordenadas incrementais são caracterizadas com um I.

Exemplo: Coordenadas incrementais da posição referem-se à posição ②

Coordenadas absolutas da posição ② :

X = 10 mm

Y = 5 mm

Z = 20 mm

Coordenadas incrementais da posição ③ :

IX = 10 mm

IY = 10 mm

IZ = -15 mm

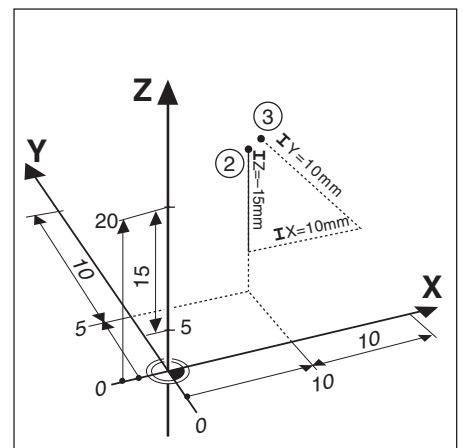


Fig. 1.10: Posições ② e ③ por exemplo "posições incrementais da peça"

Se você posicionar e erodar a partir de um desenho da peça com coordenadas incrementais, continue a deslocar o eléctrodo **em redor** das coordenadas.

Uma indicação de posição incremental é portanto uma indicação específica e relativa de posição – como também o é a indicação de uma posição como **caminho residual** para a posição final (neste caso, o ponto zero relativo encontra-se na posição final).

O caminho residual está precedido por sinal negativo quando a posição final se encontra na direcção negativa do eixo das coordenadas relativamente à posição final.

Também nas coordenadas polares há as seguintes possibilidades:

- **As coordenadas absolutas** referem-se sempre ao pólo CC e ao eixo de referência angular.
- **As coordenadas incrementais** referem-se sempre à última posição programada da ferramenta.

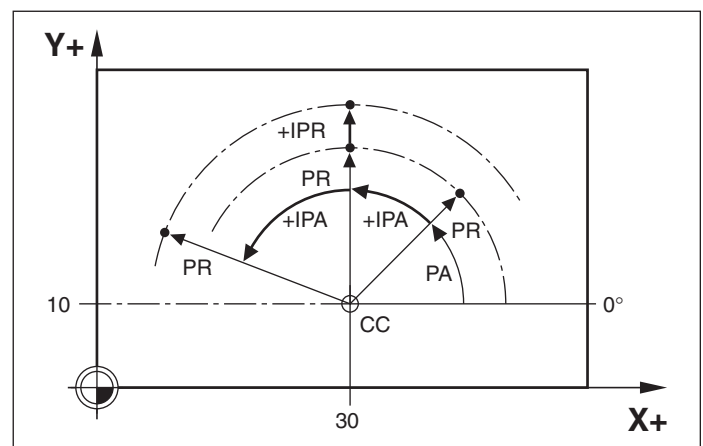


Fig. 1.11: Indicações incrementais de medida com coordenadas polares (identificadas com „I“)

Programar movimento do eléctrodo

Conforme a construção da máquina, para o movimento dos eixos desloca-se a mesa da máquina com a peça ou com o eléctrodo.



A programação realiza-se sempre de forma a que a peça esteja quieta e seja o eléctrodo a executar todos os movimentos.

Quando se move a mesa da máquina para um ou mais eixos, os eixos correspondentes são assinalados com um apóstrofe (p.ex. X', Y') na consola de comando. O movimento de um eixo deste tipo corresponde a um movimento do eléctrodo relativamente à peça em sentido oposto.

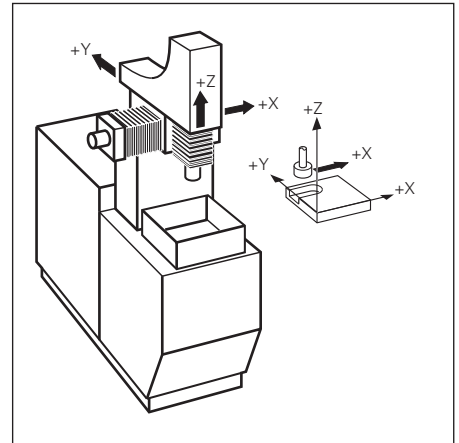


Fig. 1.12: Movimento do eléctrodo em sentido de Y e Z, movimento da mesa da máquina em sentido do eixo +X'

Sistemas de medida longitudinais

Os sistemas de medida longitudinais – sistemas de medida de longitudes para eixos lineares, sistemas de medida angulares para eixos rotativos – convertem os movimentos dos eixos da máquina em sinais eléctricos. O TNC avalia os sinais e calcula continuamente a posição real dos eixos da máquina.

Se houver corte de corrente, perde-se a coordenação entre a posição do carro da máquina e a posição real calculada. O TNC pode efectuar esta atribuição após ser ligado.

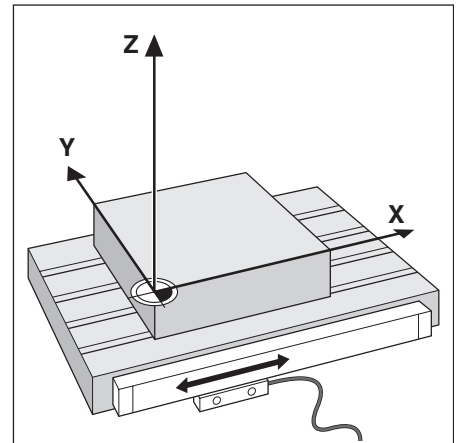


Fig. 1.13: Sistema de medição para um eixo linear, p.ex. para o eixo X

Marcas de referência

Nas escalas dos sistemas de medida de distâncias percorridas, fixam-se uma ou mais marcas de referência. Se forem ultrapassadas, as marcas de referência produzem um sinal. Esse sinal significa, para o TNC, uma posição de escala de medição (ponto de referência da escala de medição = ponto de referência estabelecido pelo fabricante).

Com a ajuda destes pontos de referência, o TNC pode voltar a estabelecer a coordenação entre a posição do carro da máquina e a posição real indicada.

Nos sistemas de medição longitudinal com marcas de referência de distância **codificada**, você precisa de deslocar os eixos da máquina num máximo de apenas 20 mm (20° em sistemas de medição angular) para alcançar as referências..

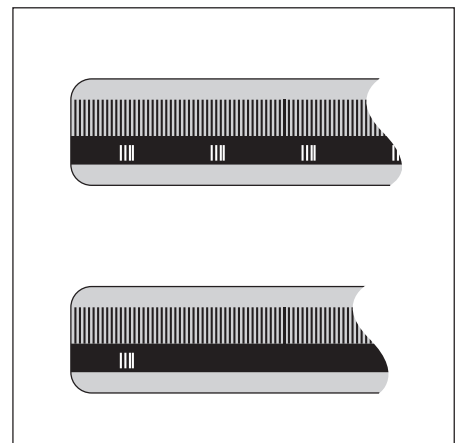


Fig. 1.14: Escalas de medição - em cima com marcas de referência de distância codificada, e em baixo com uma marca de referência

1.3 Bases da electroerosão

Electroerosão significa "aplanamento electrotérmico por descarga de faíscas". O aplanamento sobre a peça efectua-se por evaporação e fusão da superfície da peça.

Para comparação: no processo de maquinação (p.ex. fresar) o aplanamento efectua-se por efeito mecânico.

Nas três páginas seguintes explica-se quais os processos decorrentes durante a electroerosão.

Fig. 1.15:

Na electroerosão a ferramenta e e a peça w encontram-se num líquido - o dieléctrico d .

Na ferramenta e e na peça w o "gerador" aplica uma tensão: elas são então eléctrodos no dieléctrico d .

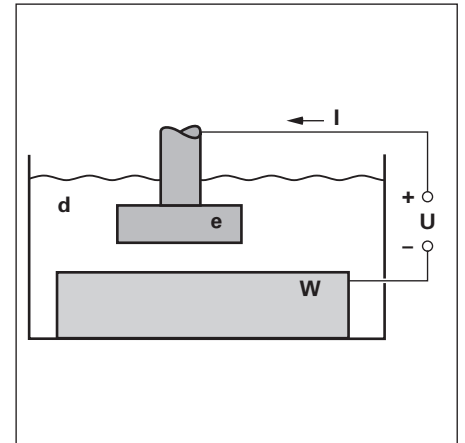


Fig. 1.15: Ferramenta e e peça w como eléctrodos no dieléctrico d

Fig. 1.16:

Entre os eléctrodos e e w forma-se um campo eléctrico.

O campo eléctrico é maior no local onde é menor a distância entre e e w .

As partículas condutoras de electricidade do dieléctrico concentram-se neste local.

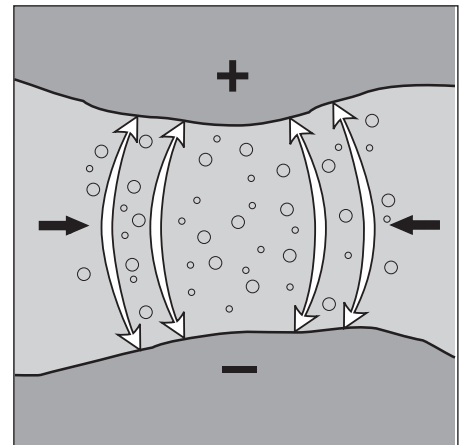


Fig. 1.16: As partículas condutoras são concentradas onde a distância peça-ferramenta é menor

Fig. 1.17:

Forma-se uma "ponte" de partículas condutoras entre peça w e ferramenta e .

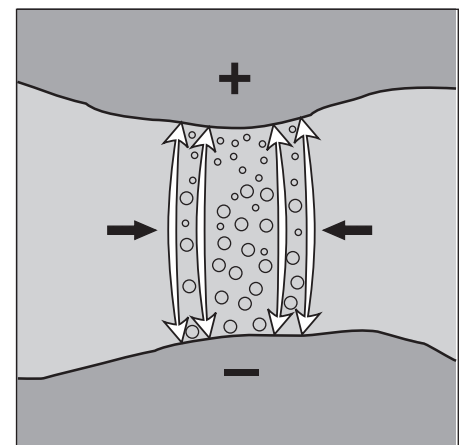


Fig. 1.17: As partículas condutoras formam uma ponte

Fig. 1.18:

A partir da ponte forma-se de repente e após um "tempo de retardamento de ignição" um "canal de descarga": Circula uma corrente entre os dois eléctrodos. Com esta circulação de corrente, sobe a temperatura no canal de descarga, resultando mais partículas carregadas de electricidade (iões): A corrente aumenta.

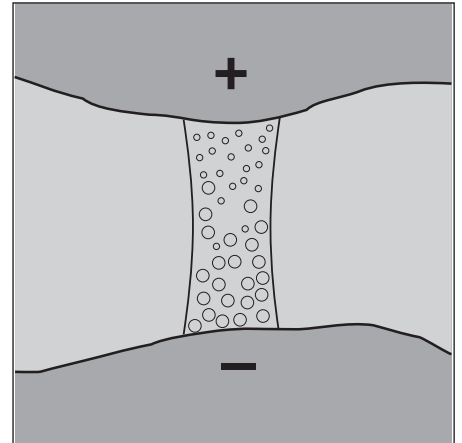


Fig. 1.18: No canal de descarga circula uma corrente eléctrica

Fig. 1.19:

A temperatura no canal de descarga fica tão elevada que o dieléctrico neste local evapora.

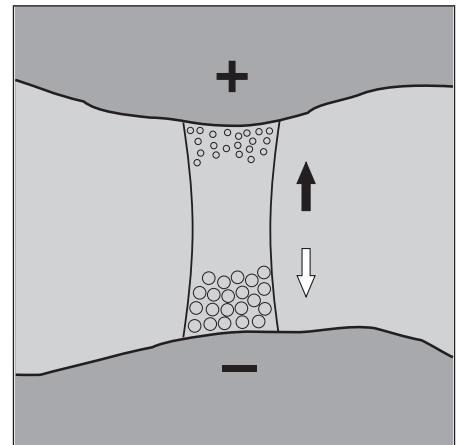


Fig. 1.19: Aumenta a condução de corrente no canal de descarga

Fig. 1.20:

O canal de descarga dilata-se e vai amarrar-se aos eléctrodos. A temperatura dos eléctrodos sobe de tal forma que as superfícies dos eléctrodos se fundem e parte da fusão evapora-se.

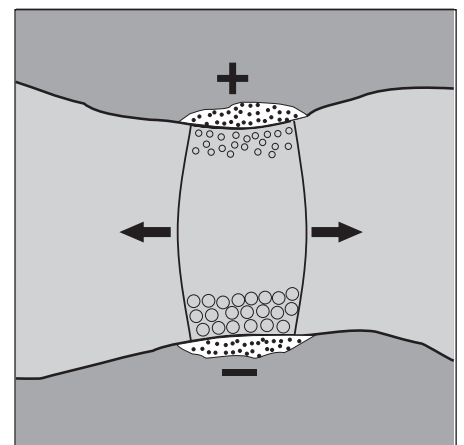


Fig. 1.20: Fundem-se as superfícies do eléctrodo e da peça e evapora-se parte da fusão

Fig. 1.21:

A tensão é desligada: a condução de corrente pára e o canal de descarga sucumbe (implode).

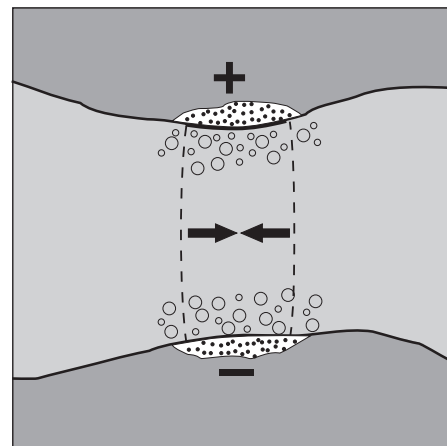


Fig. 1.21: Sem tensão do gerador, o canal de descarga sucumbe

Fig. 1.22:

A fusão evapora-se então para os eléctrodos e são lançadas partes da fusão no dieléctrico.

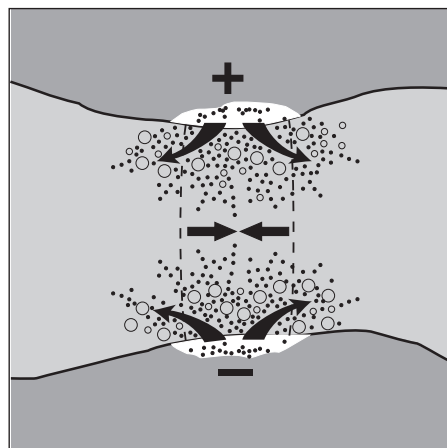


Fig. 1.22: A fusão é lançada no dieléctrico

Fig. 1.23:

Em ambas as superfícies dos eléctrodos formam-se as chamadas crateras de erosão. As partículas de eléctrodos que foram retiradas permanecem finamente distribuídas no dieléctrico.

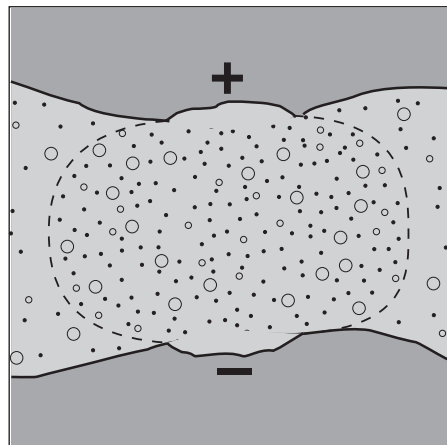


Fig. 1.23: Crateras de erosão nos eléctrodos. As partículas do eléctrodos distribuem-se no dieléctrico

1.4 Ligação



A ligação e a aproximação dos pontos de referência são funções dependentes da máquina. Consulte o manual da máquina.

Ligar a tensão de alimentação do TNC e da máquina. O TNC inicia automaticamente o seguinte diálogo:

TESTE DE MEMÓRIA

A memória do TNC é verificada automaticamente.

CORTE DE CORRENTE

CE

Aviso do TNC de que houve corte de corrente.
Apagar aviso.

TRADUZIR PROGRAMA DO PLC

O programa do PLC do TNC é traduzido automaticamente.

FALTA TENSÃO DE COMANDO PARA O RELÉ

I

Ligar a tensão de comando.
O TNC verifica a função do circuito de emergência.

FUNCIONAMENTO MANUAL

ALCANÇAR PONTOS DE REFERÊNCIA

I

Alcançar os pontos de referência na sequência indicada:
Premir para cada eixo a tecla externa de ARRANQUE, ou

X Y

Alcançar pontos de referência em qualquer sequência que se deseje:
Para cada eixo, premir e manter a tecla externa de direcção até se ultrapassar o ponto de referência

O TNC está agora pronto a funcionar no modo de funcionamento MANUAL.

Não alcançar marcas de referência

Você pode também utilizar as funções dos modos de funcionamento TESTE DO PROGRAMA e MEMORIZAÇÃO/EDIÇÃO DO PROGRAMA sem ter primeiro de alcançar as marcas de referência:

- Prima a tecla de modo de funcionamento em vez de alcançar as marcas de referência.

Para alcançar depois as marcas de referência, seleccione o modo de funcionamento MANUAL.

1.5 Gráficos e visualizações de estado

Nos modos de funcionamento de execução de programa e no modo de funcionamento TESTE DO PROGRAMA o TNC simula graficamente uma maquinação. Com a *softkey* BLK FORM ON/OFF você determina se o gráfico deve ou não ser visualizado.

Com as *softkeys* você também selecciona a apresentação em que o TNC deve representar a peça. Há as seguintes possibilidades:

- Vista de cima
- Representação em 3 planos
- Representação 3D

Movimentos do eixo rotativo

Quando se pretende representar graficamente movimentos do eixo rotativo, o TNC mostra um aviso de erro.

Vista de cima



Para a representação em profundidade deste gráfico, considera-se: "quanto mais profundo, mais escuro".

A quantidade de níveis de profundidade que se representam é seleccionada com *softkey* se tem 16 ou 32

Selecione a vista de cima se desejar uma rápida simulação gráfica da maquinação.

	Comutar a régua de softkeys
	16 ou 32 Indicar níveis de profundidade

Representação em três planos



A representação realiza-se em vista de cima com 2 secções, à emelhança de um desenho técnico. Um símbolo à esquerda perto do gráfico indica se: a representação corresponde ao método de projecção 1 ou ao método de projecção 2 segundo a norma DIN6 1ª Parte (MP7310).

Na representação em três planos você pode deslocar planos de uma secção e executar ampliações de secções.

Deslocar planos de uma secção

Os planos de uma secção podem deslocar-se conforme se desejar. A posição do plano da secção pode ver-se no ecrã durante a deslocação.

◀

ou

▶

Comutar régua de *softkeys*

RESET
BLK
FORM

ou

Deslocar o plano da secção vertical para a direita ou esquerda

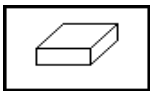
ou

Deslocar o plano da secção horizontal para cima ou para baixo

1-18

TNC 406

Representação 3D



A peça é representada no espaço.
A representação 3D pode ser rodada à volta do eixo vertical.

Os contornos do bloco para iniciar a simulação gráfica representam-se através dum caixiho.

No modo de funcionamento TESTE DO PROGRAMA existem funções para a ampliação duma secção.

Rodar representação 3D

◀

 ou

▶

Comutar régua de softkeys

SHOW
BLK-FORM

OMIT
BLK-FORM

RESET
BLK
FORM

ou

Rodar a representação em etapas de 27° ao redor do eixo vertical

O ângulo de rotação da representação encontra-se em baixo, à esquerda do gráfico.

Visualização e eliminação do bloco do gráfico

SHOW
BLK-FORM

 ou

OMIT
BLK-FORM

Visualizar (SHOW) ou eliminar (OMIT) (BLK FORM) caixilho do bloco

TNC 406

1-19

As funções para ampliação duma secção estão nos modos de funcionamento TESTE DO PROGRAMA e EXECUÇÃO DO PROGRAMA para a

- representação em 3 planos e a
- representação 3D

sempre que simulação gráfica estiver parada. A ampliação duma secção pode ser sempre realizada em todos os tipos de representação.

```

graph TD
    A[Comutar régua de softkeys] --> B[Seleccção da peça]
    B --> C[Seleccção do plano de corte]
    C --> D[Seleccção do lado da peça]
    D --> E[Deslocar a superfície da secção para reduzir ou ampliar o bloco]
    E --> F[se desejar  
TRANSFER DETAIL]
    F --> G[Iniciar de novo o teste do programa ou EXECUÇÃO DO PROGRAMA]
  
```

Comutar régua de softkeys

Seleccção da peça

Seleccção do plano de corte

Seleccção do lado da peça

Deslocar a superfície da secção para reduzir ou ampliar o bloco

se desejar
TRANSFER DETAIL

Iniciar de novo o teste do programa ou EXECUÇÃO DO PROGRAMA

Num desenho ampliado, o TNC visualiza na parte inferior do ecrã a indicação MAGN. Se a secção não se ampliar com TRANSFER DETAIL, pode representar-se um TESTE DO PROGRAMA na peça seccionada.

Com a *softkey* RESET MEAGNIFY o TNC representa de novo o bloco programado inicialmente BLKFORM.

Repetir simulação gráfica

Pode-se simular graficamente um programa de maquinação quantas vezes se quiser. Para tal, pode-se voltar a representar o bloco do gráfico ou uma secção ampliada do mesmo.

Função	Softkey
Voltar a representar o bloco como da última vez	RESET BLK FORM
Voltar a representar o bloco depois da ampliação de secção TRANSFER DETAIL segundo o BLK FORM programado	RESET MAGNIFY

Visualização de estados

Para além das coordenadas, uma visualização de estados contém as seguintes informações:

- Tipo da visualização da posição (REAL, NOMINAL, ...)
- Eixo está apertado ■ no eixo)
- Número do eléctrodo T actual
- Eixo do eléctrodo
- Avanço F
- Funções auxiliares M activas
- TNC em funcionamento (visualização com ※)
- Nome da tabela de erosão seleccionada
- Níveis de potência permitidos (Ciclo GERADOR)
- Estágio de potência actual

Visualizações de estado adicionais

Em todos os modos de funcionamento (excepto: MEMORIZAÇÃO DE PROGRAMA) você pode fazer a divisão do ecrã de forma a que o TNC mostre informações de estado adicionais na metade direita do ecrã:

Visualização de estado adicional	Softkey
Informações sobre o eléctrodo activado	STATUS TOOL
Posições e coordenadas	STATUS POS.
Conversão de coordenadas activadas	STATUS COORD. TRANSF.
Informações gerais sobre o programa	STATUS PGM
Informações sobre o ciclo do fabricante activado	STATUS CYCLE

Informações sobre o eléctrodo activado

- Eixo do eléctrodo
- Longitude do eléctrodo
- Raio do eléctrodo
- Subdimensão do eléctrodo

Posições e coordenadas

- Segunda visualização da posição
- Rotação básica activa

Conversão de coordenadas activa

- Deslocação do ponto zero
- Rotação
- Espelho
- Factor de escala

Informações gerais sobre o programa

- Programas chamados com PGM CALL
- Ciclo activado
- Ponto central do círculo activado
- Contador para tempo de permanência
- Tempo de maquinação

Informações sobre o ciclo do fabricante activado

- Ciclo do fabricante activado (número e nome)
- Número dos parâmetros de transmissão
- Conteúdo do respectivo parâmetro de transmissão

1.6 Ficheiros

O TNC 406 memoriza programas e tabelas sob a forma de ficheiros. O TNC pode memorizar até um máximo de 100 ficheiros. Um ficheiro é caracterizado através do seu nome e do seu tipo de ficheiro.

O nome do ficheiro introduz-se quando se abre um novo ficheiro.
O tipo de ficheiro está separado do nome do ficheiro por um ponto conforme o ficheiro de que se trata.

O nome do ficheiro compõe-se até 8 letras e algarismos.

Visualização de ficheiros

Você chama a visualização de ficheiros com a tecla PGM NOME.

Para apagar ficheiros no TNC, você chama a visualização com a tecla CL PGM.

A visualização de ficheiros contém as seguintes informações:

- Nome do ficheiro
- Tipo de ficheiro
HEIDENHAIN NC: Tipo H
tabela de erosão: Tipo E
Tabelas de ponto zero: Tipo D
Tabela de tempos: TIME.W
- Tamanho do ficheiro (em bytes = sinal)
- Local de memorização e quantidade de ficheiros (em baixo na janela superior do ecrã)
Ficheiros na memória do TNC: Ficheiros INT
Ficheiros p.ex. na ext. FE 401: Ficheiros de EXT

Ficheiro ...	Modo de funcionamento	Resumo dos ficheiros chamar com ...
... abrir de novo		
... preparar		
... apagar		
... testar		
... executar	 	

Fig. 1.24: Visualização das funções para gestão de ficheiros

O TNC selecciona os ficheiros segundo o tipo de ficheiro e o nome de ficheiro

Estado do ficheiro

- R: Activado para EXECUÇÃO DO PROGRAMA
- E: Activado para memorização
- P: Proteger ficheiro contra Apagar e Modificar
- I: Visualização de medidas em polegadas

Ficheiros no ROM

Se premir a *softkey* ROM, o TNC mostra os ficheiros que o fabricante da máquina preparou e que memorizou no ROM do TNC. Você também pode editar estes ficheiros, p.ex. Tabelas de erosão.

Caracterização de ficheiros protegidos

O TNC introduz um "P" nos ficheiros na primeira e última linha do ficheiro (ingl. protected: protegido).
O "P" também aparece na visualização de ficheiros perto do nome do ficheiro.

Seleccionar, apagar e proteger ficheiros

Preparação

Active a visualização de ficheiros

- Se quiser apagar ficheiros: com a tecla CL PGM, ou então com a tecla PGM NOME.

Selecione o ficheiro

- Introduza o nome do ficheiro (não depois de CL PGM) **ou** desloque o cursor luminoso com as teclas de setas para o ficheiro pretendido.

Funções	Softkey
Folhear para trás (baixo)	PAGE ↓
Folhear para a frente (cima)	PAGE ↑
Visualizar ficheiros do ROM	ROM
Aceitar ficheiro, p.ex. para um teste do programa	SELECT 
Proteger ficheiro	PROTECT 
Desproteger ficheiro	UNPROTECT 
Apagar ficheiro	DELETE 
Optar por visualização de ficheiros	END

2 Funcionamento manual e ajuste

2.1 Deslocação dos eixos da máquina 2-2

Deslocação com as teclas de direcção externas	2-2
Trabalhar com o volante electrónico HR 330	2-3
Deslocação com o volante electrónico	2-3
Posicionamento com introdução manual	2-4
Posicionamento por incrementos	2-4
Erosão manual	2-5

2.2 Calibração e ajuste 2-6

Ajuste do eléctrodo	2-6
Seleção do menu para as funções de apalpação	2-6
Calibração do eléctrodo	2-7
Compensação da inclinação da peça	2-9

2.3 Memorização do ponto de referência com um eléctrodo apalpador 2-11

Memorização do ponto de referência num eixo qualquer	2-12
Apalpação manual	2-13
Centro da peça como ponto de referência	2-14
Esquina como ponto de referência	2-15
Ponto central do círculo como ponto de referência	2-16

2.4 Medição com o eléctrodo apalpador 2-18

Determinação das coordenadas de uma posição de uma peça centrada	2-18
Determinação das coordenadas de um ponto da esquina no plano de maquinação	2-18
Determinação das dimensões da peça	2-19
Medição de ângulo	2-20

2.5 Introduzir e iniciar a função auxiliar M 2-21

2.1 Deslocação dos eixos da máquina

O TNC visualiza a posição até 5 eixos da máquina.
O fabricante da máquina pode permitir o posicionamento do 5º eixo, p.ex. com as teclas de direcção externas, por medida incremental, com o volante electrónico ou através de um "posicionamento do PLC".
Se você quiser posicionar um 5º eixo da sua máquina, consulte o fabricante da máquina.

Deslocação com as teclas de direcção externas

 ►

FUNCIONAMENTO MANUAL	
p.ex. 	Premir a tecla de direcção externa e mantê-la premida enquanto o eixo tiver que se deslocar

Deslocação contínua dos eixos

 ►

FUNCIONAMENTO MANUAL	
p.ex.   ao mesmo tempo	Manter premida a tecla de direcção externa e premir a tecla externa de START=ARRANQUE: O eixo desloca-se depois de se largar as teclas
	Parar o eixo: Premir a tecla externa de STOP

Posicionamento por incrementos

No posicionamento por incrementos, um eixo da máquina desloca-se de cada vez que se activa um botão externo de direcção, de acordo com o valor anteriormente introduzido.



O fabricante da máquina tem que permitir o "posicionamento por incrementos" na sua máquina. Consulte o manual da máquina.

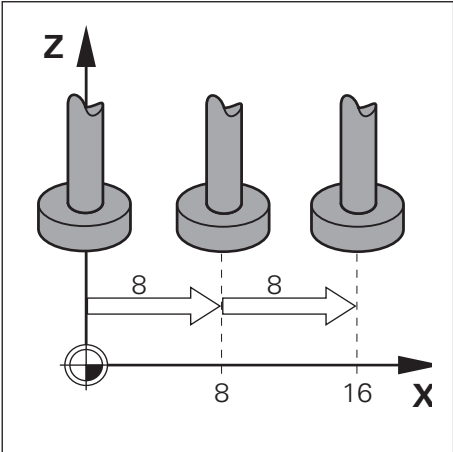


Fig. 2.3: Posicionamento por incrementos
no eixo X



VOLANTE ELECTRÓNICO

FACTOR DE SUB-DIVISÃO: 4

APROXIMAÇÃO: 0 0

Saltar para APROXIMAÇÃO.

p.ex. 8 ENT

Introduzir a aproximação, p.ex. 8 mm.
Aceitar a aproximação activa no campo esquerdo.

Pressionando os botões externos de direcção, posicionar quantas vezes se pretender

Posicionamento com introdução manual

O posicionamento com introdução das coordenadas em que a ferramenta se deve deslocar encontra-se descrito no Capítulo 6.

Erosão manual

Nos modos de funcionamento MANUAL e POR INCREMENTOS você pode erodir manualmente com as teclas de direcção dos eixos. Esta função serve sobretudo para o início da erosão e para a memorização do ponto de referência (também possível no modo de funcionamento POR INCREMENTOS). Na memorização do ponto de referência, observe a ranhura actual.

Condição prévia

- O ciclo 1 GERADOR tem que estar activado

Procedimento

- Seleccionar modo de funcionamento MANUAL ou POR INCREMENTOS
- Ligar o gerador com M36
- Posicionar previamente o eléctrodo com as teclas de direcção dos eixos no plano de maquinação. Em marcha em vazio, o avanço manual encontra-se activado
- Deslocar o eléctrodo com a tecla de direcção dos eixos para a peça, activando-se automaticamente por contacto a regulação da fissura? (entreferro?). O TNC identifica a direcção da erosão através da última tecla de direcção dos eixos a ser premida



- No modo de funcionamento MANUAL você pode erodir até ao interruptor de fim de curso, e no modo de funcionamento POR INCREMENTOS até à aproximação introduzida.
- Durante o processo de erosão, você só pode deslocar o eléctrodo nos outros eixos com o volante.

- Para finalizar o processo de erosão, prima a tecla oposta de direcção dos eixos.

2.2 Calibração e ajuste

Utilização do eléctrodo

Com um eléctrodo e as funções de apalpação do TNC 406, torna-se muito mais simples proceder ao ajuste. Existem as seguintes funções de apalpação no TNC 406:

- Compensação da inclinação da peça (rotação básica)
- Memorização do ponto de referência
- Medição de
 - Longitudes e posições na peça
 - Ângulos
 - Raios do círculo
 - Pontos centrais do círculo
- Medições duante a execução do programa



O fabricante da máquina tem que preparar o TNC para a utilização das funções de apalpação.

Nas funções de apalpação, o eléctrodo desloca-se depois de se premir a tecla externa START. O fabricante da máquina determina o avanço com que o eléctrodo se aproxima da peça.

Quando o eléctrodo apalpador toca na peça,

- o TNC memoriza as coordenadas da posição apalpada
- o eléctrodo apalpador pára
- o eléctrodo apalpador recua em avanço rápido para a posição de partida do processo de apalpação



Através dos parâmetros da máquina 6100 (ver S. 12-5), você determina se cada processo de apalpação deve ser realizado uma ou várias vezes (máximo: 5 apalpações). Se apalpa várias vezes, o TNC calcula o valor médio de todos os pontos de apalpação. Este valor médio é, pois, o resultado da apalpação.

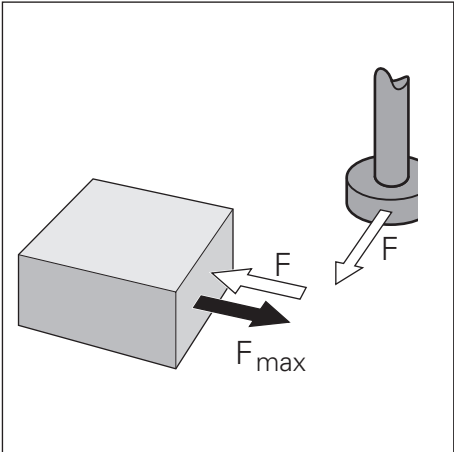


Fig. 2.4: Avanços na apalpação

Seleccção das funções de apalpação



▶ **FUNCIONAMENTO MANUAL**

ou



▶ **VOLANTE ELECTRÓNICO**

TOUCH
PROBE

Seleccionar funções de apalpação

PROBING
ROT

PROBING
DEPTH

PROBING
POS

PROBING
CENTER

PROBING
CC

PROBING
P

END

▶

Continuar a comutar a régua de softkeys

CAL L

CAL R

END

Calibração do eléctrodo apalpador

É preciso calibrar o eléctrodo apalpador nos seguintes casos:

- arranque da máquina
- troca de eléctrodo
- modificação do avanço de apalpação
- irregularidades, por exemplo aquecimento da máquina

Na calibração, o TNC calcula a longitude "activa" e o raio "activo" do eléctrodo. Para a calibração, coloca-se sobre a mesa da máquina um anel de ajuste com altura e raio interior conhecidos.

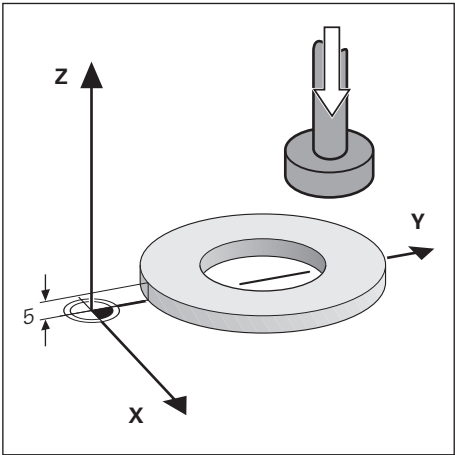


Fig. 2.5: Calibração da longitude do eléctrodo

Calibração da longitude activada

Preparação:
Fixar o ponto de referência no eixo de aproximação de forma a que a mesa da máquina tenha o valor : Z =0.

TOUCH
PROBE

CAL L

Seleccionar a função para a calibração da longitude do eléctrodo (2ª régua de softkeys)

CALIBRAÇÃO LONGITUDE ACTIVA

Z+ Z-

EIXO DA FERRAMENTA = Z

p.ex. Z

↓

p.ex. 5

Se for preciso: introduzir eixo da ferramenta, p.ex. Z
eleccionar PONTO DE REFERÊNCIA
Introduzir a altura do anel de ajuste, p.ex. 5 mm

Deslocar o eléctrodo apalpador sobre a superfície do anel de ajuste

← ou →

Se for preciso: modificar a direcção de deslocação visualizada

I

O eléctrodo apalpador apalpa a superfície do anel de ajuste

Calibração do raio activo

Preparação:
► Posicionar o eléctrodo apalpador no interior do anel de ajuste

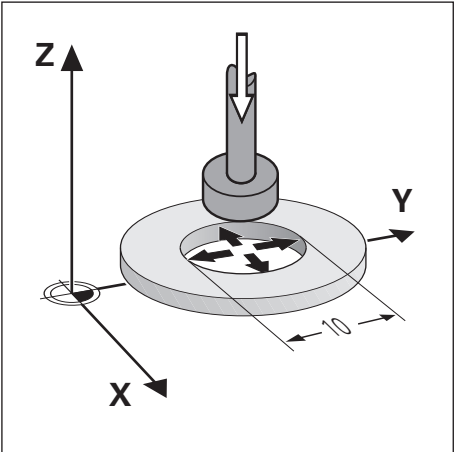


Fig. 2.6: Calibração do raio do eléctrodo

TOUCH PROBE	CAL R	Seleccionar a função de calibração para o raio do eléctrodo (2ª régua de softkeys)
	CALIBRAÇÃO RAO ACTIVADO X+ X- Y+ Y-	
	↓	Seleccionar RAO ANEL DE AJUSTE
	RAIO ANEL DE AJUSTE= 0 5 ENT	
	4 x I	O eléctrodo apalpador apalpa uma posição em todas as direcções no interior do anel

Visualizar valores calibrados

A longitude activa e o raio activado do eléctrodo apalpador são memorizados no TNC e depois são tidos em conta ao utilizar o eléctrodo apalpador.
Os valores memorizados são visualizados no ecrã quando as funções de calibração forem de novo seleccionadas.

Compensação da inclinação da peça

OTNCcompensaaritmeticamenteuma fixação inclinada da peça através de uma "Rotação básica". Para isso, fixa-se o ÂNGULO DE FIXAÇÃO em relação ao ângulo compreendido entre a superfície da peça e o eixo de referência angular (ver Capítulo 1) do plano de maquinação.

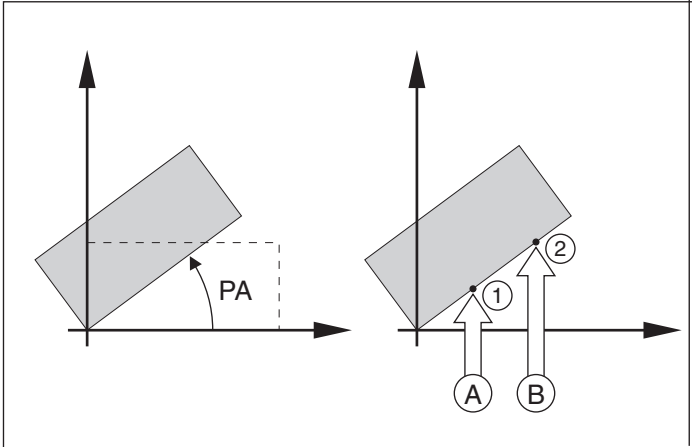
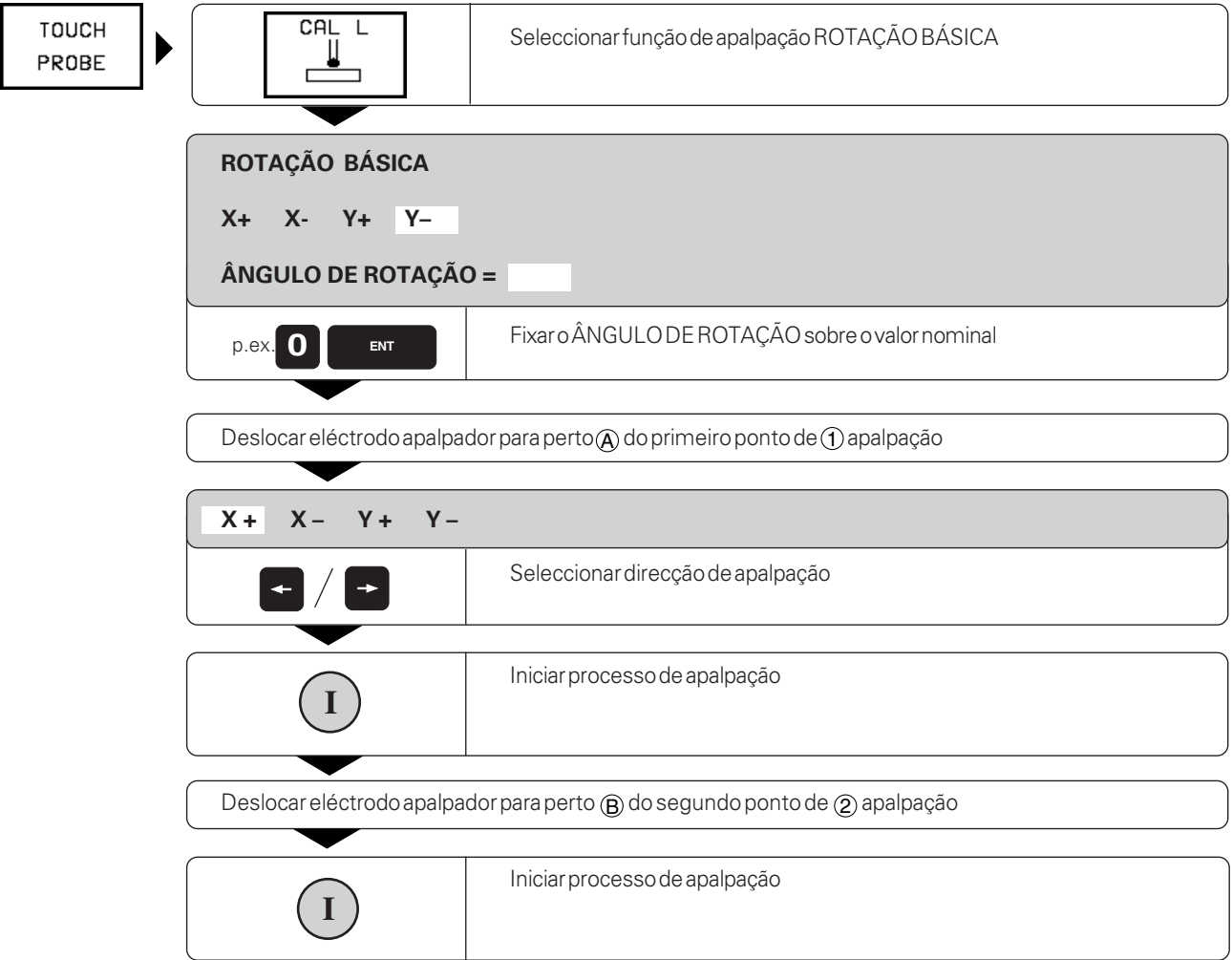


Fig. 2.7: Rotação básica de uma peça, apalpações para a compensação (direita); a posição nominal é indicada a traços descontinuos, PA compensa-se

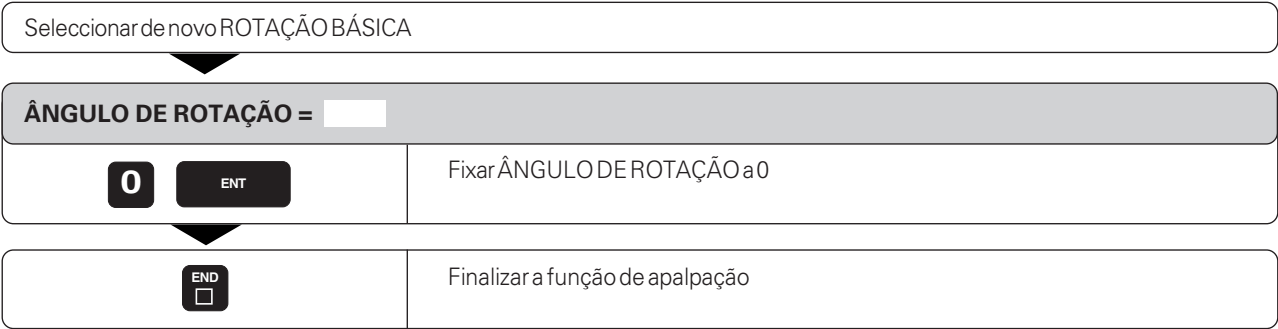


A rotação básica fica memorizada em caso de interrupção de tensão e fica activa para para todas as execuções de programas e simulações gráficas.

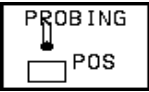
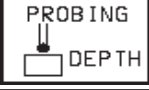
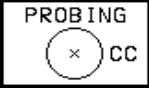
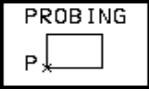
Visualização da rotação básica

O ângulo da rotação básica encontra-se na visualização do ângulo de rotação. Também se visualiza na visualização de estados adicional quando está activada a rotação básica do ângulo de rotação .

Eliminar rotação básica



2.3 Memorização do ponto de referência com um eléctrodo apalpador

Funções	Softkey
Memorizar ponto de referência num eixo pretendido	
Apalpar de forma manual	
Memorizar centro da peça como ponto de referência	
Memorizar ponto central do círculo como ponto de referência	
Memorizar uma esquina como ponto de referência	

Depois da apalpação, pode seleccionar se memoriza um novo ponto de referência, ou se aceita os valores calculados no ciclo 3 DEF. FERRAMENTA (ver Capítulo 9).

Memorização do ponto de referência num eixo pretendido

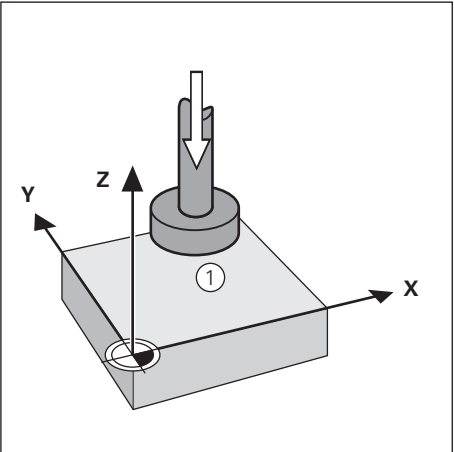
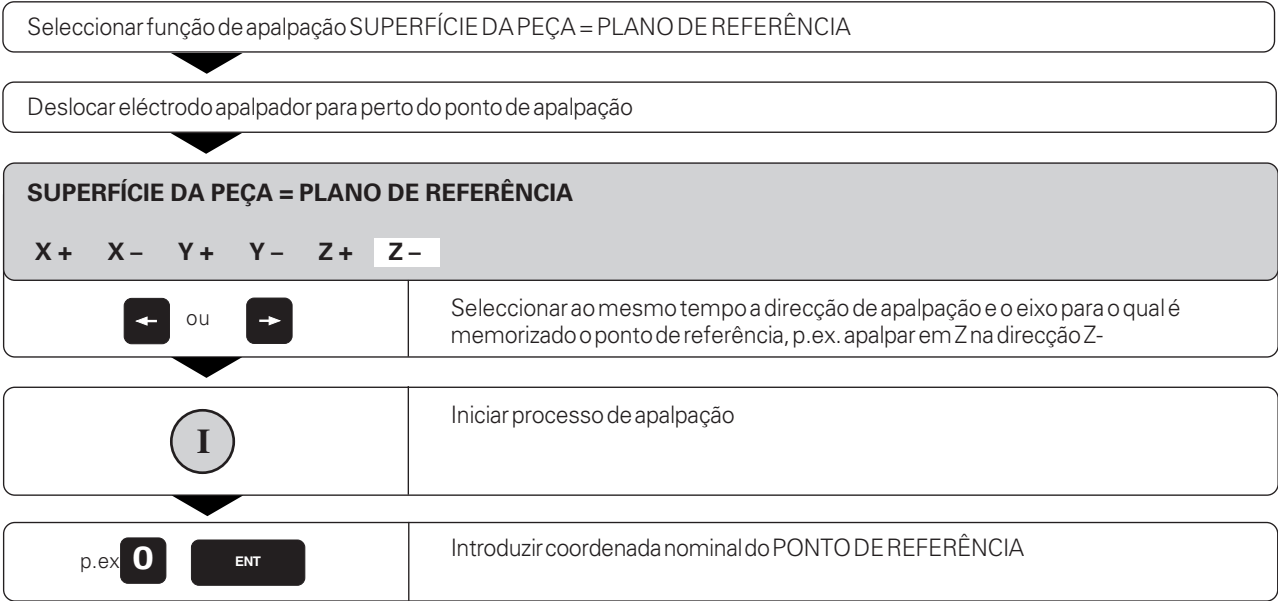


Fig. 2.8: Apalpação do ponto de referência no eixo Z



Apalpação manual

Com a função PROBING DEPTH você pode apalpar a peça quantas vezes quiser num eixo seleccionável. Você pode deslocar todos os outros eixos ao mesmo tempo com o volante. Este método de apalpação é especialmente adequado para se localizar abaixamentos ou elevações.

O TNC memoriza respectivamente o último ponto apalpado depois de existir contacto entre peça e eléctrodo. Você finaliza o processo de apalpação com CYCLE STOP.

- Seleccionar função de apalpação PROBING DEPTH
- Deslocar eléctrodo apalpador para perto do ponto de apalpação
- Introduzir limite de trajectória, isto é, a trajectória máxima de deslocação permitida, que o eléctrodo pode percorrer no eixo de apalpação, e confirmar com ENT
- Seleccionar ao mesmo tempo a direcção de apalpação e o eixo para os quais o ponto de referência é memorizado, p.ex. . apalpar em Z na direcção Z-
- Iniciar o processo de apalpação. O TNC desloca-se para a peça na direcção do eixo seleccionada até haver contacto entre a peça e o eléctrodo. O TNC memoriza esta coordenada.
O processo de apalpação vais-e repetindo até você finalizar a apalpação com CYCLE STOP
- Desloque, se assim for, os restantes eixos com o volante, para encontrar abaixamentos ou elevações
- Introduzir coordenada nominal do ponto de referência e confirmar com ENT

Centro da peça como ponto de referência

Com a função centro da peça como ponto de referência, você pode determinar o ponto central de peças quadradas ou rectangulares e memorizá-las como ponto de referência. A peça tem que estar ajustada paralelamente ao eixo.

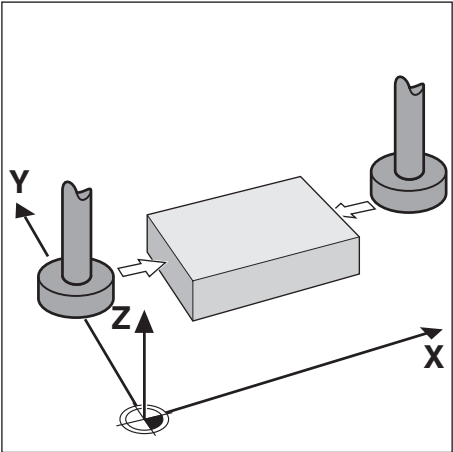
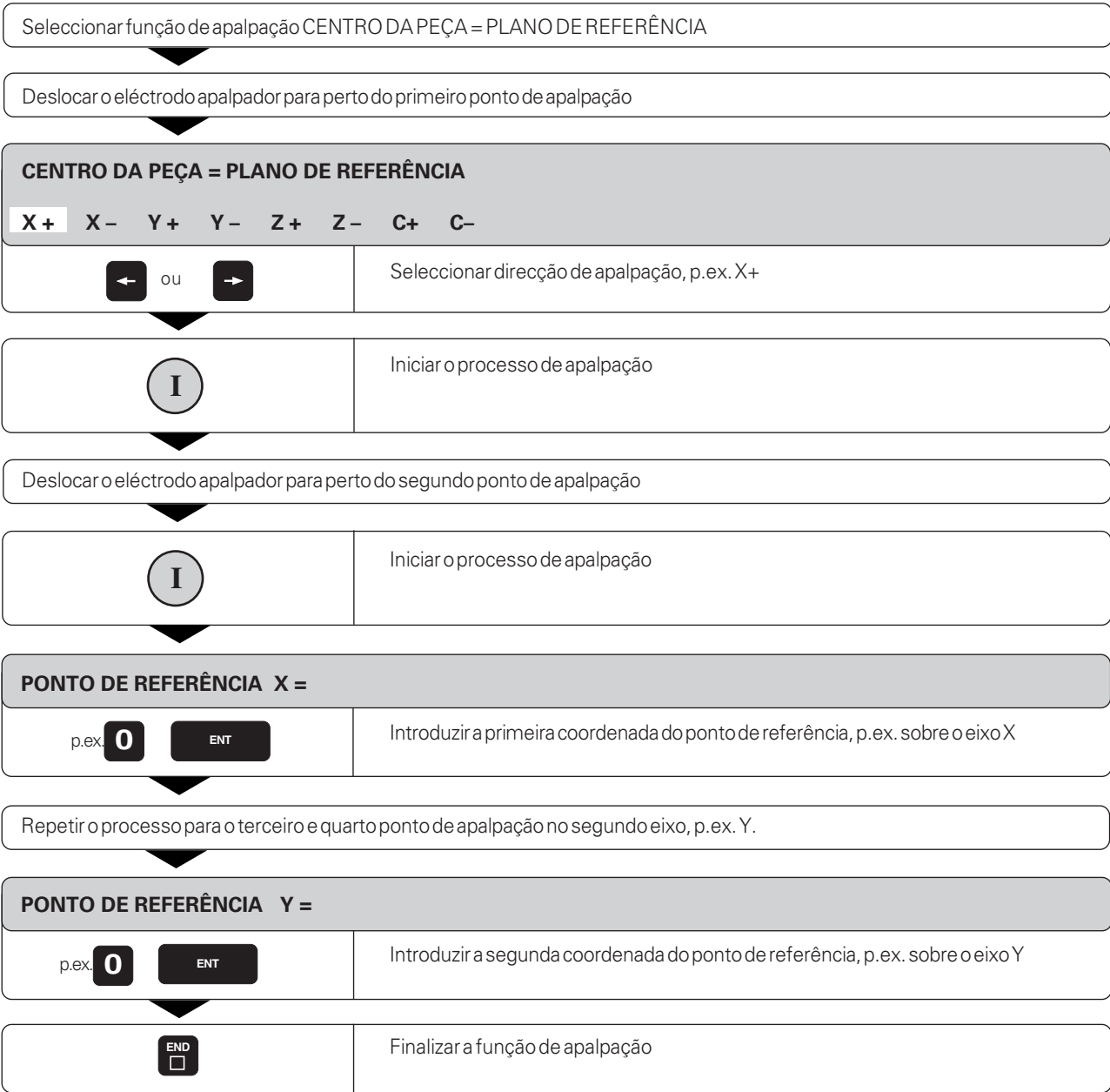


Fig. 2.9: Apalpação da parede exterior do paralelepípedo para calcular o centro da peça



Esquina como ponto de referência

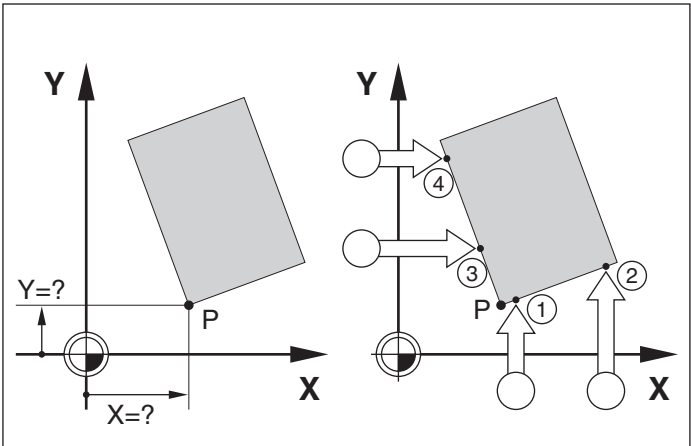
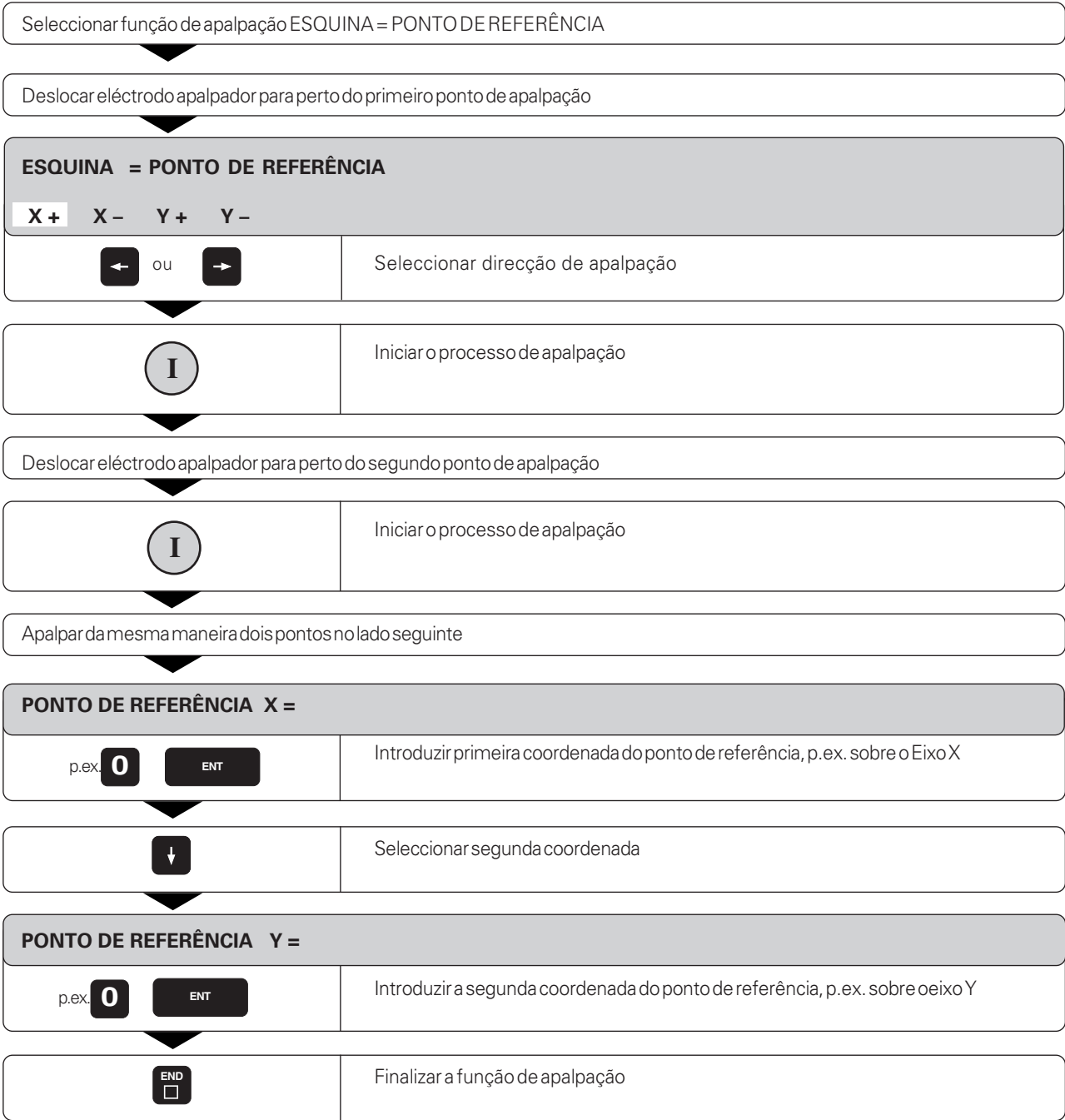


Fig. 2.10: Processo de apalpação para calcular coordenadas da esquina P



Ponto central do círculo como ponto de referência

Como ponto de referência pode-se fixar os pontos centrais de furos, caixas circulares, cilindros, pernos, ilhas circulares, etc.

Círculo interior

O TNC apalpa automaticamente a parede interior do círculo nas quatro direcções dos eixos de coordenadas. Emarcos de círculo, a direcção de apalpação pode ser uma qualquer.

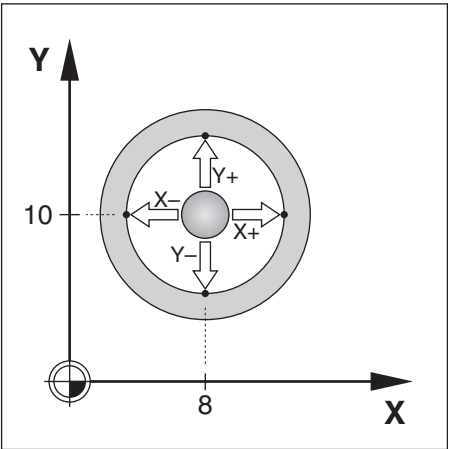


Fig. 2.11: Apalpação da parede interior do círculo para cálculo da posição do ponto central do círculo

Seleccionar função de apalpação PONTO CENTRAL DO CÍRCULO = PONTO DE REFERÊNCIA	
Deslocar eléctrodo apalpador uma vez aproximadamente até ao centro do círculo	
PONTO CENTRAL DO CÍRCULO = PONTO DE REFERÊNCIA	
X + X - Y + Y -	
4 x	O eléctrodo apalpador toca 4 pontos sucessivos da parede interior do círculo
PONTO DE REFERÊNCIA X =	
p.ex.	Introduzir primeira coordenada do ponto central do círculo, p.ex. sobre o eixo X
	Seleccionar segunda coordenada
PONTO DE REFERÊNCIA Y =	
p.ex.	Introduzir segunda coordenada do ponto central do círculo, p.ex. sobre o eixo Y
	Finalizar função de apalpação

Círculo exterior

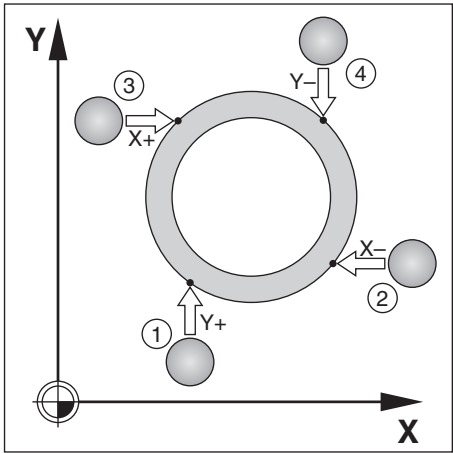


Fig. 2.12: Apalpação da parede exterior do círculo para cálculo da posição do ponto central

Seleccionar a função de apalpação PONTO CENTRAL DO CÍRCULO = PONTO DE REFERÊNCIA

Deslocar o eléctrodo apalpador para perto do primeiro ponto de apalpação ① fora do círculo

PONTO CENTRAL DO CÍRCULO = PONTO DE REFERÊNCIA

X + X - Y + Y -

← ou →

Seleccionar a direcção de apalpação

I

Iniciar o processo de apalpação

Repetir o processo de apalpação para os pontos ②, ③ e ④ (ver desenho)

Introduzir as coordenadas do ponto central do círculo

Depois da apalpação, o TNC visualiza em ecrã as coordenadas actuais do ponto central do círculo e o raio do círculo PR .

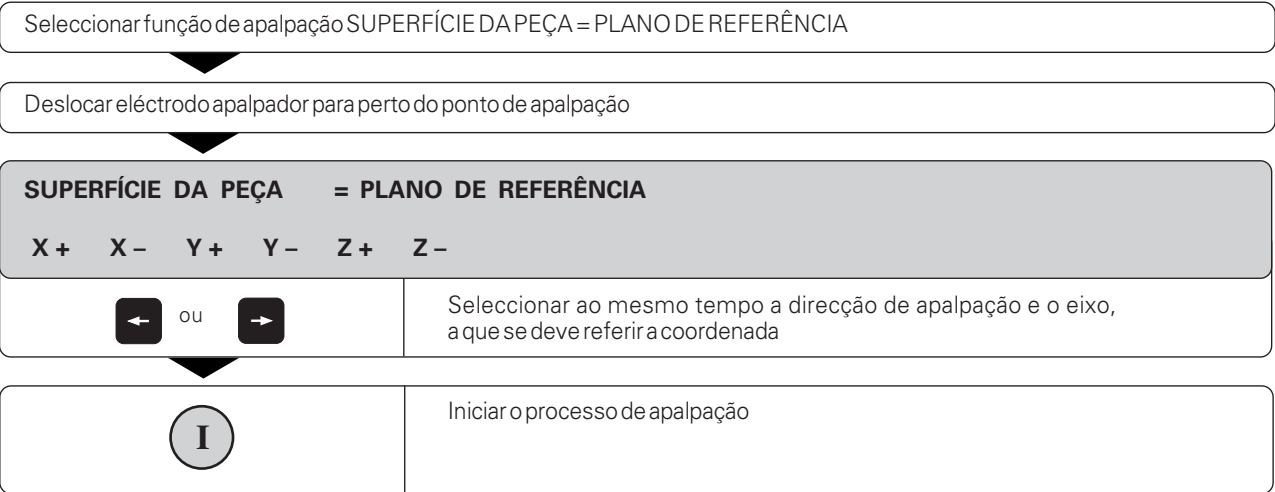
TNC 406

2-17

2.4 Medição com o eléctrodo apalpador

- Com o eléctrodo apalpador pode-se determinar:
- coordenadas de uma posição e com as referidas coordenadas
 - dimensões e ângulos da peça

Determinação da coordenada de uma posição de uma peça centrada



O TNC visualiza a coordenada do ponto de apalpação como ponto DE REFERÊNCIA.

Determinar coordenadas do ponto da esquina no plano de maquinação

- Determinar as coordenadas da ponto da esquina, tal como se descreve em "Esquina como ponto de referência".
- O TNC indica as coordenadas da esquina apalpada como PONTO DE REFERÊNCIA.

Determinação das dimensões da peça

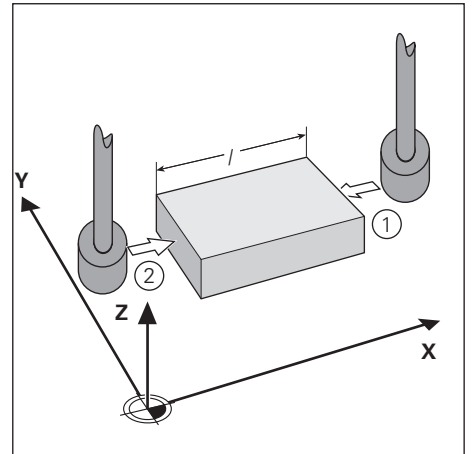
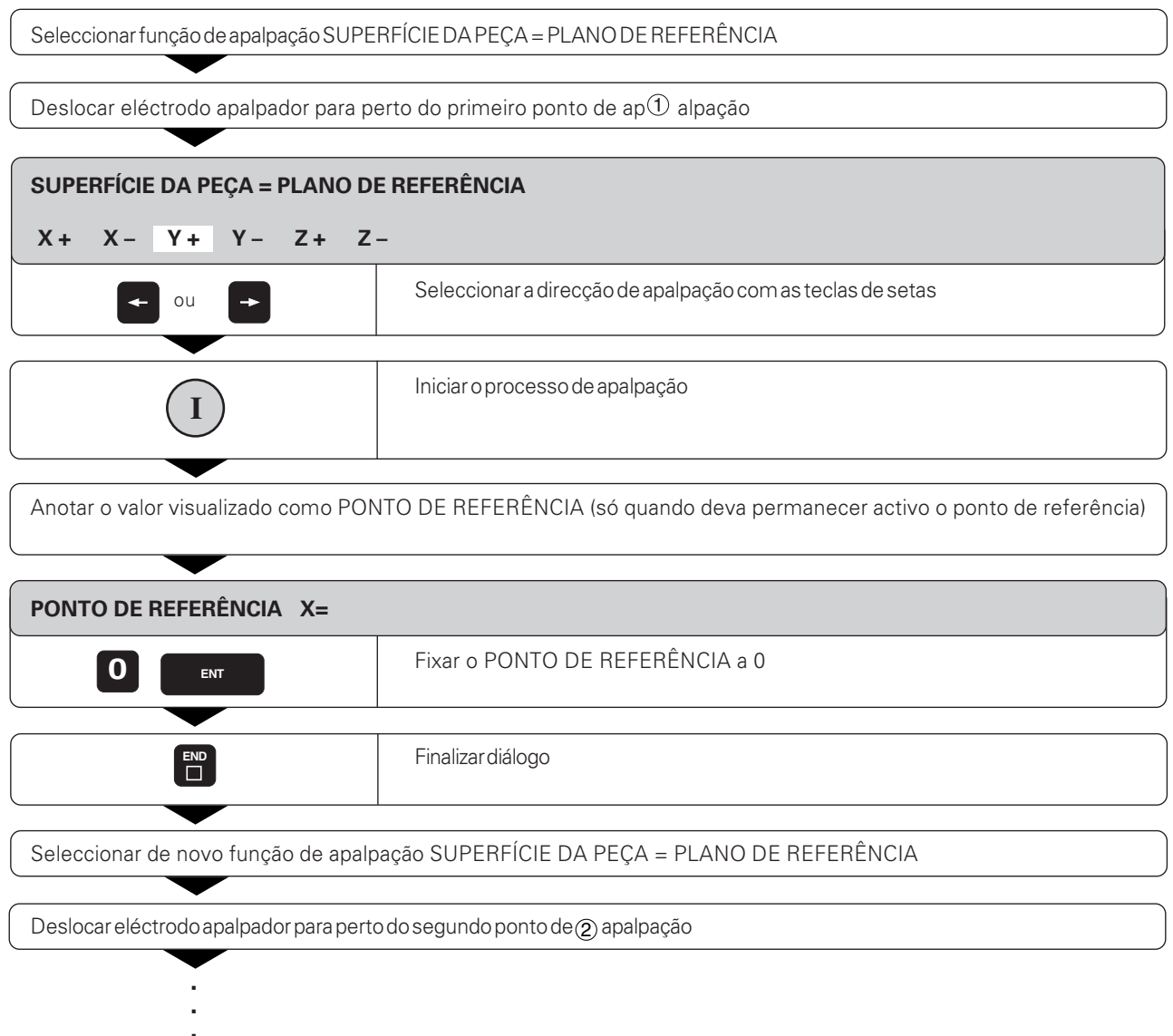


Fig. 2.13: Medição de longitudes com o eléctrodo apalpador



⋮

SUPERFÍCIE DA PEÇA = PLANO DE REFERÊNCIA	
X + X - Y + Y - Z + Z -	
← ou →	Seleccionar direcção de apalpação com teclas de setas - o eixo deve ser o mesmo que no caso ①
I	Iniciar o processo de apalpação

Na visualização PONTO DE REFERÊNCIA indica-se a distância entre os dois pontos no eixo de coordenadas.

Fixar de novo a visualização de posições ao valor prévio à medição de longitudes

Seleccionar função de apalpação SUPERFÍCIE DA PEÇA = PLANO DE REFERÊNCIA	
Apalpar de novo o primeiro ponto de apalpação	
Fixar o PONTO DE REFERÊNCIA ao valor anotado anteriormente.	
END □	Finalizar diálogo

Medição do ângulo

Com o eléctrodo apalpador pode-se também determinar ângulos no plano de maquinação. para isso, mede-se:

- o ângulo entre o eixo de referência angular e um lado da peça ou o
- ângulo entre dois lados

O ângulo medido é visualizado com um valor máximo de 90°.

Determinar o ângulo entre o eixo de referência angular e um lado da peça

Seleccionar função de apalpação ROTAÇÃO BÁSICA	
ÂNGULO DE ROTAÇÃO =	
Anotar o ÂNGULO DE ROTAÇÃO visualizado (caso tenha realizado anteriormente uma rotação básica que deva ser reproduzida posteriormente)	
Executar a rotação básica com o lado a comparar (ver "Compensação de uma posição inclinada da peça")	
Visualizar ângulo entre eixo de referência angular e lado da peça na função ROTAÇÃO BÁSICA, como ÂNGULO DE ROTAÇÃO	
Eliminar a rotação básica Reproduzir a rotação básica original: fixar o ÂNGULO DE ROTAÇÃO com o valor anotado anteriormente	

Determinação do ângulo entre dois lados da peça

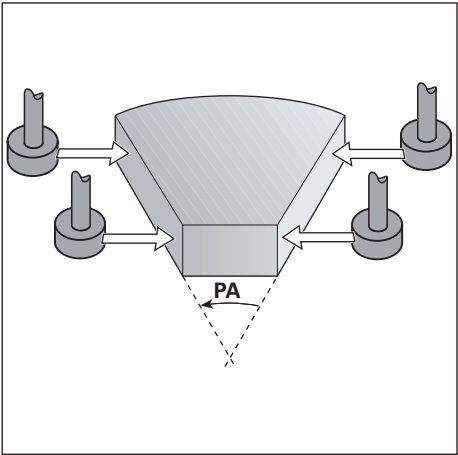


Fig. 2.14: Determinação do ângulo entre dois lados da peça

Seleccionar função de apalpação ROTAÇÃO BÁSICA

ÂNGULO DE ROTAÇÃO =

Anotar o ÂNGULO DE ROTAÇÃO visualizado
(caso tenha realizado anteriormente uma rotação básica que deva ser reproduzida posteriormente)

Executar a rotação básica para o primeiro lado (ver "Compensação de uma posição inclinada da peça")

Apalpar o segundo lado da mesma forma que para uma rotação básica, e aqui não fixar ÂNGULO DE ROTAÇÃO a 0!

Visualizar o ângulo PA entre os lados da peça na função ROTAÇÃO BÁSICA como ÂNGULO DE ROTAÇÃO

Eliminar a rotação básica

Reproduzir a rotação básica original:
Fixar o ÂNGULO DE ROTAÇÃO no valor anotado anteriormente

2.5 Introduzir e iniciar a função auxiliar M

M

FUNÇÃO AUXILIAR M?

6 ENT Introduzir função auxiliar M, p.ex. M6

I Iniciar função auxiliar M



O fabricante da máquina determina quais as funções auxiliares M que você pode usar no seu TNC e qual função que elas têm. Consulte o manual da máquina.

3 Tabelas de erosão

3.1 Trabalhar com tabelas de erosão3-2

3.2 Parâmetros de erosão na tabela de erosão3-2

Introduzir parâmetros de erosão na tabela de erosão	3-3
Nível de potência NR	3-4
Corrente em baixa tensão LV	3-4
Corrente em alta tensão HV	3-4
Valor nominal de ranhura GV	3-4
Duração do impulso TON e duração da pausa TOF	3-4
Servo-sensibilidade SV	3-5
Tempo de erosão ET e timer de erosão de trajecto de levantamento AJD	3-5
Sensibilidade de ranhura AR	3-5
Polaridade eléctrodo P	3-5
Tensão de circuito aberto HS	3-6
Desgaste WR	3-6
Aspereza da superfície RA	3-6
Escavamento SR	3-7
Ranhura diametral 2G	3-7
Subdimensão mínima UNS	3-7
Parâmetros auxiliares AUX1, AUX2, ...AUX6	3-7

3.1 Trabalhar com tabelas de erosão



O fabricante da máquina pode definir livremente a tabela de erosão. Também pode definir parâmetros adicionais não apresentados nesta descrição. Consulte o manual da máquina.

Na electroerosão, a maquinação é influenciada por muitas "grandezas de processo" : os parâmetros de erosão. No TNC 406 você pode introduzir numa "tabela de erosão" os parâmetros de erosão para uma maquinação. Por exemplo, você pode criar uma própria tabela de erosão para cada combinação de material peça-eléctrodo. Todos os parâmetros se encontram depois ordenados visualmente nesta tabela. O TNC pode ler a tabela e ir buscar os parâmetros para uma maquinação.

Utilizar tabelas de erosão num programa

Se trabalhar com tabelas de erosão, tem que escrever o Ciclo1 GERADOR no programa (ver Capítulo 9). Neste ciclo você determina com que tabela de erosão trabalha.

Trabalhar sem tabela de erosão

Você também pode trabalhar sem tabela de erosão. Nesse caso, o NC memoriza os parâmetros de erosão nos parâmetros Q, de Q90 a Q99. Consulte, se for caso disso, o manual da máquina.

Tabelas de erosão já preparadas

O fabricante da máquina pode memorizar tabelas de erosão no ROM do TNC. Se pretender usar estas tabelas de erosão, faça o seguinte:

- Prima no modo de funcionamento MEMORIZAÇÃO DO PROGRAMA a tecla PGM NAME.
- Prima a softkey ROM.

O fabricante da máquina fornece-lhe mais informações sobre estas tabelas de erosão.

3.2 Parâmetros de erosão na tabela de erosão

Você pode introduzir os seguintes parâmetros de erosão todos numa tabela de erosão:

- Nível de potência NR 25 a 1
- Corrente em baixa tensão LV 0 a 99
- Corrente em alta tensão HV 0 a 9
- Valor nominal de ranhura GV 0 a 99
- Duração do impulso TON 0 a 999
- Duração da pausa TOF 0 a 255
- Servo-sensibilidade SV 0 a 99 %
- Timer de erosão de trajecto de levantamento AJD
- Tempo de erosão ET 0 a 999 s
- Sensibilidade de ranhura AR 0 a 99
- Polaridade eléctrodo P 0 ou 1
- Tensão de circuito aberto HS 0 a 99
- Desgaste WR 0 a 99 %
- Aspereza da superfície RA 0 a 99,9 µm
- Escavamento SR 0 a 999,999 ccm/min
- Ranhura diametral 2G 0 a 9,999 mm
- Subdimensão mínima UNS 0 a 9,999 mm
- Parâmetros auxiliares AUX 1 a AUX 6

Introduzir parâmetros de erosão na tabela de erosão

PGM NAME	Activar gestão de ficheiros (ver também Capítulo 1)
NOME DO FICHEIRO?	
↑ ou ↓	Seleccionar ficheiro com teclas de setas
1 5	Introduzir directamente nome do ficheiro, p.ex. 15. Para uma nova tabela de EROSÃO, é preciso introduzir o nome.
ENT	Abrir a tabela de erosão seleccionada
SELECÇÃO DO PROGRAMA	
.E	Seleccionar tipo de programa .E (tabela de erosão)
NÍVEL DE POTÊNCIA Nº	
1 ENT	Introduzir o número de NÍVEL DE POTÊNCIA ao qual pertencem as seguintes indicações. Confirmar com ENT

A seguir o TNC pede todos os outros parâmetros de erosão descritos neste Capítulo.

Introduzir parâmetros de erosão para níveis de potência adicionais

INSERT	Na tabela de erosão podem introduzir-se com INSERT parâmetros de erosão até 25 níveis de potência
---------------	---

Finalizar introdução

Para finalizar a introdução, seleccione outra vez gestão de programas com a tecla PGM NAME.

Saltar para um nível de potência

Com a função de "saltar para" GOTO salte na tabela de erosão para o nível de potência com o número seleccionado (não para a linha da tabela).

Sistema de medidas na tabela

Você pode com a softkey TAB mudar o nome da tabela e também o sistema de medida. Na tabela de erosão e no programa NC deve programar-se de maneira uniforme em milímetros ou em polegadas.

Nível de potência NR

No nível de potência NR, você determina o modo de maquinação: Desbastar, Aplinar ou Polir.

Introduções recomendadas

- Desbastar NR = 15 a 10
- Aplinar NR = 10 a 6
- Aplinar com precisão NR = 6 a 1
- Polir NR = 5

Campo de introdução

15 (25) a 1 em sequência decrescente

Mudar nível de potência num programa

O parâmetro Q - Q99 - é igual ao nível de potência actual. Se mudar o Q99, muda também do nível de potência.

Corrente em baixa tensão LV



O fabricante da máquina informa-o sobre este parâmetro de erosão. Consulte o manual da máquina.

Campo de introdução

0 a 99 em até 100 estágios

Corrente em alta tensão HV



O fabricante da máquina informa-o sobre este parâmetro de erosão. Consulte o manual da máquina.

Campo de introdução

0 a 9 em até 10 estágios

Valor nominal de ranhura GV

O TNC regula a largura da ranhura entre o eléctrodo e a peça no valor nominal de ranhura. Há que ponderar cuidadosamente o valor de introdução para o valor nominal de ranhura GV.

Auxílio para decisão

- Valor nominal de ranhura demasiado elevado: um escavamento de masiado pequeno
- Valor nominal de ranhura demasiado pequeno: anomalias no processo (arco voltaico, curto-circuito)

Duração do impulso TON e duração da pausa TOF

A **duração do impulso TON** é o tempo durante o qual o gerador aplica uma tensão no eléctrodo e na peça. Durante este tempo, ocorrem a ignição e a descarga.

A **duração da pausa TOF** é o tempo durante o qual o gerador não fornece qualquer tensão. Durante a pausa, a ranhura é livremente enxaguado e desionizado.

Você selecciona a relação duração do impulso TON com duração da pausa TOF conforme o modo de maquinação.

Auxílio para decisão

- Desbastar: longa duração do impulso e curta duração da pausa
- Aplinar, polir: curta duração do impulso e longa duração da pausa

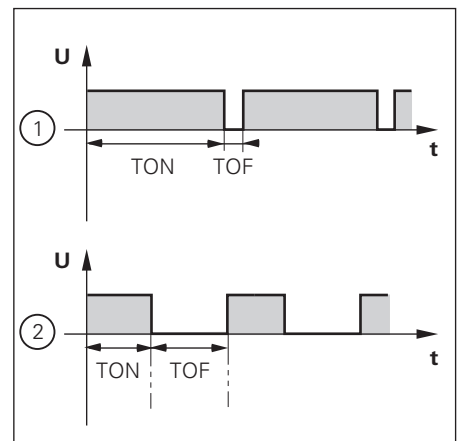


Fig. 3.2: Duração do impulso TON e duração da pausa TOF

Servo-sensibilidade SV



O fabricante da máquina estabelece para a servo-sensibilidade uma curva característica (ver Fig. 3.3). Consulte o manual da máquina.

Com a servo-sensibilidade você ajusta a inércia da regulação da ranhura.

Auxílio para decisão

- Elevada servo-sensibilidade: rápida regulação da ranhura
- Baixa servo-sensibilidade: lenta regulação da ranhura

Campo de introdução

0 a 99 %

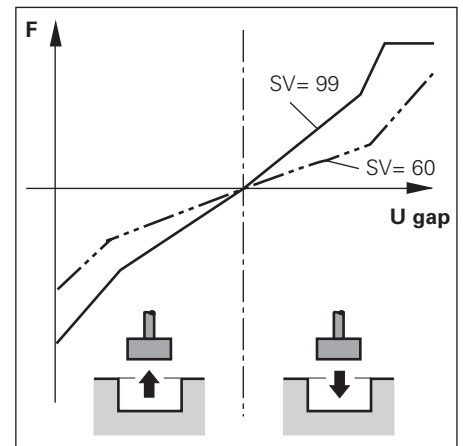


Fig. 3.3: A servo-sensibilidade SV dependente do Ugap

Tempo de erosão ET e timer de erosão de trajecto de levantamento AJD

Com o **tempo de erosão ET**, você determina quanto tempo pode durar um passo de maquinação. Quando terminar o tempo de erosão, o TNC recua o eléctrodo em redor do **timer de erosão de trajecto de levantamento AJD**. Em seguida o TNC volta a avançar o eléctrodo até à distância introduzida no parâmetro da máquina MP2051.

Enxaguamento de intervalo

Para melhor desionizar a ranhura e continuar a enxaguar o material aplaina, você pode activar também a função auxiliar M8 (enxaguamento de intervalo LIGADO).

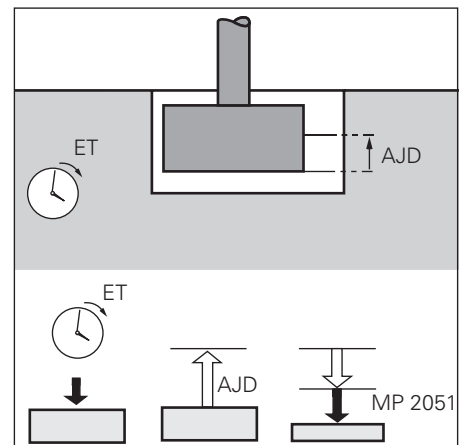


Fig. 3.4: Princípio em tempo de erosão ET e timer de erosão de trajecto de levantamento AJD

Sensibilidade da ranhura AR

A sensibilidade da ranhura AR influencia o sinal de ranhura que o gerador envia ao TNC. A curva característica indica o valor nominal de velocidade dependendo da tensão da ranhura Ugap.



O fabricante da máquina informa-o sobre este parâmetro de erosão. Consulte o manual da máquina.

Polaridade eléctrodo P

Para se manter um baixo desgaste no eléctrodo - com um escavamento simultaneamente elevado da peça - você tem que escolher a correcta polaridade do eléctrodo.

Valor de introdução

- Eléctrodo positiv: valor de introdução 0
- Eléctrodo negativ: valor de introdução 1



Se fixar o eléctrodo na mesa, tem que mudar a polaridade na tabela de erosão. O TNC não comuta a polaridade automaticamente.

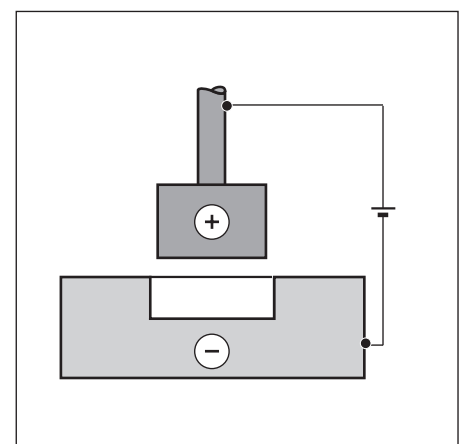


Fig. 3.5: Polaridade de peça e eléctrodo (aqui eléctrodo positivo)

Tensão de circuito aberto HS

A tensão de circuito aberto HS é a tensão que o gerador aplica entre eléctrodo e peça.

Auxílio para decisão

- Grande tensão de circuito aberto HS: em grandes larguras de ranhura e em grande escavamento
- Pequena tensão de circuito aberto HS (com impulso de ignição): em pequenas larguras de ranhura e em pequeno escavamento
- Pequena tensão de circuito aberto HS (sem impulso de ignição): em algumas espécies de metal duro e eléctrodos muito pequenos

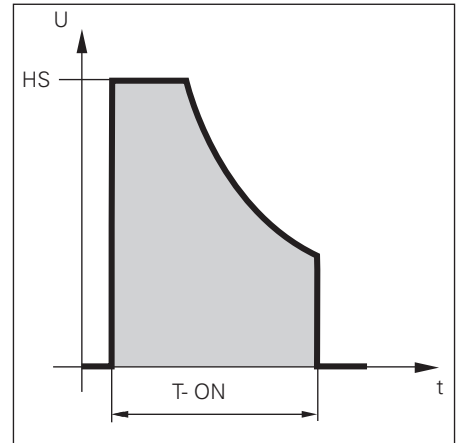


Fig. 3.6: Tensão de circuito aberto e queda de tensão

Desgaste WR

O desgaste WR é a relação do escavamento no eléctrodo (V_e) com o escavamento na peça (V_w).

$$WR = V_e / V_w \cdot 100 \%$$

Você obtém o desgaste WR no eléctrodo para a maquinação e para a sua combinação de material na sua tabela de eléctrodos.

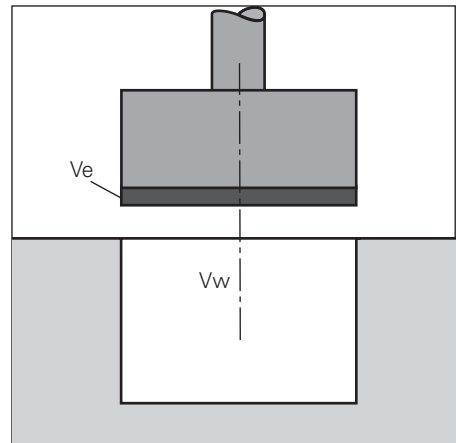


Fig. 3.7: Desgaste no eléctrodo

Aspereza da superfície RA

A aspereza da superfície RA é uma dimensão para a qualidade da maquinação. Uma superfície maquinada nunca é absolutamente plana. Compõe-se sempre de pequenas elevações e cavidades.

Profundidade máxima de aspereza Rmax

A "diferença de alturas" entre a elevação mais alta e a cavidade mais profunda é a profundidade máxima de aspereza Rmax.

A profundidade máxima de aspereza Rmax também se obtém da largura da ranhura diametral 2G e da subdimensão mínima UNS:

$$R_{max} = 0,5 \cdot (UNS - 2G)$$

Cálculo da aspereza da superfície RA segundo VDI 3400

1. Determinar a bissetriz de Rmax
2. Medir todas as elevações e cavidades a partir da bissetriz
3. Somar todos os valores medidos e dividir pela quantidade dos valores obtidos. O resultado é RA em μm

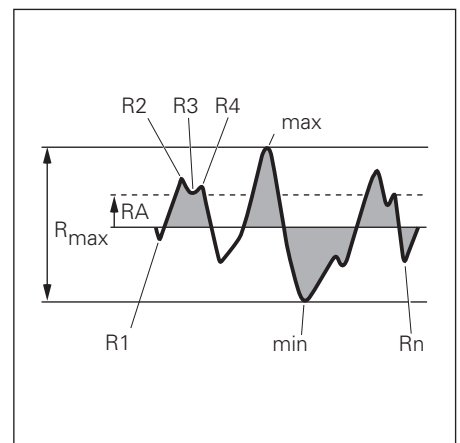


Fig. 3.8: Aspereza da superfície de uma peça

Escavamento SR

O escavamento SR é o volume da peça aplanado V_w por intervalo de tempo.

Unidade do escavamento: cm^3/min

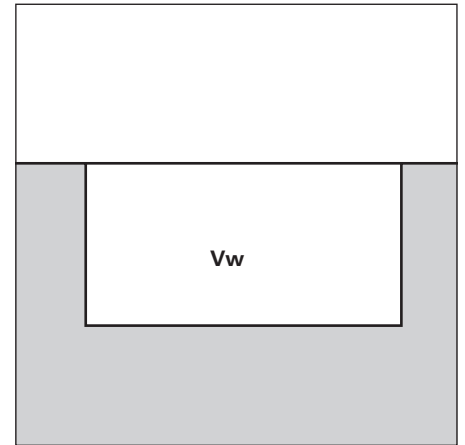


Fig. 3.9: Escavamento na peça

Ranhura diametral 2G

No processo de erosão, é preciso deixar livre a ranhura G entre eléctrodo e superfície da peça. Quanto maior for a corrente maior se pode e deve ser escolhida a ranhura G (= ranhura radial).

Mínimo para a ranhura diametral

A ranhura completa que tem que ficar livre numa depressão pelo menos entre eléctrodo e peça, é igual $2 * G$ in [mm] ($2G$ = ranhura diametral).

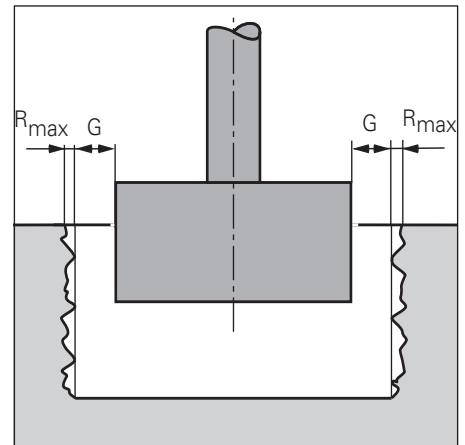


Fig. 3.10: Profundidade de aspereza e ranhura diametral 2G

Subdimensão mínima UNS

O diâmetro do eléctrodo R_e tem que ser menor que o diâmetro da depressão, pelo menos na subdimensão mínima UNS.

Desbastar

A subdimensão mínima UNS obtém-se da ranhura diametral $2G$ e da profundidade máxima de aspereza R_{max} .

Aplainar, polir

A subdimensão mínima UNS é igual à ranhura diametral $2G$, e a profundidade máxima de aspereza R_{max} é em aplainar descuidadamente? pequeno.

Escolha da subdimensão real UM

- Descida simples (movimento só no eixo do eléctrodo):
 $UNS = UM$
- Erodir abrindo caminho, erodir com ciclo Disco (movimento do eléctrodo em todos os eixos):
 $UM \geq UNS$

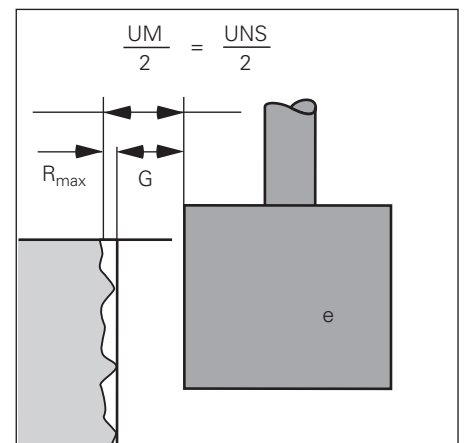


Fig. 3.11: Subdimensão mínima UNS

Parâmetros auxiliares AUX 1, AUX 2, ...AUX 6



O fabricante da máquina pode definir até 6 parâmetros auxiliares (ingl.: auxiliary parameters). Consulte o manual da máquina.

4 Teste do programa e execução do programa

4.1 Teste do programa	4-2
Execução do teste do programa	4-2
Execução do teste do programa até uma frase determinada	4-2
Tempo de maquinação	4-2
 4.2 Execução do programa	 4-3
Funcionamento paralelo	4-3
Tempo de maquinação	4-3
Mudança de parâmetros de erosão durante a execução do programa	4-3
Execução do programa de maquinação	4-4
Interrupção da maquinação	4-5
Avanço de frase	4-6
Continuação após uma interrupção	4-6
Nova entrada num programa	4-7
Anular contador	4-7
Tabela de alcance? de tempo TIME.W	4-7

4.1 Teste do programa

- No modo de funcionamento TESTE DO PROGRAMA o TNC comprova programas e partes do programa relativamente aos seguintes erros sem deslocar os eixos da máquina:
- incompatibilidades geométricas
 - falta de indicações
 - saltos que não se podem executar
- Pode-se utilizar as seguintes funções do TNC no modo de funcionamento TESTE DO PROGRAMA:
- teste do programa até uma frase qualquer a até uma frase qualquer
 - saltar até uma frase qualquer
 - funções para a representação gráfica

Execução do teste do programa

- Seleccionar modo de funcionamento TESTE DO PROGRAMA
- Seleccione o programa que pretende testar
- Prima a softkey START, e o TNC testa o programa até ao fim ou até à interrupção seguinte programada

Função	Softkey
Anular programa, estado e bloco	RESET
Verificar o programa completo	START
Parar teste do programa	STOP
Verificar separadamente cada frase do programa	START SINGLE ☐
Executar teste do programa até uma frase determinada	STOP AT N
Executar teste do programa com (ON numa caixa) ou sem (OFF numa caixa) gráfico	BLK-FORM ON ☒ OFF

Executação do teste do programa até uma frase determinada

- Se quiser verificar o programa só até uma determinada frase do programa:
- Seleccionar o programa que pretende verificar
 - Prima a softkey STOP AT N
 - Introduza o número da frase até onde o TNC deve verificar o programa
 - Se o número da frase estiver num outro programa, introduza o PROGRAMA
 - Se o número da frase estiver numa repetição parcial de programa, introduza as REPETIÇÕES
 - Inicie o teste do programa com START

Tempo de maquinação

O TNC visualiza o tempo de simulação entre as frases de programa e a visualização de estados.

4.2 Execução do programa

No modo de funcionamento EXECUÇÃO CONTÍNUA DO PROGRAMA, o TNC executa um programa de maquinação continuamente até ao fim do programa ou até uma interrupção.

No modo de funcionamento EXECUÇÃO DO PROGRAMA FRASE A FRASE, depois de premida a Tecla START, cada frase é executada em separado.

Pode utilizar-se as seguintes funções do TNC para uma execução do programa:

- Interrupção da execução do programa
- Controlo e modificação dos Parâmetros Q
- Funções para a representação gráfica

Funcionamento paralelo

Da execução do programa você pode passar para o modo de funcionamento MEMORIZAÇÃO DO PROGRAMA para, p.ex., introduzir um outro programa durante a maquinação.

Tempo de maquinação

O TNC visualiza o tempo de maquinação calculado entre frases de programa e visualização de estados. O TNC apaga o contador para o tempo de maquinação se você seleccionar um novo programa.

Modificação dos parâmetros de erosão durante a execução do programa

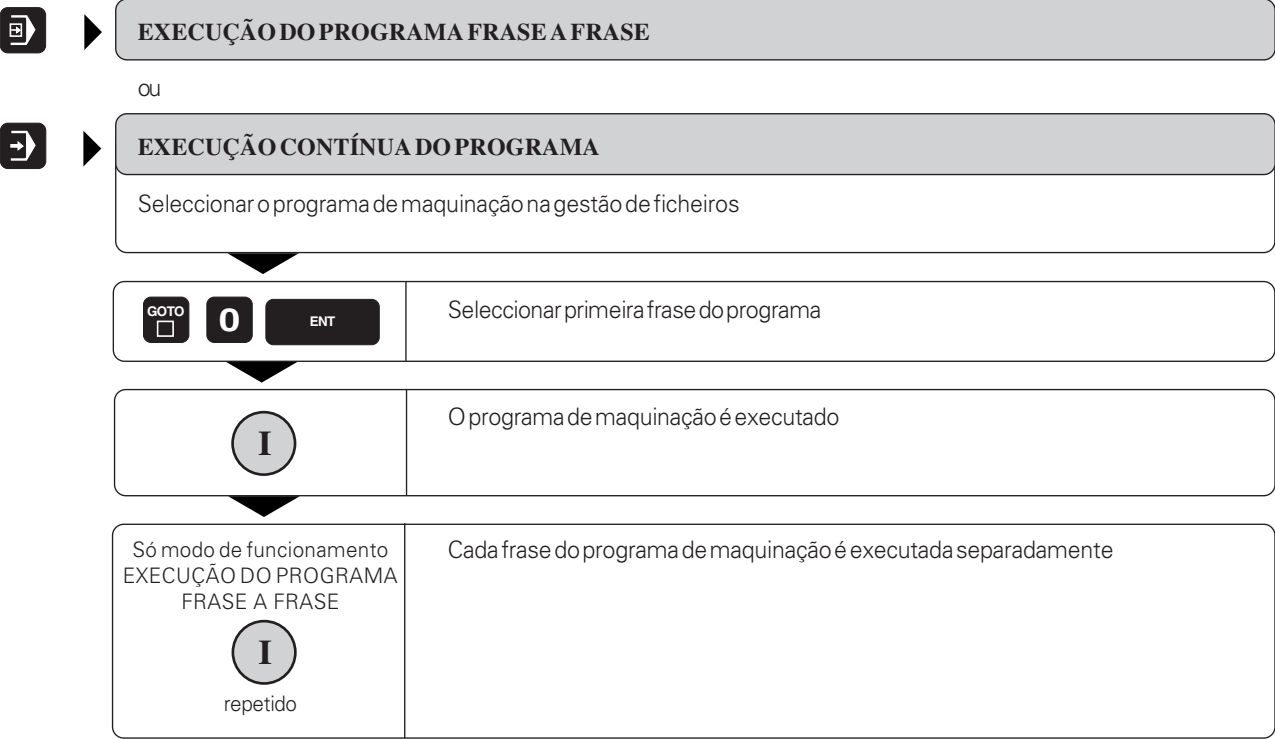
O TNC visualiza os parâmetros de erosão do nível de potência numa linha do ecrã. Com as teclas de setas horizontais, você pode seleccionar todos os parâmetros de erosão. Com as teclas de setas verticais, você pode modificar o ajuste dos parâmetros durante a execução do programa. Se modificar ajustes de parâmetros, estes não são escritos na tabela de erosão.



O fabricante da sua máquina pode bloquear a modificação individual de parâmetros de erosão. Consulte o manual da máquina.

Execução do programa de maquinação

- Preparação:
- Ajustar a peça à mesa da máquina
 - Memorizar o ponto de referência



Interrupção da maquinação

Existem várias possibilidades para interromper a execução dum programa:

- interrupções programadas
- tecla externa STOP
- comutação à EXECUÇÃO DO PROGRAMA FRASE A FRASE

Quando o TNC regista um erro durante a execução dum programa, a maquinação interrompe-se por si mesma.

Interrupções programadas

Pode-se determinar interrupções directamente no programa de maquinação. A execução do programa é interrompida logo que se tenha executado o programa de maquinação até à frase que contenha uma das seguintes indicações:

- STOP
- Função auxiliar M0, M2 ou M30
- Função auxiliar M6 (determinada pelo fabricante da máquina)

Interrupção da maquinação através do accionamento de botões

No momento de accionar a tecla, a frase que o TNC está a elaborar não é completamente executada.

	Parar a maquinação
--	--------------------

* = aparece este símbolo a piscar na visualização de estados.

A maquinação pode ser interrompida com a tecla STOP.

	Interromper a maquinação
---	--------------------------

* = aparece este símbolo a piscar na visualização de estados.

Interrupção da maquinação através da comutação ao modo de funcionamento EXECUÇÃO DO PROGRAMA FRASE A FRASE

A maquinação é interrompida depois de executado o passo actual de maquinação.

	Seleccionar EXECUÇÃO DO PROGRAMA FRASE A FRASE
---	--

Avanço de frase?

Se não quiser começar a maquinação com a primeira frase de programa:

- Verifique o programa no modo de funcionamento **TESTE DO PROGRAMA** até uma frase qualquer.
- Comute para o modo de funcionamento **EXECUÇÃO DO PROGRAMA**.
- Inicie a execução do programa com a frase actual.

O TNC desloca os eixos numa sequência determinada (lógica de posicionamento) para o contorno. Enquanto o TNC desloca os eixos, ele visualiza o aviso "Reinício de deslocação activo". Assim, você pode comutar quantas vezes quiser entre **TESTE DO PROGRAMA** e **EXECUÇÃO DO PROGRAMA**.

Continuação após uma interrupção

Depois de uma interrupção, você pode voltar a ir com **Avanço de frase?** para o ponto do programa onde se deu a interrupção. Você tem que activar manualmente as funções M que não são avaliadas pelo NC antes de continuar com a maquinação.



- Se se interromper a execução do programa durante um ciclo de maquinação, dever-se-á continuar no início do ciclo. Os passos de maquinação já executados realizam-se então de novo.
- Se você tiver interrompido a execução do programa num programa já chamado, o TNC apresenta automaticamente o programa principal depois de se premir a tecla PGM NOME.

Continuação da execução do programa com a tecla start

Premindo a tecla externa start, o programa continua a sua execução sempre que o programa tenha sido parado das seguintes formas:

- Premindo a tecla externa de STOP
- Interrupção programada

Continuação da execução do programa depois de um erro

- Em avisos de erro não intermitentes:

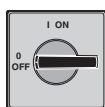
Eliminar a causa do erro



Apagar o aviso de erro no ecrã

Arrancar de novo ou continuar a execução do programa na posição em que se interrompeu

- Em avisos de erro intermitentes:



Desligar o TNC e a máquina

Eliminar a causa do erro

Ligar de novo

- Se o erro se repetir:

Anotar o aviso de erro e avisar o serviço técnico

Nova entrada num programa

Você pode interromper a maquinação da peça (EXECUÇÃO CONTÍNUA DO PROGRAMA) e deslocar manualmente os eixos da máquina. Se desejar maquinar a peça outra vez em execução do programa, o posicionamento seguinte do TNC depende se você interrompeu a execução do programa e para que modo de funcionamento você comuta:

Interrupção enquanto o TNC executa uma frase NC ou depois de o ter acabado uma frase, e comutação para o modo de funcionamento MANUAL ou PASSO A PASSO

Depois da deslocação manual, o TNC posiciona coordenadas incrementais referentes à última posição calculada pelo TNC.

Interrupção enquanto o TNC executa uma frase NC ou depois de o ter acabado uma frase, e comutação para o modo de funcionamento POSICIONAMENTO COM INTRODUÇÃO MANUAL

Depois da deslocação manual, o TNC posiciona coordenadas incrementais referentes à posição real da ferramenta, e não à última programada.

Interrupção no ciclo do fabricante

Selecione para continuar o programa uma frase NC com GOTO. Se esta frase tiver posições incrementais, o TNC refere-se à posição programada antes do ciclo do fabricante.

Anular o contador

Se pretender anular no contador as repetições parciais de programa depois de uma nova entrada no programa:

➤ Salte com GOTO 0 recuando para o início do programa.

Se não quiser anular o contador:

➤ Salte com GOTO > 0 para uma frase do programa.

Tabela de alcance? de tempo TIME.W

A tabela de alcance? de tempo TIME.W no TNC tem as seguintes colunas:

- PS: Número do nível de potência
- ETABLE: Nome da tabela de erosão
- TOOL: Número de ferramenta
- REL.: Tempo de erosão por nível de potência
- ABS.: Tempo de erosão total
- DATUM: Nome da tabela de ponto zero
- NR: Número de ponto zero
- PROGRAM: Nome de programa
- BLOCK: Número de frase

O TNC regista automaticamente as informações acima apresentadas no ficheiro TIME.W se durante a execução do programa for transferido um novo ajuste de gerador para o PLC. Para cada nível de potência o TNC produz assim uma linha na tabela de alcance de tempo.

Visualizar TIME.W

- Selecione o modo de funcionamento MEMORIZAÇÃO DO PROGRAMA.
- Prima a tecla PGM NOME.
- Introduza TIME.

Anular TIME.W

O TNC escreve por cima automaticamente TIME.W se você seleccionar num modo de funcionamento de execução do programa um novo programa ou se premir a softkey RESET.

5 Programação

5.1 Edição de programas de maquinação	5-2
Realização de um programa	5-2
Diálogo em texto claro	5-2
Funções de edição	5-3
5.2 Eléctrodos	5-5
Determinação dos dados do eléctrodo	5-5
Introdução dos dados do eléctrodo no programa	5-7
Chamada dos dados do eléctrodo	5-8
Eléctrodo sequencial	5-8
Troca de eléctrodo	5-9
Correcção do eléctrodo	5-10
5.3 Valores de correcção do eléctrodo	5-11
Activação dos valores de correcção do eléctrodo	5-11
Correcção do raio do eléctrodo	5-12
Maquinação de esquinas	5-14
5.4 Troca automática de peça com WP-CALL	5-15
5.5 Abertura do programa	5-16
Abertura de um programa de maquinação novo	5-16
Definição do bloco-BLK FORM	5-16
5.6 Introduções referentes ao eléctrodo	5-17
Avanço F	5-17
5.7 Introdução de funções auxiliares e STOP	5-18
5.8 Aceitação da posição real	5-19

5 Programação

No modo de funcionamento MEMORIZAÇÃO DO PROGRAMA os ficheiros podem-se (ver Capítulo 1) :

- elaborar
- completar
- modificar
- apagar

Este capítulo descreve as funções básicas e introduções que não produzem nenhum movimento.
A introdução de geometria para a maquinação da peça encontra-se descrita no próximo capítulo.

5.1 Edição de programas de maquinação

Realização de um programa

Um programa de maquinação compõe-se de frases de programa.
O TNC numera as frases em sequência ascendente. As frases do programa contêm informações individuais chamadas "palavras".

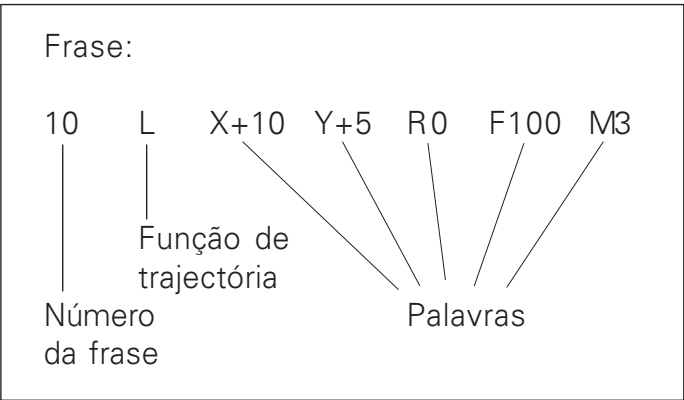


Fig. 5 1: As frases de programa compõem-se de palavras com informações

Diálogo em texto claro

Os diálogos para a programação das diferentes frases do programa abrem-se premindo uma tecla de função (ver páginas interiores). Depois, o TNC pergunta sucessivamente todos os dados necessários para este procedimento de maquinação. Quando se tiver respondido a todas as perguntas de um diálogo, o TNC finaliza automaticamente este diálogo.
O diálogo em texto claro pode ser abreviado e finalizado antes de tempo, sempre que se deva programar determinadas palavras de uma frase.

Função	Tecla
Continuação do diálogo	ENT
Omitir uma pergunta do diálogo	NO ENT
Finalizar o diálogo antes do tempo	END
Interromper e apagar o diálogo	DEL

Funções de edição

Na edição, introduzem-se, completam-se e modificam-se comandos e informações no TNC.

Para isso, o TNC permite:

- introduções através do teclado
- selecção de frases e palavras
- acrescentar e apagar frases e palavras
- correcção de valores e comandos errados
- apagar textos de avisos do TNC

Introduções

Os números, eixos de coordenadas e correcções de raio introduzem-se no teclado . Podem-se pôr os sinais antes, durante e depois duma introdução numérica.

Seleccção de frases e palavras

- Chamada da frase com um número de frase determinado

GOTO

p.ex.

1

0

ENT

A frase 10 é apresentada numa outra cor e o número de frase é para além disso iluminado

- Saltar de frase para frase

↑

ou

↓

Premir teclas de setas verticais

- Seleccionar palavras na frase

←

ou

→

Premir teclas de setas horizontais

- Procurar palavras iguais em frases diferentes.

←

ou

→

Seleccionar uma palavra da frase

↑

ou

↓

Visualizar palavras iguais em outras frases

Acrescentar frases

Pode-se acrescentar frases de programa por detrás de cada frase (mas não por detrás duma frase END PGM).

↑

ou

↓

/

GOTO

Seleccionar uma frase

Programar uma nova frase

Os números das frases seguintes aumentam automaticamente.

Modificar e acrescentar palavras

Pode-se modificar as palavras com o quadro iluminado: apenas há que escrever o valor novo por cima do valor antigo. para tal, existe o diálogo em texto claro. Depois duma modificação, o quadro é eliminado da frase com as teclas de setas horizontais ou então finaliza-se a modificação com END. Com ajuda do diálogo em texto claro, pode-se acrescentar posteriormente palavras adicionais numa frase.

Apagar frases e palavras

Função	Tecla
O número no quadro fixa-se em zero	CE
Apagar um valor numérico errado	CE
Apagar um aviso de erro não intermitente	CE
Apagar a palavra seleccionada	NO ENT
Apagar a frase seleccionada	DEL
Apagar ciclos e programas parciais: Seleccionar antes última frase do ciclo ou do programa parcial que se quer apagar	DEL

5-4

TNC 406

5.2 Eléctrodos

Os eléctrodos caracterizam-se com um número.
Ao número do eléctrodo atribuem-se-lhe os dados do eléctrodo.

- Longitude L
- Raio R

Os dados do eléctrodo são introduzidos no programa para cada eléctrodo separadamente com o comando TOOL DEF (tool = ingl. ferramenta).
O TNC considera os dados do eléctrodo quando o eléctrodo é chamado com o seu número.

Se trabalhar com eléctrodos standard, você também pode definir todos os dados do eléctrodo num programa próprio.
No programa de maquinação você chama o programa com as definições do eléctrodo através do comando PGM CALL.

Eixo do eléctrodo C

Você pode introduzir o eixo C como eixo do eléctrodo.
O TNC porta-se então como se fosse o eixo-Z do eléctrodo. Isto também se aplica para as correcções do raio e para o ciclo ROTAÇÃO.

Determinação dos dados do eléctrodo

Número do eléctrodo

Cada eléctrodo é caracterizado através de um número próprio entre 0 e 99 999 999.
.

O eléctrodo com o número 0 está determinado com $L = 0$ e $R = 0$ quando se introduz esses os dados do eléctrodo no programa.

Raio do eléctrodo R

O raio do eléctrodo introduz-se directamente.

Longitude do eléctrodo L

O valor de correcção para a longitude do eléctrodo determina-se:

- como diferença de longitudes entre o eléctrodo utilizado e um eléctrodo zero, ou
- com um sistema de ajuste prévio

Quando as longitudes do eléctrodo se determinam com um sistema de ajuste prévio, elas introduzem-se sem mais modificações na definição dos eléctrodos (frase TOOL DEF).

Determinação com eléctrodo zero da longitude do eléctrodo

Sinal das longitudes do eléctrodo L:

- $L > L_0$ Eléctrodo é mais comprido do que o eléctrodo zero
 $L < L_0$ Eléctrodo é mais curto do que o eléctrodo zero

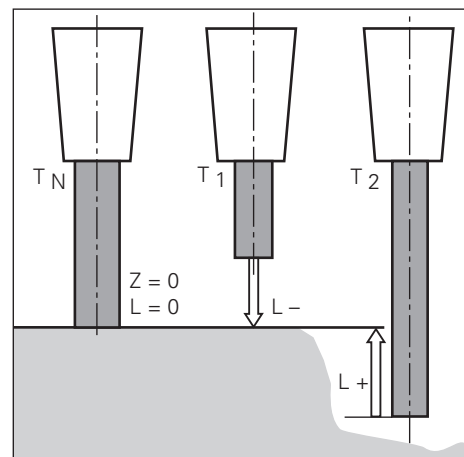


Fig. 4.2: Indicar longitude do eléctrodo através da diferença de longitude relativamente ao eléctrodo zero

Deslocar eléctrodo zero para a posição de referência no eixo do eléctrodo (p.ex. superfície da peça com $Z = 0$)

Se for preciso: memorizar em zero o ponto de referência do eixo do eléctrodo

Trocar eléctrodo

Deslocar eléctrodo para a mesma posição de referência que o eléctrodo zero

Visualiza-se valor de correcção para a longitude L do eléctrodo

Anotar o valor e posteriormente introduzir

Aceitar valor com a função do TNC "Aceitação da posição real" (ver P. 4-19)

Introdução dos dados do eléctrodo no programa

Para cada eléctrodo, podem introduzir-se uma vez no programa de maquinação os dados do eléctrodo:

- Número do eléctrodo
- Valor de correcção da longitude do eléctrodo L
- Raio do eléctrodo R

Introdução dos dados do eléctrodo na frase do programa

TOOL DEF	▶	NÚMERO DE FERRAMENTA?	
		p.ex. 5 ENT	Atribuir um número ao eléctrodo, p.ex. 5
		LONGITUDE L DA FERRAMENTA?	
		p.ex. 1 0 ENT	Introduzir valor de correcção para longitude do eléctrodo, p.ex. L = 10 mm
		RAIO DA FERRAMENTA R?	
		p.ex. 5 ENT	Introduzir raio do eléctrodo, p.ex. R = 5 mm

Frase NC: p.ex. *TOOL DEF 5 L+10 R+5*



- A longitude L do eléctrodo pode aceitar-se directamente com a função „Aceitação da posição real“ (ver P. 5-17) na definição do eléctrodo.
- Ciclo 3 FERRAMENTA DEF. (ver Capítulo 9) apaga a longitude da ferramenta da Definição TOOL DEF!

Chamada dos dados do eléctrodo

Com TOOL CALL chamam-se os dados do eléctrodo no programa de maquinação. Programa-se TOOL CALL com:

- Número de ferramenta
- Eixo da ferramenta
- Subdimensão
- Identificação se o eléctrodo é sequencial

Você pode saltar introduções individuais com NO ENT, para por exemplo introduzir só uma (nova) subdimensão.

Chamada dos dados do eléctrodo

TOOL CALL ▶	
NÚMERO DE FERRAMENTA?	
p.ex. 5 ENT	Introduzir número do eléctrodo, como determinado na frase "TOOL DEF", p.ex. 5
EIXO DA FERRAMENTA PARALELO X/Y/Z?	
p.ex. Z	Introduzir eixo da ferramenta, p.ex. Z
SUBDIMENSÃO DA FERRAMENTA (DIAMETRAL) ?	
p.ex. 0 . 5 ENT	Introduzir subdimensão diametral do eléctrodo, p.ex. 0,5mm.
ELÉCTRODO SEQUENCIAL SIM=ENT/NÃO=NOENT	
p.ex. ENT	p.ex. caracterizar eléctrodo como eléctrodo sequencial

Frase NC: p.ex. TOOL CALL 5ZU+0,5 F

Eléctrodo sequencial

Com a introdução "Eléctrodo sequencial = SIM", em maquinações de desbaste com correntes elevadas, você evita que o contorno da peça se danifique através de uma excessiva conicidade (dependente de uma má lavagem ou da profundidade da cavidade do molde). O TNC multiplica pela ranhura entre eléctrodo e peça a distância mínima com Q157. Introduzindo "Eléctrodo sequencial" você determina o valor de Q157.

Chamada **com** eléctrodo sequencial: maquinação de aplainamento, pequena subdimensão, (ranhura estreito): $Q157 = 1$

Chamada **sem** eléctrodo sequencial: maquinação de desbaste, grande subdimensão (ranhura larga): $1 < Q157 < 2,5$

Troca de eléctrodos

A troca de eléctrodo pode ser automática ou manual.

Troca de eléctrodo automática com EL-CALL



A troca de eléctrodo automática é adaptada ao TNC pelo fabricante da máquina. Consulte o manual da máquina.

Você pode programar a troca de eléctrodo automática através da função EL-CALL se a sua máquina tiver um sistema de operação automático. EL-CALL reúne as funções TOOLDEF e TOOLCALL.

EL-CALL	Introduzir nome do eléctrodo, p.ex. 1. Você pode introduzir até um máximo de 16 caracteres (letras ou algarismos)	
	1 ENT	
	EIXO DA FERRAMENTA X/Y/Z/4?	
	p.ex. Z	Introduzir eixo da ferramenta
	ELÉCTRODO SEQUENCIAL SIM=ENT / NÃO =NOENT ?	
	p.ex. ENT	p.ex. caracterizar eléctrodo como eléctrodo sequencial (ver para isso também lado inferior esquerdo)

Frase NC: p.ex. EL-CALL 1 /ZF



Se for preciso as deslocações de eléctrodo programadas por si actuarem correctamente quanto à posição, depois da frase EL-CALL você tem que programar com L uma frase de deslocação, onde se encontram introduzidas as coordenadas do eixo C.

Troca manual de eléctrodo

Antes de realizar uma troca do eléctrodo em manual, desloque o eléctrodo para uma posição qualquer de troca.

- Interrupção da execução do programa (ver Capítulo 4)
- Chegada à posição de troca de eléctrodo (eventualmente numa frase do programa)
- Trocar o eléctrodo
- Continuar a execução do programa (ver Capítulo 4)

Troca de posição do eléctrodo

A troca de posição do eléctrodo deverá ser atingida sem se produzir colisões com a peça.

Com as funções auxiliares M91 e M92 (ver Capítulo 6) pode-se introduzir também as coordenadas da posição de troca, referentes ao zero máquina.

Se antes da primeira chamada do eléctrodo se programar TOOL CALL 0, o TNC desloca a haste de fixação do eixo da ferramenta para uma posição dependente da longitude do eléctrodo.

Correcção do eléctrodo

Você pode corrigir os dados do eléctrodo numa frase do programa separada.

EL-CORR

CORRECÇÃO DA SUBDIMENSÃO?

1

ENT

IntroduzirCORRECÇÃO DA SUBDIMENSÃO, p.ex. 1 mm

CORRECÇÃO DA LONGITUDE DO ELÉCTRODO?

p.ex.

NO

ENT

NenhumaCORRECÇÃO DA LONGITUDE DO ELÉCTRODO.

CORRECÇÃO DO RAI DO ELÉCTRODO?

p.ex.

0

.

5

ENT

IntroduzirCORRECÇÃO DO RAI DO ELÉCTRODO, p.ex. 0,5 mm.

Frase NC: p.ex. EL CORR U+1 L R+0.5

Actuação sobre Parâmetros Q

A frase EL CORR influencia os parâmetros pré-estabelecidos Q Q108, Q158 e Q159 (ver Capítulo 12).

5-10

TNC 406

5.3 Valores de correcção do eléctrodo

O TNC tem em conta o valor de correcção de cada eléctrodo para a longitude no eixo do eléctrodo e para o raio no plano de maquinação.

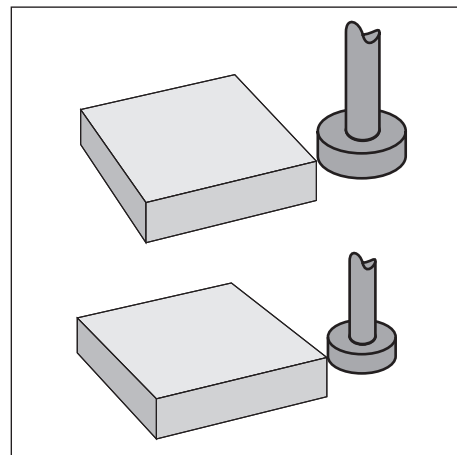


Fig. 5.4 : O TNC tem em conta a longitude e o raio do eléctrodo

Activação dos valores de correcção do eléctrodo

Longitude do eléctrodo

O valor de correcção activa-se automaticamente logo que se chama um eléctrodo e se desloca o eixo da ferramenta.

A correcção da longitude fica eliminada chamando um eléctrodo com longitude $L = 0$.



Se antes de TOOL CALL 0 tiver actuado uma correcção positiva de longitude, diminui a distância à peça .
Em caso de movimento incremental do eixo do eléctrodo directamente após um TOOL CALL, para além do valor programado, é deslocada também a diferença de longitude entre o antigo e o novo eléctrodo.

Raio do eléctrodo

Activa-se uma correcção de raio logo que se chama um eléctrodo e se desloca no plano de maquinação com RL/RR.

Elimina-se uma correcção de raio, programando uma substituição de posicionamento frase com R0.

Correcção do raio do eléctrodo

Pode programar-se um movimento do eléctrodo da seguinte forma:

- sem correcção de raio: R0
- com correcção de raio: RL ou RR
- com movimentos paralelos ao eixo com R+ ou R-

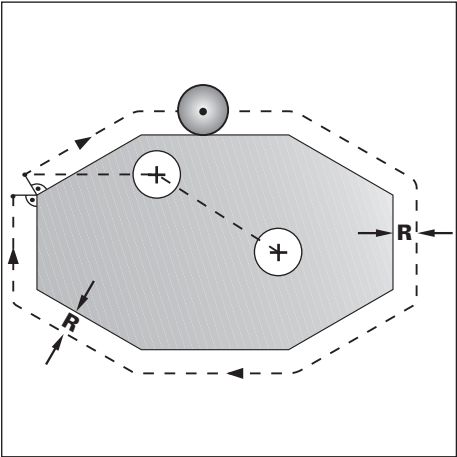


Fig. 5.5: Contorno programado (—, +) e trajetória do eléctrodo(- -)

Movimento da trajetória sem correcção de raio: R0

O ponto central do eléctrodo desloca-se segundo a trajetória programada.

Áreas de utilidade:

- Furar
- Posicionamneto prévio

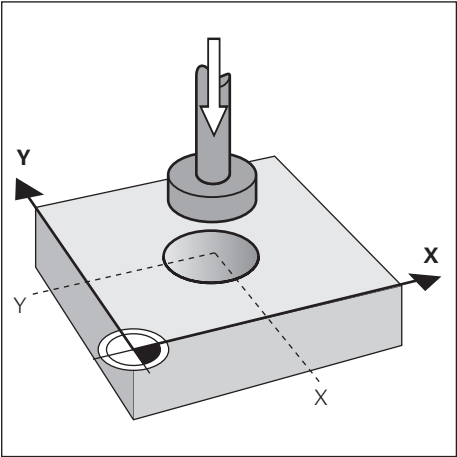


Fig. 5.6: As posições de furar atingem-se sem correcção de raio

Resposta à pergunta de diálogo na substituição de posição:

CORR. RAO: RL/RR/NENHUMA CORR.?	
ENT	Seleccionar movimento do eléctrodo sem correcção de raio
.	
.	
.	

Movimento da trajectória com correcção de raio RR, RL



- Entre duas frases de programan com diferente correcção de raio tem que haver pelo menos uma frase sem correcção de raio (com R0).
- Está activa uma correcção de raio no fim da frase onde ela foi programada a primeira vez.
- O TNC posiciona o eléctrodo na activação e na eliminação da correcção de raio sempre na perpendicular sobre o ponto inicial ou final programado . Posicione o eléctrodo diante do primeiro ponto de contorno (por detrás do último ponto de contorno) de forma a não produzir qualquer dano no contorno.

O ponto central do eléctrodo desloca-se a uma distância segundo o raio do eléctrodo à direita (RR) ou à esquerda (RL) do contorno programado. Ao dizerem "direita" e "esquerda" referem-se à direcção de deslocação do eléctrodo em redor da peça que parece estar quieta.

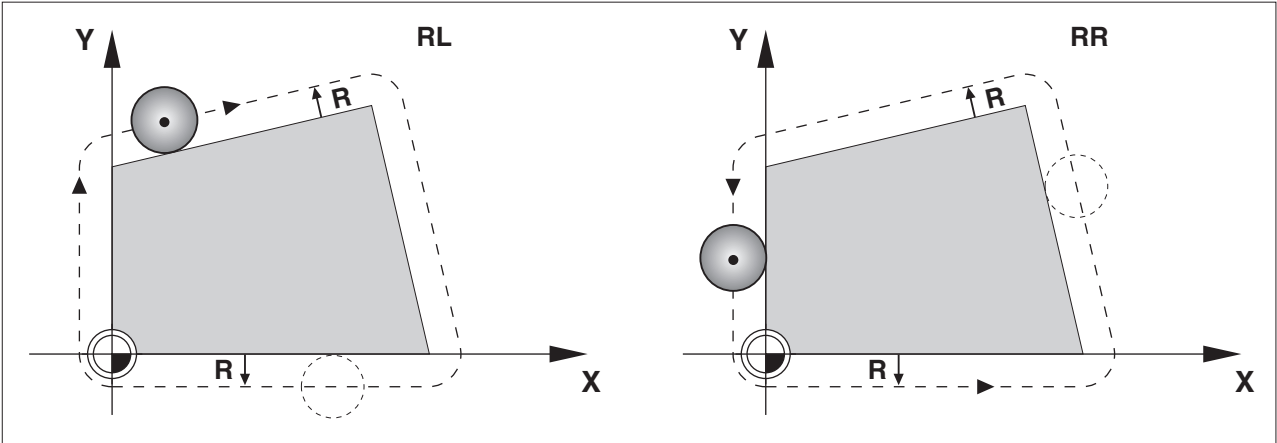


Fig. 5.7: Para a erosão, o eléctrodo desloca-se pela esquerda (RL) ou pela direita (RR) do contorno

Resposta à pergunta de diálogo na frase de posicionamento:

⋮

CORR. RAO: RL/RR/NENHUMA CORR.	
R^L	Seleccionar movimento do eléctrodo pela esquerda do contorno programado
R^R	Seleccionar movimento do eléctrodo pela direita do contorno programado

A correcção de raio RR/RL está activa no fim da frase onde foi programada a primeira vez.

Reduzir ou prolongar percursos paralelos ao eixo R+, R-

Esta correcção de raio só se executa para deslocações paralelas a um eixo no plano de maquinação: O percurso programado reduz-se (R-) ou prolonga-se (R+) segundo o raio da ferramenta.

Áreas de utilização:

- maquinações paralelas a um eixo
- se necessário, para posicionamento prévio do eléctrodo



R+ e R- estão disponíveis caso se tenha aberto uma frase de posicionamento com uma tecla de eixo laranja.

Maquinação de esquinas

Caso se trabalhe sem correcção de raio, pode-se usar a função auxiliar M90 para a maquinação de esquinas (ver Capítulo 6).

Esquinas exteriores

O TNC desloca o eléctrodo para as esquinas exteriores segundo um círculo de transição para a trajectória do eléctrodo. O eléctrodo desloca-se para o ponto da esquina.

Se for preciso, reduz-se automaticamente o avanço F do eléctrodo nas esquinas exteriores, por exemplo em mudanças de direcção demasiado grandes.

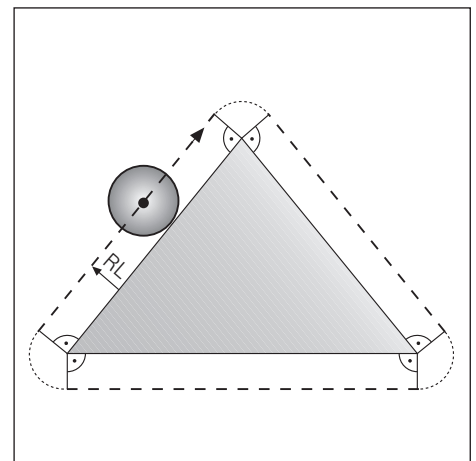


Fig. 5.8: O eléctrodo desloca-se pelas esquinas exteriores

Esquinas interiores

Numa maquinação de esquinas interiores, não coloque o ponto inicial (ponto final) num ponto do da esquina do contorno senão o TNC pode danificar o contorno.

Nas esquinas interiores o TNC calcula o ponto de intersecção das trajectórias do ponto central do eléctrodo. A partir deste ponto, o eléctrodo desloca-se até ao elemento seguinte do contorno. Desta forma, não se danifica a peça nas esquinas interiores. Isto significa que o raio do eléctrodo não pode ser arbitrariamente grande.

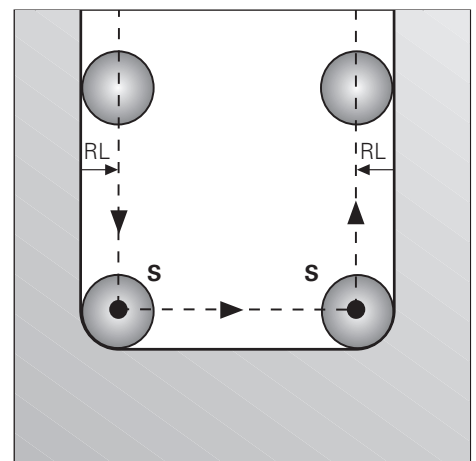


Fig. 5.9: Trajectória do eléctrodo em esquinas interiores

5.4 Troca automática de peça com WP-CALL



O fabricante da máquina adequa a troca automática de peça ao TNC. Consulte o manual da máquina.

Você pode programar a troca automática de peça através da função WP-CALL, se na sua máquina houver um sistema automático de operação. O WP-CALL anula uma rotação activa, pode a seguir executar uma deslocação do ponto zero e voltar a activar a rotação. Os valores para a deslocação do ponto zero e da rotação são transmitidos pelo PLC.



NOME DA PEÇA ?	
1 ENT	Introduzir nome da paleta, p.ex. 1. Você pode introduzir até um máximo de 16 caracteres (letras ou algarismos)
QUANTIDADE DE VOLTAS ?	
p.ex. 1	Introduzir quantidade de voltas (valor máximo de introduções: 9)

Frase NC: p.ex. WP-CALL 1 /1

5.5 Abertura do programa

Abertura de um programa de maquinação novo

PGM NAME	Seleccionar visualização do programa
Seleccionar um programa qualquer	
NOME DO PROGRAMA=	
p.ex. 7 4 3 2 ENT	Introduzir nome ou número do novo programa, p.ex. 7432
SELECÇÃO DO PROGRAMA	
.H	O programa é um programa NC

No ecrã do TNC estão agora duas frases do programa.

0 BEGIN PGM 7432 MM

Frase 0: Início do programa, Nome, unidade de medida

1 END PGM 7432 MM

Frase 1: Fim do programa, nome, unidade de medida

O TNC produz automaticamente os números das frases, a frase de INÍCIO e a frase de FIM.

Por detrás do nome do programa encontra-se a unidade de medida válida para o programa.

Definição do bloco – BLK FORM

Para a representação gráfica do TNC, define-se um bloco rectangular sem maquina. Os seus lados têm como máximo 30.000 mm de comprimento e são paralelos aos eixos X, Y e Z.

O diálogo para a definição do bloco abre-se com a softkey BLK FORM.

Ponto MIN e MAX

O bloco determina-se através de dois pontos de esquina:

- Ponto MIN – a coordenada menor X, Y e Z do rectângulo; introdução como valor absoluto.
- MAX-Punkt – a coordenada maior X, Y e Z do rectângulo; introdução como valor absoluto ou incremental.

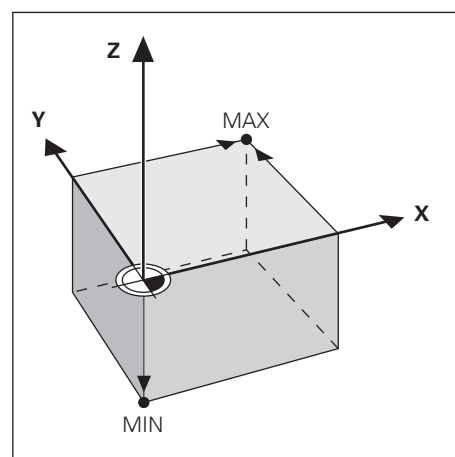


Fig. 5.10: Os pontos MIN e MAX definem o bloco



A relação das longitudes laterais tem que ser inferior a 84:1.

5.6 Introduções referentes ao eléctrodo

Para o eléctrodo, além dos dados dele próprio e das suas correcções, programam-se também as seguintes indicações:

- Avanço F
- Funções auxiliares M

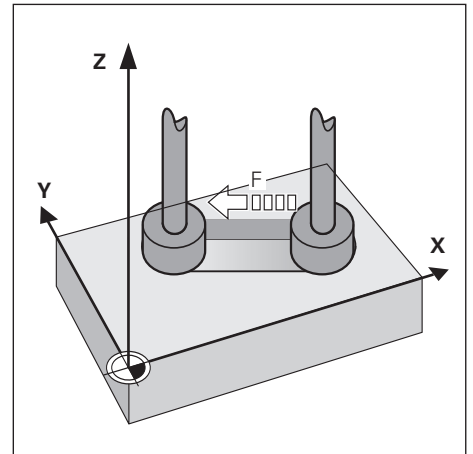


Fig. 5.11 : Avanço F do eléctrodo

Avanço F

O avanço é a velocidade em mm/min (polegadas/min) com que se move o ponto central do eléctrodo sobre a sua trajectória. Na erosão, o avanço está determinado através de parâmetros da máquina. Mas para posicionamento sem erosão, o avanço pode ser seleccionado.

Campo de introdução:

$F = 0$ a 10 000 mm/min (394 polegadas/min)

O avanço máximo é individual para cada eixo da máquina e determina-se através de parâmetros da máquina..

Introdução

Resposta à pergunta de diálogo na frase de posicionamento:

AVANÇO F = ? / F MAX = ENT	
p.ex. 100 ENT	Introduzir avanço F, p.ex. F = 100 mm/min



A pergunta sobre FMAX não volta mais a aparecer.

Avanço rápido

Para o avanço rápido, pode-se introduzir $F = FMAX$. Se também se conhecer, pode-se programar o avanço máximo directamente. FMAX actua apenas na frase do programa em que foi programado.

Tempo de activação do avanço F

O avanço introduzido como valor numérico actua até aparecer, na execução do programa, uma frase com um novo avanço. Se o novo avanço for FMAX, depois desta frase, actuará de novo o último avanço programado com um valor numérico.

Modificação do avanço F

Pode-se modificar o avanço do eléctrodo com o potenciômetro do override de avanço (ver Capítulo 2).

5.7 Introdução de funções auxiliares e STOP

As funções auxiliares (funções M) do TNC comandam:

- A execução do programa
- As funções da máquina
- O comportamento do eléctrodo

No interior da contracapa há um resumo das funções auxiliares do TNC. Nesta tabela indica-se se a função é activada no princípio ou no fim da frase em que foi programada.

Resposta à pergunta de diálogo na frase de posicionamento:

•
•
•

FUNÇÃO AUXILIAR M?	
p.ex. 3 8 ENT	Introduzir a FUNÇÃO AUXILIAR, p.ex. M38

•
•

Introduzir a função M na frase STOP

FUNÇÃO AUXILIAR M?	
p.ex. 3 9 ENT	Introduzir a FUNÇÃO AUXILIAR, p.ex. M39

Frase NC: p.ex. STOPM39

Quando se tiver programado a função auxiliar na frase STOP, a execução do programa é interrompida ao chegar a esta frase.



Em algumas máquinas não se pode activar algumas funções auxiliares. Por outro lado, pode haver funções auxiliares adicionais definidas e disponibilizadas pelo fabricante da máquina.

A execução do programa ou o teste do programa param-se quando se chega a uma frase NC com a função STOP.

Numa frase STOP pode-se programar uma função auxiliar.

Se se pretender parar a execução do programa por um tempo determinado, utiliza-se o ciclo 9: TEMPO DE ESPERA (ver Capítulo 9).

Introduzir Função STOP

STOP ►	Seleccionar a função STOP
▼	
FUNÇÃO AUXILIAR M?	
p.ex. 6 ENT	Se se pretender: introduzir a função auxiliar, p.ex. M6 (troca de eléctrodo)

Frase NC: p.ex. STOPM6

5.8 Aceitação da posição real

As coordenadas da posição do eléctrodo são aceites com a função "Aceitação da posição real" no programa de maquinação. Com esta função pode também aceitar-se a longitude do eléctrodo diqualquer directamente no programa (ver P. 5-7).



Quando o TNC visualiza REAL-, V.REAL-, NOMINAL-, V.NOMINAL ou Posições REF, o TNC aceita o valor da visualização. Quando o TNC visualiza VREST-, ou Posições SCHPF, o TNC aceita o respectivo valor nominal.

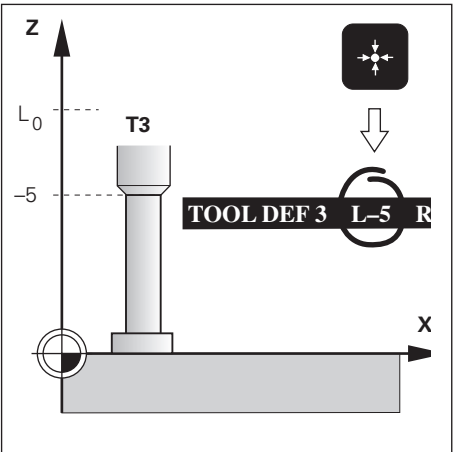


Fig. 5.12: Aceitação da posição real no TNC

Aceitação da posição real



FUNCIONAMENTO MANUAL

Deslocar o eléctrodo sobre a posição que se pretende aceitar



MEMORIZAÇÃO DO PROGRAMA

Seleccionar ou abrir a frase do programa na qual se pretende aceitar uma coordenada da posição real do eléctrodo

COORDENADAS?

p.ex.



Seleccionar o eixo com o qual se pretende aceitar a coordenada, p.ex. eixo X



Aceitar a respectiva coordenada da posição real do eléctrodo

Introduzir a correcção de raio correspondente à posição do eléctrodo em relação à peça

6 Programação de movimentos do eléctrodo

6.1 Generalidades sobre a programação de movimentos do eléctrodo 6-2

6.2 Entrada e saída de um contorno 6-4

Ponto de partida e ponto final de uma maquinação	6-4
Entrada e saída suaves	6-6

6.3 Funções de trajectória 6-7

Generalidades	6-7
Deslocação dos eixos programados da máquina	6-7
Resumo das funções de trajectória	6-8

6.4 Movimentos de trajectória – coordenadas cartesianas 6-9

Recta L	6-9
Chanfrar L	6-12
Círculos e arcos de círculo – Generalidades	6-14
Ponto central do círculo CC	6-15
Trajectória circular C em redor do ponto central do círculo CC	6-17
Trajectória circular CR com um raio determinado	6-20
Trajectória circular CT com tangente	6-23
Arredondamento de esquinas RND	6-25

6.5 Movimentos de trajectória – Coordenadas polares 6-27

Origem das coordenadas polares: Pólo CC	6-27
Recta LP	6-27
Trajectória circular CP em redor do Pólo CC	6-30
Trajectória circular CTP com tangente	6-32
Hélice	6-33

6.6 Funções auxiliares segundo o tipo de trajectória e indicação de coordenadas 6-36

Maquinação de pequenos escalões de um contorno: M97	6-36
Maquinação completa de esquinas em contornos abertos: M98	6-37
Programação de coordenadas referentes ao zero máquina M91/M92	6-38
Recuo do eléctrodo no final da frase para o ponto de partida da frase: M93	6-39

6.7 Posicionamento com introdução manual 6-40

6.1 Generalidades sobre a programação de movimentos do eléctrodo

O movimento do eléctrodo é programado sempre de forma a que este se desloque e a peça esteja parada.



No início de um programa de maquinação, o eléctrodo posiciona-se sempre previamente de forma a que não possam produzir-se danos nem no próprio eléctrodo nem na peça.

Funções de trajectória

Com as funções de trajectória, programam-se separadamente todos os elementos do contorno da peça. Utilizam-se:

- Linhas
- Arcos de círculo

Também se pode programar uma sobreposição dos dois elementos de contorno (hélice).

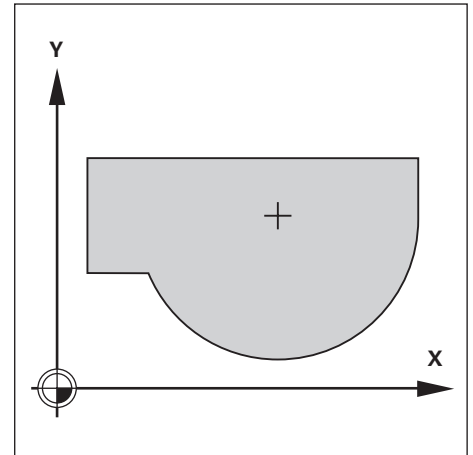


Fig. 6.1: Um contorno compõe-se de rectas e arcos de círculo

Se executados sucessivamente, os elementos de contorno geram um contorno como o indicado na figura.

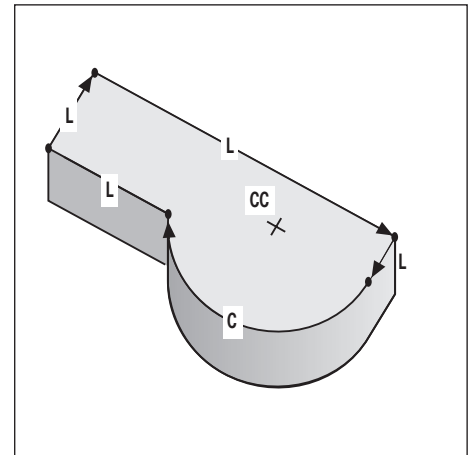


Fig. 6.2: Os elementos de contorno são sucessivamente programados e executados

Máquinas com 5 eixos

Só é possível deslocar-se um 5º eixo nos Modos de funcionamento FUNCIONAMENTO MANUAL ou VOLANTE ELECTRÓNICO ou com um „Posicionamento PLC“.

Se pretender posicionar um 5º eixo, consulte o fabricante da máquina.

Sub-programas e repetições dum parte do programa

Quando se trata de passos de maquinação iguais na peça, estes simplesmente são programados como um sub-programa ou uma repetição parcial do programa. Desta forma, apenas há que introduzir uma vez os passos do programa que se repetem.

Possibilidades:

- repetição dum parte do programa (repetição parcial do programa)
- elaborar uma parte do programa em separado e quando for necessário executá-lo (sub-programa)
- para realizar uma execução do programa ou teste do programa, chamar e executar adicionalmente outro programa (programa principal como sub-programa)

Ciclos

O ciclo de erosão „Disco“ é a base para maquinações específicas do utilizador. Com este ciclo pode-se programar p.ex. descidas cónicas e esféricas.

Para o ciclo „Disco“ também se pode determinar um tempo de erosão.

Existem outros ciclos para a conversão de coordenadas. Desta forma, as maquinações podem estar:

- Deslocadas relativamente a um zero
- Reflectidas
- Rodadas
- Reduzidas/ampliadas

O ciclo „definição de ferramenta“ permite introduzir-se uma correcção para as medidas do eléctrodo („dados da ferramenta“).

Programação paramétrica

Na programação paramétrica utilizam-se os parâmetros como valores numéricos e as maquinações descrevem-se através de relações matemáticas:

- saltos condicionais e incondicionais
- Apalpações e medições com um eléctrodo durante a execução do programa
- Emissão de valores e de avisos
- Transmissão de valores a partir da memória e para a memória

Existem as seguintes funções matemáticas:

- Atribuição
- Soma/subtracção
- Multiplicação/divisão
- Determinação do ângulo/trigonométrico

6.2 Entrada e saída de um contorno



A peça pode entrar e sair duma forma muito segura e simples numa trajectória circular tangencial ao contorno. Para isso, utilize a função „arredondamento de esquinas” (RND, ver P. 6-6).

Ponto de partida e ponto final de uma maquinação

Ponto de partida (S)

O eléctrodo aproxima-se do primeiro ponto de contorno (A) a partir do ponto de partida (S).

O ponto de partida é programado ainda sem correcção do raio.

Condições quanto ao ponto de partida (S) :

- Chegada possível sem colisão
- Situar-se perto do primeiro ponto de contorno
- Ter uma posição relativamente à peça de forma a não haver qualquer dano no contorno aquando da chegada ao contorno

Se for seleccionado um ponto de partida (S) dentro da área tracejada da Fig. 6.3, o contorno fica danificado aquando da entrada no primeiro ponto de contorno.

O ponto de partida ideal (S) situa-se no prolongamento da trajectória do eléctrodo para a maquinação do primeiro elemento de contorno.

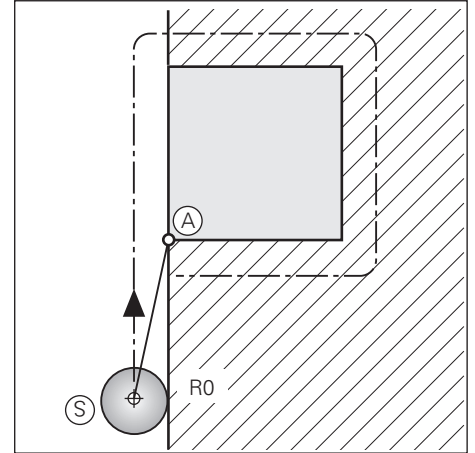


Fig. 6.3: Ponto de partida (S) de uma maquinação

Primeiro ponto de contorno (A)

A maquinação da peça começa no primeiro ponto de contorno (A).

O eléctrodo é deslocado com correcção do raio para este ponto.

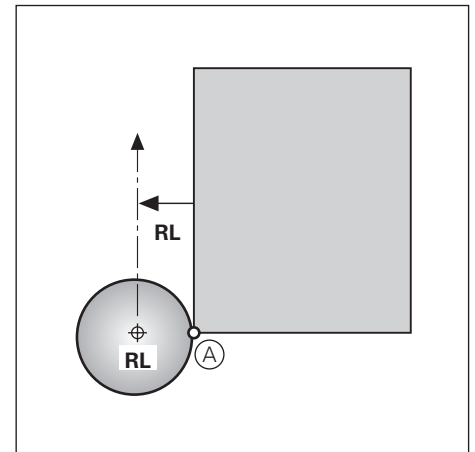


Fig. 6.4: Primeiro ponto de contorno (A) de uma maquinação

Chegada ao ponto de partida (S) do eixo da ferramenta

Com a chegada ao ponto de partida, (S) o eixo da ferramenta é deslocado na profundidade de trabalho.

Em caso de perigo de colisão:

Fazer a chegada do ponto de partida separadamente no eixo da ferramenta.

Exemplo: L X ... Y ... Posicionamento X/Y
L Z-10 Posicionamento Z

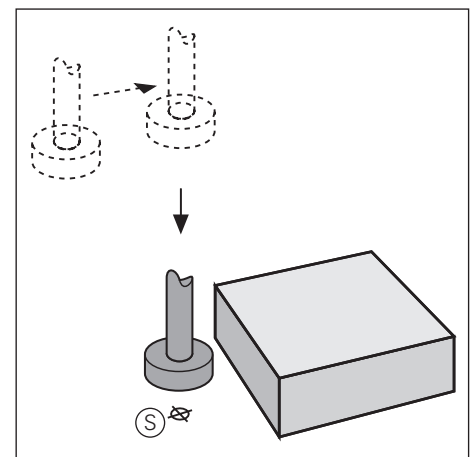


Fig. 6.5: Deslocação separada da ferramenta em caso de perigo de colisão

Ponto final

Para o ponto final são válidas também as seguintes condições

- Chegada possível sem colisão
- Situar-se perto do último ponto de contorno
- Evitar-se danos na peça e na ferramenta

O ponto final ideal (E) situa-se, também, no prolongamento da trajectória da ferramenta. O ponto final pode situar-se na área não tracejada e é alcançado sem correcção do raio.

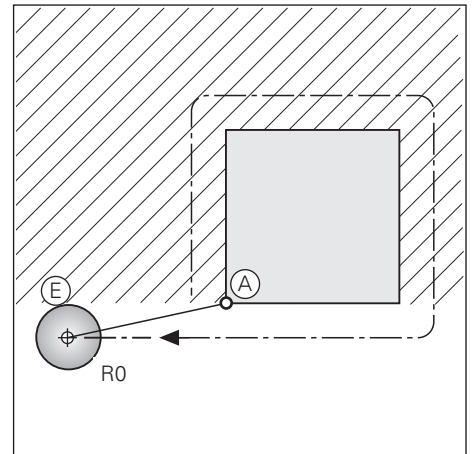


Fig. 6.6: Ponto final (E) de uma maquinação

Abandonar o ponto final do eixo da ferramenta

Faz-se em separado a chegada ao eixo da ferramenta para abandonar o ponto final.

Exemplo: L X ... Y ... R0 Chegada ao ponto final
L Z+50 Libertar ferramenta

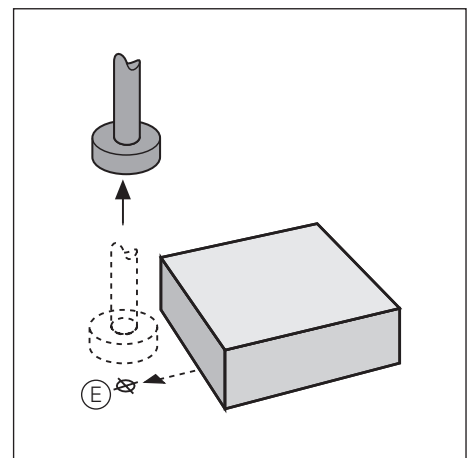


Fig. 6.7: Deslocação em separado do eixo da ferramenta

Ponto de partida e ponto final comum

Dentro da área não tracejada das figuras, pode-se determinar um ponto de partida e ponto final (SE) comum.

O ponto de partida e o ponto final comum ideal situa-se exactamente entre os prolongamentos das trajectórias da ferramenta para a maquinação do primeiro e último elemento de contorno.

A chegada a um ponto de partida e ponto final comum faz-se sem correcção do raio.

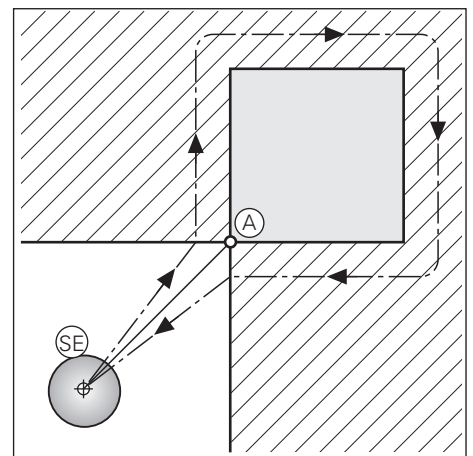


Fig. 6.8: Ponto de partida e ponto final comum

Chegada e saída suaves

Com a função RND, faz-se a chegada e a saída do eléctrodo na peça de forma tangencial.

Ponto de partida e ponto final

O ponto de partida (S) e o ponto final (E) da maquinação situam-se fora da peça, perto do primeiro ou do último elemento de contorno.

A trajectória da ferramenta para o ponto de partida e ponto final programa-se sem correcção do raio.

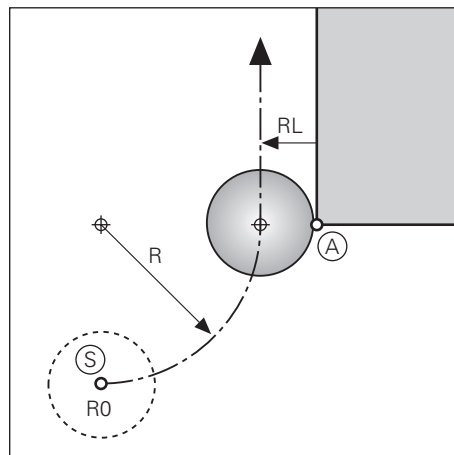


Fig. 6.9: Entrada suave no contorno

Introdução

A função RND introduz-se nas seguintes posições do programa:

- Na chegada, por detrás da frase onde está programado o primeiro ponto de contorno. Esta é a primeira frase com correcção do raio RL/RR.
- Na saída, por detrás da frase onde está programado o último ponto de contorno. Esta é a última frase com correcção do raio RL/RR.

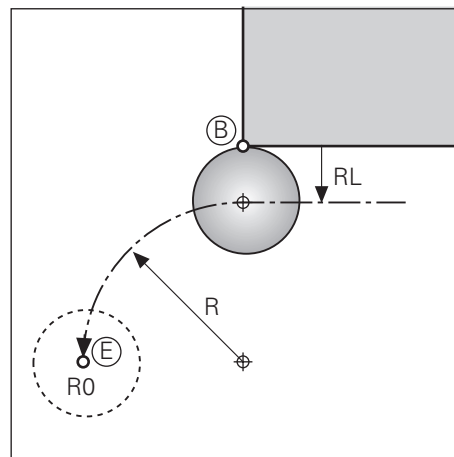


Fig. 6.10: Saída suave do contorno

Esquema do programa

```

.
.
.
L   X ... Y ... R0 ..... Ponto de partida (S)
L   X ... Y ... RL ..... Primeiro ponto de contorno (A)
RNDR ... ..... Entrada suave
.
.
.
Elementos de contorno
.
.
.
L   X ... Y ... RL ..... Último ponto de contorno (B)
RNDR ..... Saída suave
L   X ... Y ... R0 ..... Ponto final (E)

```



O raio na função RND tem que ser seleccionado de forma a que a trajectória circular possa executar-se entre o ponto de partida ou ponto final e os pontos de contorno.

6.3 Funções de trajectória

Generalidades

Introdução no programa de maquinação

É preciso introduzir as medidas exactas no programa de maquinação. As coordenadas programam-se de forma absoluta ou incremental. Geralmente, programam-se as coordenadas do ponto final de um dos elementos do contorno. O TNC determina automaticamente o percurso do eléctrodo pelos seus dados e pela correcção do raio.

Deslocação dos eixos programados da máquina

O TNC desloca ao mesmo tempo todos os eixos da máquina, programados numa frase NC.

Movimentos paralelos a um eixo

O eléctrodo desloca-se paralelamente ao eixo da máquina programado.

Número de eixos programados na frase NC : 1

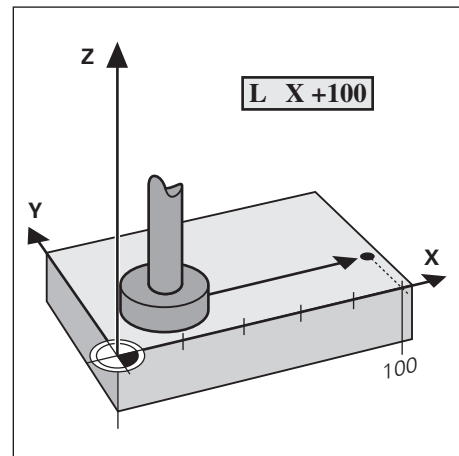


Fig. 6.11: Movimento paralelo a um eixo

Movimentos nos planos principais

O eléctrodo desloca-se num plano segundo uma recta ou uma trajectória circular à posição programada.

Número de eixos programados na frase NC: 2

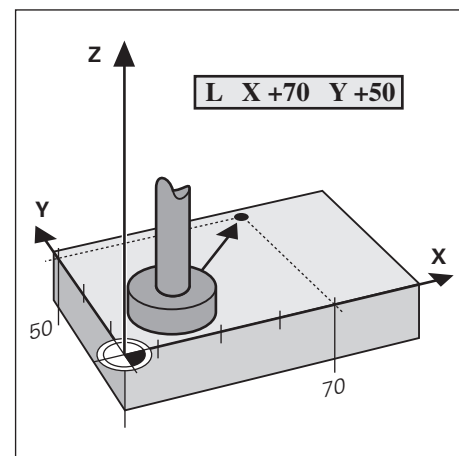


Fig. 6.12: Movimento num plano principal (plano X-Y)

Movimento de três eixos da máquina (movimento 3D)

O eléctrodo desloca-se segundo uma recta para a posição programada.
Quantidade de eixos programados na frase NC: 3
Caso especial: numa hélice sobrepõem-se um movimento circular no plano e um movimento linear.

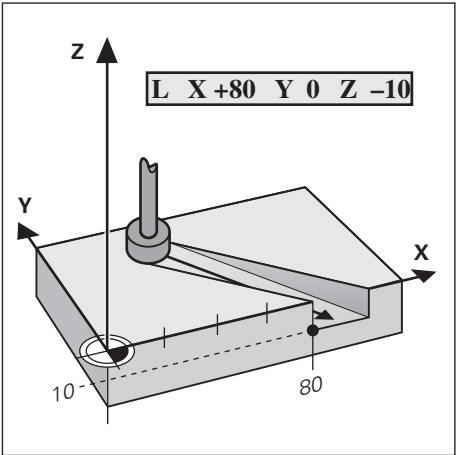


Fig. 6.13: Movimento tridimensional

Resumo das funções de trajectória

Com as teclas de função de trajectória, determina-se a forma do elemento de contorno e abre-se o diálogo em texto claro.

Função	Tecla	Movimento da ferramenta
Recta L ingl.: L ine		Recta
Chanfrar CHF ingl.: CH am F er		Chanfrar entre duas rectas
Ponto central do círculo CC; ingl.: C ircle C enter		Coordenadas do ponto central do círculo ou pólo
Arco de círculo C ingl.: C ircle		Traject.circ.em redor ponto central círculo CC em direcção ponto final arco círculo
Arco de círculo CR ingl.: C ircle by R adius		Trajectória circular com raio determinado
Arco de círculo CT ingl.: C ircle T angential		Trajectória circular tangente ao elemento anterior do contorno
Arredondamento de esquinas RND ingl.: Rou NDing of Corner		Trajectória circular tangente ao elemento anterior e posterior do contorno

6.4 Movimentos de trajectória – coordenadas cartesianas

Recta L

Introduzem-se:

- Coordenadas do ponto final da recta (E)
- Se for necessário:
Correcção do raio, avanço, função auxiliar

O eléctrodo desloca-se segundo uma recta desde a sua posição actual para o ponto final da recta (E).
A posição de partida (S) alcança-se na frase anterior.

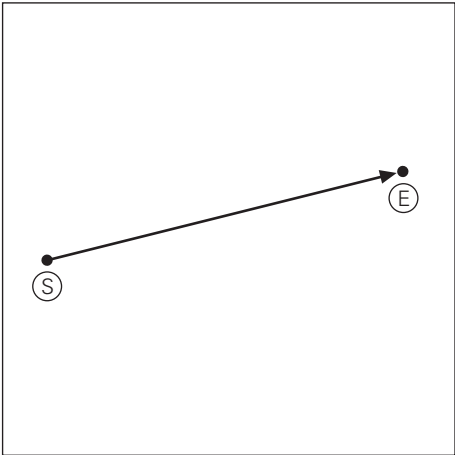


Fig. 6.14: Movimento linear

Programação de rectas



COORDENADAS?	
se necessário I p.ex. X p.ex. 5 0 se necessário -/+	Identificação como coordenadas relativas, p.ex. IX=50 mm Seleccionar eixo(tecla cor de laranja de selecção de eixo), p.ex. X Introduzir coordenada do ponto final da recta Coordenada negativa: premir uma vez a tecla -/+ , p.ex. IX=-50 mm
p.ex. Y ⋮ p.ex. Z	Introduzir todas as outras coordenadas do ponto final da recta
ENT	Depois da introdução de todas as coordenadas: finalizar o diálogo com ENT

⋮

⋮

CORRECÇ. RAIOS: RL/RR/NENHUMA CORRECÇ.	
R_L	Deslocar eléctrodo com o raio corrigido: à esquerda do contorno programado
R_R	Deslocar eléctrodo com o raio corrigido: à direita do contorno programado
ENT	Deslocar eléctrodo directamente sobre a recta em direcção ao ponto final

AVANÇO F = ? / F MAX = ENT	
p.ex. 1 0 0 ENT	Introduzir avanço do eléctrodo para executar a recta, p.ex. 100 mm/min
ENT	Seleccionar avanço do eléctrodo em marcha rápida, F = F MAX

FUNÇÃO AUXILIAR?	
p.ex. 8 ENT	Introduzir função auxiliar, p.ex. M8 (Enxaguamento LIGADO)

Frase NC: p.ex. L IX-50 Y+10 Z-20 RR F100 M8

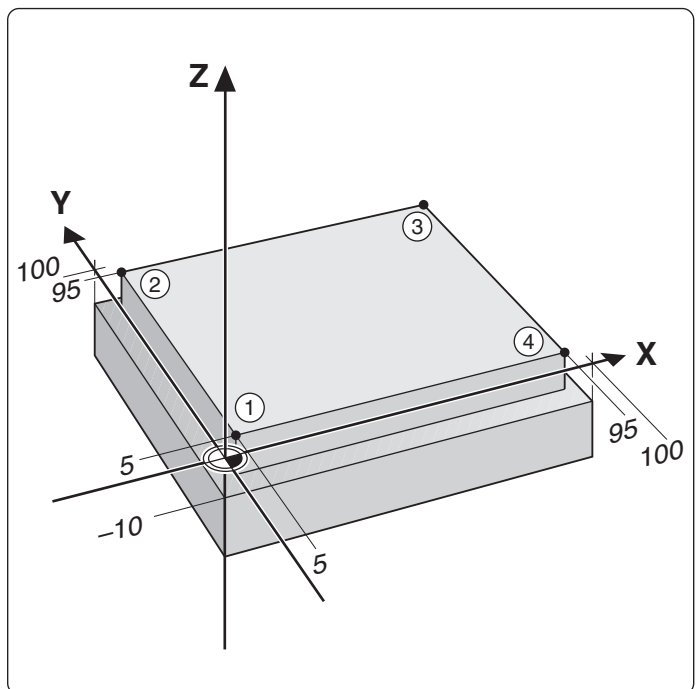
Exemplo: Erodir um quadrado

Coordenadas dos pontos de esquina:

- ① X = 5 mm Y = 5 mm
- ② X = 5 mm Y = 95 mm
- ③ X = 95 mm Y = 95 mm
- ④ X = 95 mm Y = 5 mm

Profundidade de erosão: $Z_E = -10$ mm

Faz-se a entrada e o abandono suave do contorno com a função RND.

**Programa de maquinação**

0	BEGIN PGM RECTÂNGULO MM	Início do programa; nome do programa RECTÂNGULO; unidade de medida em milímetros
1	BLKFORM0.1 ZX+0Y+0Z-20	
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Definição do bloco para simulação gráfica da maquinação (Ponto MIN e MAX)
3	CYCL DEF 1.0 GERADOR	Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB 1	Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 1
5	CYCL DEF 1.2 MAX=3 MIN=3	Determinar um nível de potência, p.ex. 3
6	TOOLDEF 1 L+0 R+5	Definição do eléctrodo no programa;
7	TOOL CALL 1 Z U+1	Chamada do eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdimensão 1 mm
8	L Z+100 R0 F MAX	Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida; troca de eléctrodo
9	L X-10 Y-10 F MAX	Posicionamento prévio em X e Y; marcha rápida
10	LZ-10 FMAX	Deslocação para a profundidade de trabalho
11	LX+5 Y+5 RL M36	Chegada ao primeiro ponto de contorno - ponto da esquina ① - chegada com correcção do raio; Erosão LIGADA
12	RND R10	Aproximação suave
13	L Y+95	Chegada ao segundo ponto de contorno - ponto da esquina ②. Todas as dimensões que permanecem iguais relativamente à frase 11, não precisam de ser outra vez programadas
14	L X+95	Chegada ao terceiro ponto de contorno - ponto da esquina ③ -
15	L Y+5	Chegada ao quarto ponto de contorno - ponto da esquina ④ -
16	L X+5 Y+5	Acabar a maquinação: Nova chegada ao primeiro ponto de contorno
17	RND R10	Distanciamento suavemente
18	L X-10 Y-10 R0 M37	Deslocação no plano de maquinação; erosão DESLIGADA
19	LZ+100 FMAX	Deslocar eléctrodo para a distância de segurança; marcha rápida
20	ENDPGM RECTÂNGULO MM	Fim do programa

Chanfrar

Utiliza-se o chanfre nas esquinas do contorno produzidas pela intersecção de duas rectas.

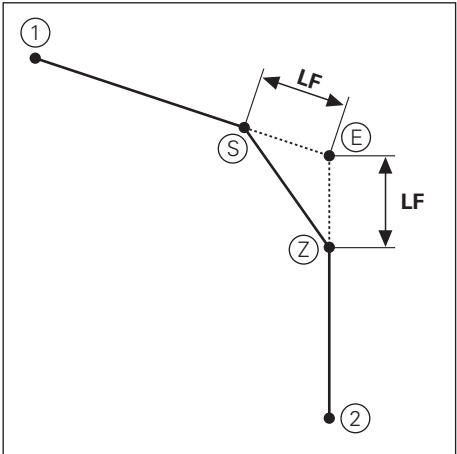


Fig. 6.15: Chanfrar de S para Z

Introduz-se a longitude L da projecção do chanfre.

Condições:

- Nas frases antes e depois da frase de chanfre, programam-se as duas coordenadas do plano no qual se efectua o chanfre.
- A correcção do raio antes e depois da frase de chanfre tem que ser igual.
- O chanfre tem que efectuar-se com o eléctrodo actual.

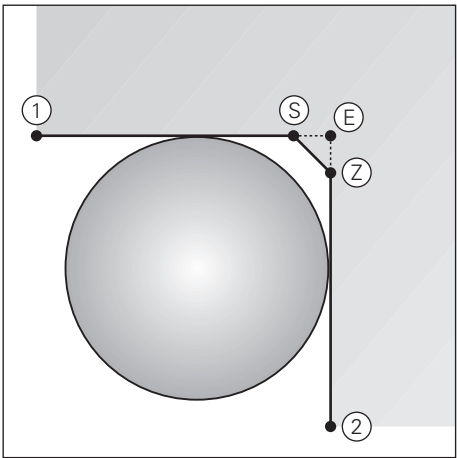


Fig. 6.16: Raio da ferramenta demasiado grande



- O contorno não deve começar com uma frase de chanfre.
- Um chanfre efectua-se apenas no plano de maquinação.
- O avanço para o chanfre é o mesmo que foi programado anteriormente.
- O ponto da esquina E não se maquina.

Programação do chanfre

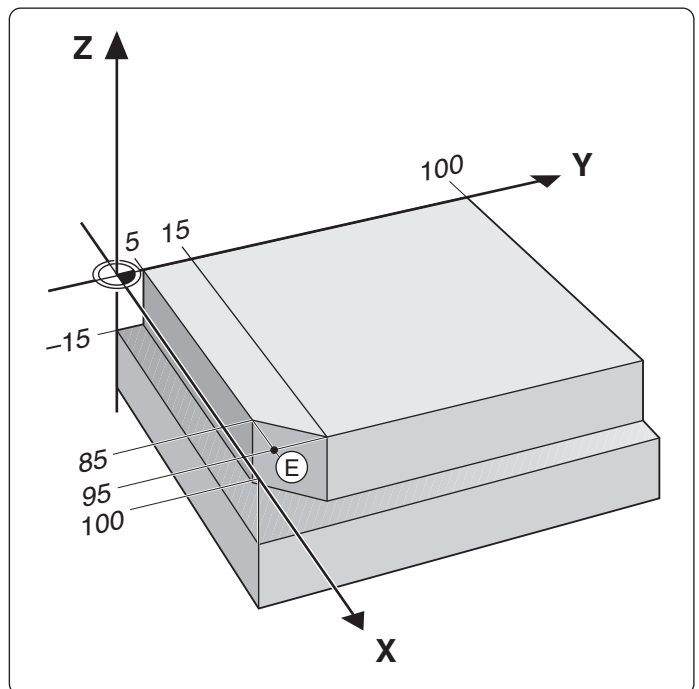
	Seleccionar função de trajectória „Recta“
COORDENADAS?	
p.ex. 5 ENT	Introduzir a longitude do chanfre, p.ex. 5 mm

Frase NC: z. B. L5

Exemplo: Maquinação da esquina com chanfre

Coordenadas do ponto da esquina:

Ⓔ X = 95 mm Y = 5 mm
 Longitude do chanfre: LF = 10 mm
 Profundidade de erosão: Z_E = -15 mm
 Raio do eléctrodo: R = +10 mm



Programa de maquinação

0	BEGIN PGM CHANFRAR MM	Início do programa
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Bloco ponto MIN
2	BLK FORM X+100 Y+100 Z+0	Bloco ponto MAX
3	CYCL DEF 1.0 GERADOR	Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB 1	Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 1
5	CYCL DEF 1.2 MAX=3 MIN=3	Determinar um nível de potência, p.ex. 3
6	TOOL DEF 1 L+0 R+10	Definição do eléctrodo no programa;
7	TOOL CALL 1 Z U+1	Chamada do eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdimensão 1 mm
8	L Z+100 R0 F MAX	Deslocação no eixo aproximação; marcha rápida; troca de eléctrodo
9	L X-10 Y-10 F MAX	Posicionamento prévio em X e Y; marcha rápida
10	L Z-15 F MAX	Deslocação para a profundidade de trabalho
11	L X+0 Y+5 RR M36	Chegada ao primeiro ponto de contorno com correcção do raio (RR) ; Erosão LIGADA
12	L X+95 Y+5	Programar a primeira recta para esquina Ⓔ
13	L 10	Frase de chanfre: chanfrar com LF = são inseridos 10 mm
14	L X+95 Y+100	Programar a segunda recta para esquina Ⓔ
15	L X+110 Y+110 R0 F MAX M37	Deslocação de eléctrodo em X e Y ; erosão DESLIGADA
16	L Z +100 F MAX	Deslocação de eléctrodo em Z
17	END PGM CHANFRAR MM	

Círculos e Arcos de círculo – Generalidades

Para os movimentos circulares, o TNC desloca simultaneamente dois eixos da máquina (podem também ser eixos adicionais U,V ou W) de forma a que o eléctrodo se mova em direcção à peça sobre uma trajectória circular.

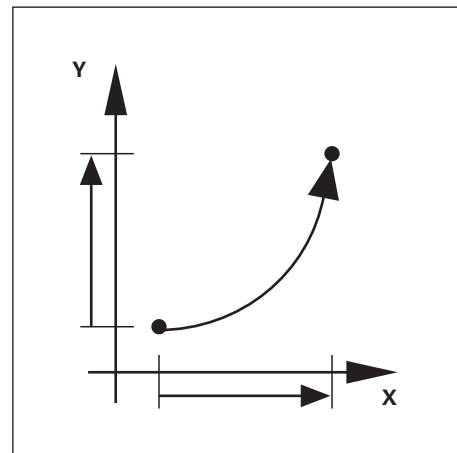


Fig. 6.17: Trajectória circular

Ponto central do círculo CC

Para os movimentos circulares, pode-se introduzir em redor ponto central do círculo CC.

Este ponto é ao mesmo tempo o pólo para a introdução de coordenadas polares.

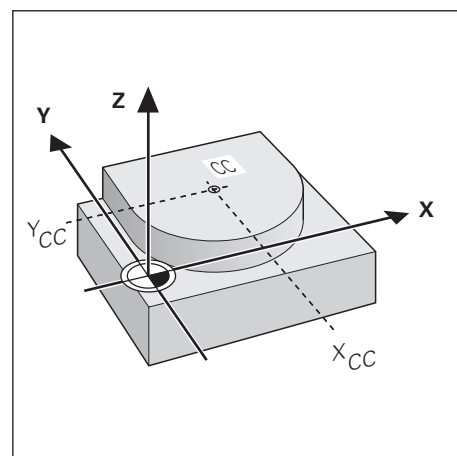


Fig. 6.18: Coordenadas do ponto central do círculo

Sentido de rotação DR

Para os movimentos circulares sem união tangencial a outros elementos do contorno, introduz-se o sentido de rotação matemático DR desses movimentos:

- Rotação em sentido horário: sentido de rotação negativo (DR-)
- Rotação em sentido anti-horário: sentido de rotação positivo (DR+)

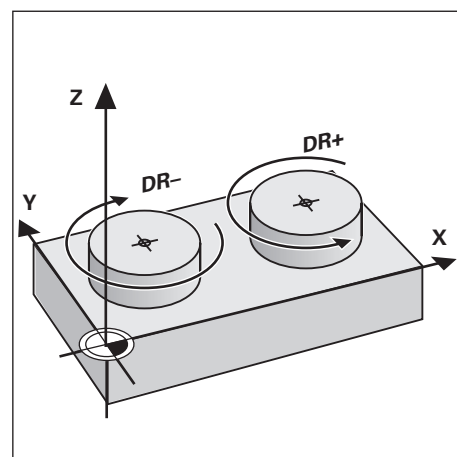


Fig. 6.19: Sentido de rotação para movimentos circulares

Correcção de raio nas trajetórias circulares

A correcção de raio não pode começar com a frase duma trajetória circular. Deve ser activada previamente numa frase linear (frase L).

Círculos nos planos principais

Com as funções de trajetória circular, os círculos são directamente programados nos planos principais. O plano principal define-se através da determinação do eixo do eléctrodo, durante a chamada do eléctrodo (TOOL CALL).

Eixo da ferramenta	Plano principal
Z	XY (UV, XV, UY)
Y	ZX (WU, ZU, WX)
X	YZ (VW, YW, VZ)

Fig. 6.20: O eixo da ferramenta determina os planos principais para as trajetórias circulares



Os círculos que não estiverem paralelos a em redor plano principal, programam-se com parâmetros Q. Ver Capítulo 8.

Ponto central do círculo CC

O ponto central do círculo CC determina-se para as trajetórias que tenham sido programadas com a tecla de função C.
O ponto central do círculo define-se da seguinte forma:

- Introdução directa das coordenadas cartesianas do ponto central do círculo ou
- Aceitação da última posição programada ou
- Aceitação da posição real

Quando se programa uma frase CC sem coordenadas, a última posição programada aceita-se como CC.

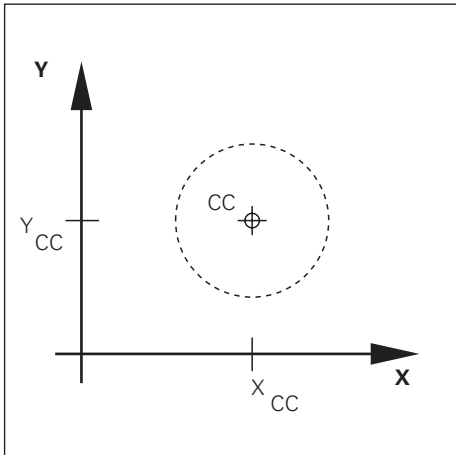


Fig. 6.21: Ponto central do círculo CC

Validade da determinação do ponto central do círculo

A definição do ponto central do círculo é válida até se determinar em redor novo ponto central.

Introduzir CC em incremental

Quando se introduz a coordenada do ponto central do círculo em incremental, aquela refere-se à última posição programada do eléctrodo.

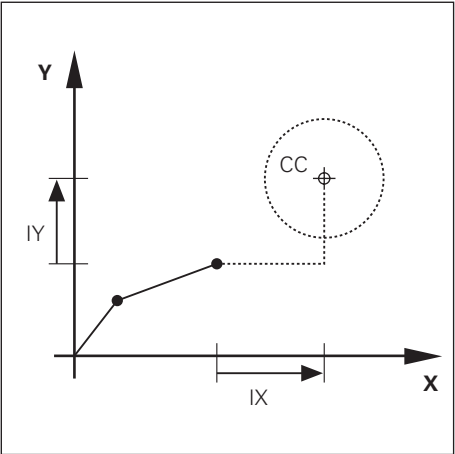


Fig. 6.22: Coordenadas incrementais do ponto central do círculo



- O ponto central do círculo CC é também o pólo para as coordenadas polares.
- Com CC, caracteriza-se uma posição como ponto central do círculo. O eléctrodo não se desloca para esta posição.

Programação do ponto central do círculo (pólo)

CC

►

COORDENADAS?	
p.ex. X p.ex. 2 0 ENT	Seleccionar o eixo de coordenadas, p.ex. X Introduzir sobre este eixo a coordenada do ponto central do círculo , p.ex. X=20 mm
p.ex. Y p.ex. 1 0 -/+ ENT	Seleccionar segundo eixo de coordenadas, p.ex. Y Introduzir coordenada do ponto central do círculo, p.ex. Y=-10 mm

Frase NC p.ex. CC X+20 Y-10

Trajectória circular C em redor do ponto central do círculo CC

Condições

O ponto central do círculo CC deverá estar previamente definido no programa.

O eléctrodo encontra-se no ponto de partida do círculo. (S)

Trajectória circular em correcção de eléctrodo activada (ciclo 3)

Se introduzir uma correcção do eléctrodo com o ciclo 3 DEF. FERRAMEN-
TA, você tem também que rodar em arcos de círculo o eléctrodo **em
sincronia angular**. Para um semicírculo, você tem, p.ex., de rodar o eixo
C de forma incremental em 180°.

Introdução

- Ponto final do arco de círculo
- Eventualmente uma coordenada linear adicional, p.ex. C
- Sentido de rotação DR



Tanto o ponto de partida como o ponto final do movimento circular devem situar-se sobre a trajectória circular. Tolerância de introdução: até 0,016 mm (seleccionável com MP 7431)

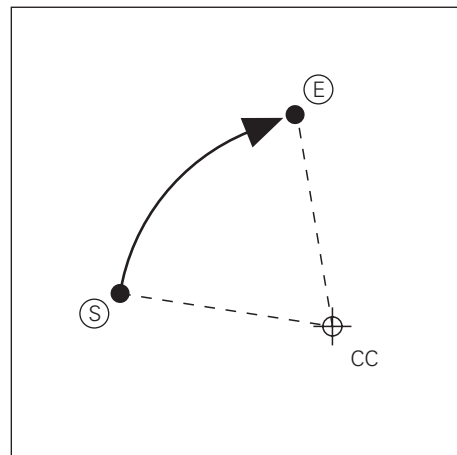


Fig. 6.23: Trajectória circular de (S) a (E) referente a CC

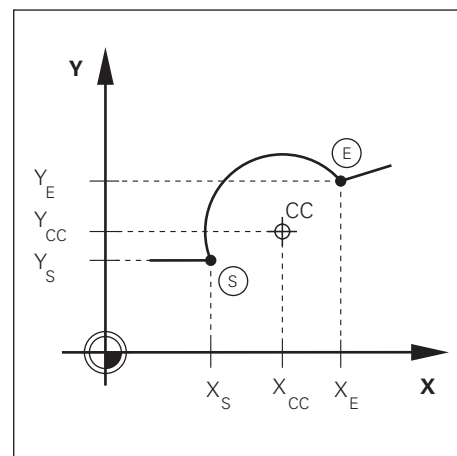


Fig. 6.24: Coordenadas de uma trajectória circular

- Para realizar um círculo completo na frase C, programa-se como ponto final o ponto de partida da trajectória circular.

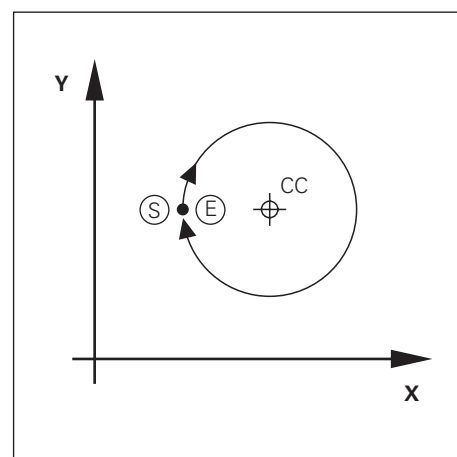


Fig. 6.25: Círculo completo com CC e uma frase C

Programação de um arco de círculo C referente ao ponto central do círculo CC**PONTO FINAL DO CÍRCULO: 1.COORDENADA ?**p.ex. **I** **X** **5**p.ex. **Y** **-/+** **5****ENT**

Introduzir a primeira coordenada do ponto final do arco de círculo, p.ex. IX=5 mm

PONTO FINAL DO CÍRCULO: Introduzir a 2ª coordenada, p.ex. Y=-5 mm

Finalizar a introdução de coordenadas

ROTAÇÃO NO SENTIDO DOS PONTEIROS DO RELÓGIO: DR-?1 x **-/+** ou 2 x **-/+****ENT**

Seleccionar arco de círculo com sentido de rotação negativo (DR-) ou positivo (DR+)

Se necessário, introduzir:

- Correção de raio
- Avanço
- Função auxiliar

Frase NC: p.ex. C IX+5 Y-5 DR-

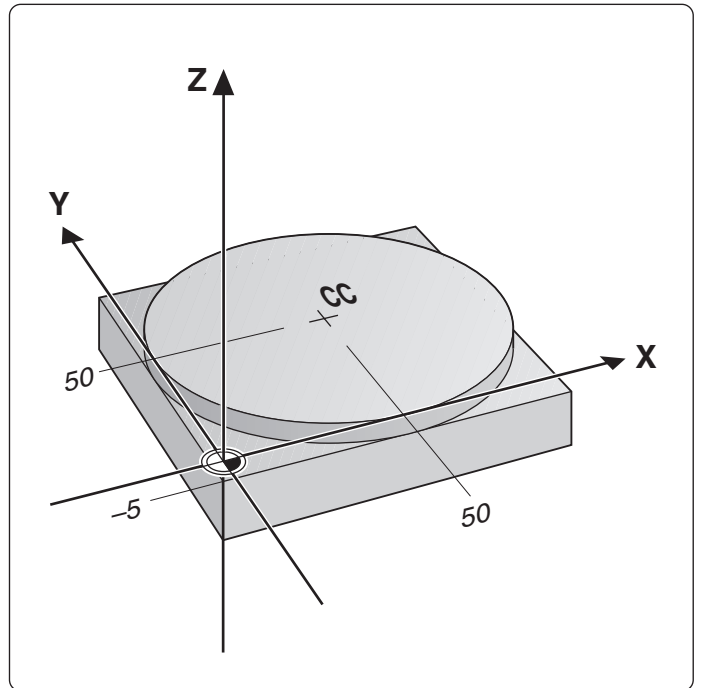
Exemplo: Erodir círculo completo com uma frase

Ponto central do círculo CC: X = 50 mm
Y = 50 mm

Princípio e fim do arco de círculo C: X = 50 mm
Y = 0 mm

Profundidade de erosão: Z_E = -5 mm

Raio do eléctrodo: R = 15 mm



Programa de maquinação

0	BEGIN CÍRCULO MM	Arranque do programa
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Definição do bloco
3	CYCL DEF 1.0 GERADOR	Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB 5	Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 5
5	CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6	Determinar um nível de potência, p.ex. 6
6	TOOL DEF 6 L+0 R+15	Definição do eléctrodo no programa
7	TOOL CALL 6 Z U+1,5	Chamada do eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdimensão 1,5 mm
8	CC X+50 Y+50	Coordenadas do ponto central do círculo CC
9	L Z+100 R0 F MAX	Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida; troca de eléctrodo
10	L X+50 Y-40 F MAX	Posicionamento prévio em X e Y; marcha rápida
11	LZ-5FMAX	Deslocação na profundidade de trabalho
12	L X+50 Y+0 RL M36	Aproximação ao primeiro ponto do contorno com correcção de raio; erosão LIGADA
13	RND R10	Aproximação suave
14	C X+50 Y+0 DR-	Erodir o arco de círculo C em redor do ponto central do círculo CC ; coordenadas do ponto final X = +50 mm e Y = 0; sentido de rotação negativo
15	RND R10	Distanciamento suave
16	L X+50 Y-40 R0 F MAX M37	Deslocação no plano de maquinação; erosão DESLIGADA
17	L Z +100 F MAX	Deslocar o eléctrodo na distância de segurança; marcha rápida
18	END PGM CÍRCULO MM	

Trajectória circular CR com um raio determinado

O eléctrodo desloca-se segundo uma trajectória circular com o raio R.

Introduções

- Coordenadas do ponto final do arco de círculo
- Raio R do arco de círculo
- Sentido de rotação DR

Trajectória circular com correcção do eléctrodo activada (ciclo 3)

Se introduzir uma correcção do eléctrodo com o ciclo 3 DEF. FERRAMENTA, você tem também que rodar em arcos de círculo o eléctrodo **em sincronia angular**. Para um semicírculo, você tem, p.ex., de rodar o eixo C de forma incremental em 180°.

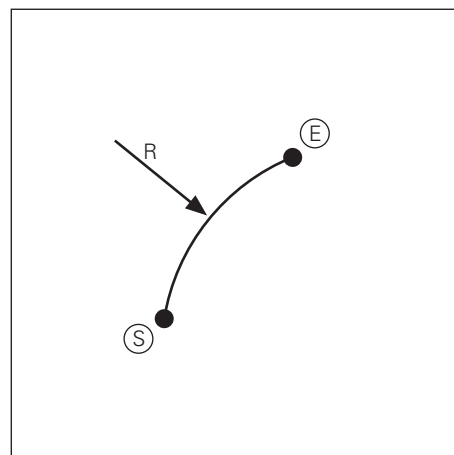


Fig. 6.26: Trajectória circular desde (S) a (E) com raio R

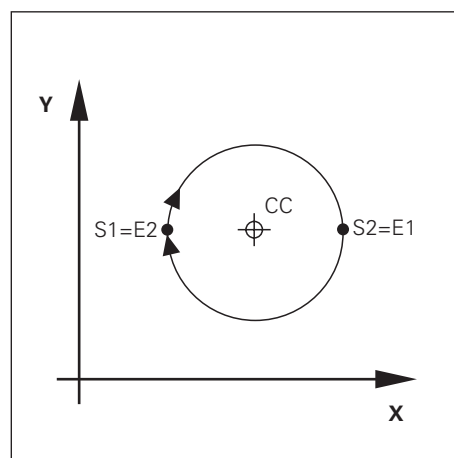


Fig. 6.27: Círculo completo com duas frases CR

Ângulo central CCA e raio R do arco de círculo

O ponto de partida e o ponto final no contorno unem-se através de quatro arcos de círculo diferentes com o mesmo raio. Os arcos de círculo diferenciam-se em longitude e curvatura.

Arco de círculo maior: $CCA > 180^\circ$ (o arco de círculo é mais comprido do que o semicírculo)

Introdução: Raio R com sinal negativo ($R < 0$).

Arco de círculo menor: $CCA < 180^\circ$ (o arco de círculo é mais curto do que o semicírculo)

Introdução: Raio R com sinal positivo ($R > 0$).

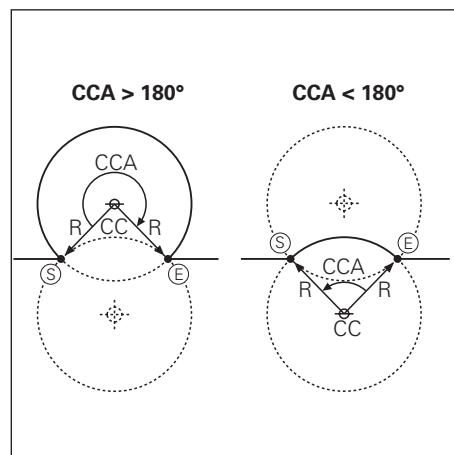


Fig. 6.28: Arcos de círculo para ângulo central maior e menor que 180°



- Para se efectuar um círculo completo, devem programar-se duas frases CR sucessivas.
- A distância entre o ponto de partida e o ponto final do arco de círculo não pode ser superior ao diâmetro do círculo.
- O raio máximo pode ser 99,999 m.
- É permitida a introdução de eixos angulares (A, B, C).

Curvatura e sentido de rotação do contorno DR

Através do sentido de rotação determina-se se o arco de círculo é:

- convexo (curvado para fora) ou

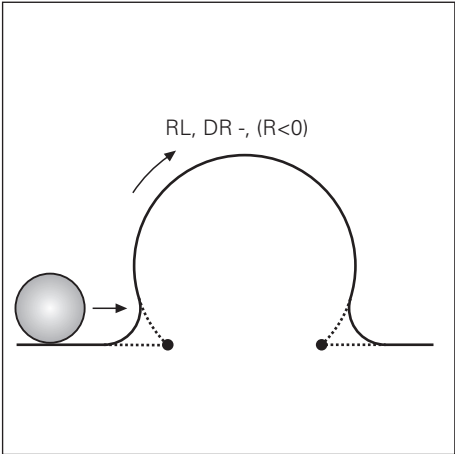


Fig. 6.29: Arco convexo numa trajectória circular

- côncavo (curvado para dentro).

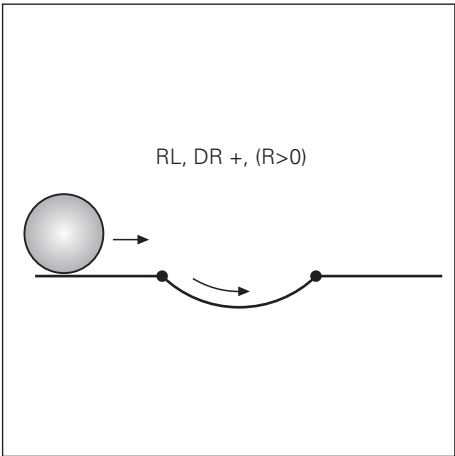


Fig. 6.30: Arco côncavo numa trajectória circular

Programação dum arco de círculo segundo um raio determinado

CR

COORDENADAS

p.ex. X 1 0

Y 2 ENT

Introduzir as coordenadas do ponto final do arco de círculo, p.ex. X=10 mm, Y=2 mm

RAIO DO CÍRCULO (SINAL)?

p.ex. 5 -/+ ENT

Introduzir o raio do arco de círculo, p.ex. R=5 mm e determinar o tamanho do arco de círculo com o sinal (p.ex. -)

ROTAÇÃO NO SENTIDO DOS PONTEIROS DO RELÓGIO:DR-?

1x -/+ ou 2x -/+ ENT

Seleccionar o arco de círculo com sentido de rotação negativo (DR-) ou positivo (DR+)

Se necessário, introduzir:

- Correção de raio
- Avanço
- Função auxiliar

Frase NC: p.ex. CR X+10 Y+2 R-5 DR- RL

Exemplo: Erosão de um semicírculo na peça

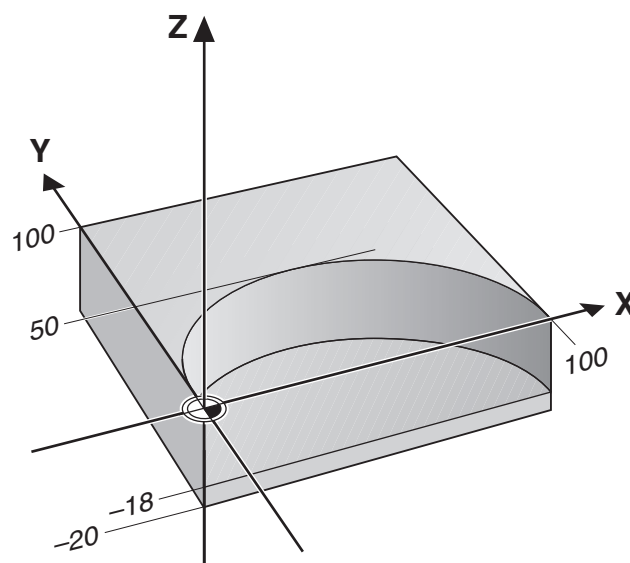
Raio do semicírculo: $R = 50 \text{ mm}$

Coordenadas do princípio
do arco de círculo: $X = 0$
 $Y = 0$

Coordenadas do
final do arco de círculo: $X = 100 \text{ mm}$
 $Y = 0$

Raio do eléctrodo: $R = 25 \text{ mm}$

Profundidade de erosão: $Z_E = -18 \text{ mm}$

**Programa de maquinação**

0	BEGIN PGM RAIO MM	Arranque do programa
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Definir bloco
3	CYCL DEF 1.0 GERADOR	Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB 5	Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 5
5	CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6	Determinar um nível de potência, p.ex. 6
6	TOOL DEF 6 L+0 R+15	Definição do eléctrodo no programa
7	TOOL CALL 6 Z U+1,5	Chamada do eléctrodo no eixo de aprox. Z; subdimensão 1,5 mm
8	L Z+100 R0 F MAX	Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida; troca de eléctrodo
9	L X+25 Y-30 F MAX	Posicionamento prévio em X e Y; marcha rápida
10	L Z-18 F MAX	Deslocação na profundidade de trabalho
11	L X+0 Y+0 RR M36	Chegada ao primeiro ponto do contorno com correcção de raio; erosão LIGADA
12	CR X+100 Y+0 R50 DR-	Erodir o arco de círculo CR em direcção ao ponto final X = 100 mm, Y = 0; raio R = 50 mm, sentido de rotação negativo
13	L X+70 Y-30 R0 F MAX M37	Deslocação no plano de maquinação; Erosão DESLIGADA
14	L Z+100 F MAX	Deslocar eléctrodo à distância de segurança; marcha rápida
15	END PGM RAIO MM	Retirar a ferramenta e finalizar o programa

Trajectória circular CT tangente

O eléctrodo desloca-se segundo um arco de círculo, tangente ao elemento do contorno anteriormente programado.

Uma trajectória é tangente quando na secção dos elementos do contorno não se produz nenhum ponto de inflexão, de forma a que os elementos do contorno se sucedam uns aos outros regularmente.

Trajectória circular com correcção de eléctrodo activada (ciclo 3)

Se introduzir uma correcção do eléctrodo com o ciclo 3 DEF. FERRAMENTA, você tem também que rodar em arcos de círculo o eléctrodo **em sincronia angular**. Para um semicírculo, você tem, p.ex., de rodar o eixo C de forma incremental em 180°.

Introdução

- Coordenadas do ponto final do arco de círculo
- Eventualmente coordenada linear adicional, p.ex. C

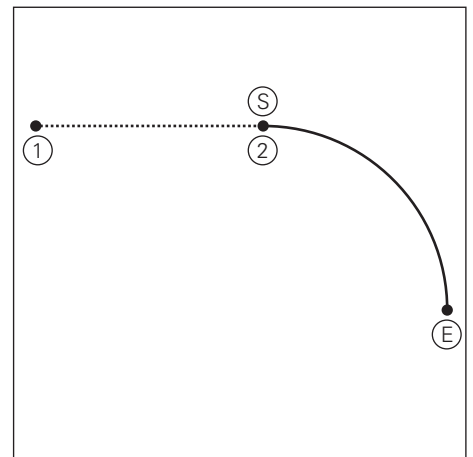


Fig. 6.31: Trajectória ① tangente ② à recta S E

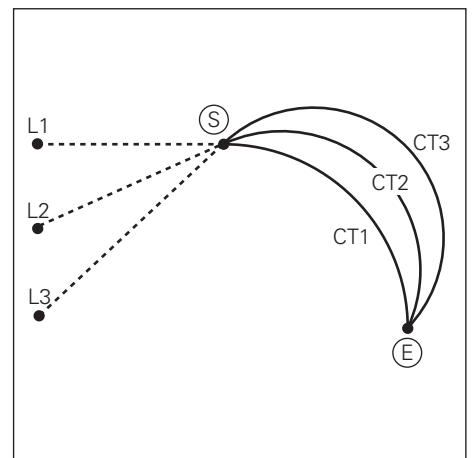


Fig. 6.32: As trajectórias circulares tangentes dependem do elemento do contorno anteriormente programado

Condições

- A peça do contorno à qual se une o arco de círculo tangencialmente com CT programa-se directamente antes da Frase CT.
- No programa, antes da frase CT, há pelo menos duas Frases de posicionamento, que definem a peça do contorno à qual está unido o arco de círculo.



Na frase CT e na frase de posicionamento precedente, devem programar-se as duas coordenadas do plano em que se realiza o arco de círculo.

Programação duma trajectória circular tangente CT**PONTO FINAL DO CÍRCULO: 1. COORDENADA ?**

p.ex. **I** **X** **5** **0**

I **Y** **-/+** **1** **0**

ENT

Introduzir coordenadas do ponto final do arco de círculo,
p.ex. IX = 50 mm, IY = -10 mm

Finalizar introdução de coordenadas.

Se necessário, introduzir:

- Correção do raio
- Avanço
- Função auxiliar

Frase NC p.ex. CT IX+50 IY-10 RR

Exemplo: Erodir arco de círculo tangente a uma recta

Coordenadas da
intersecção
recta-arco de círculo:

X = 10 mm
Y = 40 mm

Coordenadas do
ponto final do arco de círculo:

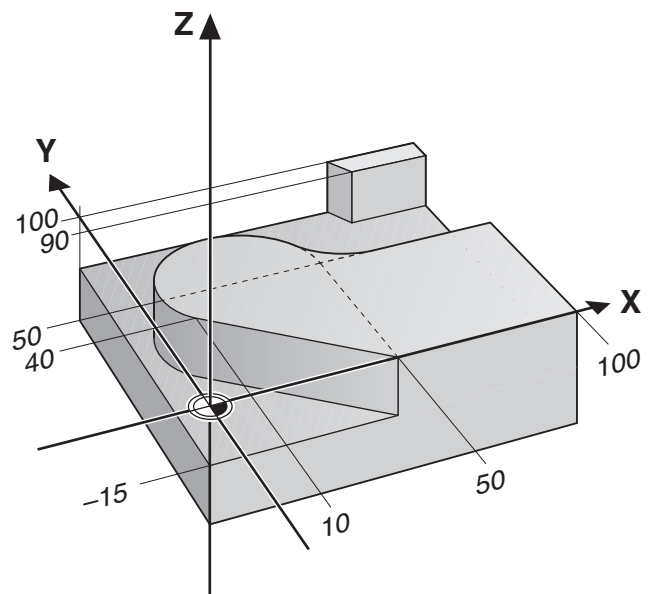
X = 50 mm
Y = 50 mm

Profundidade de erosão:

Z_E = -15 mm

Raio do eléctrodo:

R = 20 mm

**Programa de maquinação**

```

0 BEGIN PGM TANGENTE MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 ..... Definir bloco
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR ..... Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 5 ..... Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 5
5 CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6 ..... Determinar um nível de potência, p.ex. 6
6 TOOL DEF 6 L+0 R+20 ..... Definição do eléctrodo no programa
7 TOOL CALL 6 Z U+1,5 ..... Chamada eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdimensão 1,5 mm
8 L Z+100 R0 F MAX ..... Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida; troca de eléctrodo
9 L X+30 Y-30 F MAX ..... Posicionamento prévio em X e Y; marcha rápida
10 L Z-15 F MAX ..... Deslocação na profundidade de trabalho
11 L X+50 Y+0 RL M36 ..... Chegada ao primeiro ponto do contorno com correcção de raio;
erosão LIGADA
12 L X+10 Y+40 ..... Recta à que se une tangencialmente o arco de círculo
13 CT X+50 Y+50 ..... Arco de círculo para o ponto final com as coordenadas X = 50
mm e Y = 50 mm; une-se tangencialmente à recta
14 L X+100 ..... Acabamento do contorno
15 L X+130 Y+70 R0 F MAX M37 ..... Deslocação no plano de maquinação; erosão DESLIGADA
16 L Z+100 F MAX ..... Deslocar eléctrodo na distância de segurança; marcha rápida
17 END PGM TANGENTE MM

```

Arredondamento de esquinas RND

O eléctrodo desloca-se segundo uma trajetória circular tangente ao elemento do contorno anterior e posterior.

Com a função RND, arredondam-se as esquinas do contorno.

Introdução

- Raio do arco de círculo
- Avanço para RND

Condição

O círculo de arredondamento poderá realizar-se com o eléctrodo actual.

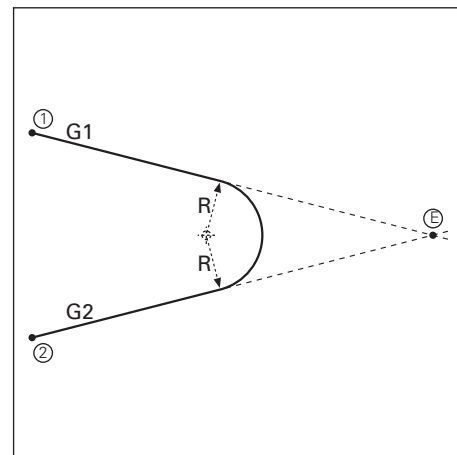


Fig. 6.33: Raio de arredondamento R entre G1 e G2



- Tanto na frase de posicionamento anterior como posterior devem estar as duas coordenadas do plano em que se executa o arco de círculo.
- O ponto da esquina (E) não se maquina.
- O avanço programado na frase RND só actua nessa frase. depois de executar-se a frase RND, actua de novo o avanço programado antes da frase.
- Uma frase RND também pode programar-se para a chegada suave ao contorno.

Programação duma trajetória circular tangencial entre dois elementos do contorno



RAIO DE ARREDONDAMENTO R?

p.ex. **1 0** **ENT**

Introduzir raio de arredondamento, p.ex. R = 10 mm

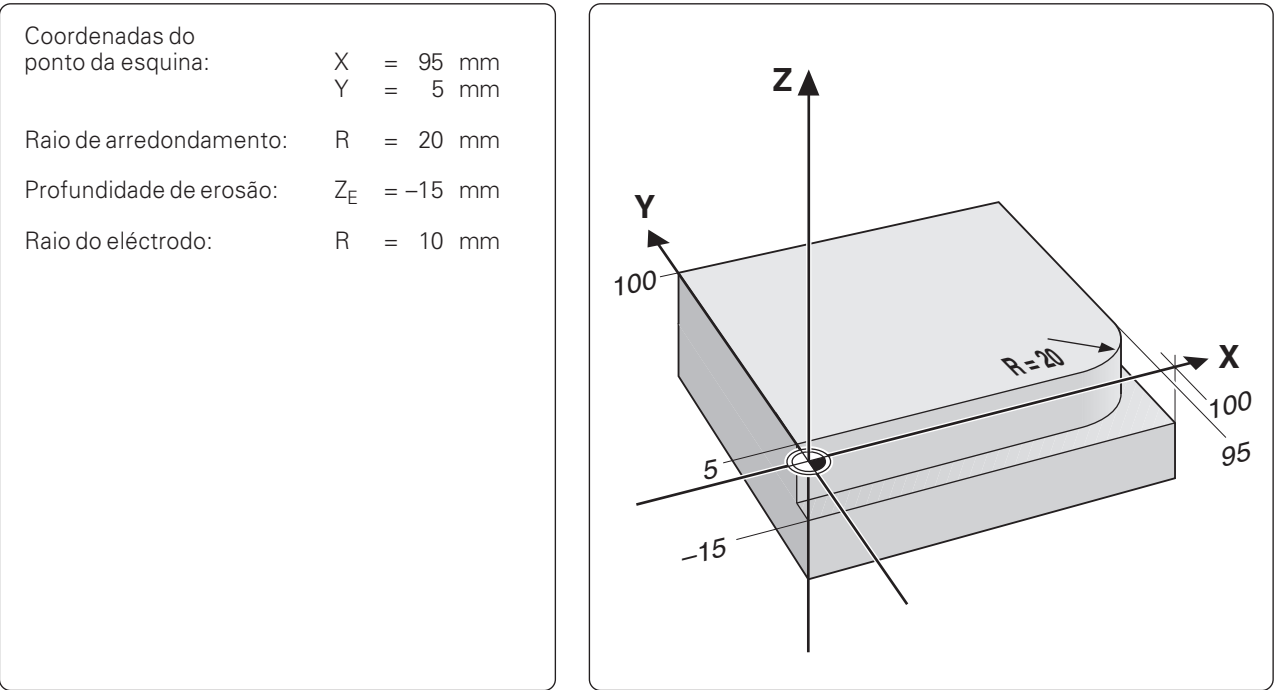
AVANÇO? F =

p.ex. **1 0 0**
ENT

Introduzir avanço para raio de arredondamento, p.ex. F = 100 mm/min

Frase NC: p.ex. RND R 10 F 100

Exemplo: Arredondamento de esquina



Programa de maquinação	
0	BEGIN PGM ARREDONDAMENTO MM
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 Definir bloco
3	CYCL DEF 1.0 GERADOR Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB 5 Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 5
5	CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6 Determinar um nível de potência, p.ex. 6
6	TOOL DEF 6 L+0 R+10 Definição do eléctrodo no programa
7	TOOL CALL 6 Z U+1,5 Chamada do eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdimensão 1,5 mm
8	L Z+100 R0 F MAX Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida; troca de eléctrodo
9	L X-10 Y-5 F MAX Posicionamento prévio em X e Y; marcha rápida
10	L Z-15 F MAX Deslocação na profundidade de trabalho
11	L X+0 Y+5 RR M36 Chegada ao primeiro ponto do contorno com correcção de raio; Erosão LIGADA
12	L X+95 Programação da primeira recta da esquina
13	RND R20 Em vez duma esquina efectua-se um círculo de transição com raio R = 20 mm entre os elementos do contorno
14	L Y+100 Programação da segunda recta da esquina
15	L X+120 Y+120 R0 F MAX M37 Deslocação no plano de maquinação; Erosão DESLIGADA
16	L Z+100 F MAX Deslocação do eléctrodo na distância de segurança; marcha rápida
17	END PGM ARREDONDAMENTO MM

6.5 Movimentos de trajectória – Coordenadas polares

As coordenadas polares aplicam-se em:

- Posições sobre arcos de círculo
- Planos de peças com indicações angulares

As coordenadas polares são explicadas na secção „Noções básicas”.

As indicações de coordenadas polares caracterizam-se com um P.

Origem das coordenadas polares: Pólo CC

O pólo define-se numa posição qualquer do programa, antes de se indicar as posições através de coordenadas polares. O pólo determina-se numa frase CC como ponto central do círculo através das suas coordenadas no sistema de coordenadas cartesianas.

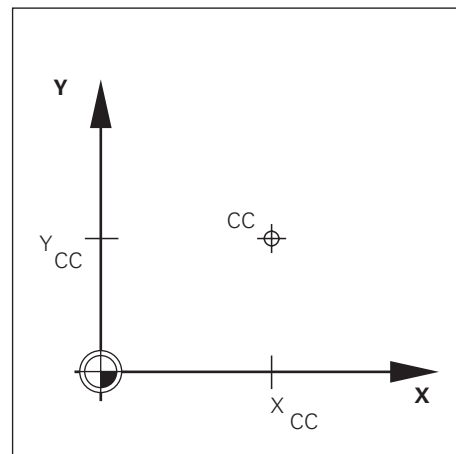


Fig. 6.34: O pólo coincide com CC

Recta LP

- Para o ângulo PA, pode-se introduzir valores de -360° a $+360^\circ$.
- O sinal de PA determina-se mediante o eixo de referência angular:
 - ângulo do eixo de referência angular referente a PR em sentido anti-horário: $PA > 0$
 - Ângulo do eixo de referência angular referente a PR em sentido horário: $PA < 0$

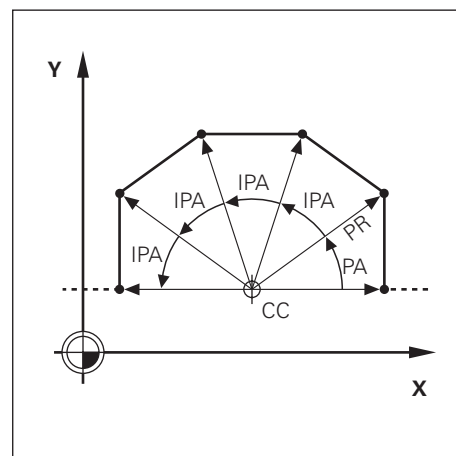


Fig. 6.35: Traçado do contorno composto de rectas com coordenadas polares

**COORDENADAS?****P**

Seleccionar as coordenadas polares

RAIO DAS COORDENADAS POLARES PR?

p.ex.

5

ENT

Introduzir o raio do pólo no ponto final da recta, p.ex. PR = 5 mm

ÂNGULO DAS COORDENADAS POLARES PA?

p.ex.

3**0**

ENT

Introduzir ângulo do eixo de referência angular e PR, p.ex. PA = 30°

Se necessário, introduzir:

Correcção de raio R

Avanço F

Função auxiliar M

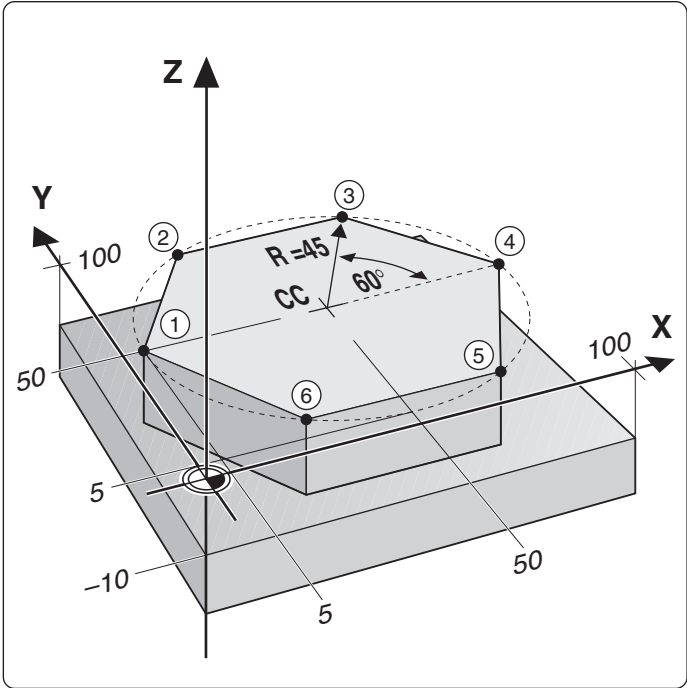
Frase NC p.ex.: LP PR+5 PA+30

Exemplo: Erodir um hexágono

Coordenadas do ponto da esquina:

①	PA = 180°	PR = 45 mm
②	PA = 120°	PR = 45 mm
③	PA = 60°	PR = 45 mm
④	PA = 0°	PR = 45 mm
⑤	PA = 300°	PR = 45 mm
⑥	PA = 240°	PR = 45 mm

Profundidade de erosão: $Z_E = -10$ mm
Raio do eléctrodo: $R = 5$ mm



Programa de maquinação

0	BEGIN PGM HEXÁGONO MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Definir bloco
3	CYCL DEF 1.0 GERADOR	Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB 5	Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 5
5	CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6	Determinar um nível de potência, p.ex. 6
6	TOOL DEF 6 L+0 R+5	Definição do eléctrodo no programa
7	TOOL CALL 6 Z U+1,5	Chamada eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdimensão 1,5 mm
8	CC X+50 Y+50	Coordenadas do pólo
9	L Z+100 R0 F MAX	Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida; troca de eléctrodo
10	L PR+60 PA-190 R0 F MAX	Posicionamento prévio em X e Y; marcha rápida
11	L Z-10 F MAX	Deslocação na profundidade de trabalho
12	LP PR+45 PA+180 RL M36	Chegada ao primeiro ponto do contorno - Ponto da esquina ① - com correcção de raio; erosão LIGADA
13	LP PA+120	} Pontos da esquina ② até ⑥ e finalização da maquinação outra vez em ①; Programação absoluta e incremental
14	LP PA+60	
15	LP PA-60	
16	LP PA-60	
17	LP PA+240	
18	LP PA+180	
19	LP PR+60 PA+170 R0 F MAX M37	Deslocação no plano de maquinação; erosão DESLIGADA
20	L Z+100 F MAX	Deslocação do eléctrodo na distância de segurança; marcha rápida
21	END PGM HEXÁGONO MM	

Trajectória circular CP em redor de pólo CC

O raio das coordenadas polares é também o raio do arco de círculo, e determina-se através da distância entre o ponto de partida **S** e o PÓLO **CC**.

Introdução

- Ângulo das coordenadas polares PA para ponto final do arco de círculo
- Eventualmente uma ou duas coordenadas lineares adicionais, p.ex. C e Z
- Sentido de rotação DR



- Quando se trata de valores incrementais, introduz-se o mesmo sinal para DR e PA.
- Para PA, pode-se introduzir valores de -5400° a +5400°.

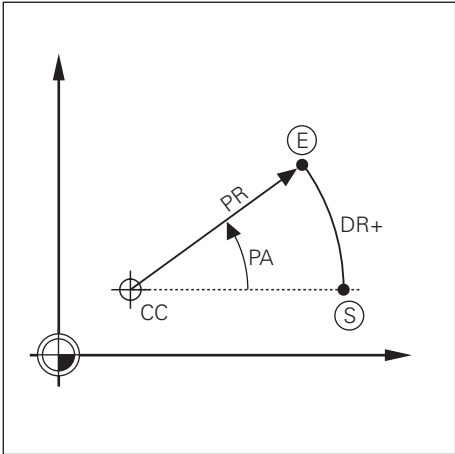


Fig. 6.36: Trajectória circular em redor de um pólo

Trajectória circular em correcção de eléctrodo activada (ciclo 3)

Se introduzir uma correcção do eléctrodo com o ciclo 3 DEF. FERRAMENTA, você tem também que rodar em arcos de círculo o eléctrodo**em sincronia angular**. Para um semicírculo, você tem, p.ex., de rodar o eixo C de forma incremental em 180°.

PONTO FINAL DO CÍRCULO: 1. COORDENADA ?

P

Seleccionar as coordenadas polares

ÂNGULO DAS COORDENADAS POLARES PA?

p.ex. 10 ENT

Introduzir o ângulo para ponto final do arco de círculo, p.ex. PA = 10°

ROTAÇÃO NO SENTIDO DOS PONTEIROS DO RELÓGIO: DR-?

-/+ ENT

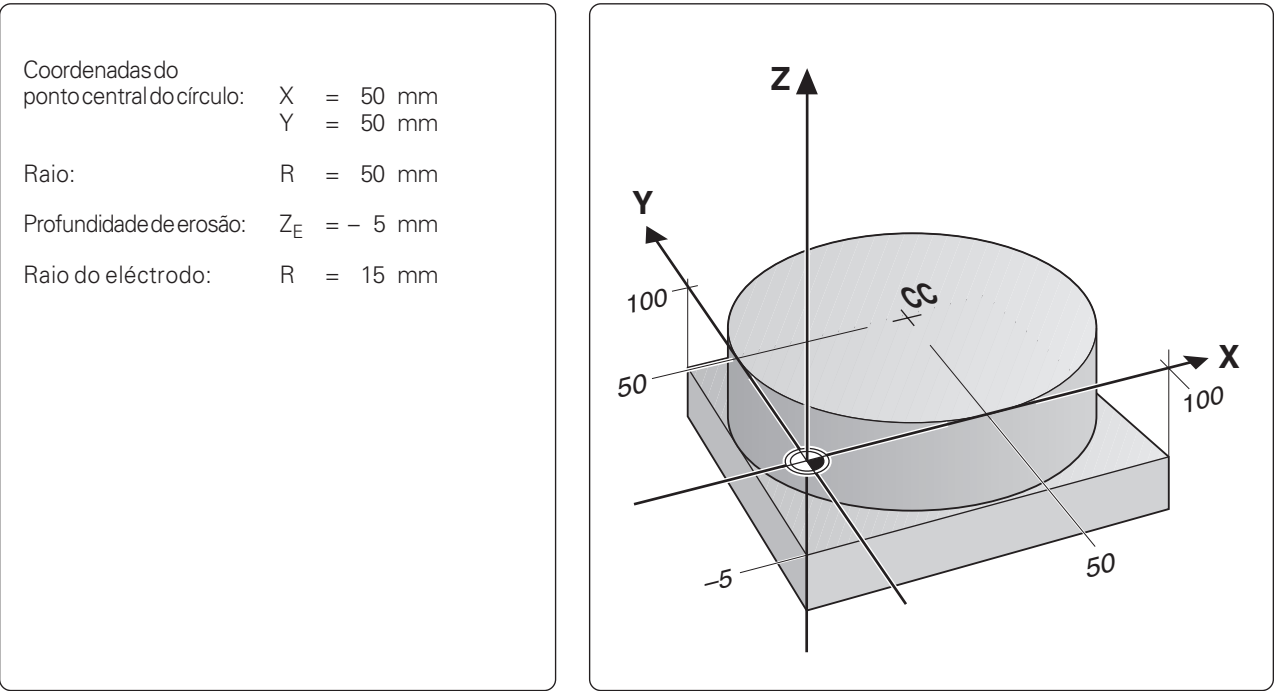
Determinar o sentido de rotação para o movimento do eléctrodo, p.ex. - para rotação no sentido dos ponteiros do relógio

Se necessário, introduzir:

- Correcção de raio R
- Avanço F
- Função auxiliar M

Frase NC p.ex.: CP PA+10 DR-

Exemplo: Erodir um círculo completo



Programa de maquinação	
0	BEGIN PGM PONTOCÍRC MM
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 Definir bloco
3	CYCL DEF 1.0 GERADOR Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB 5 Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 5
5	CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6 Determinar um nível de potência, p.ex. 6
6	TOOL DEF 6 L+0 R+15 Definição do eléctrodo no programa
7	TOOL CALL 6 Z U+1,5 Chamada do eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdimensão 1,5 mm
8	CC X+50 Y+50 Coordenadas do pólo
9	L Z+100 R0 F MAX Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida; troca de eléctrodo
10	L PR+70 PA+280 R0 F MAX Posicionamento prévio em X e Y; marcha rápida
11	L Z-5 F MAX Deslocação na profundidade de trabalho
12	LP PR+50 PA-90 RL M36 Chegada ao primeiro ponto do contorno - ponto da esquina ① - com correcção de raio; erosão LIGADA
13	RND R10 Chegada suave
14	CP PA+270 DR- Círculo ao ponto final PA = 270°, sentido de rotação negativo
15	RND R10 Saída suave
16	LP PR+70 PA-110 R0 F MAX M37 Deslocação no plano de maquinação; erosão DESLIGADA
17	L Z+100 F MAX Deslocação do eléctrodo na distância de segurança; marcha rápida
18	END PGM PONTOCÍRC MM

Trajectória circular CTP tangente

O eléctrodo desloca-se segundo uma trajectória circular, tangente ao (em ②) elemento do contorno anterior (① até ②).

Introdução:

- Ângulo das coordenadas polares PA do ponto final do arco de círculo (E)
- Raio das coordenadas polares PR do ponto final do arco de círculo (E)
- Eventualmente coordenada linear adicional, p.ex. C

Trajectória circular em correcção de eléctrodo activada (ciclo 3)

Se introduzir uma correcção do eléctrodo com o ciclo 3 DEF. FERRAMEN-
TA, você tem também que rodar em arcos de círculo o eléctrodo **em
sincronia angular**. Para um semicírculo, você tem, p.ex., de rodar o eixo
C de forma incremental em 180°.

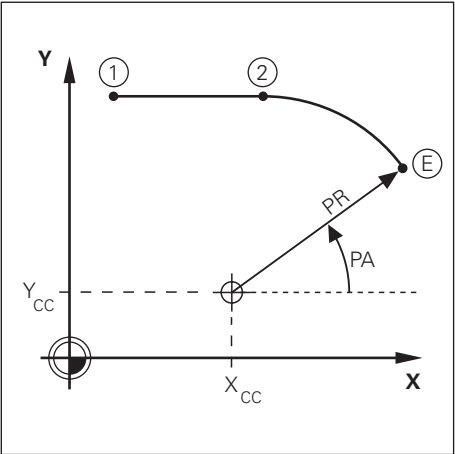


Fig. 6.37: Trajectória circular tangente em redor de um pólo



- Os pontos de transição devem determinar-se exactamente.
- O pólo não é o ponto central do círculo do contorno.



PONTO FINAL DO CÍRCULO: 1. COORDENADA ?

P

Seleccionar as coordenadas polares

RAIO DAS COORDENADAS POLARES PR?

1

0

ENT

Introduzir a distância do ponto final do arco de círculo ao pólo,
p.ex. PR=10 mm

ÂNGULO DAS COORDENADAS POLARES PA ?

8

0

ENT

Introduzir o ângulo do eixo de referência angular a PR, p.ex. PA = 80°

Se necessário, introduzir:

Correcção de raio R
Avanço F
Função auxiliar M

Frase NC: p.ex. CTP PR +10 PA +80

Hélice

Quando o eléctrodo se desloca sobre uma hélice, sobrepõe-se à trajectória circular no plano principal uma recta perpendicular ao referido plano.

A hélice só pode programar-se em coordenadas polares.

Aplicações

- Roscar no interior e exterior com grandes diâmetros
- Ranhuras de lubrificação

Introdução

- Ângulo incremental total, que percorre o eléctrodo sobre a hélice
- Altura total da hélice

Introdução do ânnulo

O ângulo em coordenadas polares incrementais IPA determina-se da seguinte forma:

IPA = n · 360°.

n = número de passos do eléctrodo sobre a hélice

IPA pode ter um valor de -5400° a +5400° (corresponde a n = 15).

Introdução da altura

A altura H da hélice introduz-se em relação ao eixo do eléctrodo. A altura determina-se da seguinte forma:

H = n x P,

n = número dos passos de rosca

P = passo

Correcção de raio

A correcção de raio para a hélice introduz-se segundo se indica na tabela anexa.

Trajectória circular em correcção de eléctrodo activada (ciclo 3)

Se introduzir uma correcção do eléctrodo com o ciclo 3 DEF. FERRAMENTA, você tem também que rodar em arcos de círculo o eléctrodo **em sincronia angular**. Para um semicírculo, você tem, p.ex., de rodar o eixo C de forma incremental em 180°.

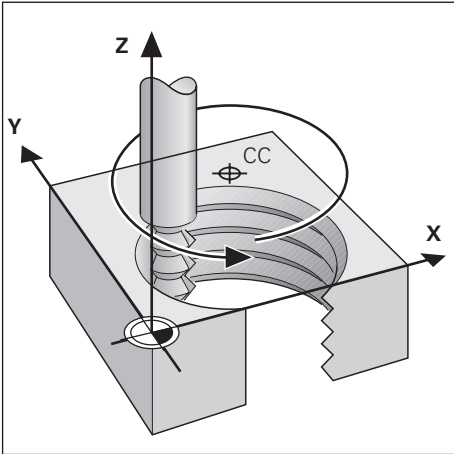


Fig. 6. 38: Hélice: superposição duma trajectória circular e uma recta

Roscar interior	Direcção	Rotação	Corr. raio
à direita	Z+	DR+	RL
à esquerda	Z+	DR-	RR
à direita	Z-	DR-	RR
à esquerda	Z-	DR+	RL
Roscar ext.			
à direita	Z+	DR+	RR
à esquerda	Z+	DR-	RL
à direita	Z-	DR-	RL
à esquerda	Z-	DR+	RR

Fig. 6.39: A forma da hélice determina o sentido de rotação e a correcção de raio

Programação duma hélice



COORDENADAS ?	
P	Seleccionar as coordenadas polares
▼	
ÂNGULO DAS COORDENADAS POLARES PA ?	
I	PA introduz-se em incremental
p.ex. 1 0 8 0	Introduzir o ângulo total que a ferramenta percorre sobre a hélice, p.ex. PA = 1080°
▼	
p.ex. Z	Introduzir o eixo do eléctrodo, p.ex. Z
▼	
COORDENADAS ?	
Se necessário I	Indicar a introdução da altura em incremental
p.ex. 5	Introduzir a altura da hélice, p.ex. H = Z = 5 mm
ENT	Introdução das coordenadas
▼	
ROTAÇÃO NO SENTIDO DOS PONTEIROS DO RELÓGIO: DR-?	
1 x -/+ ou 2 x -/+	Hélice em sentido horário: DR- ou em sentido anti-horário: DR+
ENT	
▼	
CORRECÇÃO DE RAIOS: RL/RR/SEM CORRECÇÃO?	
R^L ou R^R	Introduzir a correcção de raio segundo a tabela

Se necessário, introduzir:

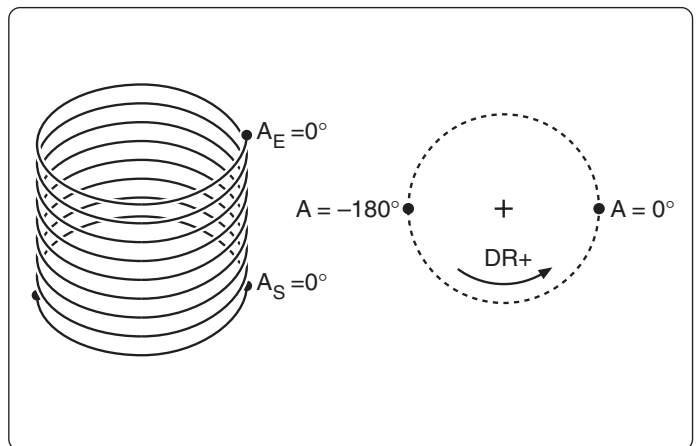
Avanço F

Função auxiliar M

Frase NC p.ex.: CP IPA-1080 IZ+5 DR-RL

Exemplo: Roscar**Indicações**

Roscar:
 Roscar no interior à direita M64 x 1,5
 Passo P: 1,5 mm
 Ângulo inicial A_S : 0°
 Ângulo final A_E : $360^\circ = 0^\circ$ bei $Z_E = 0$
 Número de passos n_S : 8
 Percurso sobreposto
 • no início de roscar n_S : 0,5
 • no final de roscar n_E : 0,5
 Número de passos: 1

**determinação dos valores de entrada**

- Altura total H: $H = P \cdot n$
 $P = 1,5 \text{ mm}$
 $n = n_G + n_S + n_E = 9$
 $H = 13,5 \text{ mm}$
- Ângulo de coordenadas polares incremental IPA: $IPA = n \cdot 360^\circ$
 $n = 9$ (ver altura total H)
 $IPA = 360^\circ \cdot 9 = 3240^\circ$
- Ângulo inicial A_S com percurso sobreposto n_S : $n_S = 0,5$
 O ângulo inicial da hélice diminui 180° ($n=1$ corresponde a 360°).
 Isto significa que a rotação se efectua em sentido de rotação positivo
 A_S com $n_S = A_S - 180^\circ = -180^\circ$
- Coordenada inicial: $Z = P \cdot (n_G + n_S)$
 $= -1,5 \cdot 8,5 \text{ mm}$
 $= -12,75 \text{ mm}$

Visto o roscar ser erodido a partir de baixo até $Z_E = 0$, Z_S é negativo.

Programa de maquinação

```

0 BEGIN PGM ROSCAR MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 ..... Definir bloco
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR ..... Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 5 ..... Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 5
5 CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6 ..... Determinar um nível de potência, p.ex. 6
6 TOOL DEF 6 L+0 R+5 ..... Definição do eléctrodo no programa
7 TOOL CALL 6 Z U+1,5 ..... Chamada do eléctrodo no eixo de aproximação Z;
  ..... subdimensão 1,5 mm
8 L Z+100 R0 F MAX ..... Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida; troca de
  ..... eléctrodo
9 L X+50 Y+50 R0 F MAX ..... Posicionamento prévio em X e Y; marcha rápida
10 CC ..... Aceitar a posição como pólo
11 L Z-12,75 F MAX ..... Deslocação na profundidade de trabalho
12 LP PR+32 PA-180 RL M36 ..... Chegada ao primeiro ponto do contorno - Ponto da esquina
  ..... ① - com correcção de raio; erosão LIGADA
13 CP IPA +3240 IZ+13,5 DR+
14 L X+50 Y+50 R0 F MAX M37 ..... Deslocação no plano de maquinação; erosão DESLIGADA
15 L Z+100 F MAX ..... Deslocação do eléctrodo na distância de segurança; marcha
  ..... rápida
16 END PGM ROSCAR MM
  
```

6.6
Funções auxiliares segundo o tipo de trajectória e Indicação de coordenadas

Com as seguintes funções auxiliares, pode-se modificar o comportamento standard do TNC em determinadas situações de maquinação:

- Maquinar pequenos degraus
- Maquinar esquinas de contornos abertos
- Introduzir coordenadas referentes ao zero máquina
- Retrocesso do eléctrodo no final da frase para o ponto inicial da frase

Maquinação de pequenos degraus: M97

Comportamento standard – sem M97

O TNC acrescenta um círculo de transição nas esquinas exteriores. Quando os escalões são demasiado pequenos, o eléctrodo danifica o seu contorno. O TNC interrompe por isso a execução do programa neste tipo de posições e emite o aviso de erro **RAIO DA FERRAMENTA DEMASIADO GRANDE**.

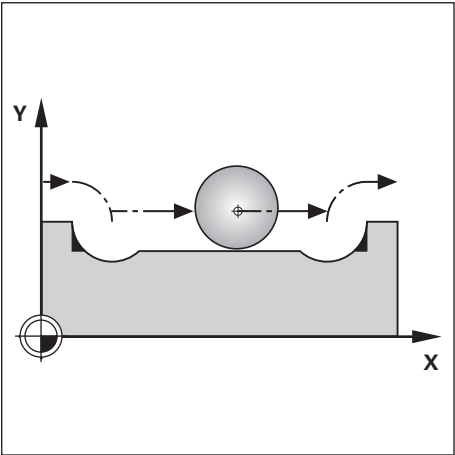


Fig. 6.40: Comportamento standard sem M97 se o TNC não emitisse aviso de erro

Maquinação de degraus – com M97

O TNC calcula um ponto de intersecção na trajectória (ver Fig. 6.41) para os elementos do contorno – como em esquinas interiores – e desloca a ferramenta para esse ponto. M97 é programado na frase em que se chega ao ponto da esquina exterior.

Tempo de actuação

A função auxiliar M97 actua apenas nas frases de programa em que se tenha programado.



A esquina do contorno não se machina por completo com M97. Ter-se-á eventualmente que maquinar posteriormente com um eléctrodo de raio mais pequeno.

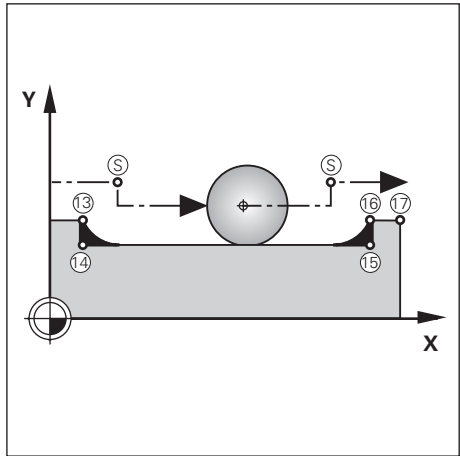


Fig. 6.41: Comportamento com M97

Esquema do programa

...	
5	TOOL DEF L ... R+20 Raio da ferramenta grande
...	
...	
13	L X ... Y ... R.. F.. M97 Chegada ao ponto do contorno 13 (ponto exterior)
14	L IY-0,5 ... R .. F.. Maquinação dum pequeno escalão de contorno 13-14
15	L IX+100 Chegada ao ponto do contorno 15
16	L IY+0,5 ... R .. F.. M97 Maquinação dum pequeno escalão 15-16 (ponto exterior)
17	L X .. Y Chegada ao ponto do contorno 17
...	
...	

Maquinação completa de contornos abertos: M98

Comportamento standard – sem M98

Nas ssquinas interiores, O TNC calcula o ponto de intersecção (S) das trajectórias do eléctrodo e desloca o eléctrodo a partir desse ponto na nova direcção.

Este tipo de comportamento provoca uma maquinação incompleta quando, na esquina, o contorno está aberto.

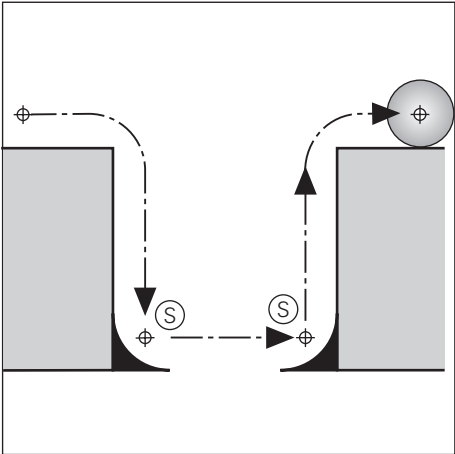


Fig. 6.42: Percursos sem M98

Maquinação completa de contornos abertos– com M98

Com a função auxiliar M98 o TNC desloca o eléctrodo o suficiente para que se maquinem todos os pontos do contorno.

Tempo de actuação

A função auxiliar M98 actua apenas nas frases de programa onde se tenha programado.

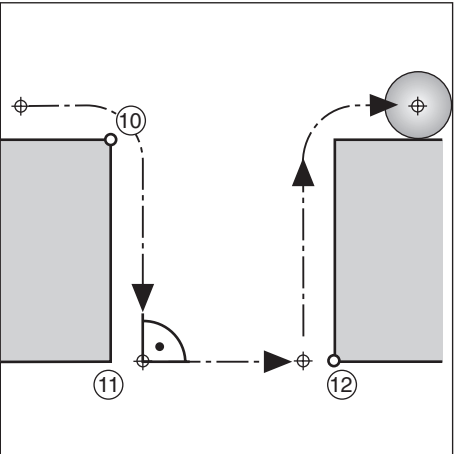


Fig. 6.43: Percursos com M98

Esquema do programa

```
...
...
10 L X ... Y ... RL F ..... Chegada ao ponto 10 do contorno
11 L X .. IY-.. ... M98 ..... Maquinação do ponto 11 do contorno
12 L IX + .. ..... Chegada ao ponto 12 do contorno
...
...
```

Programação de coordenadas referentes ao zero máquina M91/M92

Comportamento standard

As coordenadas referem-se ao ponto zero da peça (ver Capítulo 1).

Ponto zero da régua

Nas réguas existem uma ou várias marcas de referência. Uma marca de referência determina a posição do ponto zero da escala.

Quando a régua só tiver uma marca de referência, esta é o seu ponto zero. Se a régua tiver várias marcas de referência codificadas, determina-se, como sendo ponto zero, a marca de referência mais à esquerda (princípio do percurso).

Ponto zero da máquina – Função auxiliar M91

O ponto zero da máquina é necessário para os seguintes casos:

- Limitação de margens de percursos (fim de trajecto - interruptor de fim de curso de software)
- Chegada a posições memorizadas da máquina (p.ex. posição de troca de eléctrodo)
- Memorização do ponto de referência da peça

O ponto zero da máquina é idêntico ao ponto zero da escala.

Quando as coordenadas nas frases de posicionamento se referem ao ponto zero da máquina, nessas frases introduz-se a função auxiliar M91.

As coordenadas referentes ao ponto zero da máquina são visualizadas com REF.

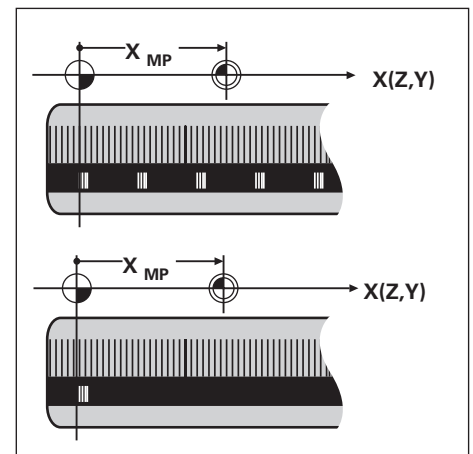


Fig. 6.44: Ponto zero $\odot$ da escala e da máquina $\bullet$ em réguas com uma ou várias marcas de referência

Ponto de referência da máquina – Função auxiliar M92

Para além do ponto zero da máquina, o fabricante pode determinar outra posição memorizada na máquina (ponto de referência da máquina).

O fabricante da máquina estabelece para cada eixo a distância do ponto de referência da máquina ao ponto zero da mesma.

Quando as coordenadas nas frases de posicionamento se referem ao ponto de referência da máquina, introduz-se a função auxiliar M92 nessas frases.



Quando se programam coordenadas com M91 ou M92, o TNC tem em conta os valores para a correcção do raio. O TNC não tem em conta a longitude do eléctrodo.

Ponto de referência da peça

A posição do ponto de referência para as coordenadas da peça é determinada no Modo de funcionamento FUNCIONAMENTO MANUAL (ver Capítulo 2). Para tal, introduzem-se directamente as coordenadas do ponto de referência para a maquinação.

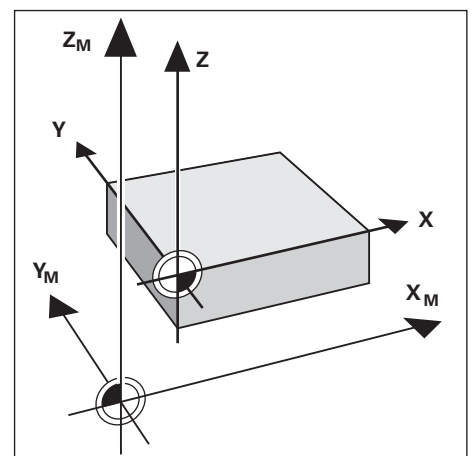


Fig. 6.45: Ponto zero da máquina $\odot$ e da peça $\bullet$

Regresso do eléctrodo no final da frase para o ponto inicial da frase: M93

Comportamento standard

O TNC executa as frases NC como programado.

Comportamento com M93

O TNC recua o eléctrodo no fim duma frase para o ponto de partida dessa frase. Isto aplica-se tanto em movimentos de recta como para movimentos circulares e de hélice.

M93 actua apenas frase a frase e apenas quando está activado M36 (erosão ligada).

6.7 Posicionamento com introdução manual

Para maquinações simples ou para posicionamento prévio exacto do eléctrodo, utiliza-se o modo de funcionamento POSICIONAMENTO COM INTRODUÇÃO MANUAL. Você pode assim introduzir e executar directamente um programa em diálogo claro. Também se podem definir e chamar os ciclos do TNC. O programa fica memorizado no ficheiro \$MDI.



- Não é possível chamar um programa qualquer com PGM CALL
- Não é possível chamar sub-programas ou fazer repetições parciais de programa com LBL CALL
- Ao executar uma frase TOOL CALL, tem que estar programada a respectiva definição de ferramenta TOOL DEF no ficheiro \$MDI
- Os posicionamentos incrementais referem-se sempre à posição actual do eléctrodo
- Não é permitida a programação da correcção dum raio (RL/RR)

Exemplo de aplicação

Posicionamento prévio do eléctrodo com frase de recta

- Comutar o modo de funcionamento



POSICIONAMENTO COM INTRODUÇÃO MANUAL

Seleccionar o modo de funcionamento POSICIONAMENTO COM INTRODUÇÃO MANUAL

- Programação e execução dum recta



COORDENADAS ?

- Introduzir as coordenadas do ponto final da recta
- Introduzir AVANÇO



Finalizar as introduções



Iniciar a frase de posicionamento

7 Sub-programas e repetições parciais dum programa

7.1 Sub-programas 7-2

Funcionamento	7-2
Indicações sobre a programação	7-2
Programação e chamada de sub-programas	7-3

7.2 Repetições parciais dum programa 7-5

Funcionamento	7-5
Indicações sobre a programação	7-5
Anulação do contador após uma interrupção	7-5
Programação e chamada duma repetição parcial do programa	7-5

7.3 Um programa qualquer como sub-programa 7-7

Funcionamento	7-7
Indicações sobre a programação	7-7
Chamada dum programa qualquer como sub-programa	7-7

7.4 Sobreposições 7-8

Profundidade de sobreposição	7-8
Sub-programa dentro de outro sub-programa	7-8
Repetir repetições parciais dum programa	7-9
Repetição dum sub-programa	7-10

7 Sub-programas e repetições parciais dum programa

Pode repetir-se a execução de passos de maquinação programados uma vez com sub-programas e repetições parciais dum programa.

Label

Os sub-programas e repetições parciais dum programa caracterizam-se através de LABEL (ingl.: marca, caracterização).

Os LABEL nomeiam-se com um número entre 0 e 254.

Cada Número LABEL (excepto 0) só pode ser atribuído uma vez por programa com LABEL SET.

LABEL 0 caracteriza o final dum sub-programa.

7.1 Sub-programas

Funcionamento

O programa (principal) executa-se até uma chamada dum sub-programa (frase com CALL LBL)(①).

Seguidamente, executa-se o sub-programa até ao seu final (LBL 0) (②).

O programa principal continua na frase que segue a chamada do sub-programa (③).

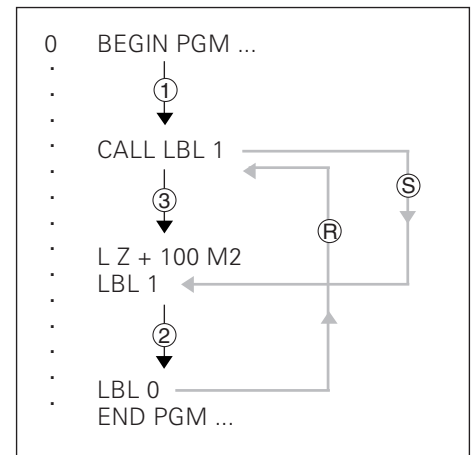


Fig. 7.1: Execução dum sub-programa; S = salto, R = retrocesso

Indicações sobre a programação

- Um programa principal pode conter até 254 sub-programas.
- Os sub-programas podem ser chamados tantas vezes quantas se pretender, e na sequência que se quiser.
- Um sub-programa não pode chamar-se a si próprio.
- Os sub-programas devem ser programados no final do programa principal (por detrás da frase com M2 ou M30).
- Se houver sub-programas dentro do programa antes da frase com M02 ou M30, estes executam-se sem chamada, pelo menos uma vez.

Programação e chamada de sub-programas

Caracterização do início

LBL SET	▶	NÚMERO LABEL?	
		p.ex. 5 ENT	O sub-programa começa p.ex. LABEL 5

Frase NC: p.ex. LBL 5

Caracterização do fim

Um sub-programa acaba sempre com o LABEL 0.

LBL SET	▶	NÚMERO LABEL?	
		0 ENT	Fim do sub-programa

Frase NC: LBL 0

Chamada do sub-programa

Um sub-programa é chamado com o seu NÚMERO LABEL.

LBL CALL	▶	NÚMERO LABEL?	
		p.ex. 5 ENT	Chama-se o sub-programa por detrás do LBL 5
▼			
		REPETIÇÃO REP?	
		NO ENT	Visto ser um sub-programa: nenhuma repetição

Frase NC: p.ex. CALL LBL 5



Não é permitido o comando CALL LBL 0 (que seria a chamada do fim do sub-programa).

Exemplo: Grupo de quatro ciclos de furar em três posições da peça

Coordenadas do primeiro ciclo de furar de cada grupo:

Grupo ① X = 15 mm Y = 10 mm

Grupo ② X = 45 mm Y = 60 mm

Grupo ③ X = 75 mm Y = 10 mm

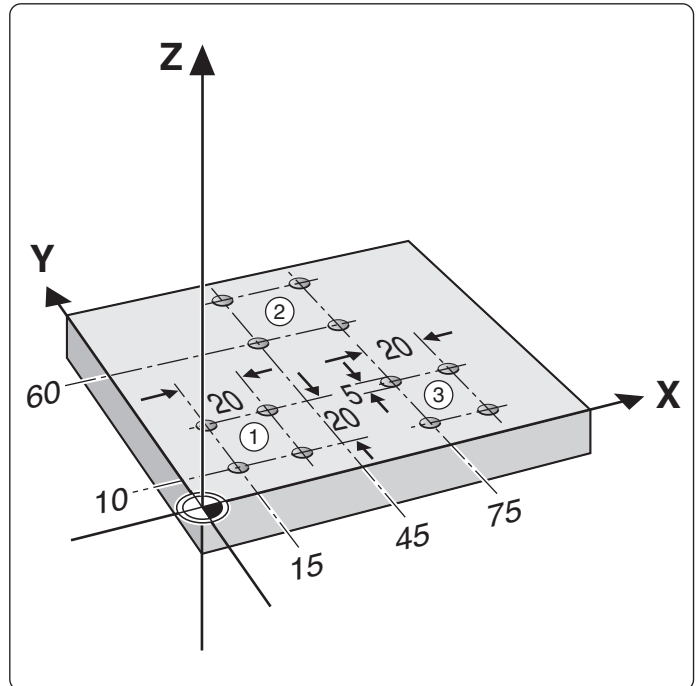
Distâncias dos

furos: IX = 20 mm
IY = 20 mm

Profundidade de erosão: Z_E = -10 mm

Diâmetro do furo: Ø = 5 mm

Há neste exemplo um sub-programa sobreposto (ver página 7-8).

**Programa de maquinação**

```

0 BEGIN PGM GRUPOS MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 ..... Definição do bloco
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR ..... Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 10 ..... Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 10
5 CYCL DEF 1.2 MAX=10 MIN=10 ..... Determinação dum nível de potência, p.ex. 10
6 TOOL DEF 1 L+0 R+2,4 ..... Definição do eléctrodo dentro do programa
7 TOOL CALL 1 Z U+0,2 ..... Chamada eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdimensão
8 L Z+100 R0 F MAX ..... Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida; troca de
9 L X+15 Y+10 R0 F MAX ..... Chegada ao grupo de ciclos de furar 1; marcha rápida
10 L Z+2 F100 ..... Posicionamento prévio no eixo de aproximação
11 CALL LBL 1 ..... Chamada do sub-programa (com a frase 11 executa-se uma
12 L X+45 Y+60 F MAX ..... Chegada ao grupo de ciclos de furar 2
13 CALL LBL 1 ..... Chamada do sub-programa 1
14 L X+75 Y+10 F MAX ..... Chegada ao grupo de ciclos de furar 3
15 CALL LBL 1 ..... Chamada do sub-programa 1
16 L Z+100 F MAX M2 ..... Deslocação do eléctrodo; retrocesso dentro do programa (M2);
17 LBL 1 ..... Início do sub-programa 1
18 CALL LBL 2 ..... Chamada do sub-programa 2
19 L IX+20 F MAX ..... Chegada ao segundo grupo de furos
20 CALL LBL 2 ..... Chamada do sub-programa 2
21 L IY+20 F MAX ..... Terceiro grupo de furos
22 CALL LBL 2 ..... Chamada do sub-programa 2
23 L IX-20 F MAX ..... Chegada ao quarto grupo de furos
24 CALL LBL 2 ..... Chamada do sub-programa 2
25 LBL 0 ..... Fim do sub-programa 1
26 LBL 2 ..... Início do sub-programa 2
27 L Z-10 M36 ..... Executar o ciclo de furar; erosão LIGADA
28 L+2 F MAX M37 ..... Deslocação do eléctrodo; erosão DESLIGADA
29 LBL 0 ..... Fim do sub-programa 2
26 END PGM GRUPOS MM

```

7.2 Repetições parciais dum programa

Tal como os sub-programas, as repetições parciais dum programa caracterizam-se com um LABEL.

Funcionamento

O programa executa-se até ao fim (frase com CALL LBL)(①, ②).

Seguidamente, a parte do programa entre o LABEL chamado e a chamada do label repete-se tantas vezes quantas se indiquem em REP (③, ④).

Depois da última repetição, o programa continua (⑤).

Indicações sobre a programação

- Uma parte do programa pode ser repetida até 65 534 vezes seguidas.
- O TNC mostra à direita da linha REP um contador para as repetições parciais do programa que faltam.
- A repetição parcial dum programa efectua-se sempre mais uma vez do que as repetições programadas.

Anulação do contador após uma interrupção

O TNC anula os contadores para a repetição parcial do programa da seguinte maneira quando você faz uma interrupção e seguidamente continua durante repetições parciais dum programa:

- Se você seleccionar um novo programa, o TNC anula todos os contadores.
- Se você iniciar de novo o mesmo programa com GOTO 0, o TNC anula os contadores do programa actual.
- Se você não regressar ao início do programa (GOTO > 0), o TNC não altera os contadores.

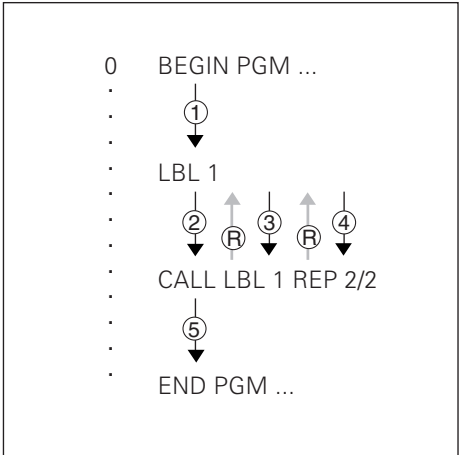


Fig. 7.2: Execução de repetições de parte do programa; (R) = retrocesso

Programação e chamada duma repetição parcial do programa

Caracterização do início

LBL SET	NÚMERO LABEL?	
	p.ex. 7 ENT	A parte do programa executa-se de novo, p.ex. a partir de LABEL 7

Frase NC: p.ex. LBL 7

Número de repetições

Determina-se o número de repetições na frase que também chama a repetição parcial do programa. Esta frase caracteriza também o fim da parte do programa.

LBL CALL	NÚMERO LABEL?	
	p.ex. 7 ENT	A parte do programa é de novo executda, p.ex. a partir de LABEL 7
REPETIÇÕES REP?		
p.ex. 10 ENT		A parte de programa a partir de p.ex. LABEL 7 repete-se até esta frase, p.ex. 10 vezes, isto é, num total de 11 vezes

Frase NC: p.ex. CALL LBL 7 REP 10/10

Exemplo: Fila de furos paralela ao eixo X

Coordenadas
 1º furo:

X	=	5 mm
Y	=	10 mm

Distância dos
 ciclos de furar:

IX	=	15 mm
----	---	-------

Número de
 ciclos de furar:

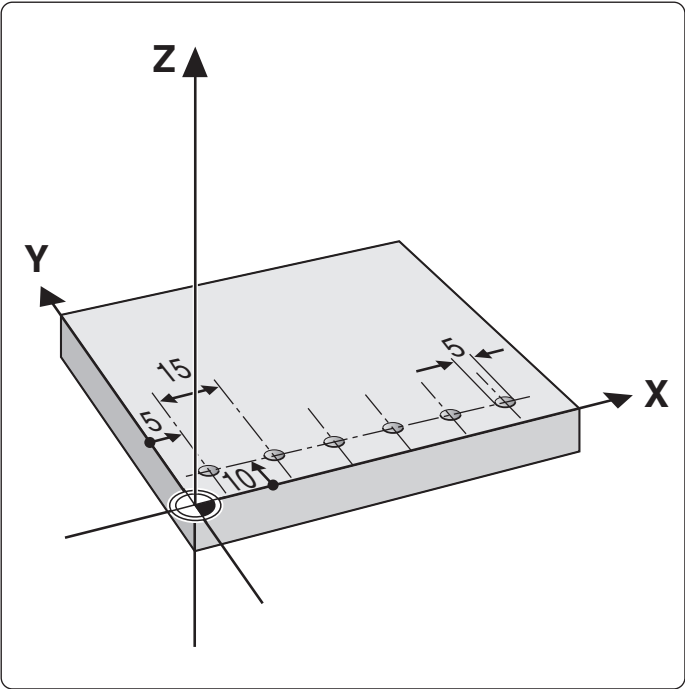
N	=	6
---	---	---

Profundidade de erosão:

Z _E	=	- 10 mm
----------------	---	---------

Diâmetro do furo:

Ø	=	5 mm
---	---	------



Programa de maquinação

```

0 BEGIN PGM FILA MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 ..... Definição do bloco
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR ..... Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4 CYCL DEF 1.0 P-TAB 10 ..... Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 10
5 CYCL DEF 1.2 MAX=8 MIN=8 ..... Determinação dum nível de potência, p.ex. 8
6 TOOL DEF 1 L+0 R+2,4 ..... Definição do eléctrodo dentro do programa
7 TOOL CALL 1 Z U+0,1 ..... Chamada eléctrodo no eixo de aproximação Z;
                                subdimensão 0,1 mm
8 L Z+100 R0 F MAX ..... Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida;
                                troca de eléctrodo
9 L X-10 Y+10 Z+2 F MAX M3 ..... Posicionamento prévio a uma distância do furo em
                                direcção negativa X-
10 LBL 1 ..... Início da parte do programa que se repete
11 L IX+15 F MAX ..... Posicionamento sobre o furo; marcha rápida
12 L Z-10 M36 ..... Furar; erosão LIGADA
13 L Z+2 F MAX M37 ..... Deslocação do eléctrodo; marcha rápida; erosão DESLIGADA
14 CALL LBL 1 REP 5/5 ..... Chamada do LABEL 1; a parte do programa entre a frase 10 e
                                a frase 14 repete-se 5 vezes (para 6 ciclos de furar!)
15 L Z+100 R0 F MAX ..... Deslocação do eléctrodo
16 END PGM FILA MM

```

7.3 Um programa qualquer como sub-programa

Funcionamento

O programa é executado até à chamada de um outro programa (frase com CALL PGM)(①).

Seguidamente, é executado o outro programa até ao seu fim(②).

O programa a partir do qual é chamado o outro programa continua a executar-se depois com a frase por detrás da chamada do programa(③).

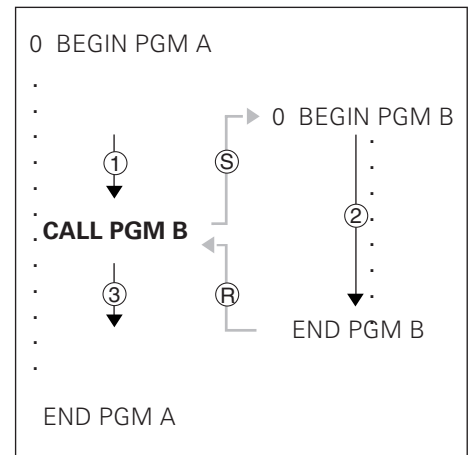


Fig. 7.3: Desenvolvimento dum programa principal como sub-programa; (S) = salto, (R) = retrocesso

Indicações sobre a programação

- Quando se chamam programas, gravados numa fonte de dados externa, eles não podem conter sub-programas ou repetições parciais dum programa.
- Para os Programas principais utilizados como sub-programas não se recorre aos LABEL.
- O programa chamado não pode conter a função auxiliar M2 ou M30.
- O programa chamado não pode conter nenhum salto.

Chamada dum programa qualquer como sub-programa



NOME DO PROGRAMA?

Programação da chamada do programa principal e introdução do nome do programa que é chamado



Também se pode chamar um programa qualquer com o ciclo 12 PGM CALL (ver Capítulo 9).

7.4 Sobreposições

Os sub-programas e repetições parciais dum programa podem ser sobrepostos da seguinte forma:

- Sub-programa dentro de outro sub-programa
- Repetições parciais dentro duma repetição parcial do programa
- Repetições de sub-programas
- Repetições parciais dentro dum sub-programa

Quantidade de sobreposições

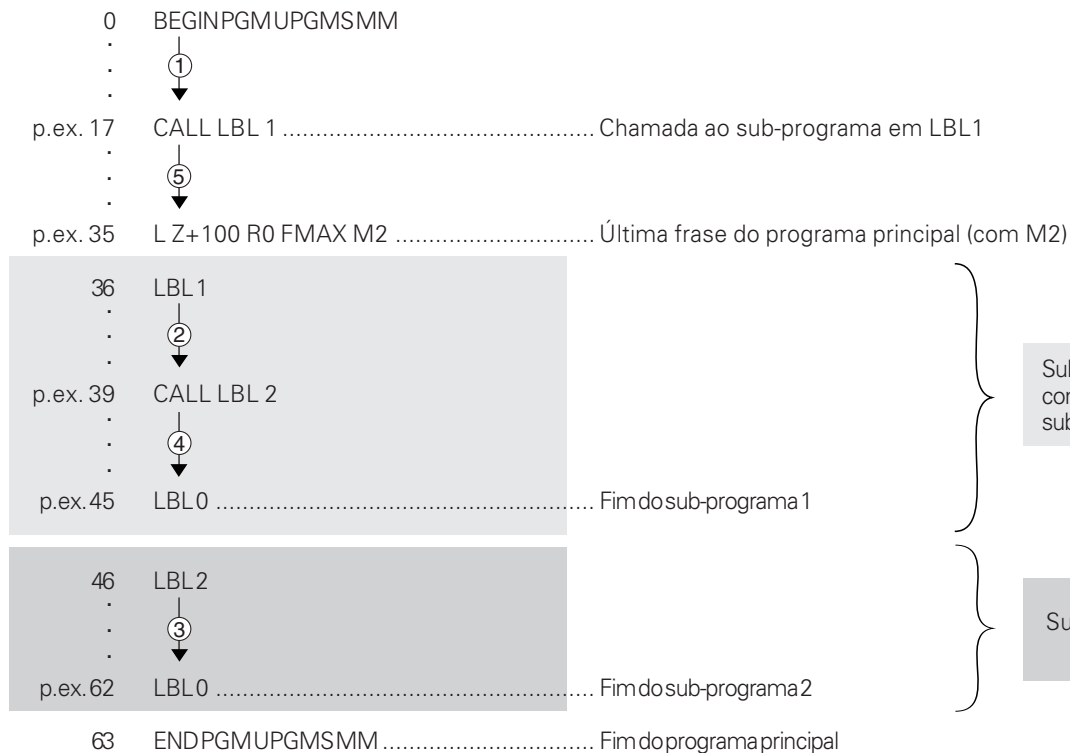
A quantidade de sobreposições determina as vezes que se podem introduzir partes dum programa ou sub-programas em outros sub-programas ou repetições parciais dum programa.

Máxima quantidade de sobreposições para sub-programas: 16

Máxima quantidade de sobreposições para chamadas dum programa principal: 4

Um sub-programa dentro de outro sub-programa

Estrutura do sub-programa



Execução do programa

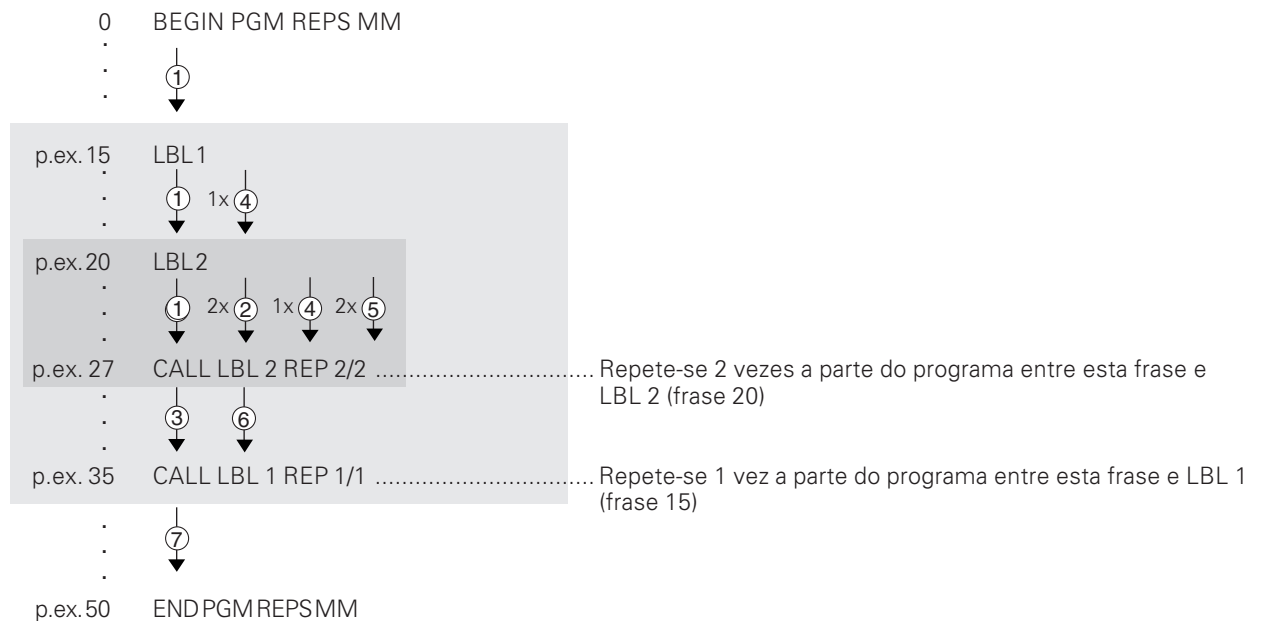
- 1º passo: O programa principal UPGMS executa-se até à frase 17
- 2º passo: Chamada do sub-programa 1 e execução até à frase 39.
- 3º passo: Chamada do sub-programa 2 e execução até à frase 62
Fim do sub-programa 2 e regresso ao sub-programa de onde foi chamado.
- 4º passo: O sub-programa 1 executa-se desde a frase 40 até à frase 45
Fim do sub-programa 1 e regresso ao programa principal UPGMS.
- 5º passo: O programa principal UPGMS executa-se desde a frase 18 à frase 35
Regresso à frase 1 e fim do programa.

Um sub-programa fechado com LBL 0 não pode estar dentro de um outro sub-programa.

Exemplo: na página 7-4.

Repetições parciais dum programa

Estrutura do programa

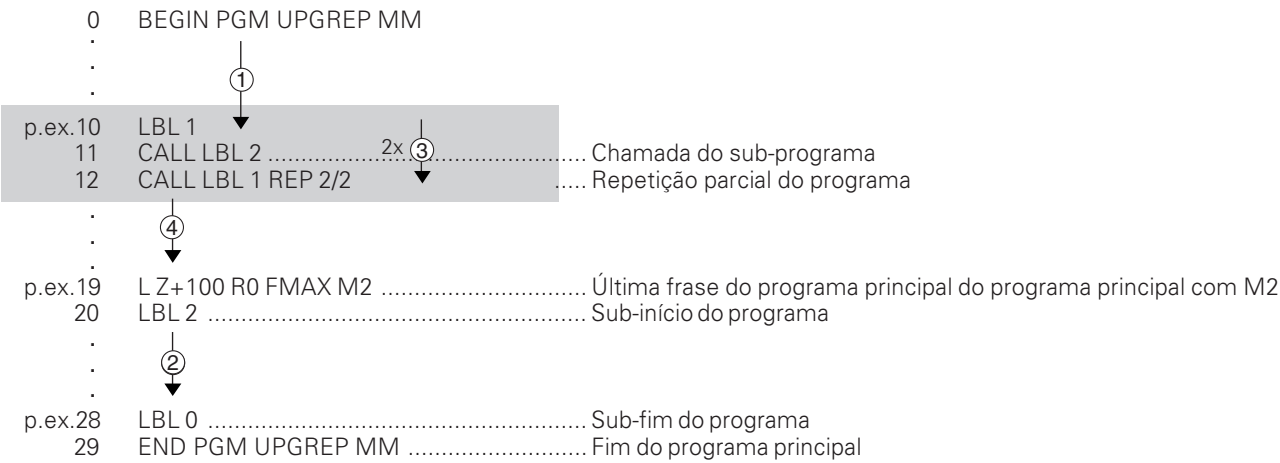


Execução do programa

- 1º passo: Executar o programa principal REPS até à frase 27.
- 2º passo: Repete-se 2 vezes a parte do programa entre frase 27 e frase 20.
- 3º passo: Executar o programa principal REPS desde a frase 28 até à frase 35.
- 4º passo: Repete-se uma vez a parte do programa entre a frase 35 e a frase 15 .
- 5º passo: Repetição do 2º passo dentro do passo ④.
- 6º passo: Repetição do 3º passo dentro do passo ④.
- 7º passo: Executar o programa principal REPS desde a frase 36 até à frase 50

Repetição dum sub-programa

Estrutura do programa



Execução do programa

- 1º passo: Executar o programa principal UPGREP até à frase 11.
- 2º passo: Chamada e execução do sub-programa 2.
- 3º passo: Repete-se 2 vezes a parte do programa entre a frase 12 e a frase 10:
Repete-se 2 vezes o sub-programa 2.
- 4º passo: Executar o programa principal UPGREP desde a frase 13 até à frase 19.

8 Programação com parâmetros Q

Apagar automaticamente parâmetros Q	8-2
8.1 Tipos de funções – Parâmetros Q em vez de valores numéricos	8-3
8.2 Descrição de contornos através de funções matemáticas	8-5
Resumo de funções	8-5
8.3 Funções angulares (trigonometria)	8-7
Resumo de funções	8-7
8.4 Determinação das funções se / então com parâmetros Q	8-8
Saltos	8-8
Resumo de funções	8-8
8.5 Comprovação e modificação de parâmetros Q	8-10
8.6 Emissão de parâmetros Q e avisos no ecrã	8-11
Emissão de avisos no ecrã	8-11
Emissão através de uma conexão de dados externa	8-11
Atribuição indexada	8-11
Transmissão de valores para o PLC /Recepção de valores a partir do PLC	8-12
8.7 Medição com um eléctrodo apalpador durante a execução dum programa	8-13
8.8 Exemplos de programas	8-15
Grupo de furos	8-15
Círculos de furos	8-16
Furar com o ciclo DISCO	8-18

Parâmetros Q:

- **Tipos de funções**
- **Definição de contornos através de funções matemáticas**

Um **tipo de função** só pode definir-se uma vez num **único programa de maquinação**. Para este programa introduzem-se parâmetros Q em vez de valores numéricos.

Parâmetros Q utilizam-se por exemplo para

- Valores de coordenadas
- Dados do eléctrodo
- Dados do ciclo

Um parâmetro Q caracteriza-se pela letra Q e um número entre 0 e 255.

Para além disso, com os parâmetros Q podem-se maquinar **contornos determinados através de funções matemáticas**.

Com os parâmetros Q executam-se também os passos de maquinação que dependem de **condições lógicas**.

Num programa pode-se **misturar parâmetros Q e valores numéricos**.

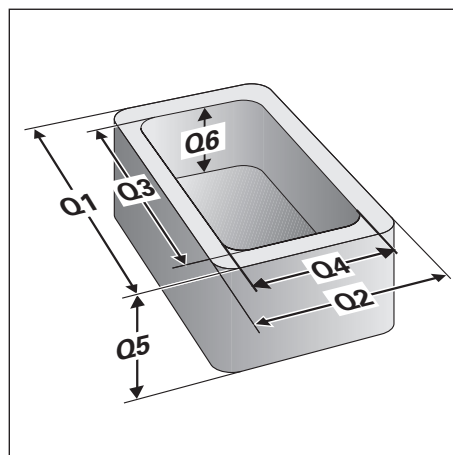


Fig. 8.1: Parâmetros Q como posição



O TNC atribui sempre o mesmo dado a um parâmetro, p.ex. a Q108 atribui-se o raio do eléctrodo. No capítulo 12 você encontrará um resumo destes parâmetros.

Apagar automaticamente parâmetros Q

O TNC apaga parâmetros Q (e a visualização de estados) se o parâmetro do utilizado for 7300 = 1 e se for executada no programa a função auxiliar M00, M02 ou M30 ou a frase END.

8.1 Tipos de funções – Parâmetros Q em vez de valores numéricos

Com a função FN 0: ATRIBUIÇÃO aos parâmetros Q atribui-se valores numéricos.

Exemplo: Q10 = 25

No programa introduzem-se parâmetros Q em vez de valores numéricos.

Exemplo: L X + Q10 (corresponde a L X + 25)

Para os diferentes tipos de funções, programam-se p.ex. como parâmetros Q, as dimensões características da peça.

Para a maquinação dos diferentes tipos de peças, pode-se atribuir a cada um dos parâmetros um outro valor numérico.

Exemplo

Cilindro com parâmetros Q

Raio do cilindro R = Q1
Altura do cilindro H = Q2

Cilindro Z1: Q1 = +30
 Q2 = +10

Cilindro Z2: Q1 = +10
 Q2 = +50

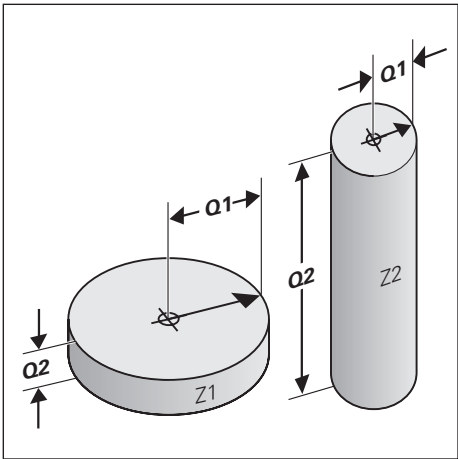


Fig. 8.2: Dimensões da peça através de parâmetros Q

Atribuição de valores numéricos a parâmetros Q

Q

▶

FN0: ATRIBUIR

ENT

Função FN 0: aceitar ATRIBUIR

Nº DO PARÂMETRO PARA RESULTADO?

p.ex. 5 ENT

Introduzir o nº do parâmetro Q.

1º VALOR OU PARÂMETRO?

p.ex. 6 ENT

Introduzir o valor ou outro parâmetro Q a cujo valor se deve atribuir Q5

Frase NC p.ex. FN 0: Q5 = 6

O TNC apresenta o parâmetro Q à esquerda do sinal "=", e o valor numérico à direita.

Exemplo: Círculo completo

Ponto central
do círculo CC:

X = 50 mm
Y = 50 mm

Início e fim
do arco de círculo C:

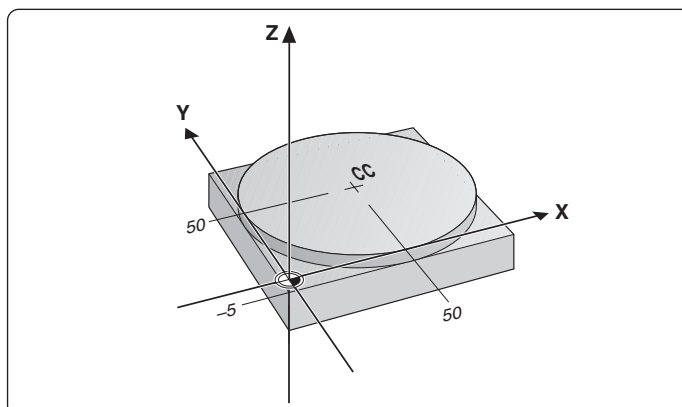
X = 50 mm
Y = 0 mm

Profundidade de erosão:

$Z_E = -5$ mm

Raio do eléctrodo:

R = 15 mm

**Programa de maquinação sem parâmetros Q**

```

0 BEGIN OHNEQMM ..... Início do programa
1 BLK FORM 0.1 ZX+0Y+0Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100Y+100Z+0 ..... Definição do bloco
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR ..... Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 5 ..... Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 5
5 CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=6 ..... Determinação dum nível de potência, p.ex. 6
6 TOOL DEF 6 L+0 R+15 ..... Definição do eléctrodo no programa
7 TOOL CALL 6 Z U+1,5 ..... Chamada do eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdimensão 1,5 mm
8 CC X+50 Y+50 ..... Coordenadas do ponto central do círculo CC
9 L Z+100 R0 F MAX ..... Deslocação no eixo de aproximação; marcha rápida; troca de eléctrodo
10 L X+50 Y-40 F MAX ..... Posicionamento prévio em X e Y; marcha rápida
11 L Z-5 F MAX ..... Deslocação na profundidade de trabalho
12 L X+50 Y+0 R L M36 ..... chegada ao primeiro ponto do contorno com correcção do raio;
erosão LIGADA
13 C X+50 Y+0 DR- ..... Erodir arco de círculo C em redor do ponto central do círculo CC;
coordenadas do ponto final X = +50 mm e Y = 0; sentido de rotação
negativo
14 L X+50 Y-40 R0 F MAX M37 ..... Deslocação no plano de maquinação; erosão DESLIGADA
15 L Z+100 F MAX ..... Deslocar o eléctrodo na distância de segurança; marcha rápida
16 END PGM OHNEQMM ..... Retirada da ferramenta e finalização do programa

```

Programa de maquinação com coordenadas, avanço e dados do eléctrodo como parâmetros Q

```

0 BEGIN PGM MITQ MM
1 FN 0: Q1 = +30 ..... Pos. de partida X
2 FN 0: Q2 = -20 ..... Pos. final e de partida Y
3 FN 0: Q3 = +70 ..... Pos. final X
4 FN 0: Q4 = -5 ..... Profundidade de erosão
5 FN 0: Q5 = +50 ..... Ponto de partida do círculo X
6 FN 0: Q6 = +0 ..... Ponto de partida do círculo Y
7 FN 0: Q10 = +0 ..... Longitude da ferramenta L
8 FN 0: Q11 = +15 ..... Raio da ferramenta R
9 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
10 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
11 CYCL DEF 1.0 GERADOR
12 CYCL DEF 1.1 P-TAB 5
13 CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN=2
14 TOOL DEF 6 L+Q10 R+Q11
15 TOOL CALL 6 Z U+1,5
16 CC X+50 Y+50
17 L Z+100 R0 F MAX
18 L X+50 Y-40 F MAX
19 L Z+Q4 F MAX
20 L X+Q5 Y+Q6 R L F M36
21 C X+Q5 Y+Q6 DR-
22 L X+50 Y-40 R0 F MAX M37
23 L Z+100 F MAX
24 END PGM MITQ MM

```

Frase 1 a 8:
atribuir parâmetros Q

Frase 9 a 23:
relativamente a
frase 1 até 15
do programa
OHNEQ.H (SEMQ.H)

8.2 Descrição de contornos através de funções matemáticas

Resumo de funções

As funções matemáticas atribuem a um parâmetro Q o resultado de um dos seguintes cálculos:

FN0: ATRIBUIÇÃO

p.ex. FN0: Q5 = +60

Atribuir um valor directamente

FN1: ADIÇÃO

p.ex. FN1: Q1 = -Q2 + -5

Determinar e atribuir a soma de dois valores

FN2: SUBTRACÇÃO

p.ex. FN2: Q1 = +10 - +5

Determinar e atribuir a diferença de dois valores

FN3: MULTIPLICAÇÃO

p.ex. FN3: Q2 = +3 j +3

Determinar e atribuir o produto de dois valores

FN4: DIVISÃO

p.ex. FN4: Q4 = +8 DIV +Q2

Determinar e atribuir o quociente de dois valores

Proibido: Dividir por 0!

FN5: RAIZ

p.ex. FN5: Q20 = SQRT 4

Determinar e atribuir a raiz quadrada de um número

Proibido: Raiz de um valor negativo!

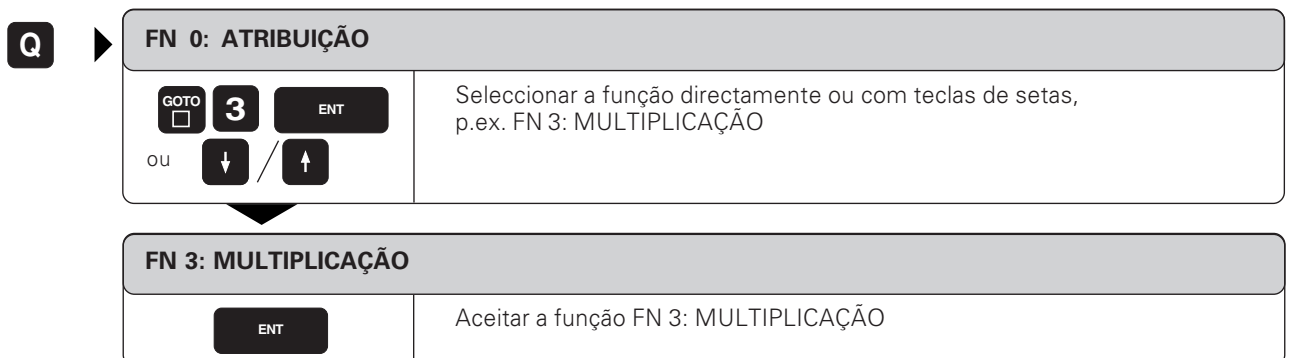
Para tal, o TNC determina o cálculo de

- dois números
- dois parâmetros Q
- um número e um parâmetro Q

No resultado final, estes dados determinam-se como valores.

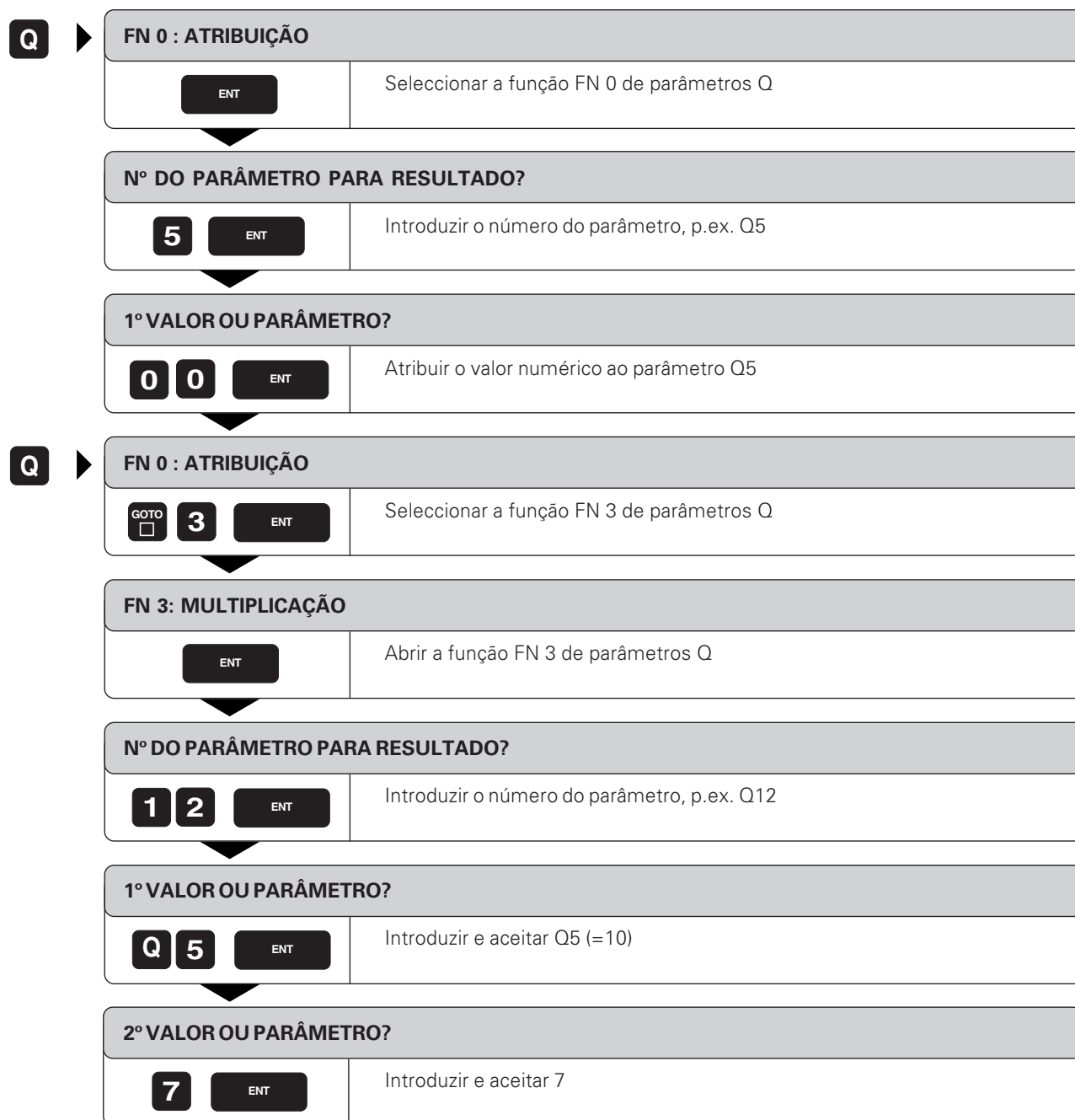
Os parâmetros Q e os valores numéricos nas comparações podem ser com ou sem sinal.

Seleção da função de cálculo



Exemplo de programação para os cálculos básicos

Atribuir ao parâmetro Q5 o valor 10 e ao parâmetro Q12 o produto de Q5 e 7.



Frases NC: p.ex. FN 0: Q5 = +10
 FN 3: Q12 = +Q5 * +7

8.3 Funções angulares (trigonometria)

O seno, Co-seno e a tangente correspondem às proporções de cada lado num triângulo rectângulo, e facilitam muitos cálculos.

Para os triângulos rectângulos tem-se:

Seno: $\text{sen } \alpha = a / c$

Co-seno: $\cos \alpha = b / c$

Tangente: $\tan \alpha = a / b = \text{sen } \alpha / \cos \alpha$

Sendo:

- c o lado oposto ao ângulo recto
- a o lado oposto ao ângulo α
- b o terceiro lado

Pode-se determinar o ângulo através da tangente:

$\alpha = \arctan \alpha = \arctan (a / b) = \arctan (\text{sen } \alpha / \cos \alpha)$

Exemplo: $a = 10 \text{ mm}$

$b = 10 \text{ mm}$

$\alpha = \arctan (a / b) = \arctan 1 = 45^\circ$

E também: $a^2 + b^2 = c^2$ ($a^2 = a \cdot a$)

$$\sqrt{c^2 = a^2 + b^2}$$

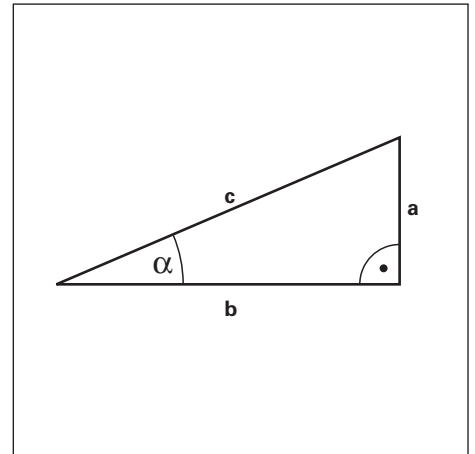


Fig. 8.3: Lados e ângulos num triângulo - rectângulo

Resumo de funções

FN6: SENO

p.ex. FN6: Q20 = SEM-Q5

Determinar e atribuir o seno de um ângulo em graus (°)

FN7: CO-SENO

p.ex. FN7: Q21 = COS-Q5

Determinar e atribuir o co-seno de um ângulo em graus (°)

FN8: RAIZ DA SOMA DE QUADRADOS

p.ex. FN8: Q10 = +5 LEN +4

Determinar e atribuir a diferença de dois valores

FN13: ÂNGULO

p.ex. FN13: Q20 = +10 ANG-Q1

Determinar e atribuir o ângulo com arctan de dois lados, ou seno e co-seno do ângulo (0 - ângulo - 360°)

8.4 Determinação das funções se / então com parâmetros Q

Ao determinar a função se / então, o TNC compara um Parâmetro Q com um outro parâmetro Q ou um valor numérico.

Saltos

Na frase correspondente introduz-se o número de um Label como limite de salto.

Quando se efectua a condição programada, o TNC continua com o programa no Label indicado. Caso não se efectue a condição, executa-se a frase seguinte.

Para poder saltar a outro programa, por detrás do Label programa-se uma chamada PGM CALL (ver Capítulo 7)

Abreviaturas e conceitos empregues

IF	(ingl.):	se
EQU	(ingl. equal):	igual
NE	(ingl. not equal):	diferente
GT	(ingl. greater than):	maior do que
LT	(ingl. less than):	menor do que
GOTO	(ingl. go to):	ir para

Resumo de funções

FN9: SE FOR IGUAL, SALTO

p.ex. FN9: IF +Q1 EQU +Q3 GOTO LBL 5

Se forem iguais dois valores ou parâmetros, salto para o Label indicado

FN10: SE FOR DIFERENTE, SALTO

p.ex. FN10: IF +10 NE -Q5 GOTO LBL 10

Se forem diferentes dois valores ou dois parâmetros, salto para o Label indicado

FN11: SE FOR MAIOR, SALTO

p.ex. FN11: IF+Q1 GT+10 GOTO LBL 5

Se for maior o primeiro valor ou parâmetro do que o segundo valor ou parâmetro, salto para o Label indicado

FN12: SE FOR MENOR, SALTO

p.ex. FN12: IF+Q5 LT+0 GOTO LBL 1

Se for menor o primeiro valor ou parâmetro do que o segundo valor ou parâmetro, salto para o Label indicado

Salto incondicionais

Os saltos incondicionais são aqueles cuja condição se efectua sempre.
Programação, p.ex.:

FN 9: IF +10 EQU +10 GOTO LBL1

Exemplo

Quando Q5 fica negativo, efectuar um salto para o programa 100.

```

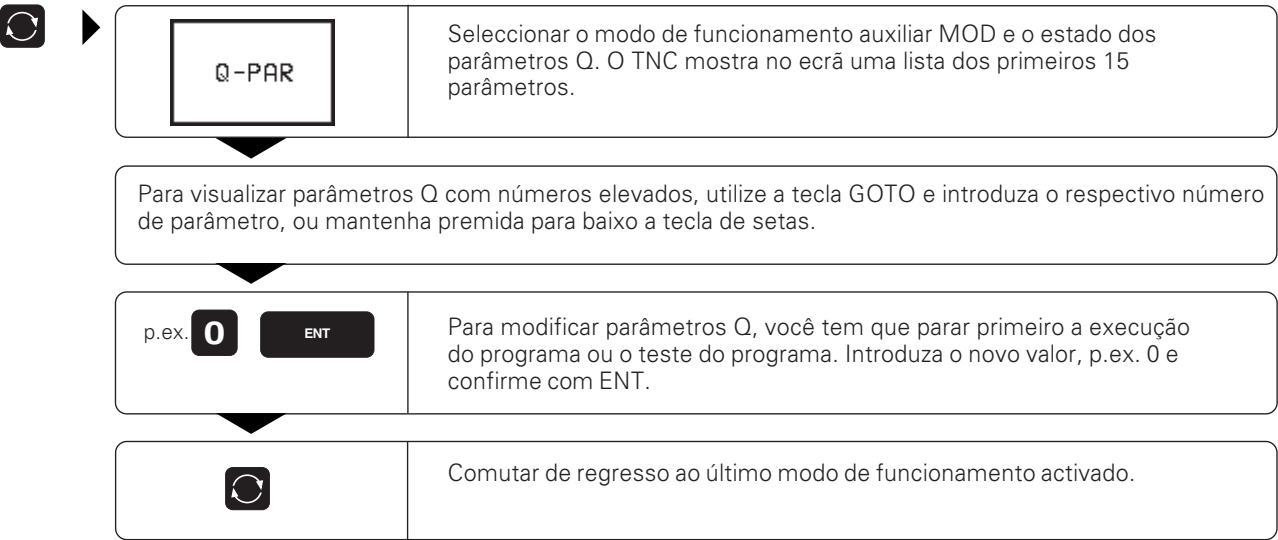
.
.
.
5  FN0: Q5 = +10 ..... Atribuir ao parâmetro Q5 o valor, p.ex. 10
.
.
.
9  FN 2: Q5 = +Q5-+12 ..... Descontar Q5
10 FN 12: IF +Q5 LT +0 GOTO LBL 5 ..... Salto para Label 5, se +Q5 < 0
.
.
.
15 LBL 5 ..... Label 5
16 PGM CALL 100 ..... Salto para o programa 100
.
.
.

```

8.5 Comprovação e modificação de parâmetros Q

Pode-se comprovar os parâmetros Q durante a execução do programa ou do teste do programa. Para modificar os parâmetros Q, você tem que interromper a execução do programa ou o teste do programa.

Visualização/modificação de parâmetros Q



8.6 Emissão de parâmetros Q e avisos no ecrã

Emissão de avisos no ecrã

Com a função FN14:ERROR chamam-se todos os avisos programados previamente pelo fabricante da máquina.

Se durante a execução dum programa ou dum teste desse programa se chegou a uma frase que contenha FN 14, o TNC interrompe a execução ou o teste e emite um aviso. Seguidamente, dever-se-á iniciar de novo o programa.

Introdução:

p.ex. FN 14: ERRO = 254

O TNC emite então no ecrã o texto memorizado com o número de erro 254.

Número de erro a introduzir	Diálogo indicado
0 ... 299	NÚMERO DE ERRO 0...299
300 ... 499	PLC DIÁLOGO LIVRE



O fabricante da máquina pode indicar um diálogo diferente do diálogo indicado.

Emissão através de uma conexão de dados externa

Com a função FN 15: PRINT emitem-se valores de parâmetros Q e avisos de erro através da conexão de dados, por exemplo para uma impressora ou para o ficheiro %FN15RUN.A.

- FN 15: PRINT com valor numérico até 199
p.ex. FN 15: PRINT 20
Emite-se o aviso de erro (ver resumo de FN 14).
- FN 15: PRINT com valor numérico 200
p.ex. FN 15: PRINT 200
Emitir sinal ETX (end of text)
- FN 15: PRINT com parâmetros Q Q1 até Q255
p.ex. FN 15: PRINT Q20
Emite-se o valor do parâmetro Q.

Podem-se emitir até seis parâmetros Q e valores numéricos simultaneamente. O TNC separa-os com traços oblíquos.
p.ex. FN 15: PRINT 1/Q1/2/Q2

Atribuição indexada

Com a função FN16: INDEX. ATRIBUIÇÃO DE DADOS acede-se a um parâmetro Q existente numa lista criada anteriormente. Uma lista pode por exemplo conter valores diâmetros de uma ranhura. No exemplo seguinte, Q55 é o "**parâmetro ponteiro**" que aponta para um parâmetro Q numa lista; Q200 é o "**parâmetro base**" que identifica o início da lista.

Exemplo: FN 0: Q55 = 5

...
FN 16: Q20 = Q200 (Q55)
...

O TNC indica ao parâmetro Q Q20 o valor que está em quinta posição na liste a partir de Q200.

Q200
<-- Q20
Q201 = 0,04
Q202 = 0,08
Q203 = 0,12
Q204 = 0,16
Q205 = 0,20 <-- Q55
Q206 = 0,24
Q207 = 0,28
.....

Fig. 8.4: Exemplo para uma lista para atribuição indexada

Transmissão de valores para o PLC /Recepção de valores do PLC

Com a função FN 19: PLC você pode enviar dados para o PLC ou receber dados do PLC.

Exemplo: FN 19: PLC +11 / +Q13 / Q77

O valor 11 é transmitido para a palavra D280

O conteúdo do parâmetro Qs Q13 é transmitido para a palavra D284 (introdução opcional, eventualmente passar por cima com NO ENT)

O valor da palavra D512 é transmitido pelo PLC para o parâmetro Q77 e pode ser avaliado na parte seguinte do NC

8.7 Medição com um eléctrodo apalpador durante a execução dum programa

Com um eléctrodo apalpador também se podem atingir posições na peça durante a execução do programa.

Aplicações:

- Diferenças de altura em superfícies de fundição
- Valores de tolerância durante a maquinação

O uso do eléctrodo apalpador programa-se com TOUCHPROBE.

O eléctrodo é previamente posicionado e apalpa automaticamente a posição indicada. A coordenada para o ponto de apalpação é memorizada num parâmetro Q.

O processo de apalpação interrompe-se quando o eléctrodo não se desvia dentro de uma margens determinadas (seleccionável através de MP 6130) não toca na peça.

Como eixo do eléctrodo, você pode também introduzir o eixo C!

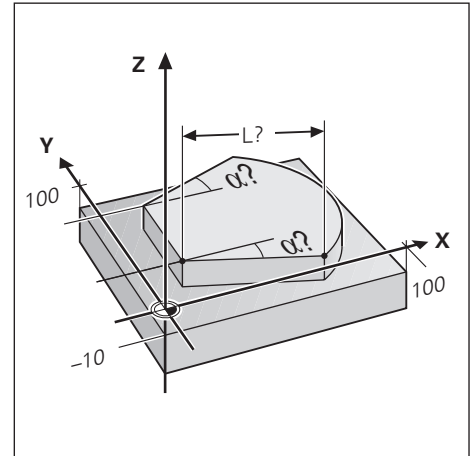


Fig. 8.5: Dimensões da peça

Programação de medições com o eléctrodo

TOUCH PROBE 0: PLANO DE REFERÊNCIA	
ENT	Seleccionar a função de apalpação
Nº DO PARÂMETRO PARA RESULTADO?	
p.ex. 5 ENT	Introduzir o número do parâmetro Q ao qual se deve atribuir a coordenada, p.ex. Q5
EIXO DE APALPAÇÃO/DIRECÇÃO DE APALPAÇÃO?	
p.ex. X p.ex. +/- ENT	Introduzir o eixo de apalpação, atribui-se a sua coordenada a Q5, p.ex. X Seleccionar e aceitar a direcção de apalpação
VALOR NOMINAL DA POSIÇÃO?	
p.ex. X 5 p.ex. Y 1 p.ex. Z +/- 5	Introduzir todas as coordenadas para o posicionamento prévio do eléctrodo, p.ex. X = 5 mm, Y = 0, Z = -5 mm
ENT	Finalizar introduções

Frases NC do programa p.ex.:

```
TCH PROBE 0.0 PLANO DE REFERÊNCIA Q5 X-
TCH PROBE 0.1 X+5 Y+0 Z-5
```



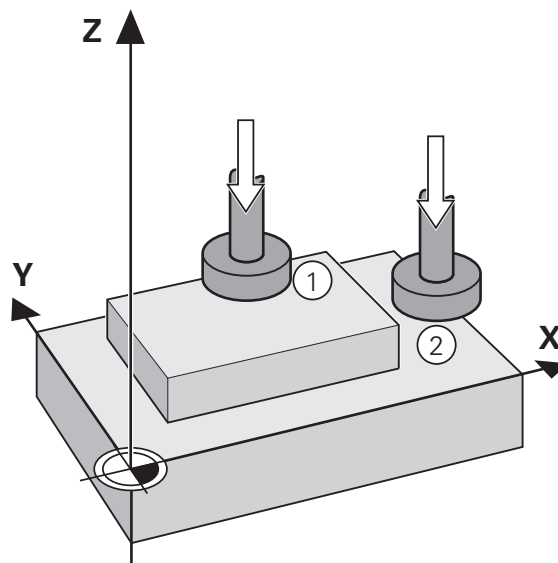
O posicionamento prévio do eléctrodo efectua-se manualmente de forma a evitar-se uma possível colisão ao alcançar a posição prévia programada.

Exemplo: Determinação da altura de uma ilha sobre a peça

Coordenadas para o posicionamento prévio do eléctrodo apalpador

Ponto de apalpação 1: X = + 20 mm (Q11)
Y = 50 mm (Q12)
Z = 10 mm (Q13)

Ponto de apalpação 2: X = + 50 mm (Q21)
Y = 10 mm (Q22)
Z = 0 mm (Q23)



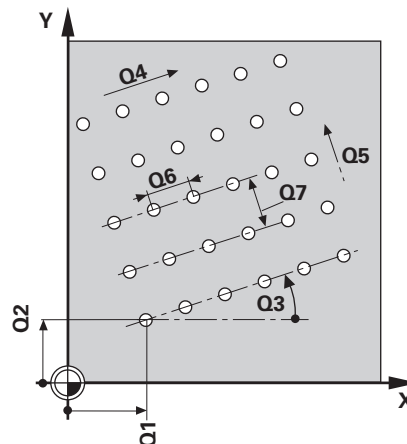
Programa de maquinação:

0 BEGIN PGM APALPAÇÃO MM	
1 FN0: Q11 = + 20	
2 FN0: Q12 = + 50	
3 FN0: Q13 = + 10	
4 FN0: Q21 = + 50	
5 FN0: Q22 = + 10	
6 FN0: Q23 = + 0	
7 TOOL CALL 0 Z	
8 L Z+100 R0 F MAX	Troca de eléctrodo apalpador
9 TCH PROBE 0.0 PLANO DE REFERÊNCIA Q10 Z-	
10 TCH PROBE 0.1 X+Q11 Y+Q12 Z+Q13	Memoriza-se em Q10 a coordenada Z (1º ponto)
11 L X+Q21 Y+Q22	Ponto auxiliar para segundo posicionamento prévio
12 TCH PROBE 0.0 PLANO DE REFERÊNCIA Q20 Z-	
13 TCH PROBE 0.1 X+Q21 Y+Q22 Z+Q23	Memoriza-se em Q20 a coordenada Z (2º ponto)
14 FN2: Q1 = Q20-Q10	Calcular a altura da ilha e atribuí-la a Q1
15 STOP	Depois de parar a execução do programa, pode-se verificar Q1
16 L Z+100 R0 F MAX M2	
17 END PGM APALPAÇÃO MM	Retirar o eléctrodo apalpador e finalizar o programa

8.8 Exemplos de programas

Grupo de furos

Ponto de partida da coordenada X:	20 mm	(Q1)
Ponto de partida da coordenada Y:	15 mm	(Q2)
Ângulo rotativo:	18°	(Q3)
Número de furos ("Linhas"):	6	(Q4)
Número de furos ("Ranhuras"):	5	(Q5)
Distância ao longo da linha:	10 mm	(Q6)
Distância ao longo da ranhura:	12 mm	(Q7)



Programa de maquinação

```

0 BEGIN PGM FURAR MM
1 FN 0: Q1 = +20 ..... Ponto de partida coordenada X
2 FN 0: Q2 = +15 ..... Ponto de partida Coordenada Y
3 FN 0: Q3 = +18 ..... Ângulo rotativo
4 FN 0: Q4 = +6 ..... Número de furos "linhas"
5 FN 0: Q5 = +5 ..... Número de furos "ranhuras"
6 FN 0: Q6 = +10 ..... Distância entre furos nas "linhas"
7 FN 0: Q7 = +12 ..... Distância entre furos nas "ranhuras"
8 FN 3: Q9 = +Q4 * +Q6 ..... Distância primeiro/último furo sobre "linhas"
9 FN 0: Q11 = +Q5 ..... Parâmetro auxiliar (número de ranhuras)
10 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 ..... Definição do bloco: ponto MIN
11 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 ..... Definição do bloco: ponto MÁX
12 CYCL DEF 1.0 GERADOR ..... Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
13 CYCL DEF 1.1 P-TAB 300 ..... Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 300
14 CYCL DEF 1.2 MAX=12 MIN=8 ..... Estágios de potência, p.ex. entre 8 e 12
15 TOOL DEF 1 L+0 R+4 ..... Definição do eléctrodo no programa
16 TOOL CALL 1 Z U+0,5 ..... Chamada do eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdimensão 0,5mm
17 CYCL DEF 7.0 PONTO ZERO ..... Ciclo PONTO ZERO (ver Capítulo 9)
18 CYCL DEF 7.1 X+Q1 ..... Deslocação do ponto zero
19 CYCL DEF 7.2 Y+Q2
20 CYCL DEF 10.0 ROTAÇÃO ..... Ciclo ROTAÇÃO (ver Capítulo 9)
21 CYCL DEF 10.1 ROT +Q3 ..... Rotação do sistema de coordenadas
22 L X+0 Y+0 Z+2 R0 FMAX ..... Posicionamento prévio do eléctrodo
23 LBL 1
24 CALL LBL 2
25 L IY +Q7
26 FN 2: Q11 = +Q11 - +1
27 FN 11: IF +Q11 GT +0 GOTO LBL 1
28 CYCL DEF 10.0 ROTAÇÃO ..... Ciclo ROTAÇÃO (ver Capítulo 9)
29 CYCL DEF 10.1 ROT +0 ..... Anular rotação do sistema de coordenadas
30 CYCL DEF 7.0 PONTO ZERO ..... Ciclo PONTO ZERO (ver Capítulo 9)
31 CYCL DEF 7.1 X+0 ..... Anular deslocação do ponto zero
32 CYCL DEF 7.2 Y+0
33 L Z+100 FMAX M2 ..... Retirar o eléctrodo, retrocesso
34 LBL 2
35 FN 1: Q10 = Q4 ..... Parâmetro auxiliar (número de linhas)
36 LBL 3
37 L Z-10 M36 ..... Erodir furos, erosão LIGADA
38 L Z+2 F MAX M37 ..... Retirar eléctrodo, erosão DESLIGADA
39 L IX+Q6 ..... Chegada ao furo seguinte
40 FN 2: Q10 = +Q10 - +1 ..... Baixar contador para os furos a executar
41 FN 11: IF +Q10 GT +0 GOTO LBL 3 ..... Se não foram executados todos os furos, salto para LBL 2
42 L IX-Q9 ..... Regresso para o primeiro furo da linha
43 LBL 0
44 END PGM FURAR MM

```

Círculos de furos

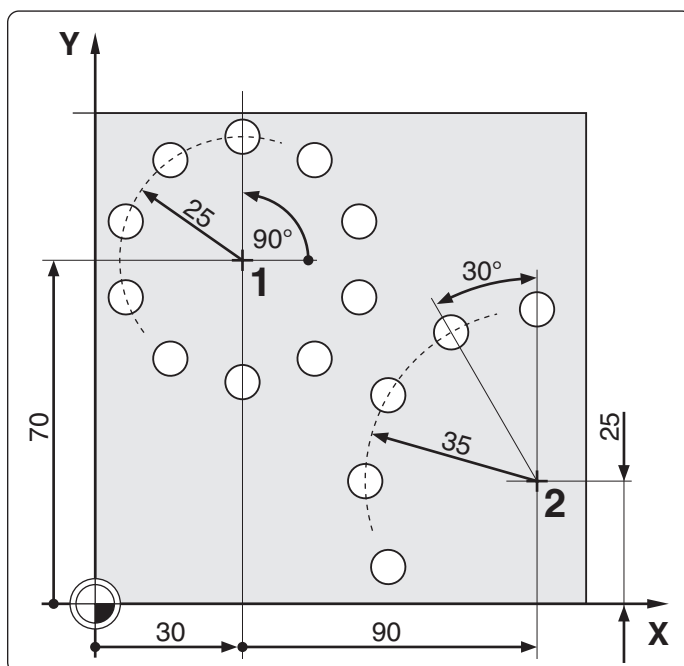
1. Furar sobre um círculo completo:

Os valores de introdução podem ver-se nos comentários do programa, de linhas 9 até 16.

2. Furar sobre um círculo primitivo de referência:

Os valores de introdução podem ver-se nos comentários do programa, de linhas 13, 15, 16 e 18 até 22.

Os movimentos no plano programam-se com Coordenadas polares.



Programa de maquinação

0	BEGIN PGM FUROS MM	
1	BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20	Definição do bloco: ponto MIN
2	BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	Definição do bloco: ponto MÁX
3	CYCL DEF 1.0 GERADOR	Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
4	CYCL DEF 1.1 P-TAB 300	Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 300
5	CYCL DEF 1.2 MAX=12 MIN=12	Determinação dum nível de potência, p.ex. 12
6	TOOL DEF 1 L+0 R+5	Definição do eléctrodo no programa
7	TOOL CALL 1 Z U+1	Chamada do eléctrodo no eixo de aproximação Z; subdmensão 1 mm
8	L Z+100 R0 F MAX	Deslocação eixo de aproximação; marcha rápida; troca de eléctrodo
9	FN 0: Q1 = +30	Círculo completo 1: Centro X
10	FN 0: Q2 = +70	Círculo completo 1: Centro Y
11	FN 0: Q3 = +11	Círculo completo 1: número de furos
12	FN 0: Q4 = +25	Círculo completo 1: Raio
13	FN 0: Q5 = +90	1 e 2: Ângulo de partida
14	FN 0: Q6 = +0	Círculo completo 1: ângulo de avanço (valor de introdução 0: círculo completo)
15	FN 0: Q7 = +2	1 e 2: Distância de segurança
16	FN 0: Q8 = -15	1 e 2: Profundidade de erosão
17	CALL LBL 1	Chamada sub-programa 1 para círculo completo
18	FN 0: Q1 = +90	Segmento de círculo 2: centro X
19	FN 0: Q2 = +25	Segmento de círculo 2: centro Y
20	FN 0: Q3 = +5	Segmento de círculo 2: número de furos
21	FN 0: Q4 = +35	Segmento de círculo 2: raio
22	FN 0: Q6 = +30	Segmento de círculo 2: ângulo de avanço
23	CALL LBL 1	Chamada sub-programa 1 para círculo primitivo de referência

Continua na página seguinte

24	LBL 1	Sub-programa 1
25	FN 0: Q10 = +0	Contador para anular furar acabado
26	FN 10: IF +Q6 NE +0 GOTO LBL 10	Se ângulo de avanço for diferente 0, salto para LBL 10
27	FN 4: Q6 = +360 DIV +Q3	Cálculo de ângulo de avanço para círculo completo
28	LBL 10	
29	FN 1: Q11 = +Q5 + +Q6	Ângulo para segunda posição de furar
30	CC X+Q1 Y+Q2	Colocar pólo no centro
31	LP PR+Q4 PA+Q5 R0 F MAX M3	Posicionamento prévio no plano sobre o primeiro furo
32	L Z+Q7 R0 F MAX	Posicionamento prévio do eléctrodo na distância de segurança
33	L Z+Q8 M36	Primeiro furo; erosão LIGADA
34	L Z+Q7 F MAX M37	Retirar eléctrodo; erosão DESLIGADA
35	FN 1: Q10 = +Q10 + +1	Subir contador para furar acabando
36	FN 9: IF +Q10 EQU +Q3 GOTO LBL 99	Se acabado, salto para LBL 99
37	LBL 2	
38	LP PR+Q4 PA+Q11 R0 F MAX	Chegada ao furo seguinte
39	L Z+Q8 M36	Erodir
40	L Z+Q7 F MAX M37	Retirar o eléctrodo; erosão DESLIGADA
41	FN 1: Q10 = +Q10 + +1	Subir o contador para furar acabado
42	FN 1: Q11 = +Q11 + +Q6	Calcular o ângulo para furo seguinte
43	FN 12: IF +Q10 LT +Q3 GOTO LBL 2	Se ainda não acabado, salto para LBL 2
44	LBL 99	
45	L Z+200 F MAX	Retirar o eléctrodo
46	LBL 0	Fim do sub-programa
47	END PGM FUROS MM	

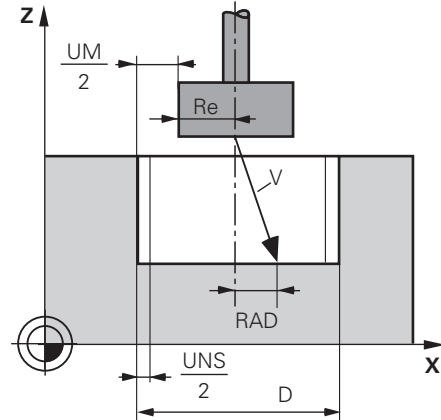
Furar com o ciclo DISCO

- Com atribuição de dados indexada, o programa serve-se do nível de potência na subdimensão mínima UNS.
- A subdimensão mínima UNS encontra-se na tabela de erosão.
- Cálculos existentes no programa:
Subdimensão UM = $D - 2 \cdot R$
Ângulo de alargamento RAD = $0,5 \cdot (UM - UNS)$

Subdimensão mínima UNS Q231 até Q255
Subdimensão UM Q10
Ângulo de alargamento V Q12

Raio do eléctrodo R: 12 mm (Q108)
Nível de potência: 10 (Q99)
Profundidade dos furos T: -10 mm (Q1)
Diâmetro do furo D: 40 mm (Q2)
Posição de partida: X = 50 mm
 Y = 50 mm
 Z = 2 mm

A profundidade do furo T é reduzida em UNS no ciclo DISCO programado.
O raio do eléctrodo tem que ser maior do que o raio do furo ($= 0,5 \cdot D = 20$ mm).



Programa de maquinação

```

0  BEGINPGMQSCHMM
1  FN 0: Q1 = - 10 ..... Profundidade do furo T
2  FN 0: Q2 = + 40 ..... Diâmetro do furo D
3  FN 0: Q99 = 6 ..... Nível de potência
4  BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20 ..... Definição do bloco: ponto MIN
5  BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0 ..... Definição do bloco: ponto MÁX
6  CYCL DEF 1.0 GERADOR ..... Ciclo GERADOR (ver Capítulo 9)
7  CYCL DEF 1.1 P-TAB 100 ..... Tabela de erosão pretendida, p.ex. tabela 100
8  CYCL DEF 1.2 MAX=6 MIN =4 ..... Deterinação dos estágios de potência
9  TOOL DEF 1 L+0 R+12 ..... Definição do eléctrodo no programa
10 TOOL CALL 1 Z U+1 ..... Chamada eléctrodo no eixo de aproximação Z;
    subdimensão 1 mm
11 L Z+100 R0 F MAX ..... Deslocação eixo de aproximação; marcha rápida;
    troca de eléctrodo
12 L X+50 Y+50 Z+2 R0 FMAX ..... Posição de partida
13 FN 3: Q10 = +2 * +Q108 ..... Calcular subdimensão UM
14 FN 2: Q10 = +Q2 - +Q10
15 TOOL CALL 1 Z UM +Q10 ..... Chamada da ferramenta com UM
16 FN 16: Q11 = Q230 (Q99) ..... Calcular UNS
17 FN 2: Q12 = +Q10 - +Q11 ..... Calcular raio de alargamento RAD
18 FN 4: Q12 = +Q12 DIV +2
19 FN 1: Q13 = +Q1 + +Q11 ..... calcular T-UNS
20 CYCL DEF 17.0 DISCO
21 CYCL DEF 17.1 Z+Q13 M36 ..... Ciclo DISCO (ver Capítulo 9), Profundidade T-UNS;
    erosão LIGADA
22 CYCL DEF 17.2 RAD=Q12 MOD=0 ..... Raio de alargamento Q12; alargar em forma de círculo
23 L Z+100 R0 FMAX M37 ..... Retirar o eléctrodo; erosão DESLIGADA
24 END PGM QSCH MM
    
```

9 Ciclos

9.1	Generalidades sobre os ciclos	9-2
	Condições	9-2
	Início da actuação	9-2
	Indicação de cotas no eixo da ferramenta	9-2
	Ciclos do fabricante	9-2
	Programação dum ciclo	9-3
9.2	Ciclo 1 GERADOR	9-4
9.3	Ciclos de erodir	9-5
	Ciclo 17 DISCO	9-5
	Ciclo 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO	9-8
9.4	Ciclos para a conversão de coordenadas e definição do eléctrodo	9-9
	Ciclo para a definição do eléctrodo	9-9
	Ciclos para a conversão de coordenadas	9-9
	Ciclo 3 DEF. FERRAMENTA	9-10
	Deslocação do zero peça (Ciclo 7)	9-12
	Trabalhar com a tabela de zero peça	9-12
	Espelho (Ciclo 8)	9-14
	Rotação (Ciclo 10)	9-16
	Factor de escala (Ciclo 11)	9-17
9.5	Outros ciclos	9-19
	TEMPO DE ESPERA (Ciclo 9)	9-19
	PGM-CALL - CHAMADA DO PROGRAMA (Ciclo 12)	9-19

9.1 Generalidades sobre os ciclos

Normalmente as maquinações compostas por vários passos de trabalho repetitivos memorizam-se no TNC como ciclos. Com os ciclos, o TNC vai pedindo todas as introduções para um tema .

Os ciclos dividem-se nos seguintes grupos:

- O ciclo **GERADOR** onde se introduzem as indicações básicas para o processo de erosão.
- O ciclo **DISCO** com que você pode executar com facilidade variadíssimas maquinações, e o ciclo **EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO**, que depende do ciclo DISCO.
- O ciclo **TOOL DEF**, com que você pode definir eléctrodos com valores de correcção.
- **Ciclos para a conversão de coordenadas**, com os quais se podem deslocar, rodar, reflectir, aumentar e diminuir contornos .
- **Ciclos** especiais de tempo de espera e chamada do programa.

Condições

Antes de uma chamada de ciclo, tem que já estar programado:

- BLK FORM para a representação gráfica
- Chamada do eléctrodo
- Frase de posicionamento para a posição de partida X, Y
- Frase de posicionamento para a posição de partida Z (distância de segurança)

Início da actuação

Todos os ciclos excepto o ciclo PGM CALL - CHAMADA DE PROGRAMA - estão activados a partir da sua definição no programa de maquinação. O ciclo PGM CALL tem que ser "chamado".

Indicação de dimensões no eixo da ferramenta

As aproximações no eixo da ferramenta referem-se sempre à posição do eléctrodo aquando da chamada do ciclo; o TNC interpreta as coordenadas de forma incremental.
Não pode por isso premir-se a tecla I.

Ciclos do fabricante



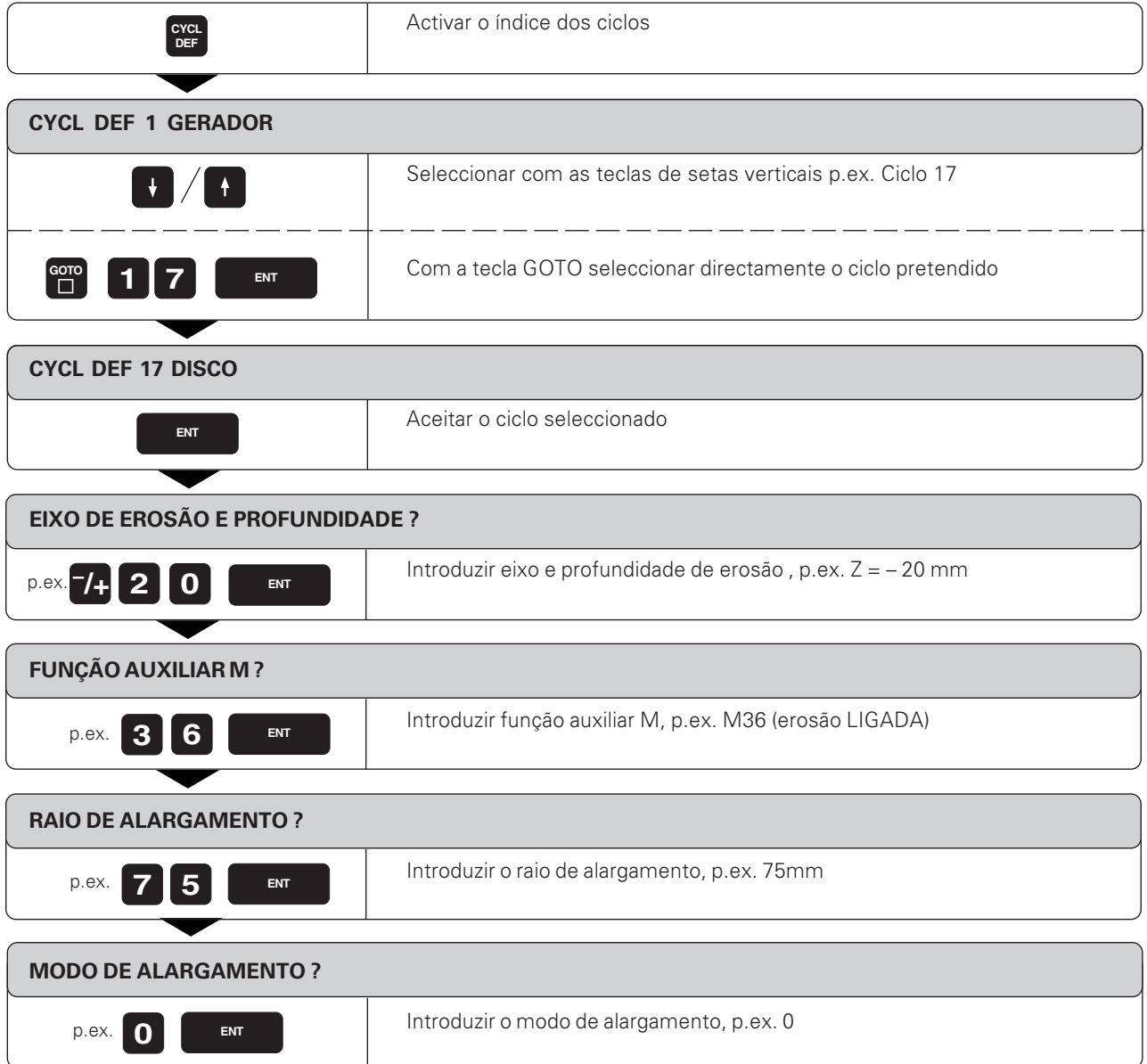
O fabricante da máquina pode memorizar adicionais ciclos no TNC. Estes ciclos podem ser chamados com os números de ciclo de 30 até 99. Consulte o manual da máquina

Programação dum ciclo

Definição do ciclo

Com a tecla CYCL DEF (DEF CICL) activa-se primeiro o índice dos ciclos. Depois, selecciona-se o ciclo pretendido e define-se este em diálogo em texto claro.

No exemplo seguinte mostra-se como se define o ciclo DISCO.



Frases NC p.ex:

17.0	DISCO
17.1	Z-20
	M36
17.2	RAD=75
	MOD=0

9.2 Ciclo 1 GERADOR

Trabalhar com tabela de erosão



Se você trabalhar com tabelas de erosão, tem que introduzir o ciclo 1.0 GERADOR no programa.

Neste ciclo, você programa

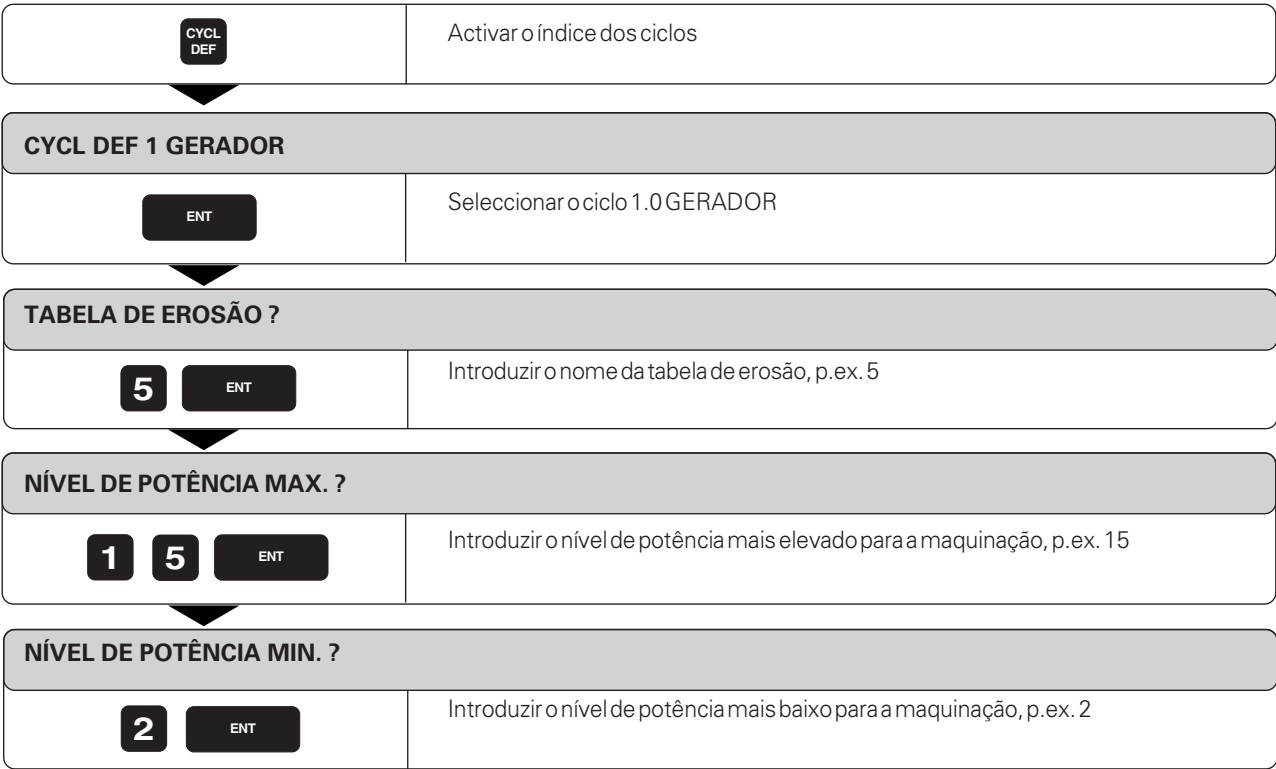
- com que tabela de erosão P-TAB quer trabalhar
- o nível de potência máximo MÁX para a maquinação seguinte
- o nível de potência mínimo MIN para a maquinação seguinte

O TNC visualiza num modo de funcionamento da execução do programa nível de potência mais elevado e mais baixo com que o ciclo 1.0 GERADOR é executado.

Trabalhar sem tabela de erosão

Se você quiser trabalhar sem tabela de erosão, não pode programar o ciclo 1.0 GERADOR. Você introduz depois os parâmetros de erosão nos parâmetros Q90 até Q99.

Introdução do ciclo 1.0 GERADOR



Frase NC p.ex.: 1.0 GERADOR
 1.1 P-TAB 5
 1.2 MAX=15 MIN=2

Modificação do nível de potência

O TNC memoriza o nível de potência actual no parâmetro Q Q99. Se você quiser modificar o nível de potência, atribua a Q99 o valor do novo nível de potência.

Exemplo: Nível de potência pretendido = 12
Frase NC: FN 0: Q99 = 12

9.3 Ciclos de erodir

Os ciclos de erodir são os ciclos 17 DISCO e 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO

Ciclo 17 DISCO

O ciclo 17 DISCO é um ciclo de maquinação, com o qual se programam de forma simples o electrocomportamento e o movimento de deslocação do eléctrodo.

Com o ciclo 17 DISCO desenvolvem-se maquinações como furos cónicos (ver Capítulo 8).

No ciclo 17 DISCO você introduz

- Eixo de erosão
- Profundidade de erosão
- Função auxiliar M
- Raio de alargamento RAD
- Modo de alargamento MOD

Eixo e profundidade de erosão

Com o eixo de erosão você determina, a que eixo da coordenada é feita em paralelo a erosão na "profundidade".

O **sinal** da profundidade de erosão determina se a direcção de trabalho é a direcção do eixo positivo de coordenada (profundidade +) ou do eixo da coordenada negativo (profundidade –)

Você pode introduzir a profundidade de erosão **absoluta** ou **incremental**.

Função auxiliar M

No ciclo 17 DISCO você pode introduzir uma função auxiliar, p.ex. M36 (erosão LIGADA).

Raio de alargamento RAD

O TNC aproxima o eléctrodo em direcção radial (perpendicular à profundidade de erosão) em redor do raio de alargamento.



O raio do eléctrodo Re tem que ser maior do que o raio de alargamento RAD, senão a caixa(disco) não é completamente erodida.

Cálculo do raio de alargamento RAD

Se conhecer o diâmetro D do disco, você pode calcular facilmente o raio de alargamento RAD a partir das seguintes dimensões:

- Diâmetro do disco D
- Subdimensão do eléctrodo UM
- Subdimensão mínima do eléctrodo UNS
- Raio do eléctrodo Re

$$RAD = 0,5 \cdot (UM - UNS) = 0,5 \cdot D - Re - 0,5 \cdot UNS$$

Modo de alargamento MOD

O modo de alargamento MOD determina o movimento do eléctrodo na erosão. Também se influencia a electroerosão e o movimento de retrocesso através do modo de alargamento MOD.

Diferenças no modo de execução

- Modo de execução **rápido (MOD = 0 até 3)**

O TNC termina o ciclo quando se alcança o vector final V e o eléctrodo tiver feito uma executado uma erosão completa na profundidade final.

- Modo de execução **completo (MOD = 4 até 7)**

O TNC termina o ciclo quando se alcança o vector final V e o eléctrodo tiver executado um quarto da erosão na profundidade final.

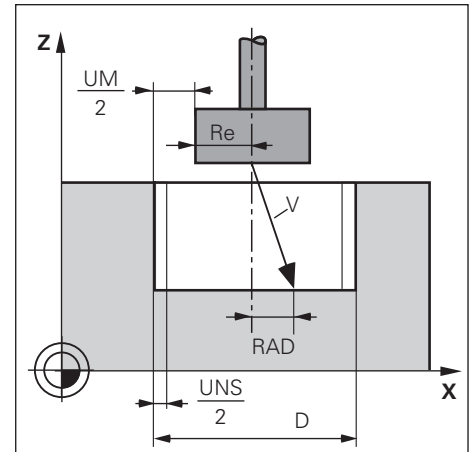


Fig. 9.1: Dados importantes no ciclo 17 DISCO

Diferenças no movimento do eléctrodo

• Alargamento de forma circular (MOD = 0 e 4)

O eléctrodo desloca-se a partir do ponto de partida S sobre a superfície de um cone de revolução até se alcançar a profundidade de erosão T e o raio de alargamento RAD (ver Fig. 9.2).

• Alargamento quadrado (MOD = 1 e 5)

O eléctrodo desloca-se a partir do ponto de partida S sobre a superfície de uma pirâmide com base quadrada, até se alcançar a profundidade de erosão T e o raio de alargamento RAD (ver Fig. 9.3).

• Abaixamento planetário (MOD = 2 e 6)

O eléctrodo desloca-se a partir do ponto de partida S em redor do raio de alargamento RAD em direcção radial. Seguidamente, desloca-se segundo uma trajectória radial até se alcançar a profundidade de erosão T (ver Fig. 9.4). Depois de alcançada a profundidade de erosão, o TNC eleva o eléctrodo na perpendicular e seguidamente de volta no plano para o ponto de partida PÁG.

• Abaixamento planetário (MOD = 3 e 7)

O eléctrodo desloca-se a partir do ponto de partida S em redor do raio de alargamento RAD em direcção radial. Seguidamente, desloca-se segundo uma trajectória radial até se alcançar a profundidade de erosão T (ver Fig. 9.4). Depois de alcançada a profundidade de erosão, o TNC recua em oblíquo o eléctrodo para o ponto de partida PÁG.

Resumo dos modos de alargamento

Movimento de deslocação	Electroerosão	Modo
Superfície do cone de revolução	rápido	0
	completo	4
Superfície da pirâmide	rápido	1
	completo	5
Abaixamento planetário	rápido, recuo perpendicular	2
	completo, recuo perpendicular	6
Abaixamento planetário	rápido, recuo oblíquo	3
	completo, recuo oblíquo	7

Avanços em erosão com ciclo 17 DISCO

O avanço para o movimento de rotação é igual ao último avanço programado. É limitado pelos parâmetros do utilizador de MP1092 até MP1097.

O avanço para o movimentemo de direcção do eixo da ferramenta é determinado pelo dispositivo de controlo da ranhura.

Comportamento standard em caso de curto-circuito

Em caso de curto-circuito, o eléctrodo pára e recua ao longo do vector de aproximação.

Terminado o curto-circuito, o TNC desloca o eléctrodo de volta pelo mesmo percurso para junto da peça. O TNC mantém na posição onde se deu o curto-circuito, a distância que está determinada no parâmetro do utilizador MP2050.



O fabricante da máquina pode determinar um comportamento de recuo em caso de curto-circuito diferente deste aqui descrito por "comportamento standard". Consulte o manual do fabricante.

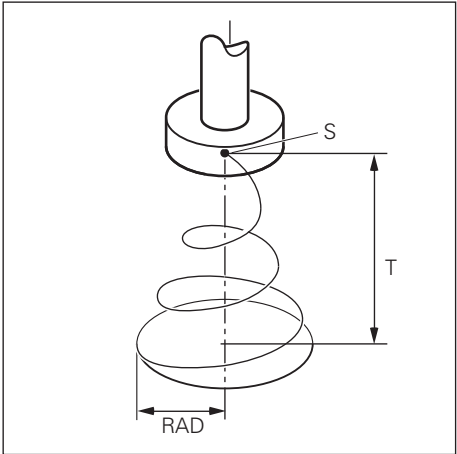


Fig. 9.2: Movimento do eléctrodo em alargamento de forma circular

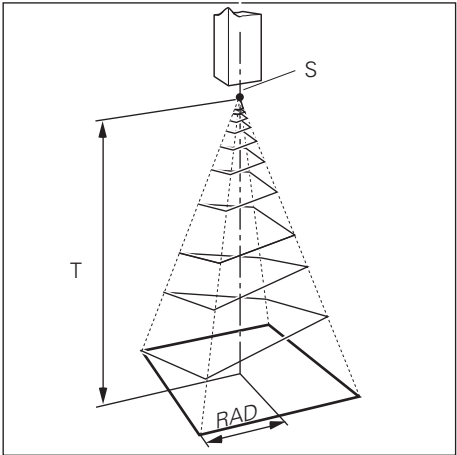


Fig. 9.3: Movimento do eléctrodo em alargamento quadrado

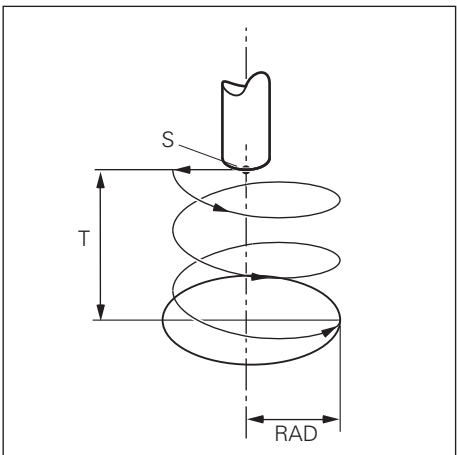


Fig. 9.4: Movimento do eléctrodo em abaixamento planetário

Exemplo: Erodir com Ciclo 17 DISCO**Geometria da peça**

Diâmetro de furo $D = 24 \text{ mm}$
 Profundidade de erosão $T = -10 \text{ mm}$

Dados do eléctrodo

Eléctrodo cilíndrico
 Raio do eléctrodo $R_e = 9,9 \text{ mm}$
 Subdimensão do eléctrodo $U = 4,2 \text{ mm}$
 Largura da ranhura de erosão $B = 0,1 \text{ mm}$

Cálculo do raio de alargamento

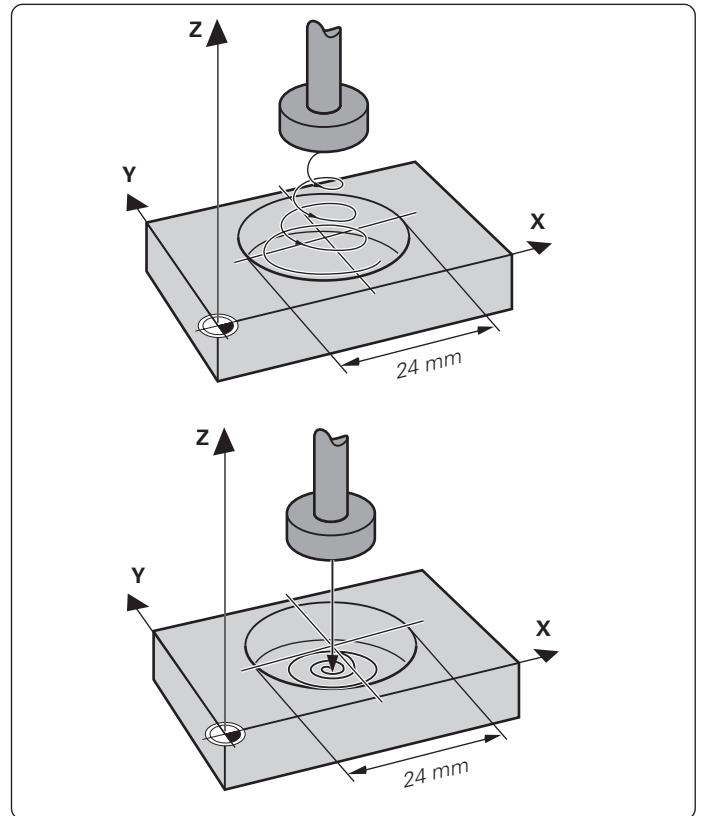
Raio de alargamento para o ciclo 17 DISCO
 $RAD = 0,5 \bullet 4,2 \text{ mm} - 0,1 \text{ mm} = 2 \text{ mm}$

Exemplo 1, Figura em cima:

Posicionamento prévio por cima da superfície da peça, alargamento em forma circular

Exemplo 2, Figura em baixo:

Erodir em profundidade - 10 mm, alargamento em forma circular sem avanço em profundidade

**Ciclo 17 DISCO no programa de maquinação, exemplo 1**

```

0 BEGIN PGM BSPSCH1 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 20
5 CYCL DEF 1.2 MAX=8 MIN=8
6 TOOL DEF 1 L+0 R+9,9
7 TOOL CALL 1 Z U+4,2
8 L X+50 Y+50 Z+1 R0 F MAX ..... Posicionamento prévio por cima da superfície da peça
9 CYCL DEF 17.0 DISCO ..... Ciclo 17 DISCO
10 CYCL DEF 17.1 Z-10 M36 ..... Profundidade de erosão Z=-10 mm, erosão LIGADA
11 CYCL DEF 17.2 RAD=2 MOD=0 ..... Raio de alargamento RAD=2 mm, alargamento de forma circular
13 L Z+100 F MAX M37 ..... Recuo em altura de segurança, erosão DESLIGADA
14 END PGM BSPSCH1 MM
  
```

Ciclo 17 DISCO no programa de maquinação, exemplo 2

```

0 BEGIN PGM BSPSCH2 MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 20
5 CYCL DEF 1.2 MAX=8 MIN=8
6 TOOL DEF 1 L+0 R+9,9
7 TOOL CALL 1 Z U+4,2
8 L X+50 Y+50 Z+1 R0 F MAX ..... Posicionamento prévio por cima da superfície da peça
9 L Z-10 R0 M36 ..... Erodir em profundidade final, Erosão LIGADA
9 CYCL DEF 17.0 DISCO
10 CYCL DEF 17.1 Z+0
11 CYCL DEF 17.2 RAD=2 MOD=0 ..... Raio de alargamento RAD=2 mm, alargamento de forma circular
13 L Z+100 F MAX M37 ..... Recuo em altura de segurança, Erosão DESLIGADA
14 END PGM BSPSCH2 MM
  
```

Ciclo 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO

Com o ciclo 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO determina-se o tempo máximo que a erosão pode durar com:

- o ciclo 17 DISCO
- a função auxiliar M93

Se ao erodir for ultrapassado o tempo de erosão, o TNC interrompe a maquinação.

No ciclo 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO você introduz o tempo de erosão T em minutos.



- O ciclo 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO tem que estar com M93 no programa antes do CICLO 2 DISCO ou antes da frase de posicionamento.
- O ciclo 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO influencia o parâmetro Q153.

Introduzir o ciclo 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO

CYCL DEF	Activar indice dos ciclos
CYCL DEF 1 GERADOR	
↓ ENT	Seleccionar o ciclo 2.0 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO
TEMPO DE EROSÃO EM MIN ?	
1 5 ENT	Introduzir o tempo de erosão T , p.ex. T=15 min

Frases NC p.ex: CYCL DEF 2.0 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO
(CYCL DEF) DEF C12.1 T=15

9.4 Ciclos para a conversão de coordenadas e definição do eléctrodo

Ciclo para a definição do eléctrodo

Com o ciclo para a definição do eléctrodo, você pode introduzir dados do eléctrodo da mesma forma que com a função NC TOOL DEF.

Para além disso, pode-se programar no ciclo uma correcção do eléctrodo até quatro eixos.

Ciclos para a conversão de coordenadas

Com a conversão de coordenadas pode-se realizar um contorno já programado uma só vez em diferentes posições da peça com longitude e medidas modificadas.

Desta forma, pode-se

- deslocar (Ciclo 7 ZERO PEÇA)
- reflectir (Ciclo 8 ESPELHO)
- rodar (Ciclo 10 ROTAÇÃO)
- reduzir ou ampliar (Ciclo 11 FACTOR DE ESCALA)

O contorno original – o original – deve estar como sub-programa ou parte dum programa no programa principal.

Anulação da conversão de coordenadas

Você tem as seguintes possibilidades para anular a conversão de coordenadas:

- Definir de novo o ciclo com valores para o comportamento básico, p.ex. factor de escala 1,0
- Executar as funções auxiliares M02, M30 ou a frase END PGM (dependente dos parâmetros da máquina)
- Seleccionar o novo programa

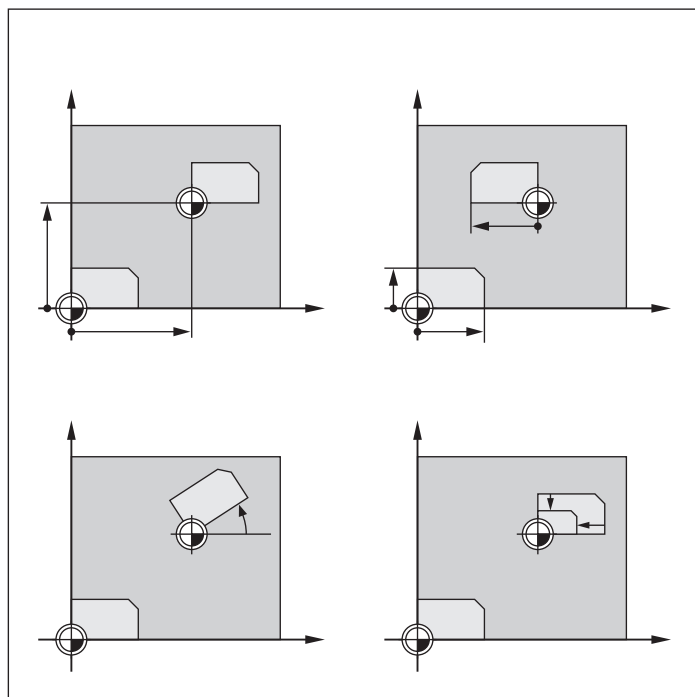


Fig. 9.5: Exemplos para a conversão de coordenadas

Ciclo 3 DEF. FERRAMENTA

No ciclo 3 DEF. FERRAMENTA podem definir-se exactamente como na frase NC TOOL DEF o número e o raio de um eléctrodo. Para além disso, no ciclo 3 DEF. FERRAMENTA pode introduzir-se uma correcção da ferramenta.

No ciclo 3 DEF. FERRAMENTA você introduz:

- Número da ferramenta T entre 1 e 9 999
- Raio da ferramenta R em mm ($R > 0$)
- Correcção da ferramenta para até quatro eixos em mm

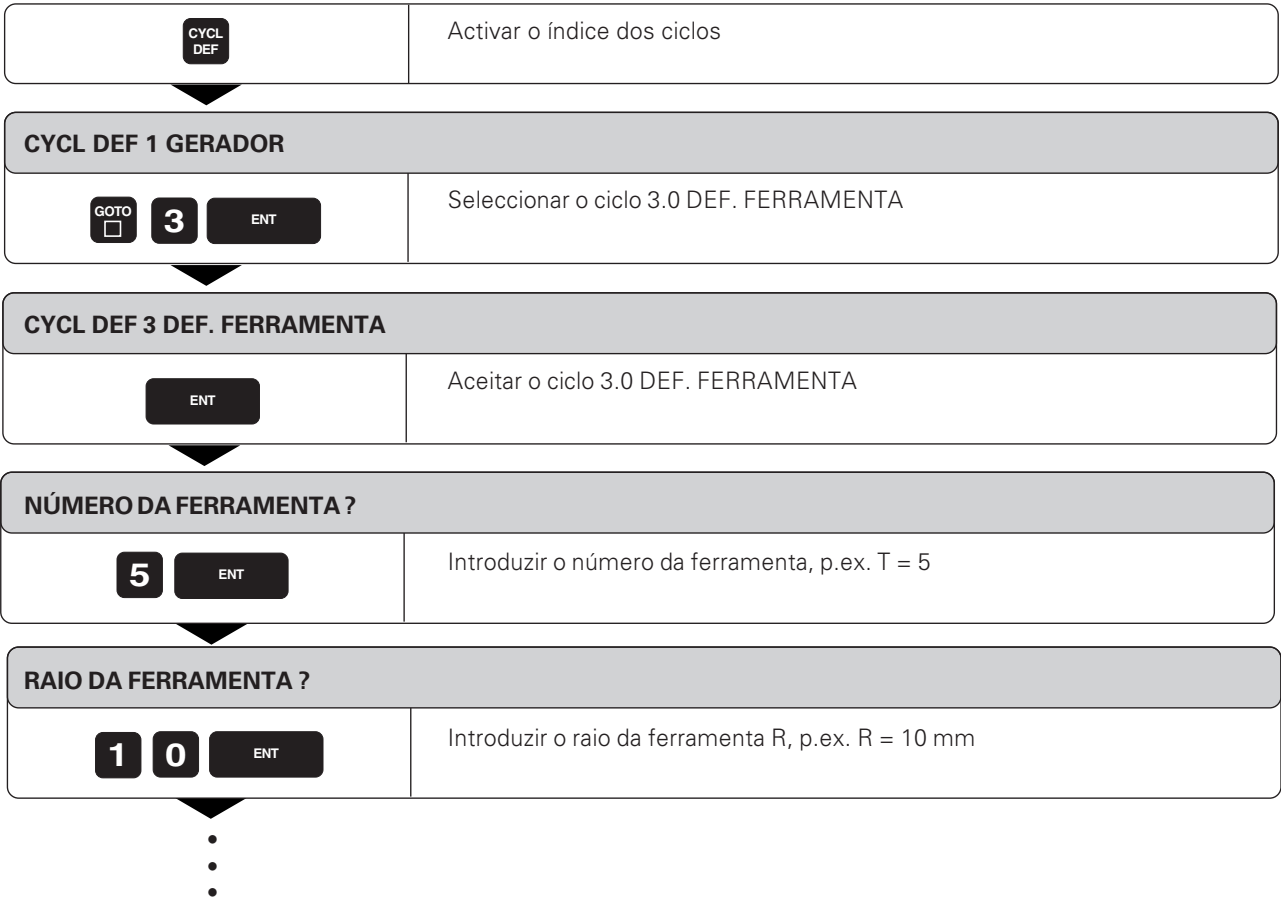
Sinal em correcções da ferramenta

- Corrigir a ferramenta do seu ponto de referência na direcção do eixo positivo da coordenada: valor de correcção > 0
- Corrigir a ferramenta do seu ponto de referência na direcção do eixo negativo da coordenada: valor de correcção < 0



Calcule as correcções para o ciclo 3 DEF. FERRAMENTA com uma situação angular de 0°. Assim, as correcções são activadas automaticamente no plano de maquinação quando o eixo C for posicionado.

Introdução do ciclo 3 DEF. FERRAMENTA

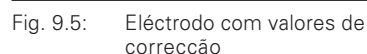


FrasesNCp.ex.: CYCLDEF3.0 DEF.FERRAMENTA
CYCL DEF 3.1 T=5
R+10
CYCL DEF 3.2 X=10 Z=5

Com o eléctrodo da figura à direita faz-se a erosão de um furo

OTNC considera os valores de correcção no programa automaticamente. Você só precisa de introduzir mais as coordenadas efectivas para a posição do furo e a profundidade de erosão.

•		
•		
•		
CYCL DEF 3.1	DEF. FERRAMENTA	Ciclo 3 DEF. FERRAMENTA
CYCL DEF 3.1	T1	Número da ferramenta
	R+0	Raio da ferramenta
CYCL DEF 3.2	X-10 Z+5	Valores de correcção
TOOL CALL 1 Z U+0,1		Chamada da ferramenta
L X+50 Y+50 Z+2		Posicionamento prévio
L Z-5 M36		Erodir
•		
•		
•		



Se você introduzir uma correção do eléctrodo, deve rodar o eléctrodo em arcos de círculo **em sincronia angular**. Para um semicírculo, você tem, p.ex., que rodar o eixo C em 180°.

DESLOCAÇÃO do zero peça (Ciclo 7)

Aplicação

As maquinações podem-se repetir com a deslocação do zero peça, em qualquer outra posição da peça.

Activação

Depois de uma definição do ciclo de deslocação do zero peça, as coordenadas referem-se ao novo ponto do zero peça.

A deslocação visualiza-se na visualização de estados através do índice T nos eixos deslocados.

Introduções

Introduzem-se as coordenadas do novo zero peça até 5 eixos.

Os valores absolutos referem-se ao zero peça, determinado através da memorização do ponto de referência. Os valores incrementais referem-se ao último zero peça válido; este já pode deslocar-se se assim se desejar. Se você quiser trabalhar com a tabela do zero peça, você introduz o número do zero peça que estiver na tabela e o nome da tabela do zero peça a partir da qual o TNC deve activar a deslocação do zero peça. Se você não introduzir nenhum nome, o TNC utiliza automaticamente a tabela do zero peça 0.D.

Anulação

A deslocação do zero peça com os valores das coordenadas $X=0$, $Y=0$ e $Z=0$ elimina a deslocação do zero peça anterior.



Se houver combinação de conversão de coordenadas, executar primeiro a deslocação do zero peça.

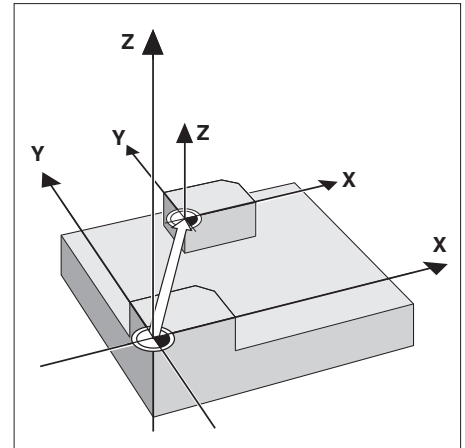


Fig. 9.6: Activação da deslocação do zero peça

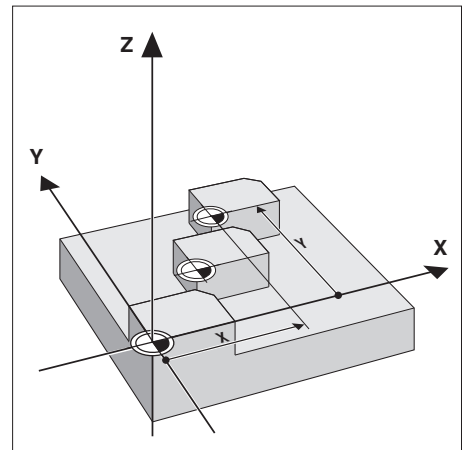


Fig. 9.7: Deslocação do zero peça absoluto

Trabalhar com tabelas de zeros peça

Você pode memorizar no TNC várias tabelas do zero peça. Consoante a configuração da máquina, uma nova tabela de zeros peça contém quatro ou cinco eixos.

Edição da Tabela de zeros peça:

- Prima no modo de funcionamento MEMORIZAÇÃO DO PROGRAMA a tecla PGM NOME.
- Introduza o nome da tabela de zeros peça.
No ecrã aparece a tabela de zeros peça seleccionada.
Você pode memorizar as coordenadas para um máximo de 99 zeros peça. Para isso, se necessário amplie a tabela com a softkey INSERT.

O TNC escreve o número do zero peça e as coordenadas nos parâmetros Q de Q81 até Q85 (ver capítulo 12).

Através das funções auxiliares M38 e M39 você pode escrever e ler as Coordenadas na tabela de zeros peça (ver capítulo 12).

Com M38 e M39, você pode memorizar na tabela 0.D as posições que quiser como "zeros peça".

Dependendo do parâmetro do utilizador 7411 a deslocação do zero peça activa também uma rotação no 4º eixo (ver capítulo 12).

Quando o eixo da ferramenta é diferente do eixo Z, o C da tabela de zeros peça activa apenas uma deslocação, e nenhuma rotação.

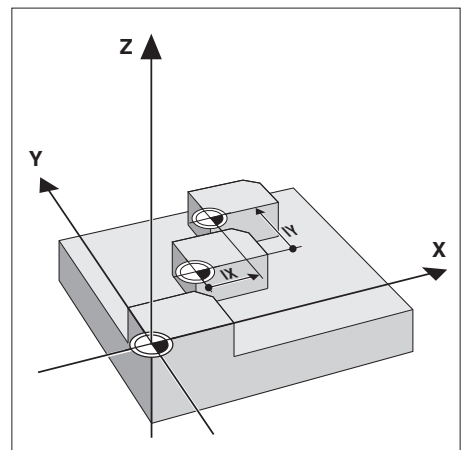
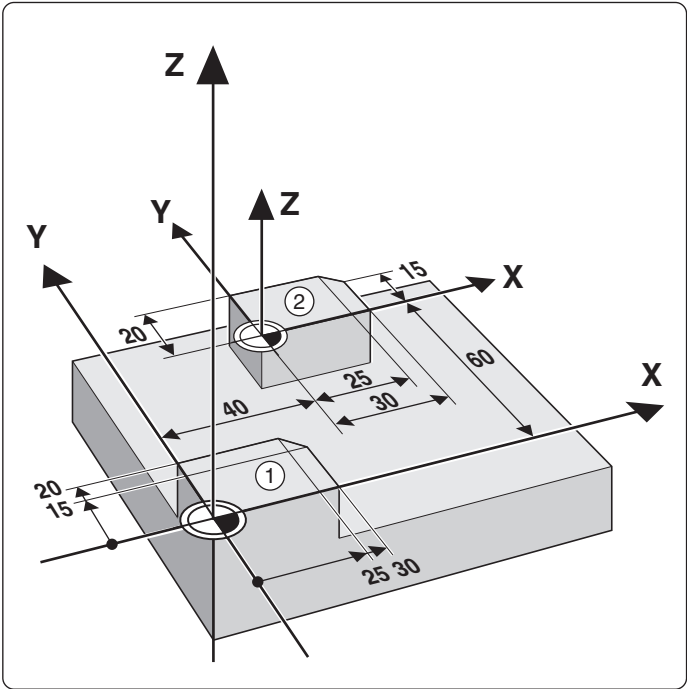


Fig. 9.8: Deslocação do zero peça incremental

Exemplo: deslocação do zero peça

Um procedimento escrito como sub-programa deverá executar-se

- a) referente ao zero peça memorizado ①
 $X+0/Y+0$ e
- b) também referente ao zero peça ② $X+40/Y+60$



Ciclo no programa de maquinação

```
0 BEGIN PGM ZERO PEÇA MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 120
5 CYCL DEF 1.2 MAX=5 MIN=5
6 TOOL DEF 1 L+0 R+4
7 TOOL CALL 1 Z U+0,05
8 L Z+100 R0 F MAX
9 CALL LBL 1 ..... sem deslocação do zero peça
10 CYCL DEF 7.0 ZERO PEÇA
11 CYCL DEF 7.1 X+40
12 CYCL DEF 7.2 Y+60
13 CALL LBL 1 ..... com deslocação do zero peça
14 CYCL DEF 7.0 ZERO PEÇA ..... Anular a deslocação do zero peça
15 CYCL DEF 7.1 X+0
16 CXCL DEF 7.2 Y+0
17 L Z+100 R0 F MAX M2
18 LBL 1
19 L X-10 Y-10 R0 F MAX
20 L Z+2 FMAX
21 L Z-5 M36
22 L X+0 Y+0 RL
23 L Y+20
24 L X+25
25 L X+30 Y+15
26 L Y+0
27 L X+0
28 L X-10 Y-10 R0 F MAX M37
29 L Z+2 F MAX
30 LBL 0
31 END PGM ZERO PEÇA MM
```

Sub-programa para a geometria do contorno original

O sub-programa situa-se durante as diferentes conversões na seguinte posição (frase NC) do programa:

	LBL 1	LBL 0
Deslocação do zero peça	Frase 18	Frase 30
Espelho, rotação, factor de escala	Frase 22	Frase 34

ESPELHO (Ciclo 8)

Aplicação

Pode-se efectuar uma maquinação espelho no plano de maquinação

Introdução

Introduz-se o eixo que vai é reflectido.

O eixo da ferramenta não pode ser reflectido.

Anulação

O ciclo ESPELHO com introdução de NO ENT na pergunta de diálogo fica anulado.

Activação

O ciclo espelho activa-se a partir da sua definição no programa:

Um ciclo espelho visualiza-se na visualização de estados através do índice S nos eixos reflectidos

- Quando se reflecte **um** eixo, modifica-se o sentido de deslocação do eléctrodo. Isto não é válido em ciclos de maquinação.
- Quando se reflectem **dois** eixos, não se modifica o sentido de deslocação.

O procedimento de espelho depende da situação do zero peça:

- O zero peça está **sobre** o contorno que se quer reflectir: a peça só se reflecte num eixo (ver Fig. 9.9).
- O zero peça está **fora** do contorno que se quer reflectir: a peça, para além disso, desloca-se (ver Fig. 9.11).

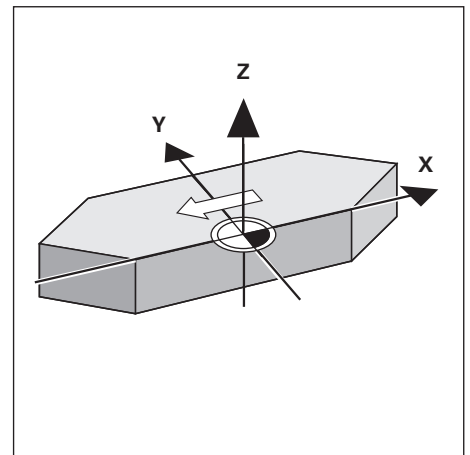


Fig. 9.9: ESPELHO dum contorno

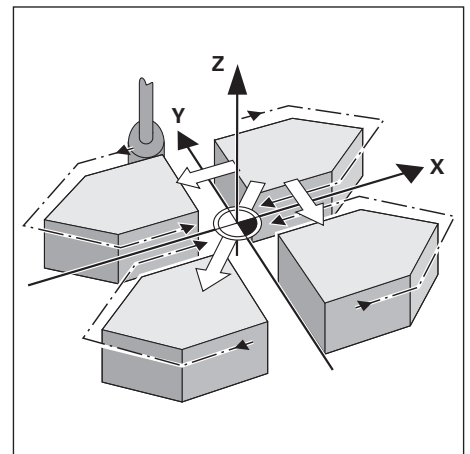


Fig. 9.10: Espelho múltiplo e sentido de deslocação

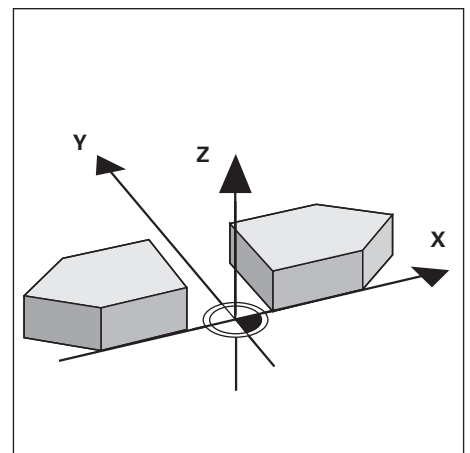
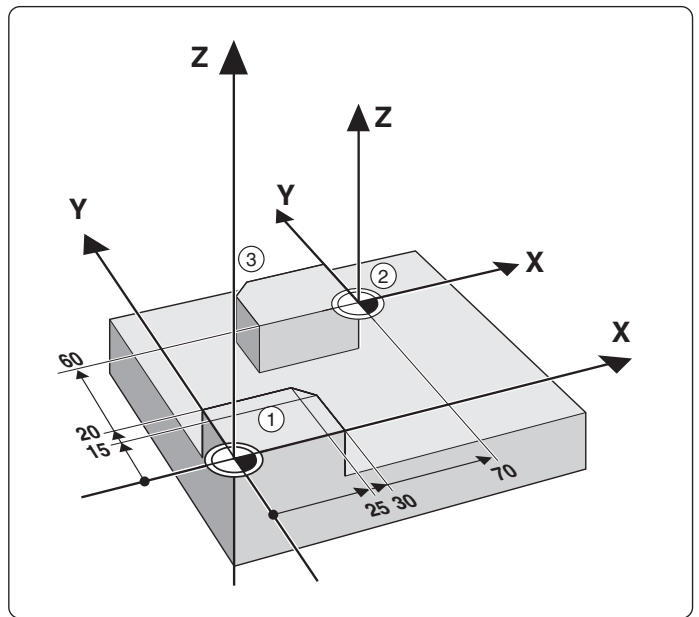


Fig. 9.11: O zero peça está fora do contorno que se quer reflectir

Exemplo: espelho

Uma maquinação (sub-programa 1) deve executar-se uma vez – como originalmente programada – na Posição X+0/Y+0 ① e uma vez reflectida na posição X+70/Y+60 ② em X ③.



Ciclo ESPELHO no programa de maquinação

```

0 BEGIN PGM ESPELHO MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 12
5 CYCL DEF 1.2 MAX=12 MIN=12
6 TOOL DEF 1 L+0 R+3
7 TOOL CALL 1 Z U+0
8 L Z+100 R0 F MAX
9 CALL LBL 1 ..... sem reflectir ①; versão reflectida
10 CYCL DEF 7.0 ZERO PEÇA ..... 1º deslocar o zero peça②
11 CYCL DEF 7.1 X+70
12 CYCL DEF 7.2 Y+60
13 CYCL DEF 8.0 ESPELHO ..... 2º reflectir ③
14 CYCL DEF 8.1 X
15 CALL LBL 1 ..... 3º Chamada do sub-programa
16 CYCL DEF 8.0 ESPELHO ..... Anular o espelho
17 CYCL DEF 8.1
18 CYCL DEF 7.0 ZERO PEÇA ..... eliminar a deslocação do zero peça
19 CYCL DEF 7.1 X+0
20 CYCL DEF 7.2 Y+0
21 L Z+100 R0 F MAX M2
22 LBL 1
23 L X-10 Y-10 R0 F MAX
24 L Z+2 F MAX
25 L Z-5 M36
26 L X+0 Y+0 RL
27 L Y+20
28 L X+25
29 L X+30 Y+15
30 L Y+0
31 L X+0
32 L X-10 Y-10 R0 F MAX M37
33 L Z+2 F MAX
34 LBL 0
35 END PGM ESPELHO MM

```

Sub-programa para a geometria do contorno original.

ROTAÇÃO (Ciclo 10)

Aplicação

Dentro dum programa pode-se rodar o sistema de coordenadas no plano de maquinação segundo o zero peça actual.

Activação

A rotação activa-se a partir da sua definição no programa.
O ciclo 10 ROTAÇÃO anula a correcção do raio RR/RL.

Eixo de referência para o ângulo de rotação:

- Plano X/Y Eixo X
- Plano Y/Z Eixo Y
- Plano Z/X Eixo Z

O ângulo de rotação activado visualiza-se na visualização de estados através de ROT.

Definição do plano de rotação

Quando o ciclo ROTAÇÃO é activado pela primeira vez, o plano de rotação está perpendicular ao eixo da ferramenta que está definido na frase TOOL CALL.

Se posteriormente se executar de novo uma TOOL CALL com outro eixo da ferramenta, o plano de rotação não se modifica.

Introduções

O ângulo de rotação introduz-se em graus (°).

Campo de introdução: de -360° até $+360^\circ$ (absoluto ou incremental)

Activação no parâmetro Q

O plano de rotação influencia o parâmetro Q112:

- Plano X/Y Q112=2
- Plano Y/Z Q112=0
- Plano Z/X Q112=1
- nenhum plano definido Q112 = -1

Anulação

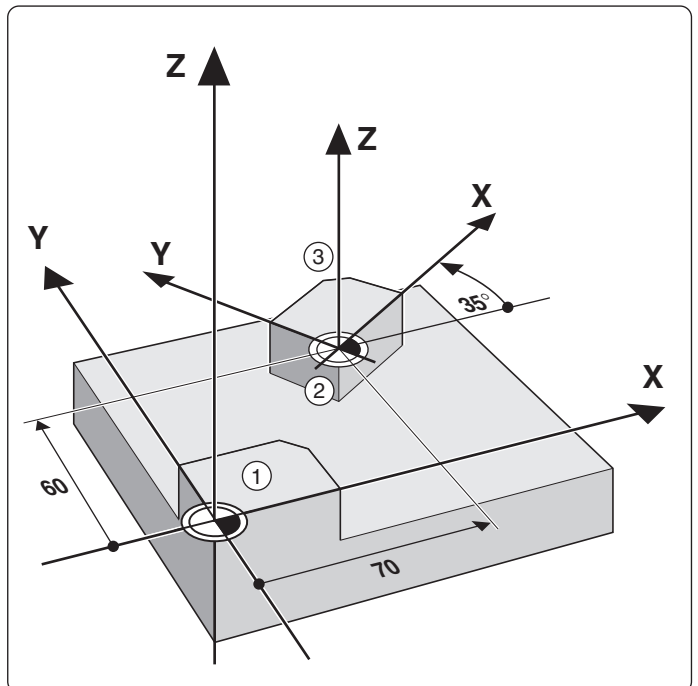
Anula-se uma rotação com o ângulo de rotação 0° .

Exemplo: rotação

Um contorno (sub-programa 1) executa-se uma vez – como se programou o original– referido ao zero peça
X+0/Y+0 e uma vez referido zero peça X+70 Y+60 e rodado em 35° .



Quando o eixo da ferramenta é paralelo ao 4º eixo (p.ex. Z e C), o ciclo ROTAÇÃO ocasiona uma deslocação no 4º eixo com o mesmo ângulo tal como programado no ciclo ROTAÇÃO.



Continua na página seguinte

Ciclo no programa de maquinação

```

0 BEGIN PGM ROTAÇÃO MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 75
5 CYCL DEF 1.2 MAX=7 MIN=7
6 TOOL DEF 1 L+0 R+5,5
7 TOOL CALL 1 Z U+1
8 L Z+100 R0 F MAX
9 CALL LBL 1 ..... Versão sem rodar ①
10 CYCL DEF 7.0 ZERO PEÇA ..... Versão rodada. Sequência:
11 CYCL DEF 7.1 X+70
12 CYCL DEF 7.2 Y+60 ..... Deslocar o 1º zero peça ②
13 CYCL DEF 10.0 ROTAÇÃO ..... 2ª rotação ③
14 CYCL DEF 10.1 ROT +35
15 CALL LBL 1 ..... 3ª chamada do sub-programa
16 CYCL DEF 10.0 ROTAÇÃO ..... Anular a rotação
17 CYCL DEF 10.1 ROT 0
18 CYCL DEF 7.0 ZERO PEÇA ..... Eliminar a deslocação do zero peça
19 CYCL DEF 7.1 X+0
20 CYCL DEF 7.2 Y+0
21 L Z+100 R0 F MAX M2
22 LBL 1
   .
   .
   .
   LBL 0
   END PGM ROTAÇÃO MM

```

O sub-programa correspondente (ver pág. 9-15) programa-se depois de M02.

FACTOR DE escala (Ciclo 11)

Aplicação

Dentro dum programa podem-se ampliar ou reduzir contornos. Desta forma, podem-se ter em conta, por exemplo, factores de redução ou de ampliação.

Activação

O factor de escala activa-se a partir da definição do ciclo.
O factor de medição actua

- no plano de maquinação ou nos três eixo de coordenadas simultaneamente (dependente do parâmetro MP7410)
- nas cotas indicadas nos ciclos
- também nos eixos paralelos U,V,W

O factor de escala visualiza-se na visualização de estados em SCL

Introdução

Introduz-se o factor SCL (ingl.: scaling). O TNC multiplica as coordenadas e raios com SCL (como descrito em "Activação").

Ampliação: SCL maior que 1 até 99,999 999

Redução: SCL menor que 1 até 0,000 001

Anulação

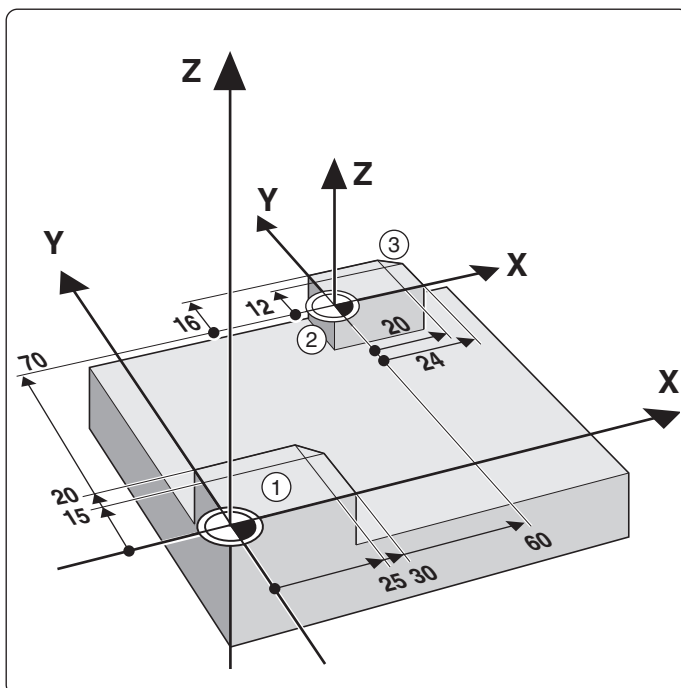
O factor de escala anula-se através do ciclo Factor de escala com o factor 1.

Condição

Antes da ampliação ou redução, deverá deslocar-se o zero peça para um lado ou esquina do contorno.

Exemplo: factor de escala

Pretende-se executar um contorno (sub-programa 1) uma vez – como se programou o original – referido ao zero peça memorizado inicialmente $X+0/Y+0$ e outra vez reduzido $X+60/Y+70$ com factor de escala 0,8.



Ciclo FACTOR DE ESCALA no programa de maquinação

```

0 BEGIN PGM TAMANHOS MM
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-20
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0
3 CYCL DEF 1.0 GERADOR
4 CYCL DEF 1.1 P-TAB 100
5 CYCL DEF 1.2 MAX=7 MIN=7
6 TOOL DEF 1 L+0 R+3
7 TOOL CALL 1 Z U+0,2
8 L Z+100 R0 F MAX
9 CALL LBL 1 ..... Execução em tamanho original ①
10 CYCL DEF 7.0 ZERO PEÇA ..... Execução com factor de escala. Sequência:
11 CYCL DEF 7.1 X+60
12 CYCL DEF 7.2 Y+70 ..... 1º deslocar o zero peça ②
13 CYCL DEF 11.0 FACTOR DE ESCALA ..... 2º determinar factor de escala ③
14 CYCL DEF 11.1 SCL 0.8
15 CALL LBL 1 ..... 3º chamada do sub-programa (factor de escala acivado)
16 CYCL DEF 11.0 FACTOR DE ESCALA ..... Eliminar as conversões
17 CYCL DEF 11.1 SCL 1
18 CYCL DEF 7.0 ZERO PEÇA
19 CYCL DEF 7.1 X+0
20 CYCL DEF 7.2 Y+0
21 L Z+100 R0 F MAX M2
22 LBL 1
23 L X-10 Y-10 R0 F MAX
24 L Z+2 F MAX
25 L Z-5 M36
26 L X+0 Y+0 RL
27 L Y+20
28 L X+25
29 L X+30 Y+15
30 L Y+0
31 L X+0
32 L X-10 Y-10 R0 F MAX M37
33 L Z+2 F MAX
34 LBL 0
35 END PGM TAMANHOS MM

```

9.5 Outros ciclos

TEMPO DE ESPERA (Ciclo 9)

Aplicação

Num programa em funcionamento, a frase seguinte executa-se depois de ter passado o tempo de espera programado.

Activação

O ciclo activa-se a partir da sua definição. Não tem influência sobre estados que actuam de forma modal.

Introdução

O tempo de espera é indicado em segundos.
A margem de introdução é de 0 a 30 000 s (aprox. 8,3 horas)
em 0,001 passos s.

CHAMADA DO PROGRAMA - PGM-CALL (Ciclo 12)

Aplicação e activação

Os programas de maquinação, como por exemplo ciclos de erodir especiais, curvas, e módulos geométricos, podem elaborar-se como principais e atribuir como um ciclo de maquinação.

Desta forma, o programa principal pode-se chamar como se fosse um ciclo.

Introdução

Introduz-se o nome do programa que se pretende chamar

Ciclo 12 PGM CALL

Chama-se o programa com

- CYCL CALL (frase separada) ou
- M99 (frase a frase) ou
- M89 (é executado - dependendo dos parâmetros da máquina - após cada frase de posicionamento).

Anulação de chamada de ciclo

Você pode anular a função de M89 (chamada de ciclo após cada frase), da seguinte forma:

- M99 (o programa é chamado ainda uma vez)
- CYCL CALL (o programa é chamado ainda uma vez)
- Nova definição do ciclo 12

Exemplo: Chamada do programa

Pretende-se chamar o programa 50 através da chamada de ciclo.

Programa **de maquinação**

...
...

CYCL DEF 12.0 PGM CALL Determinação
CYCL DEF 12.1 PGM 50 "O programa 50 é um ciclo"
L X+20 Y+50 FMAX M99 Chamada do programa 50

...
...

10 Transmissão de dados externa

10.1	Menú para a transmissão de dados externa	10-2
10.2	Seleção e transmissão de dados	10-3
	Seleção de ficheiros	10-3
	Transmissão de dados	10-3
10.3	Formatação de disquetes	10-4
10.4	Apagar ficheiros	10-4
10.3	Distribuição de conectores e cabos para as conexões de dados	10-5
	Conexão de dados V.24/RS-232-C	10-5
	Conexão de dados V.11/RS-422	10-7
10.4	Preparação dos sistemas para a transmissão de dados	10-8
	Sistemas HEIDENHAIN	10-8
	Sistemas externos	10-8

Dispõe-se de duas conexões para a transmissão de dados entre o TNC e outros aparelhos.

Exemplos

- Introdução de ficheiros no TNC
- Transmissão de dados do TNC para uma memória externa
- Impressão de ficheiros
- Comando à distância do TNC

Para isso, utilize a conexão de dados V.24/RS-232-C.

Registo LSV-2

O TNC 406 auxilia o Registo LSV-2. Com isto, pode-se por exemplo comandar a transferência de dados ou também a execução do programa.

Protecção de ficheiros

Na transmissão de dados externa, você dispõe das funções PROTECT (proteger) e UNPROTECT (desproteger) (ver Capítulo 1).

10.1 Menú para a transmissão de dados externa

Seleccção da transmissão de dados externa

	Aparecem no ecrã o modo de funcionamento de conexão de dados e a velocidade de Baud seleccionada
---	--

Janela para a transmissão de dados externa

O TNC visualiza os ficheiros em três janelas no ecrã. Comute entre as janelas com as teclas de comutação para a direita e esquerda da régua de softkeys.

- Janela da esquerda:** Todos os ficheiros da memória externa
- Janela central :** Programas NC e tabelas de erosão da memória externa (se existirem)
- Janela da direita:** Todos os ficheiros da memória do TNC

O TNC visualiza se se trata de ficheiros da memória do TNC (**FICHEIROS INTERNOS**) ou se os ficheiros estão memorizados em sistemas externos (**FICHEIROS EXTERNOS**).
No índice visualizado aparece o número de fiicheiros.

10.2 Selecção e transmissão de dados

As funções para a transmissão de dados seleccionam-se na régua de softkeys.

Selecção de ficheiros

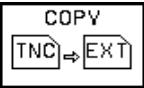
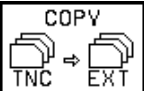
O ficheiro selecciona-se com as teclas de setas.

Com as softkeys PAGE visualiza-se por páginas o índice de ficheiros, como na gestão de ficheiros.

Transmissão de ficheiros

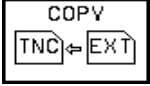
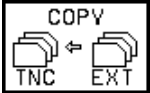
Transmissão de ficheiros do TNC para um aparelho externo

O cursor está sobre um ficheiro memorizado no TNC.

Função	Softkey
Transmissão do ficheiro seleccionado	
Transmissão de todos os ficheiros	

Transmissão de ficheiros a partir de um aparelho externo ao TNC

Colocar o cursor com uma tecla do cursor sobre o ficheiro memorizado no apoio de dados externo.

Função	Sotkey
Transmissão do ficheiro seleccionado	
Transmissão de todos os ficheiros	

Interrupção da transmissão

Com a tecla ou a softkey END pode-se interromper a transmissão de dados.

Enviar ficheiros através da saída PRT do FE 401

Você também pode enviar ficheiros através da saída PRT do FE 401, p.ex. para uma impressora:

- Seleccione o ficheiro e prima a softkey PRINT.



Se se transmitirem dados entre dois TNCs, arranca primeiro o TNC onde os dados vão ser memorizados.

10.3 Formatação de disquetes

Se você quiser memorizar ficheiros externamente numa disquete, essa disquete tem que estar "formatada". Você pode iniciar a formatação da disquete a partir do TNC no FE 401:

- Prima a softkey FORM DISK.
- Introduza um nome para a disquete.
- Prima ENT.
O TNC formata a disquete.

10.4 Apagar ficheiros

Se quiser apagar ficheiros gravados externamente:

- Seleccione o ficheiro com as teclas de setas.
- Prima a softkey DELETE

10.5 Distribuição de conectores e cabos de conexão para conexões de dados

Conexão de dados V.24/RS-232-C

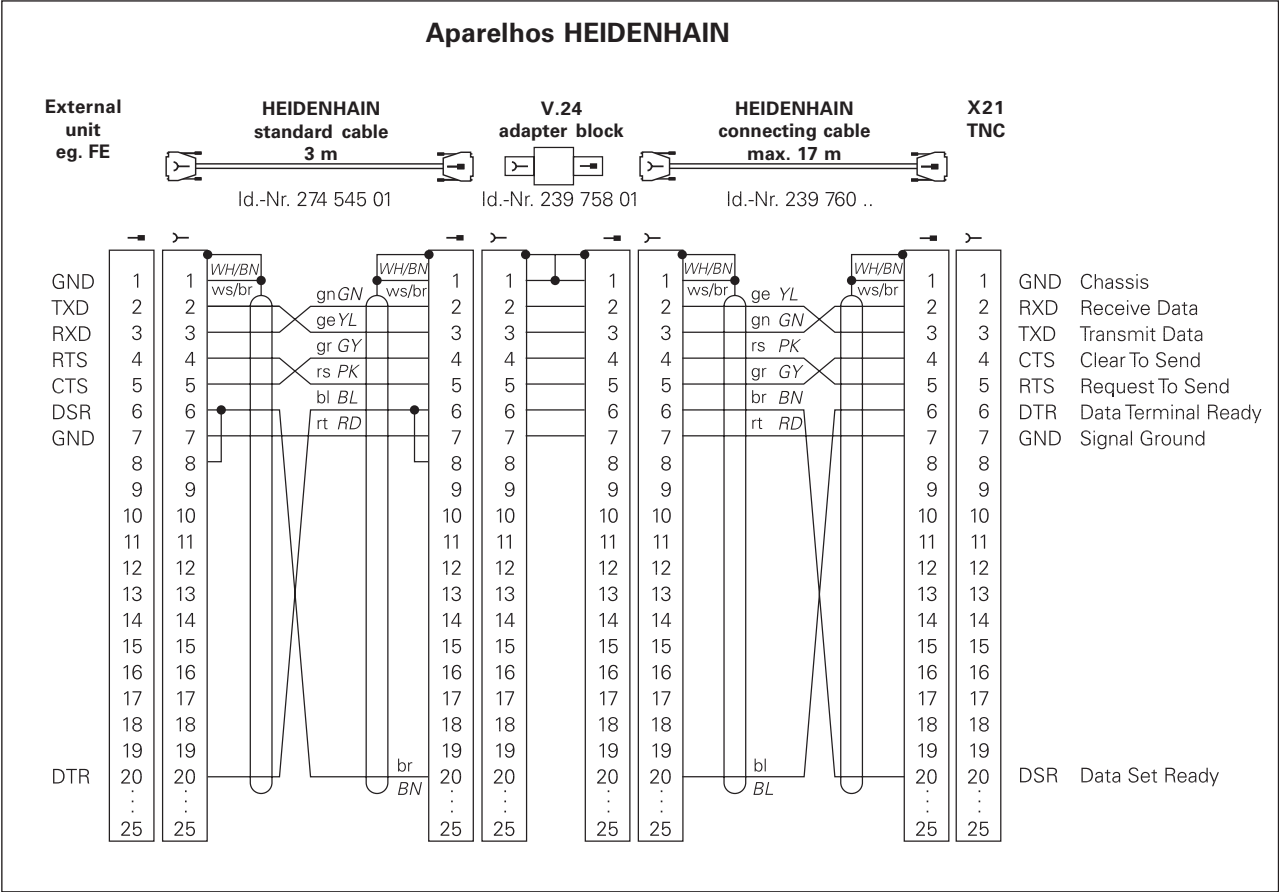


Fig. 10.1: Distribuição das conexões V.24/RS-232-C para os aparelhos HEIDENHAIN



A distribuição do conector (X21) na unidade lógica do TNC é diferente da do bloco adaptador.

Aparelhos externos

A distribuição de conectores no aparelho externo pode ser muito diferente da de um aparelho HEIDENHAIN.
A distribuição depende do aparelho e do modo de transmissão. Repare na distribuição de conectores do bloco adaptador - Fig. 10.2.

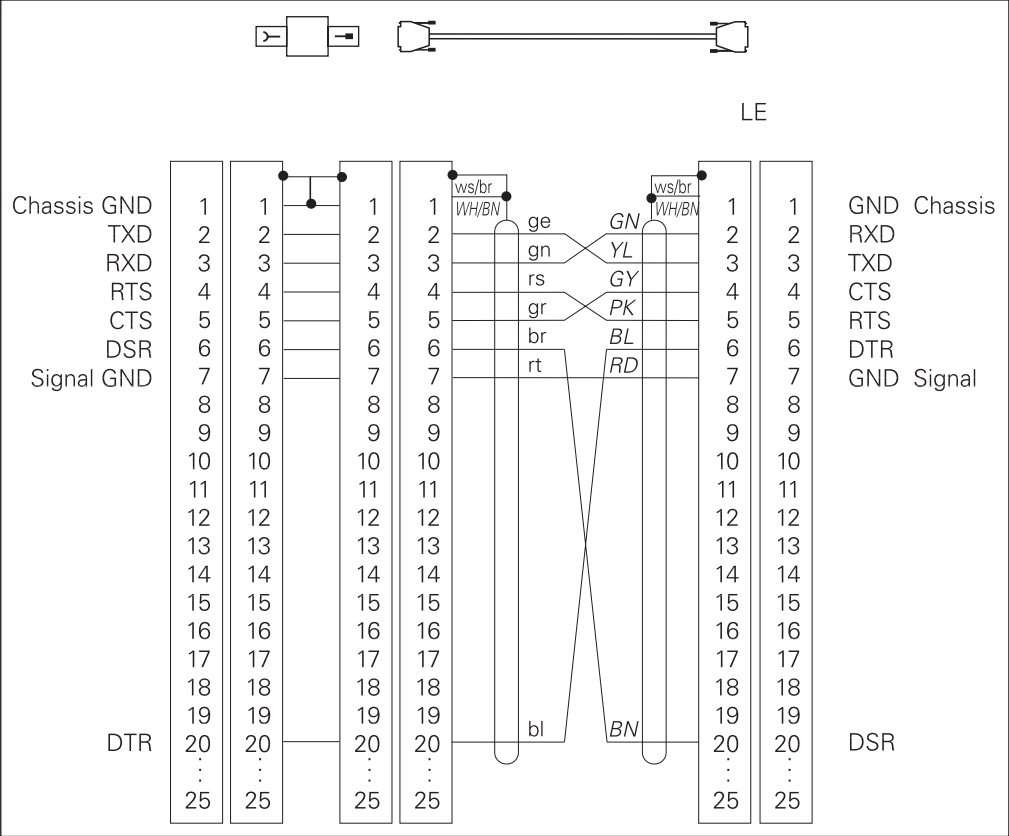


Fig. 10.2: Conexão de um aparelho externo com a conexão de dados V.24/RS-232-C

Conexão de dados V.11/RS-422

Esta conexão de dados está coordenada ao PLC. Ela pode p.ex. ser usada para comunicação com o gerador do cliente.

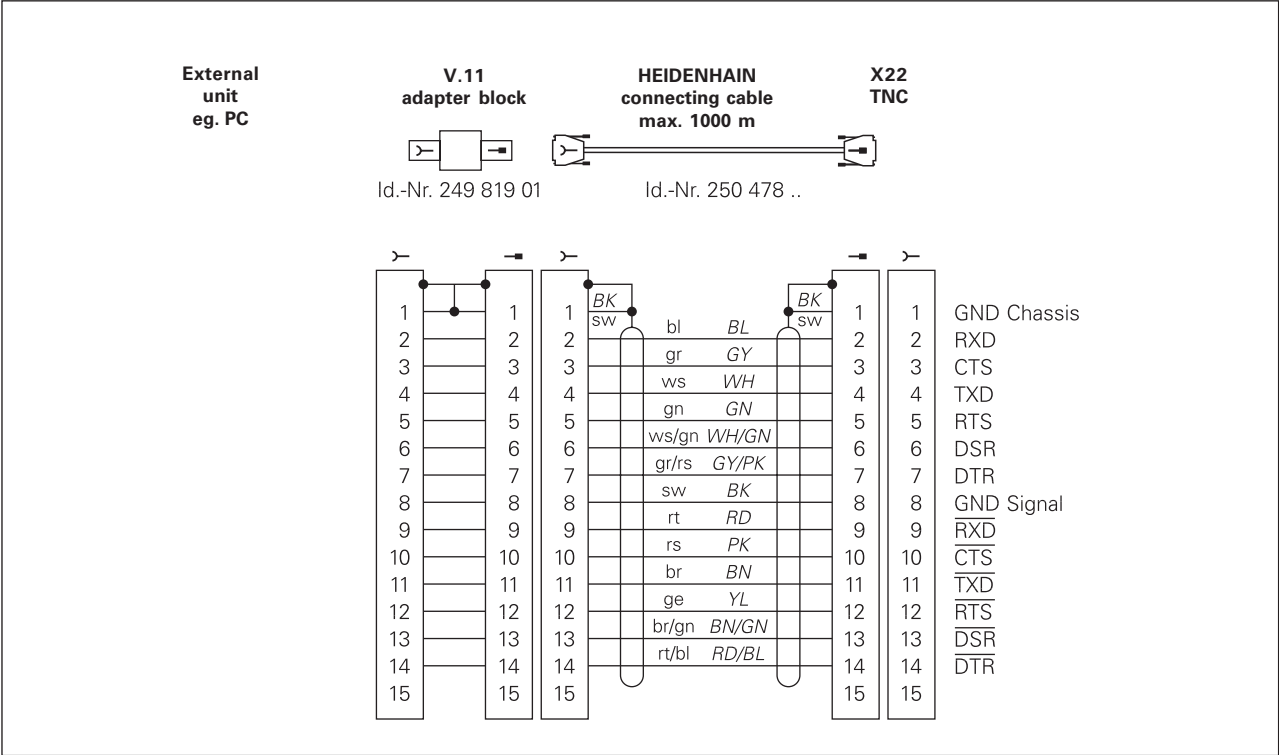


Fig. 10.3: Distribuição da conexão de dados V.11/RS-422



A distribuição do conector (X22) na unidade lógica do TNC é idêntica ao bloco adaptador.

10.6 Preparação dos sistemas para a transmissão de dados

Aparelhos HEIDENHAIN

Os aparelhos HEIDENHAIN (unidade de disquetes FE e unidade de fita magnética ME) podem conectar-se ao TNC. Você pode usar estes sistemas directamente para a transmissão de dados.

Exemplo: unidade de disquetes FE401

- Ligar o cabo de rede da FE
- Ligar o cabo de comunicações entre a FE e o TNC com cabo de transmissão
- Ligar a FE
- Introduzir a disquete na "drive" superior
- Se necessário, formatar a disquete
- Ajustar a conexão de dados(ver Capítulo 11)
- Transmitir os dados



- A capacidade da memória da disquete introduz-se em sectores.
- Na unidade de disquetes FE401 pode-se comutar a velocidade de Baud.

Aparelhos externos

O TNC e os aparelhos externos devem ajustar-se mutuamente.

Ajuste dum aparelho externo ao TNC

- PC: ajustar o software
- Impressora: ajustar o conector (conector DIP)

Ajustar o TNC a um aparelho externo

Ajustar os parâmetros do utilizador:

- de 5010 a 5020 para EXT

11 Funções MOD

11.1	Seleccção, modificação e saída das funções MOD	11-2
11.2	Seleccção da visualização de posições	11-2
11.3	Seleccção do sistema de medida	11-3
11.4	Informações sobre o sistema	11-3
11.5	Ajuste das conexões de dados externas	11-3
	VELOCIDADE DE BAUD	11-3
	Conexão de dados V.24	11-3
11.6	Introdução dos limites de deslocação	11-4
11.7	Parâmetros do utilizador específicos da máquina	11-5
11.8	Introdução do código	11-5
11.9	Visualização de estados dos parâmetros Q	11-5

Através das funções MOD dispõe-se de uma visualização adicional e de diferentes possibilidades de introdução. Você selecciona as diferentes funções MOD com as softkeys. Existem as seguintes funções:

- Selecção da visualização de posições
- Determinação da unidade de medida (mm/polegadas)
- Informações sobre o sistema (visualização do número de software do NC, PLC)
- Ajuste da conexão de dados
- Limites de deslocação
- Parâmetros do utilizador específicos da máquina
- Introdução do código
- Visualização do estado do parâmetro Q num teste do programa e num modo de funcionamento de execução do programa

11.1 Selecção, modificação e saída das funções MOD

- Prima a tecla 
- Selecciona com a softkey a correspondente função MOD
- Modifique o ajuste através da activação das teclas de setas para a esquerda/direita, ou introduza um valor
- Prima a tecla END para sair das funções MOD
- Prima a tecla  para voltar ao modo de funcionamento de onde chamou a função MOD

11.2 Selecção da visualização de posições

Na Fig. 11.1 estão caracterizadas as seguintes posições:

- Posição de saída (A)
- Posição final da ferramenta (Z)
- Ponto zero da peça (W)
- Ponto zero da escala (M)

A visualização de posições do TNC pode conter as seguintes coordenadas:

- Posição nominal; valor indicado momentaneamente pelo TNC
valor indicado ① NOMINAL
- Posição real em que se encontra a ferramenta ② REAL
- Erro de arrasto; diferença entre posição nominal e
posição real ③ ARRASTO
- Posição de referência; posição real referente ao
ponto zero da escala ④ REF
- Caminho a percorrer para a posição; diferença
entre posição real e posição final ⑤ CAMINHO REST
- Posição nominal referente ao sistema de coordenadas
transformado, p.ex. após uma Deslocação do ponto zero NOMINAL.W
- Posição real referente ao sistema de coordenadas
transformado, p.ex. após uma deslocação do ponto zero REAL.W

A visualização pretendida selecciona-se com **teclas de setas** horizontais e é de imediato inserida no campo de estados.

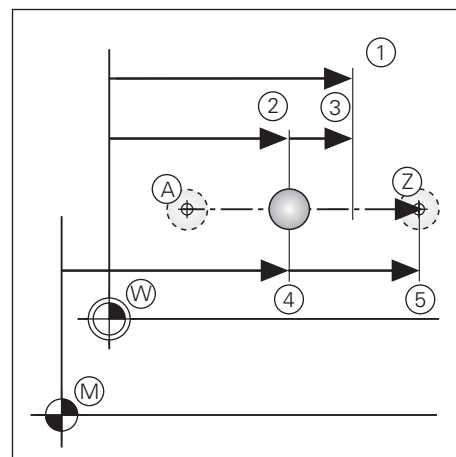


Fig. 11.1: Posições características na peça e escala

11.3 Selecção do sistema de medida

Esta função MOD determina se as coordenadas se visualizam em mm ou polegadas (sistema de polegadas).

- O sistema métrico: p.ex. X = 15,789 (mm)
Função MOD TROCAR MM/POLEGADAS
Visualização com 3 posições após a vírgula
- Sistema de polegadas: p.ex. X = 0,6216 (polegadas)
Função MOD TROCAR MM/POLEGADAS
Visualização com 4 posições após a vírgula

11.4 Informações sobre o sistema

Os números de software do NC e do PLC aparecem directamente após Selecção da função MOD no ecrã do TNC. Por baixo, o TNC mostra a memória livre em Bytes.

11.5 Ajuste das conexões de dados externas

Para ajustar as conexões de dados externas, o TNC dispõe de duas funções:

- VELOCIDADE DE BAUD
- CONEXÃO DE DADOS V.24

As funções seleccionam-se como funções MOD com teclas de setas verticais.

VELOCIDADE DE BAUD

Ajuste da velocidade da transmissão de dados.

Velocidades de Baud possíveis:

110, 150, 300, 600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200, 38 400 Baud

Comutar a velocidade de Baud:

Premir a tecla de seta da direita ou a tecla de seta da esquerda

Conexão de dados V.24

O ajuste depende do aparelho conectado

Selecção do ajuste com a tecla ENT

Aparelho externo	CONEXÃO DE DADOS V.24
Unidade de disquetes HEIDENHAIN FE 401 e FE 401 B	FE 1
Unidade de fita magnética HEIDENHAIN ME 101 Aparelhos externos, como impressora, leitor, leitor de fita, PC sem TNC. EXE	EXT

11.6 Limites de deslocação

Dentro da margem dos finais do curso máximos, pode-se também delimitar o percurso útil para os eixos de coordenadas.

Exemplo:
Proteger o divisor óptico contra colisões

A verdadeira margem de deslocação máxima delimita-se com os finais de curso. O verdadeiro percurso delimita-se com a função MOD LIMITAÇÃO. Para tal, os valores máximos dos eixos em direcção positiva e negativa introduzem-se referentes ao ponto zero do sistema de medida.

Maquinação sem limites de deslocação

Para os eixos de coordenadas sem limitação da margem de deslocação introduz-se o percurso máximo do TNC (+/- 30 000 mm) como LIMITAÇÃO.

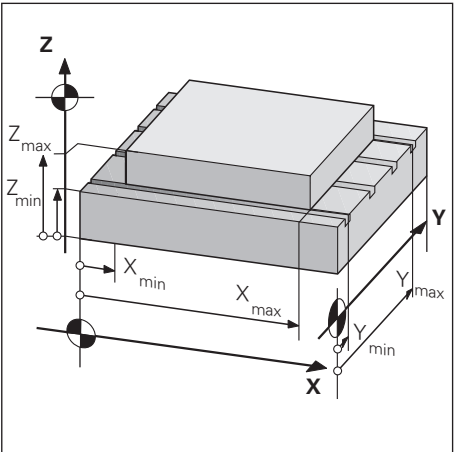
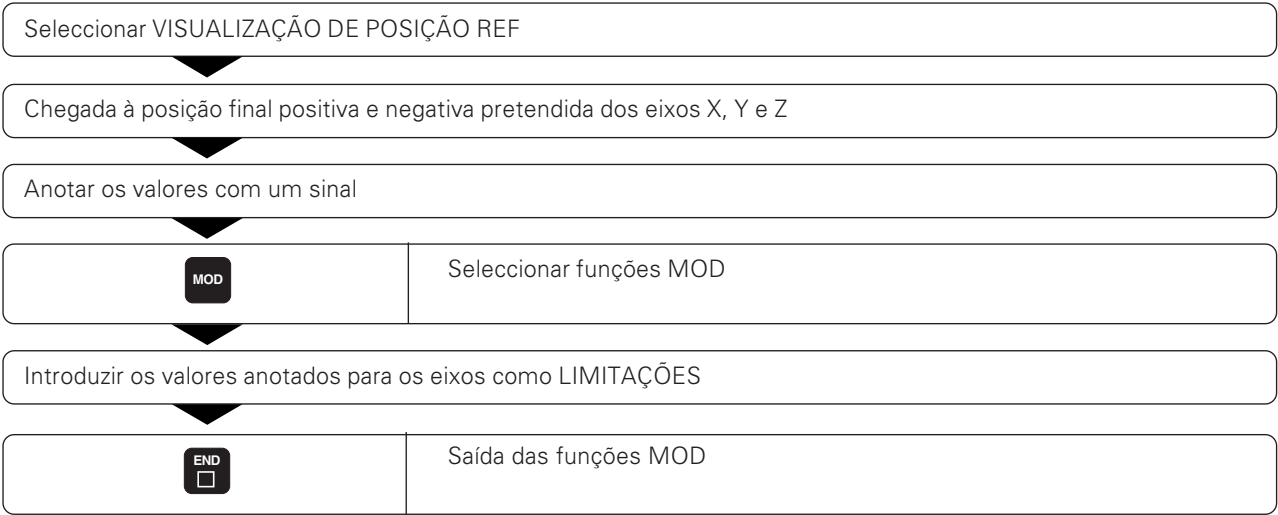


Fig. 11.2: Limites de deslocação na peça

Cálculo e introdução da margem de deslocação máxima



- A correcção de raios da ferramenta não é tida em consideração nas limitações da margem de deslocação.
- Depois de ultrapassar os pontos de referência, Têm-se em consideração as limitações da margem de deslocação e os finais de curso de software.
- O TNC comprova para cada eixo se a limitação negativa é realmente menor do que a positiva.
- Você também pode aceitar directamente as posições de referência com a função "Aceitar posição real" (Capítulo 5).

11.7 Parâmetros do utilizador específicos da máquina

O fabricante da máquina pode atribuir até 16 funções com os USER PARÂMETROS (PARÂMETROS DO UTILIZADOR). Consulte o manual da máquina.

11.8 Introdução do código

Se você quiser modificar os parâmetros da máquina, tem primeiro que introduzir o **Código 123**. Você encontra uma lista destes parâmetros no Capítulo 12.

Você introduz o código depois de seleccionar a respectiva função MOD na área de diálogo. O TNC visualiza na área de introdução uma pequena estrela para cada número introduzido.

11.9 Visualização de estados dos parâmetros Q

Com a softkey Q-PAR você pode, a par do teste do programa ou da execução, visualizar o valor actual de cada parâmetro Q e eventualmente modificar (ver "8.5 Comprovar e modificar parâmetros Q").

12 Tabelas e resumos

12.1 Parâmetros gerais do utilizador 12-2

Introdução de parâmetros da máquina	12-2
Seleccção dos parâmetros gerais do utilizador	12-2
Parâmetros para o avanço da trajectória	12-2
Parâmetros em erosão	12-3
Parâmetros para a transmissão de dados externa	12-5
Parâmetros em apalpação com a função TCH PROBE	12-6
Visualizações do TNC, editor do TNC	12-7
Parâmetros para override	12-9
Parâmetros para o volante electrónico	12-9

12.2 Funções auxiliares (funções M) 12-10

Funções auxiliares com uma aplicação determinada	12-10
Funções auxiliares livres	12-11

12.3 Parâmetros Q com funções especiais 12-12

Parâmetros pré-designados Q	12-12
Parâmetros Q com funções especiais	12-15

12.4 Informação técnica 12-16

Acessórios	12-18
------------------	-------

12.5 Avisos de erro do TNC 12-19

Avisos de erro do TNC ao programar	12-19
Avisos de erro do TNC durante um teste do programa ou uma execução do programa	12-20

12.1 Parâmetros gerais do utilizador

Os Parâmetros gerais do utilizador são parâmetros da máquina que influenciam o comportamento do TNC. Pode-se seleccionar, por exemplo:

- Idioma do diálogo
- Comportamento das conexões
- Velocidades de deslocação
- Activação do override

Introdução de parâmetros da máquina

Os parâmetros da máquina podem-se programar como números decimais.

Alguns parâmetros da máquina têm funções múltiplas. O valor de introdução destes parâmetros da máquina resulta da soma de cada um dos valores de introdução caracterizados com o sinal + .

Seleção dos parâmetros gerais do utilizador

Os parâmetros gerais do utilizador seleccionam-se com o código 123 nas funções MOD.



Nas funções MOD dispõe-se também dos parâmetros do utilizador (USER PARÂMETROS) específicos da máquina.

Parâmetros para o avanço da trajectória

Avanço da trajectória quando não está indicado nenhum avanço no programa

MP1090 0 até 30 000 [mm/min]

Máxima velocidade da trajectória circular com o ciclo 17 DISCO

	Modos	Modo no modo de funcionamento	Valor
MP1092	0 e 4	Erodir	<i>0 até 30 000 [mm/min]</i>
MP1093	0 e 4	Execução livre	<i>0 até 30 000 [mm/min]</i>
MP1094	1 e 5	Erodir	<i>0 até 30 000 [mm/min]</i>
MP1095	1 e 5	Execução livre	<i>0 até 30 000 [mm/min]</i>
MP1096	2 e 6	Erodir	<i>0 até 30 000 [mm/min]</i>
MP1097	2 e 6	Execução livre	<i>0 até 30 000 [mm/min]</i>

Parâmetros em erosão

O factor que na execução de TOOL CALL ou EL CALL é transmitido depois de Q157

MP2040 0,1 até 10

Distância de acção derivada depois dum curto-circuito ou de CYCL STOP (PARAGEM DE CICLO)

Depois dum curto-circuito ou de CYCL STOP de uma frase NC, o TNC desloca o eléctrodo de novo para a peça. Para tal, o TNC respeita a distância até à peça introduzida no parâmetro 2050.

MP2050 0 até 2 [mm]

Distância de acção derivada após lavagem

Após a lavagem da ranhura erodida, o TNC desloca o eléctrodo de novo para a peça. Para tal, o TNC respeita a distância até à peça introduzida no parâmetro 2051.

MP2051 0 até 2 [mm]

Distância de acção derivada para sinal oscilador

Após a medição de tempo, o TNC desloca o eléctrodo de novo para a peça. Para tal, o TNC volta a ligar o sinal oscilador do gerador, quando alcança a distância até à peça introduzida no parâmetro 2052. Assim, caso se ultrapasse o posicionamento para a regulação da ranhura, o TNC recebe um correcto sinal análogo de ranhura

MP2052 0 até 2 [mm]

Avanço constante

Avanço constante em erosão.

O fabricante da máquina dar-lhe-á mais informações sobre esta matéria.

MP2060 1 até 500 [mm/min]

Rotações do eixo C em M3/M4

Quando a função auxiliar M3 ou M4 está programada no programa, o eixo C roda com as rotações existentes neste parâmetro do utilizador.

MP2090 **0 até 100 [U/min]**

Duração do sinal de execução livre após erodir

A duração do sinal de execução livre quando finaliza o passo de erosão programado, determina-se neste parâmetro do utilizador.

MP2110 **0,1 até 99,9 [s]**

Reconhecimento de arco voltaico

O TNC reconhece um arco voltaico que perdure pelo menos tanto tempo quanto determinado neste parâmetro do utilizador.

MP2120 **1 até 99,9 [s]**

Avanço em caso no modo de funcionamento em vazio (apenas em caso de regulação da ranhura através do sinal de distância)

Quando a tensão na entrada analógica é maior do que o limiar para o avanço no modo de funcionamento em vazio, o TNC posiciona-se com o valor deste parâmetro da máquina.

MP2141 **0 até 3000 [mm/min]**

Avanço em caso de regulação da ranhura (apenas em caso de regulação da ranhura através do sinal de distância)

Se a tensão na entrada analógica for menor do que o limiar para o avanço no modo de funcionamento em vazio, o TNC posiciona-se com o valor deste parâmetro da máquina, multiplicado com um factor do PLC.

MP2142 **1 até 99,9 [mm/min]**

Velocidade da trajectória durante a lavagem

MP2190 Parar o eléctrodo após cada frase NC: **0**
 Deslocar o eléctrodo apenas em trajectórias geometricamente constantes com avanço constante: **1**
 Deslocar o eléctrodo sempre com avanço constante: **2**

Parâmetros para a transmissão de dados externa

Sinais de comando para fim de ficheiro

MP5010 Sinal de fim de ficheiro (p.ex. MP 5010=3: ETX):
Sinal ASCII- Não emitir nenhum sinal de fim de ficheiro: **0**

Sinais de comando para interrupção da transmissão

MP5011 Sinal de interrupção (p.ex. MP 5011=3: EOT): **Sinal ASCII**
 Não emitir nenhum sinal de interrupção: **0**

Ajustar a conexão de dados do TNC ao aparelho externo

MP5020 7 bits de dados (Código ASCII, 8.bit = Paridade): **+0**
 8 Bits de dados (Código ASCII, 9.bit = Paridade): **+1**

Carácter de verificação de bloco (BCC) um qualquer: **+0**
 Carácter de verificação de bloco (BCC) Sinais de comando não permitido: **+2**

Paragem de transmissão por meio de RTS activada: **+4**
 Paragem de transmissão por meio de RTS não activada: **+0**

Paragem de transmissão por meio de DC3 activada: **+8**
 Paragem de transmissão por meio de DC3 não activada: **+0**

Paridade de sinal de número par: **+0**
 Paridade de sinal de número ímpar: **+16**

Paridade de sinal não pretendida: **+0**
 Paridade de sinal pretendida: **+32**

2 Bits de paragem: **+64**
 1 Bit de paragem: **+128**

Exemplo:

Adaptar a conexão de dados do TNC ao aparelho externo com o seguinte ajuste: 8 Bits de dados, um BCC qualquer, paragem de transmissão por meio de DC3, paridade de sinal de número par, paridade de sinal pretendida, 2 Bits de paragem

Valor de introdução: introduzir $1+0+8+0+32+64 = 105$ para MP 5020

Determinação de parity para registo LSV2

MP5100 sem parity: **0**
 Parity par (even) : **1**
 Parity ímpar (odd): **2**

Velocidade Baud para a conexão de dados RS422 do PLC

MP5200 9600: **0**
 38400: **1**

Testar a sequência das frases em caso de transmissão de dados

MP5990 Testar sequência das frases em transmissão de dados externa: **0**
 Não testar: **1**

Parâmetros em apalpação com a função TCH PROBE

Número de processos de apalpação em apalpação múltipla

MP6100 **0 até 5**

Diferença máxima entre resultados em apalpação múltipla

O TNC interrompe a apalpação e emite um aviso de erro se os resultados se distanciarem muito entre si.

MP6110 **0 até 2 [mm]**

Avanço em apalpação

MP6120 **80 até 3 000 [mm/min]**

Percurso máximo de deslocação para o ponto de apalpação

O TNC interrompe a apalpação e emite um aviso de erro se a peça não for alcançada dentro do percurso de medição.

MP6130 **0 até 30 000 [mm]**

Limitação do percurso de retrocesso em apalpação manual

Se tiver sido introduzido 0, retrocesso sempre até ao ponto de partida

MP6140 **0 até 30 000 [mm]**

Marcha rápida em apalpação

Após a apalpação, o TNC recua o eléctrodo apalpador com o avanço existente neste parâmetro do utilizador.

MP6150 **1 até 30 000 [mm/min]**

Visualizações do TNC, Editor do TNC

Ajuste do posto de programação

MP7210	TNC com máquina: 0
	TNC como posto de programação com PLC activado: 1
	TNC como posto de programação com PLC inactivado: 2

Determinação do idioma do diálogo

MP7230	Inglês: 0
	Alemão: 1
	Francês: 2
	Italiano: 3

Protecção dos ciclos do fabricante na memória do TNC

MP7240	Proteger ciclos do fabricante: 0
	Não proteger ciclos do fabricante: 1

Bloquear softkeys EL-CALL e WP-CALL

MP7241	Não visualizar as softkeys: 0
	Visualizar as softkeys: 1

Visualização do avanço

MP7271	Visualizar avanço F: 0
	Não visualizar avanço F : 1

Visualização de frases do programa durante um teste do programa

MP7273	Não visualizar frases do programa: 0
	Visualizar frases do programa: 1

Determinação de sinais decimais

MP7280 Visualizar vírgula como sinal decimal: **0**
 Visualizar ponto como sinal decimal: **1**

Anulação de parâmetros Q e visualização de estados

MP7300 não anular: **0**
 anular em M02, M30 e END PGM: **1**

Determinações para representação gráfica

MP7310 Representação gráfica em três planos segundo DIN 6, Parte 1,
 método de projecção 1: **+0**
 Representação gráfica em três planos segundo DIN 6, Parte 1,
 método de projecção 2: **+1**

Não rodar o sistema de coordenadas
 para representação gráfica: **+0**
 Rodar 90º o sistema de coordenadas
 para representação gráfica : **+2**

**Simulação gráfica sem ferramenta programada:
raio da ferramenta**

MP7315 **0,0000 até 9 999,999 [mm]**

**Simulação gráfica sem ferramenta programada:
Profundidade de penetração**

MP7316 **0,0000 até 9 999,999 [mm]**

Funcionamento do ciclo 11 FACTOR DE ESCALA

MP7410 FACTOR DE ESCALA actua em 3 eixos: **0**
 FACTOR DE ESCALA actua só no plano de maquinação: **1**

Funcionamento de um IV. eixo na tabela de tabelas de zeros peças

MP7411 A IV. coordenada em zero peça da tabela roda o
 sistema de coordenadas e desloca-o em C: **0**
 A IV. coordenada em zero peça da tabela é a deslocação em C
 (sem rotação): **1**

Activação de CYCL CALL após CYCL DEF 12 PGM CALL

MP7412 O programa declarado para o ciclo é elaborado sem que sejam
 visualizadas as frases NC, os parâmetros Q locais são
 assegurados: **0**
 O programa declarado para o ciclo é elaborado
 com visualização das frases NC, e os parâmetros Q locais não são
 assegurados: **1**

Activação de diferentes funções auxiliares M

MP7440	Paragem da execução do programa com M06: +0 Sem paragem da execução do programa com M06: +1
	Sem chamada do ciclo com M89: +0 Chamada modal do ciclo com M89: +2

Ângulo da variação da direcção ultrapassado com velocidade constante da trajectória (esquina com R0, "esquina interior" também com correcção do raio)**MP7460 0,0000 até 179,999 [°]****Controlo do fim-de-curso no modo de funcionamento
TESTE DO PROGRAMA**

MP7491	Controlo do fim-de-curso activado: 0 Controlo do fim-de-curso não activado: 1
---------------	--

Parâmetros para o comportamento do override**Ajuste do override**

MP7620	Override de avanço, se tiver sido premida tecla de marcha rápida em modo de funcionamento de execução do programa Override activado: +1 Override não activado: +0
	Estágios para overrides Estágios de 2%: +0 Estágios de 1%: +2
	Override de avanço, se tiver sido premida a tecla externa de setas de marcha rápida Override activado: +4 Override não activado: +0

Parâmetros para o volante electrónico**Ajuste do factor de subdivisão**

MP7670.0	Factor de subdivisão do volante lento: 0...10
MP7670.1	Factor de subdivisão do volante médio: 0...10
MP7670.2	Factor de subdivisão do volante rápido: 0...10

**Avanço a teclas de direcção para o volante em percentagem para o
avanço das teclas de direcção do eixo no teclado**

MP7670.0	Avanço lento: 0...10
MP7670.1	Avanço médio: 0...10
MP7670.2	Avanço rápido: 0...10

12.2 Funções auxiliares (funções M)

Funções auxiliares com aplicação determinada

M	Activação da função M	Activação ao início de frase	Activação ao final de frase	Pág.
M00	PARAGEM da execução do programa	•		4-5
M02	PARAGEM da execução do programa, event. apagar visualização de estados (depende dos parâmetros da máquina)/regresso à frase 1	•		4-5
M03	Rotação livre do eixo C, o fabricante da máquina determina a direcção da rotação	•		
M04	Rotação livre do eixo C, o fabricante da máquina determina a direcção da rotação	•		
M05	Parar a rotação livre do eixo C	•		
M06	PARAGEM da troca do eléctrodo/execução do programa (depende dos parâmetros da máquina)	•		4-5
M08	Lavagem LIGADA	•		
M09	Lavagem DESLIGADA		•	
M30	A mesma função que em M02		•	4-5
M36	Erosão LIGADA, regulação da ranhura LIGADA	•		
M37	Erosão DESLIGADA, regulação da ranhura DESLIGADA	•		
M38	Transmitir as coordenadas da tabela de tabelas de zeros peças 0.D para o programa NC	•		
M39	Transmitir parâmetros Q de um programa NC para a tabela de tabelas de zeros peças 0.D	•		
M89	Função auxiliar livre ou Chamada do ciclo, modal activado (depende dos parâmetros da máquina)	•	•	
M91	Na frase de posicionamento: As coordenadas referem-se ao ponto zero da máquina	•		6-38
M92	Na frase de posicionamento: As coordenadas referem-se a uma posição definida pelo fabricante da máquina, p.ex. à troca da posição do eléctrodo	•		6-38
M93	Na frase de posicionamento: Retrocesso após a execução da frase para o ponto inicial da maquinação	•		6-39
M95	Reservado		•	
M96	Reservado		•	
M97	Maquinação de pequenos desníveis no contorno		•	6-36
M98	Maquinação completa de contornos abertos		•	6-37
M99	Chamada do ciclo por frases		•	



O fabricante da máquina determina e informa quais as funções auxiliares M que você pode utilizar no seu TNC e qual a sua função. Consulte o manual da máquina.

Funções auxiliares livres

As funções auxiliares livres são determinadas pelo fabricante da máquina e estão descritas no manual da máquina.

M	Função ao início ao final	Activação	M	Função	Activação ao início ao final de frase de frase
M01		•	M52		•
M07		•	M53		•
M10		•	M54		•
M11		•	M55		•
M12		•	M56		•
M13		•	M57		•
M14		•	M58		•
M15		•	M59		•
M16		•	M60		•
M17		•	M61		•
M18		•	M62		•
M19		•	M63		•
M20		•	M64		•
M21		•	M65		•
M22		•	M66		•
M23		•	M67		•
M24		•	M68		•
M25		•	M69		•
M26		•	M70		•
M27		•	M71		•
M28		•	M72		•
M29		•	M73		•
M31		•	M74		•
M32		•	M75		•
M33		•	M76		•
M34		•	M77		•
M35		•	M78		•
M40		•	M79		•
M41		•	M80		•
M42		•	M81		•
M43		•	M82		•
M44		•	M83		•
M45		•	M84		•
M46		•	M85		•
M47		•	M86		•
M48		•	M87		•
M49		•	M88		•
M50		•	M90		•
M51		•	M94		•

12.3 Parâmetros Q com funções especiais

Parâmetros Q livres

Os parâmetros Q de Q0 até Q89 são livres:

O TNC utiliza para estes parâmetros Q sempre o último valor numérico que você lhes atribuiu (ver Capítulo 8).

Se você programar grupos parciais com parâmetros Q, deve utilizar apenas parâmetros Q "livres". Assim, você evita que o TNC escreva por cima um dos parâmetros utilizados no programa.

Parâmetros pré-designados Q

O TNC designa os seguintes parâmetros Q sempre com os mesmos valores, p.ex. com o raio do eléctrodo ou nível de potência do gerador.

Parâmetros Q com funções especiais

Alguns parâmetros Q têm funções especiais, p.ex. o TNC troca com estes parâmetros valores entre o programa e a tabela de tabelas de zeros peças: de Q80 até Q84

Parâmetros pré-designados Q

Parâmetros de erosão auxiliares: Q96, Q97, Q98

Se você trabalhar com tabelas de erosão, o fabricante da máquina pode determinar parâmetros de erosão auxiliares nos parâmetros Q Q96, Q97 e Q98.

O fabricante da máquina dar-lhe-á mais informações sobre estes parâmetros Q.

Informações da tabela de erosão

Se você trabalhar com uma tabela de erosão, dispõe-se dos seguintes parâmetros de erosão também em parâmetros Q.

Parâmetros de erosão	Parâmetros
Nível de potência actual LS	Q99
Nível de potência mais elevado	Q150
Nível de potência mais baixo	Q151
Número da tabela de erosão activada	Q152
Subdimensão mínima UNS do nível de potência mais baixo [mm]	Q154
Ranhura diametral 2G do nível de potência mais baixo [mm]	Q155
Ranhura diametral 2G do nível de potência mais elevado [mm]	Q156
Ranhura diametral 2G do nível de potência mais baixo até ao nível de potência mais elevado [mm]	Q201 até Q225
Sub-dimensão mínima UNS do nível de potência mais baixo até ao nível de potência mais elevado [mm]	Q231 até Q255

Parâmetros Q em maquinações sem tabelas de erosão: Q90 até Q99

Se você trabalhar sem tabelas de erosão, tem que utilizar os parâmetros Q para erosão (Q90 até Q99).

O fabricante da máquina dar-lhe-á mais informações sobre estes parâmetros Q.

Dados do eléctrodo: Q108, Q158 até Q160

O TNC atribui os dados do eléctrodo que você introduz na frase TOOL DEF e TOOL CALL aos seguintes parâmetros Q:

Indicação	Parâmetros
Raio do eléctrodo da TOOL DEF	Q108
Subdimensão do eléctrodo da TOOL CALL	Q158
Longitude do eléctrodo da TOOL DEF	Q159
Número do eléctrodo da TOOL CALL	Q160

Eixo do eléctrodo: Q109

O valor do parâmetro Q109 depende eixo do eléctrodo actual:

Eixo da ferramenta	Valor dos parâmetros
Nenhum eixo da ferramenta definido	Q109 = -1
Eixo Z	Q109 = 2
Eixo Y	Q109 = 1
Eixo X	Q109 = 0

Funções auxiliares para a livre rotação do eixo C: Q110

O valor do parâmetro Q110 depende da última função M programada para a rotação do eixo C.

Definição de funções auxiliares	Valor dos parâmetros
Nenhum M3, M4 ou M5 definido	Q110 = -1
M03: Rotação livre eixo C LIGAD	Q110 = 0
M04: rotação livre eixo C DESLIGADA	Q110 = 1
M05 activada	Q110 = 2

Lavagem: Q111

Função M	Valor dos parâmetros
Directamente após selecção do programa	Q111 = -1
Lavagem DESLIGADA (M09 activada)	Q111 = 0
Lavagem LGADA (M08 activada)	Q111 = 1

Plano de rotação com o ciclo ROTAÇÃO: Q112

Plano de rotação	Valor dos parâmetros
Nenhum plano definido	Q112 = -1
Plano Y/Z	Q112 = 0
Plano Z/X	Q112 = 1
Plano X/Y	Q112 = 2

Indicação de medições do Programa principal: Q113

Indicação de medidas do programa principal	Valor dos parâmetros
Directamente após selecção do programa	Q113 = -1
Sistema métrico (mm)	Q113 = 0
Sistema em polegadas (inch)	Q113 = 1

Indicações de medidas da tabela de erosão: Q114

Indicação de medidas da tabela de erosão	Valor dos parâmetros
Directamente após selecção da tabela	Q114 = -1
Sistema métrico (mm)	Q114 = 0
Sistema em polegadas (inch)	Q114 = 1

Coordenadas após apalpação durante a execução do programa: Q115 até Q119

Os parâmetros de Q115 até Q119 contêm, após uma medição programada com o eléctrodo apalpador, as coordenadas da posição da ferramenta no **sistema da máquina** relativamente ao momento da apalpação. A longitude e o raio do eléctrodo apalpador não são tidos em conta com estas coordenadas.

Eixo de coordenadas	Parâmetros
Eixo X	Q115
Eixo Y	Q116
Eixo Z	Q117
IV. Eixo	Q118
V. Eixo	Q119

Coordenadas após apalpação durante a execução do programa:**Q120 até Q124**

Os parâmetros de Q120 até Q124 contêm, após uma medição programada com o eléctrodo apalpador, as coordenadas da posição da ferramenta no **sistema da peça** relativamente ao momento da apalpação. A longitude e o raio do eléctrodo apalpador não são tidos em conta com estas coordenadas.

Eixo de coordenadas	Parâmetros
Eixo X	Q120
Eixo Y	Q121
Eixo Z	Q122
IV. Eixo	Q123
V. Eixo	Q124

Informação em erosão dependente do tempo: Q153

O TNC atribui valores ao parâmetro 153 se você trabalhar com o ciclo 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO.

Informação	Valor dos parâmetros
Regresso ao programa principal, p.ex. desde um sub-programa	Q153 = 0
Tempo em erosão ultrapassado e Ciclo 17 DISCO interrompido:	Q153 = 1
Ciclo 2 EROSÃO DEPENDENTE DO TEMPO realizada	Q153 = 2

Informação sobre eléctrodo de seguimento: Q157

Indicação	Parâmetros
Eléctrodo de seguimento = SIM	Q157 = 1
Eléctrodo de seguimento = NÃO	Q157 = MP2040

Número do ciclo chamado com CYCL CALL : Q162

Indicação	Parâmetros
Número do ciclo	Q162

Parâmetros Q com funções especiais

O TNC utiliza alguns parâmetros Q para, p.ex., trocar coordenadas entre a tabela de zeros peças, ou entre o PLC integrado e o programa.

Parâmetros Q para a tabela de tabelas de zeros peças: Q81 até Q84

O TNC troca coordenadas entre a tabela de tabelas de zeros peças e o programa de maquinação, com os seguintes parâmetros Q:

Coordenadas do zero peça	Parâmetros
Número do zero peça na tabela	Q80
Coordenada X	Q81
Coordenada Y	Q82
Coordenada Z	Q83
Coordenada C	Q84

Parâmetros Q do PLC: de Q100 até Q107

O TNC pode aceitar parâmetros pré-designados Q do PLC (de Q100 até Q107).

O fabricante da máquina dar-lhe-á mais informações sobre estes parâmetros Q.

Tempo de maquinação: Q161

O TNC memoriza o tempo de maquinação no parâmetro Q161.
Formato: hh:mm:ss

12.4 Informação técnica

TNC 406	
Resumo furar	Comando da trajectória para máquinas de erosão de até 5 eixos
Componentes	Unidade lógica, teclado, ecrã de raios catódicos
Conexões de dados	V.24 / RS-232-C V.11 / RS-422 (atribuição fixa ao PLC)
Eixos com deslocações sincronizadas num	Rectas até 3 eixos Círculos em 2 eixos contorno Hélice 3 eixos Hélice com interpolação do eixo C
Funcionamento paralelo	Para a edição enquanto o TNC executa um programa de maquinação
Representações gráficas	Gráfico de teste
Tipo de ficheiros	Programas de diálogo em texto claro HEIDENHAIN Tabelas de zeros peças Tabelas de erosão
Memória do programa	Protegida com bateria para até 100 ficheiros Tamanho aprox. 10 000 frases

Dados do TNC	
Tempo de processamento da frase	15 ms/frase (4 000 frases/min)
Tempo de ciclo de regulação	2 ms ou 4 ms
Velocidade da transmissão de dados	máximo 38 400 Baud
Temperatura ambiente	de 0°C até 45°C (funcionamento) -30°C até 70°C (armazém)
Percurso de deslocação	máximo ± 30 m (1 181 Polegadas)
Velocidade de deslocação	máximo 30 m/min (1 181 polegadas/min)
Margem de introdução	até 1 µm (0,000 1 polegadas) ou 0,001°

Funções programáveis	
Elementos do contorno	Recta Chanfrar Trajectória circular Ponto central do círculo Raio do círculo Trajectória circular tangente Arredondamento de esquinas
Salto no programa	Sub-programa Repetição parcial dum programa Um programa qualquer como sub-programa
Ciclos de maquinação	Ciclo GERADOR Ciclos de erosão
Conversão de coordenadas	Deslocação do zero peça Espelho Rotação Factor de escala
Funções de apalpação ponto de referência	Funções de apalpação para memorização do e para medição automática da peça
Funções matemáticas	Cálculos básicos +, -, x e ÷ Cálculos de triângulos seno, cos, tan, arcseno, arccos, arctan Raiz dos valores ($\sqrt{a}$) e Somas dos quadrados ($\sqrt{a^2 + b^2}$) Comparações maior, menor, igual, diferente

Acessórios

Volantes electrónicos

HR 130	Versão de embutir
HR 330	Versão móvel, transmissão por cabo. Equipado com teclas de selecção de eixo, tecla de marcha rápida, interruptor de segurança, tecla de EMERGÊNCIA
HR 410	Versão móvel, transmissão por cabo. Equipado com teclas de selecção de eixo, tecla para aceitação da posição real, 3 teclas para a selecção da velocidade de deslocação, teclas de direcção, funções da máquina, tecla de marcha rápida, interruptor de segurança, tecla de EMERGÊNCIA

12.5 Avisos de erro do TNC

O TNC emite os avisos automaticamente. Entre outros casos, estes produzem-se em:

- introduções erradas
- erros lógicos no programa
- elementos do contorno não executáveis

Existem alguns avisos de erro do TNC que aparecem com muita frequência nos seguintes resumos.

Um texto de aviso que contém o número de uma frase de programa, produz-se mediante esta frase ou ou a anterior.

Uma vez eliminada a causa, os avisos de erro do TNC apagam-se com a tecla CE.

Os textos de aviso que aparecem no centro do ecrã, são emitidos pelo TNC. Os textos de aviso que aparecem na janela do modo de funcionamento (em cima, no ecrã), são determinados pelo fabricante da máquina. Consulte o manual da máquina.

Avisos de erro do TNC ao programar

IMPOSSÍVEL A INTRODUÇÃO DE MAIS PROGRAMAS

Apagar os ficheiros antigos para poder introduzir mais

VALOR DE INTRODUÇÃO ERRADO

- Introduzir correctamente o número LBL
- Premir a tecla certa

EMIÇÃO/INTRODUÇÃO EXTERNA NÃO PREPARADA

Corrigir a ligação ao aparelho externo

NÚMERO LABEL OCUPADO

Atribuir os números label só uma vez

SALTO AO LABEL 0 NÃO PERMITIDO

CALL LBL 0 não programado

Avisos de erro do TNC durante um teste do programa ou uma execução do programa

FRASE ACTUAL NÃO SELECIONADA

Antes do teste do programa ou da execução do programa, seleccionar o início do programa com GOTO 0

VALOR DE APALPAÇÃO INEXACTO

Em apalpação múltipla, foi ultrapassada a máxima diferença permitida de cada medição a partir de MP6110

ERRO ARITMÉTICO

Cálculos com valores inadmissíveis

- Definir os valores dentro das margens estabelecidas
- Seleccionar as posições de apalpação para o eléctrodo apalpador claramente separadas
- Os cálculos devem ser matematicamente realizáveis

CORRECÇÃO DE TRAJECTÓRIA INACABADA

Não eliminar a correcção do raio do eléctrodo numa frase com posição da trajectória circular

CORRECÇÃO DE TRAJECTÓRIA MAL COMEÇADA

- Introduzir a mesma correcção do raio antes e depois de uma frase RND e CHF
- Não começar a correcção do raio do eléctrodo numa frase com posição da trajectória circular

CYCL INCOMPLETO

- Definir ciclos com todas as indicações na sequência determinada
- Não chamar os ciclos de conversão
- Definir o ciclo 12 PGM CALL antes da chamada de ciclo

DEFINIÇÃO ERRADA BLK FORM

- Programar os pontos MIN e MAX segundo as indicações
- Seleccionar a proporção de página menor que 84:1
- Escrever BLK FORM no programa principal ao programar com PGM CALL

PROGRAMA DUPLICADO NUM EIXO

Para o posicionamento de coordenadas, introduzir cada eixo apenas uma vez

PLANO MAL DEFINIDO

- Não modificar o eixo do eléctrodo quando está activada a Rotação básica
- Definir correctamente os eixos principais para as trajectórias circulares
- Definir ambos os eixos principais para CC

EIXO ERRADO PROGRAMADO

- Não programar eixos bloqueados
- Não reflectir eixos de rotação
- Introduzir longitude positiva de chanfrar

CHANFRAR NÃO PERMITIDO

- Acrescentar chanfrar entre duas frases lineares com a mesma correcção do raio
- Nenhuma modificação no PGM em execução
- Não editar o programa enquanto este estiver a ser transmitido ou executado

ERRO GRAVE DE POSICIONAMENTO

O TNC vigia as posições e os movimentos. Se a posição real se desviar muito da posição nominal, é emitido a piscar este aviso de erro. Para eliminar o erro premir durante alguns segundos a tecla END (arranque a quente)

PONTO FINAL DO CÍRCULO ERRADO

- Introduzir círculo tangente completo
- Programar os pontos finais da trajectória existentes sobre a trajectória circular

NÚMERO LABEL INEXISTENTE

Só se podem chamar os números label programados

SECÇÃO DE PGM NÃO REPRESENTÁVEL

- Seleccionar um raio do eléctrodo menor
- Os movimentos com um eixo de rotação não são simulados graficamente
- Introduzir o eixo do eléctrodo para simulation igual ao eixo da ferramenta na BLK-FORM

ARREDONDAMENTO NÃO DEFINIDO

Introduzir correctamente os círculos e os círculos de arredondamento tangentes

RAIO DE ARREDONDAMENTO DEMASIADO GRANDE

Os círculos de arredondamento devem programar-se entre os elementos do contorno

TECLA SEM FUNÇÃO

Este aviso aparece sempre que se acciona uma tecla que não é precisa para o diálogo actual

ARRANQUE DO PROGRAMA INDEFINIDO

- Entrar no programa só com a frase TOOL DEF
- Não iniciar um programa após uma interrupção com uma trajectória circular ou aceitação do pólo

FALTA AVANÇO

- Introduzir o avanço para a frase de posicionamento
- Introduzir de novo FMAX em cada frase

RAIO DA FERRAMENTA DEMASIADO GRANDE

Seleccionar o raio do eléctrodo de forma a que

- este se encontre dentro dos limites indicados
- se possam calcular e executar os elementos do contorno

FALTA REFERÊNCIA ANGULAR

- Definir claramente as trajectórias circulares e os pontos finais
- Na indicação de coordenadas polares, definir correctamente o ângulo de coordenadas polares

SOBREPOSIÇÃO DEMASIADO ELEVADA

- Finalizar os sub-programas com LBL0
- Memorizar CALL LBL para sub-programas sem REP
- Memorizar CALL LBL para repetições parciais do programa com repetições (REP)
- Os sub-programas não se podem chamar a si mesmos
- Um sub-programa pode sobrepor-se num máximo de 8 vezes
- Sobreposição máxima de programas principais como sub-programas 4 vezes

Manual do TNC:

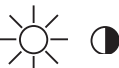
desde o plano até

à maquinação da peça

Passo	Função	Funcionamento do TNC	Secção do manual
Preparação			
1	Seleção de eléctrodo	—	—
2	Determinação do zero peça para a introdução de coordenadas	—	—
3	Ligar a máquina	—	1.4
4	Busca das marcas de referência	 ou 	1.4, 2.1
5	Ajuste da peça	—	—
6	Memorização do ponto de ref./fixação da visualização de posições	 ou 	2.3
Introdução e teste do programa			
7	Introdução do programa de maquinação ou leitura através da conexão de dados	 ou 	6 até 9, 10
8	Comprovar os erros no programa de maquinação		4.1
9	Prova: executar programa de maquinação sem eléctrodo frase a frase		4.2
10	Se necessário: otimizar o programa de maquinação		6 até 9
Maquinação da peça			
11	Fixar o eléctrodo e execução do programa de maquinação		4.2

Teclado do TNC 406

Teclas do Ecrã

-  Selecção da divisão do ecrã
-  Comutação do ecrã entre modo de funcionamento actual e ecrã MOD
-  Softkeys: Selecção da função no ecrã
-  Comutação dos menús (réguas) de softkeys
-  Brilho, contraste

Teclado alfabético: Introdução de letras e sinais

-       Nome do ficheiro

Selecção dos modos de funcionamento da máquina

-  FUNCIONAMENTO MANUAL
-  VOLANTE ELECTRÓNICO
-  POSICIONAMENTO COM INTRODUÇÃO MANUAL
-  EXECUÇÃO DO PGM FRASE A FRASE
-  EXECUÇÃO CONTÍNUA DO PROGRAMA

Selecção dos modos de funcionamento de programação

-  MEMORIZAÇÃO DO PROGRAMA
-  TESTE DO PROGRAMA

Gestão de programas/ficheiros

-  Selecção de programas/ficheiros
-  Apagar programas/ficheiros
-  Introdução de chamada de outro programa num programa
-  Activação da transmissão de dados externa
-  Selecção de funções auxiliares

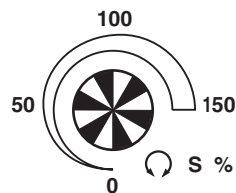
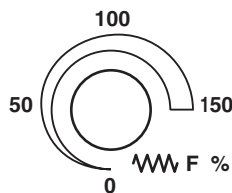
Deslocação do cursor e selecção directa de frases, ciclos e funções dos parâmetros

-     Deslocar o cursor
-  Seleccionar directamente frases, ciclos e funções dos parâmetros

Potenciómetros de override

Avanço (em pos. e em M37)

eixo C (em M3, M4)



Programação de movimentos da trajectória

-  Recta/Chanfrar
-  Ponto central do círculo / Pólo para coordenadas polares
-  Trajectória circular em redor do ponto central do círculo
-  Trajectória circular com raio
-  Trajectória circular tangente
-  Arredondamento de esquinas

Dados sobre o eléctrodo

-   Introdução e chamada da longitude e raio do eléctrodo
-   Activação da correcção do raio do eléctrodo

Ciclos, sub-programas e repetições parciais dum programa

-   Definição e chamada de ciclos
-   Introdução e chamada de sub-programas e repetições parciais dum programa
-  Introdução de uma paragem no programa
-  Introdução da função para apalpação num programa

Introdução dos eixos de coordenadas e algarismos, edição

-  ...  Selecção dos eixos de coordenadas ou introdução dos eixos num programa
-  ...  Números
-  Ponto decimal
-  Sinal aritmético
-  Introdução das coordenadas polares
-  Valores incrementais
-  Aplicação de parâmetros Q em condicionantes ou em funções matemáticas
-  Aceitação da posição real
-  Avançar perguntas de diálogo e apagar palavras
-  Finalizar a introdução e continuar o diálogo
-  Finalizar uma frase
-  Limpar valores numéricos ou apagar textos de aviso do TNC
-  Interromper diálogo; apagar partes dum programa

Esquema dos programas

Erosão de um contorno externo

Passo	Tecla	Secção do manual
1 Iniciar ou seleccionar programa Introduções: Nome do programa		5.4
2 Definição do eléctrodo Introduções: Número da ferramenta Longitude da ferramenta Raio da ferramenta		5.2
3 Chamada dos dados do eléctrodo Introduções: Número da ferramenta Eixo da ferramenta Rotações da ferramenta		5.2
4 Troca do eléctrodo Introduções: Coordenadas da posição de troca Correcção do raio Avanço (marcha rápida) Função auxiliar (troca da ferramenta)		p.ex. 6.4
5 Chegada à posição de partida Introduções: Coordenadas da posição de partida Correcção do raio Avanço (marcha rápida) Função auxiliar (erosão LIGADA)		6.2
6 Chegada ao contorno Introduções: Raio para círculo de entrada Avanço de maquinação		6.2
7 Maquinação até ao último ponto do contorno Introduções: Para cada elemento do contorno, introduzir todas as dimensões necessárias Função auxiliar (erosão DESLIGADA)		6 até 9
8 Saída do contorno Introduções: Raio para raio de saída Avanço		6.2
9 Fim de programa		

Funções auxiliares (Funções M)

Funções auxiliares com activação determinada

M	Activação da função M	activada no início	Pág. no fim	Pág.
M00	PARAGEM da execução do programa	•		4-5
M02	PARAGEM da execução do programa, event. apagar a visualização de estados (depende dos parâmetros da máquina)/regresso à frase 1	•		4-5
M03	Rotação livre do eixo C, fabricante da máquina determina direcção de rotação	•		
M04	Rotação livre do eixo C, fabricante da máquina determina a direcção de rotação	•		
M05	Paragem da rotação livre do eixo C		•	
M06	Troca do eléctrodo/PARAGEM execução programa (depende dos parâmetros máquina)		•	4-5
M08	Lavagem LIGADA	•		
M09	Lavagem DESLIGADA		•	
M30	Mesma função que M02		•	4-5
M36	Erosão LIGADA, regulação da ranhura LIGADA	•		
M37	Erosão DESLIGADA, regulação da ranhura DESLIGADA	•		
M38	Transmitir coordenadas a partir da tabela de zeros peça 0.D para o programa NC	•		
M39	Transmitir parâmetros Q a partir dum programa NC para a tabela de zeros peça 0.D	•		
M89	Função auxiliar livre ou Chamada do ciclo, forma modal activada (depende dos parâmetros da máquina)	•	•	
M91	Na frase de posicionamento: as coordenadas referem-se ao zero peça da máquina	•		6-38
M92	Na frase de posicionamento: as coordenadas referem-se a uma posição definida pelo fabricante da máquina, p.ex. à posição de troca do eléctrodo	•		6-38
M93	Na frase de posicionamento: regresso após execução da frase para o ponto inicial da maquinação	•		6-39
M95	Reservado		•	
M96	Reservado		•	
M97	Maquinação de pequenos desníveis no contorno		•	6-36
M98	Maquinação completa de contornos abertos		•	6-37
M99	Chamada de ciclo por frases		•	



O fabricante da máquina determina que funções auxiliares M você pode utilizar no TNC e quais as suas funções.

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany

☎ +49 (86 69) 31-0

FAX +49 (86 69) 50 61

E-Mail: info@heidenhain.de

Technical support **FAX** +49 (86 69) 31-10 00

E-Mail: service@heidenhain.de

Measuring systems ☎ +49 (86 69) 31-31 04

E-Mail: service.ms-support@heidenhain.de

TNC support ☎ +49 (86 69) 31-31 01

E-Mail: service.nc-support@heidenhain.de

NC programming ☎ +49 (86 69) 31-31 03

E-Mail: service.nc-pgm@heidenhain.de

PLC programming ☎ +49 (86 69) 31-31 02

E-Mail: service.plc@heidenhain.de

Lathe controls ☎ +49 (7 11) 95 28 03-0

E-Mail: service.hsf@heidenhain.de

www.heidenhain.de