

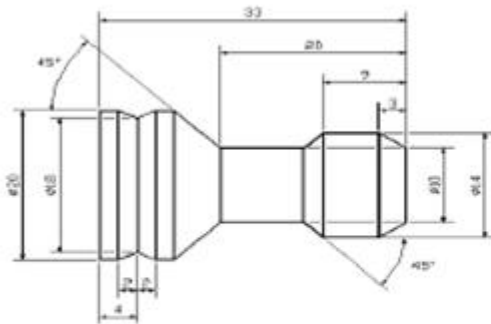


Manufatura Assistida por Computador

Prof. Mário Luiz Tronco

Comando Numérico de Máquinas Ferramentas

Programação



%10

N10 G00 Z100 T1

N20 G94 G90

N30 G00 X32 Z4 S2000 M03 M08

N40 G01 Z0 F400

N50 X-1

N60 G00 X26 Z1

N70 G01 Z-30 F400

N80 X32

N90 G00 Z2

N100 G01 X22 F1200 S2980

N110 Z-21 F600



Tópicos:

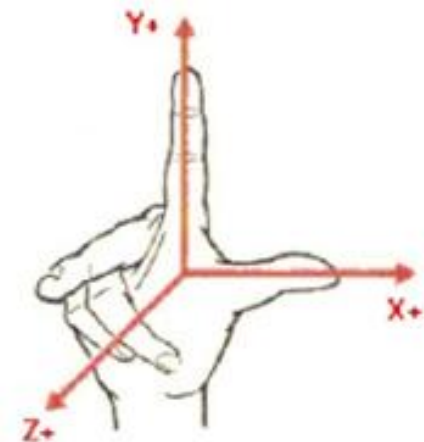
- **Sistemas de Coordenadas;**
- **Posicionamento Absoluto e Incremental;**
- **Pontos de Referência;**
- **Programação CNC.**

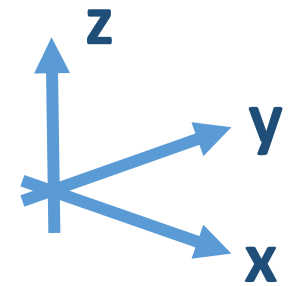
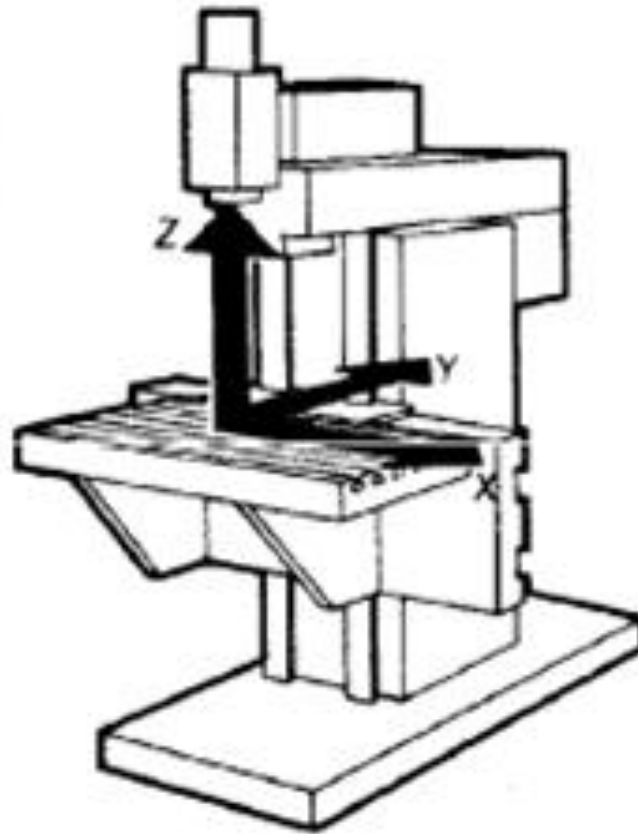
Sistema de Coordenadas:

- É a basea para a definição dos pontos que representarão a trajetória da ferramenta na máquina CNC;
- Sua posição depende do tipo de máquina;
- Para determinar sua posição e direção, utiliza-se a regra da mão direita.

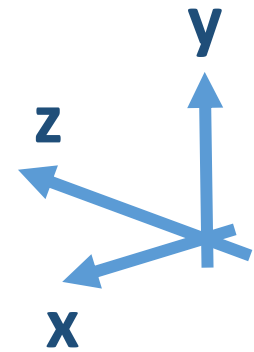
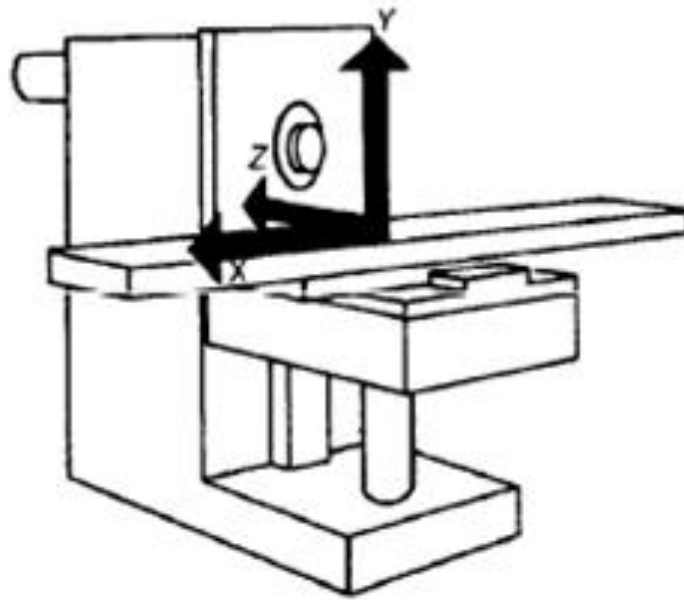
Regra da Mão Direita:

- Posicione sua mão direita direcionando o Eixo Z no sentido do Eixo-Árvore da Máquina e as costas da mão para a base de fixação da peça.

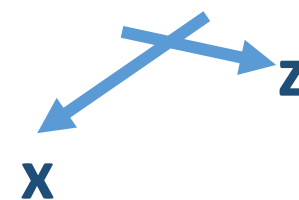
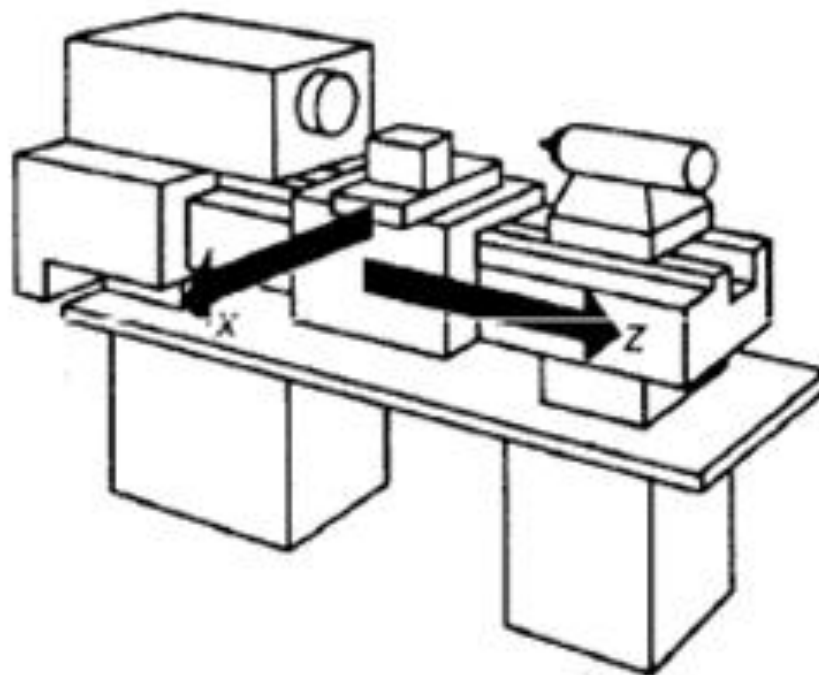




Fresadora Vertical

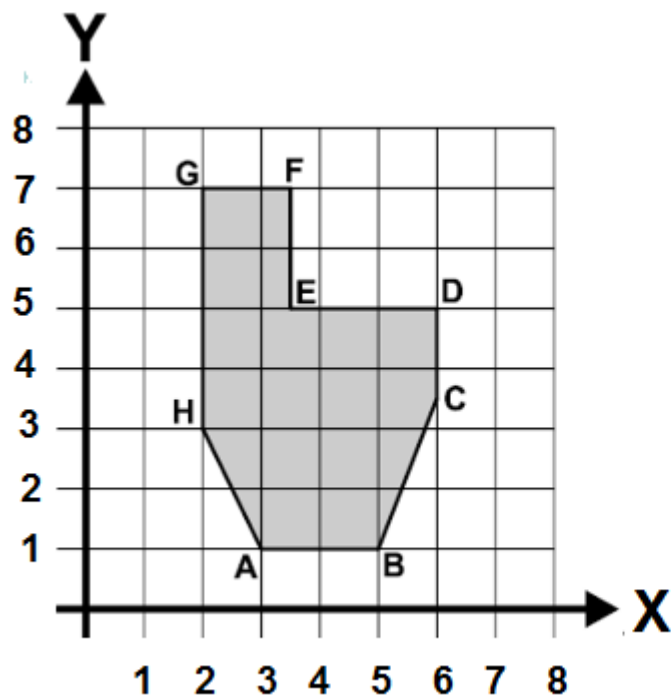


Fresadora Horizontal



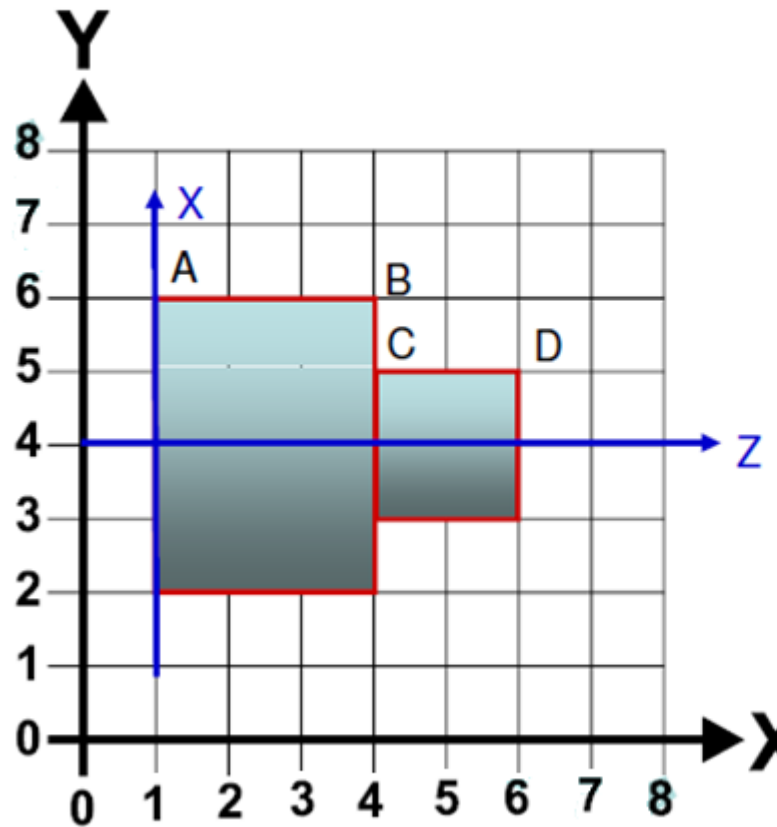
Torno

Sistemas de Coordenadas



Ponto	X	Y
A	3	1
B	5	1
C	6	3,5
D	6	5
E	3,5	5
F	3,5	7
G	2	7
H	2	3

Sistemas de Coordenadas



Eixos X,Y

Coordenadas

$A = (1,6)$

$B = (4,6)$

$C = (4,5)$

$D = (6,5)$

Eixos X,Z

Coordenadas

$A = (2,0)$

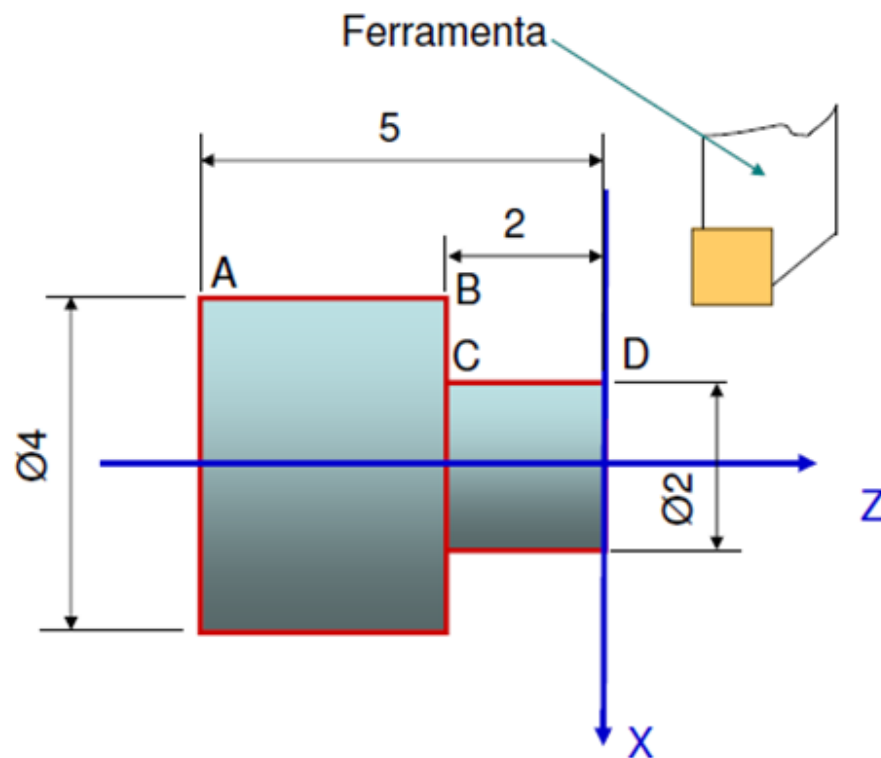
$B = (2,3)$

$C = (1,3)$

$D = (1,5)$

Peça rotacional \rightarrow Eixo Z coincide com eixo da peça

Sistemas de Coordenadas



Eixos X,Z

Coordenadas no Raio

$$A = (-2, -5)$$

$$B = (-2, -2)$$

$$C = (-1, -2)$$

$$D = (-1, 0)$$

Eixos X,Z

Coordenadas no \varnothing

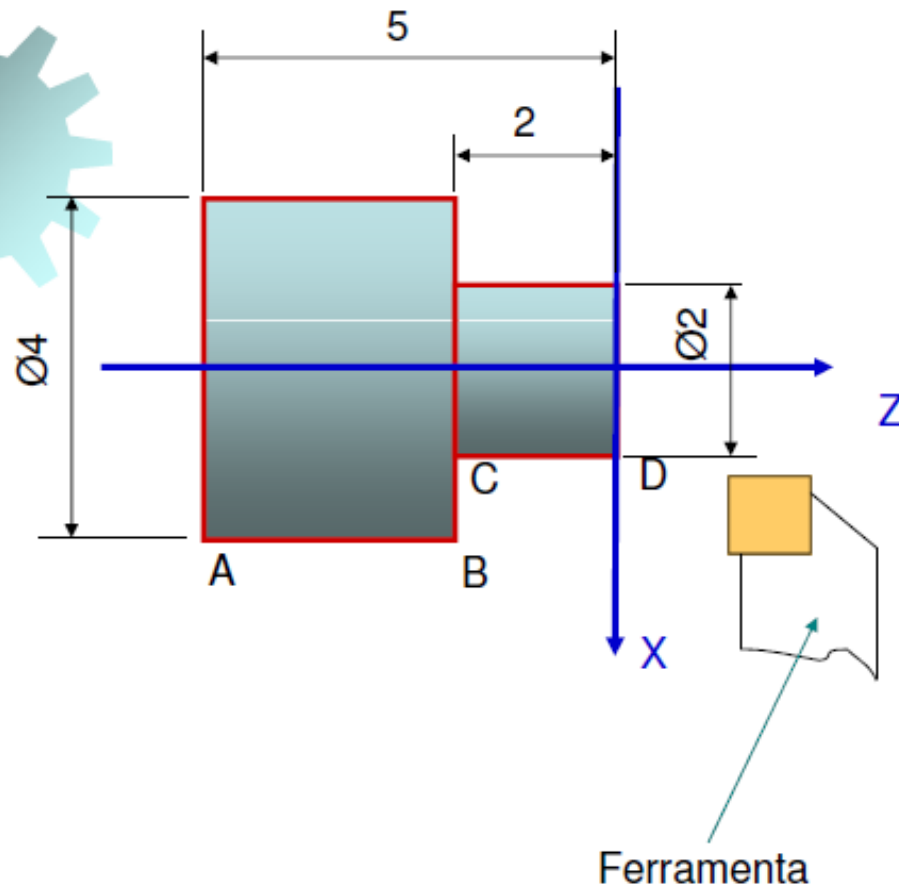
$$A = (-4, -5)$$

$$B = (-4, -2)$$

$$C = (-2, -2)$$

$$D = (-2, 0)$$

Sistemas de Coordenadas



Eixos X,Z

Coordenadas no Raio

$$A = (2, -5)$$

$$B = (2, -2)$$

$$C = (1, -2)$$

$$D = (1, 0)$$

Eixos X,Z

Coordenadas no \varnothing

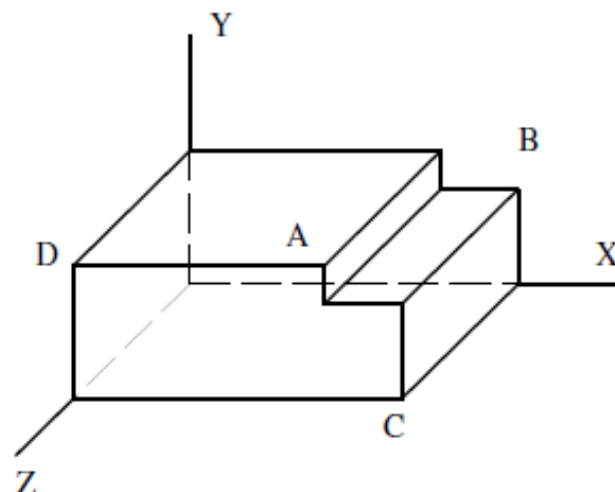
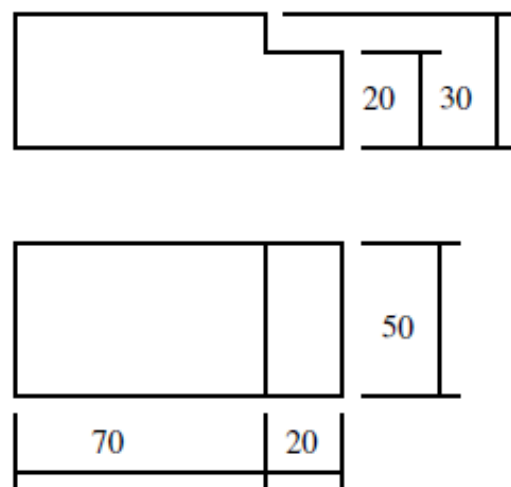
$$A = (4, -5)$$

$$B = (4, -2)$$

$$C = (2, -2)$$

$$D = (2, 0)$$

Sistemas de Coordenadas



A: $X = 70$, $Y = 30$ e $Z = 50$

B: $X = 90$, $Y = 20$ e $Z = 0$

C: $X = 90$, $Y = 0$ e $Z = 50$

D: $X = 0$, $Y = 30$ e $Z = 50$

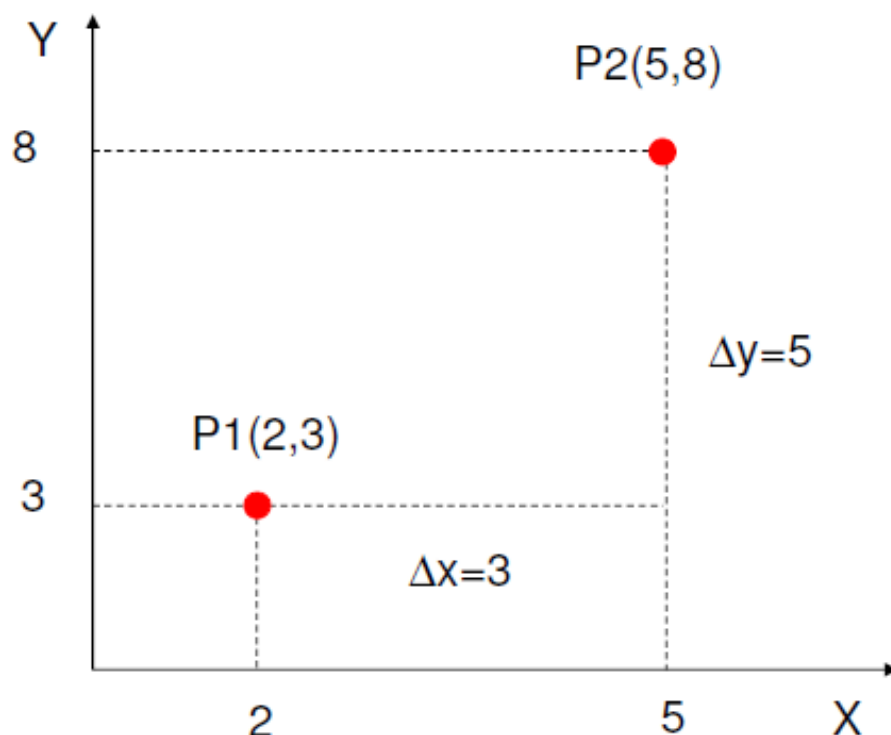
Sistemas de Coordenadas

Posicionamento Absoluto

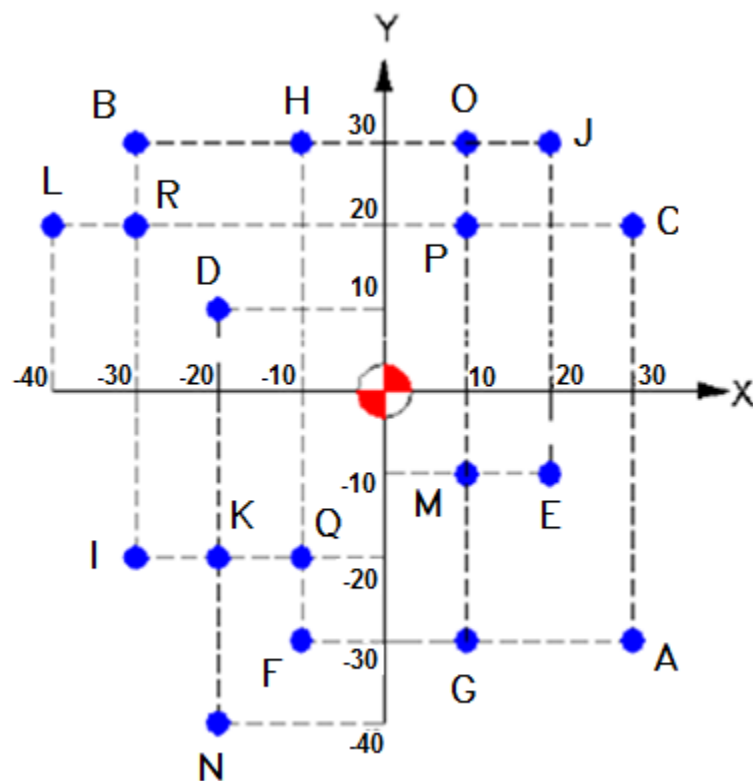
$P1=(2,3)$ e $P2=(5,8)$

Posicionamento Incremental

$P1=(2,3)$ e $P2=(3,5)$

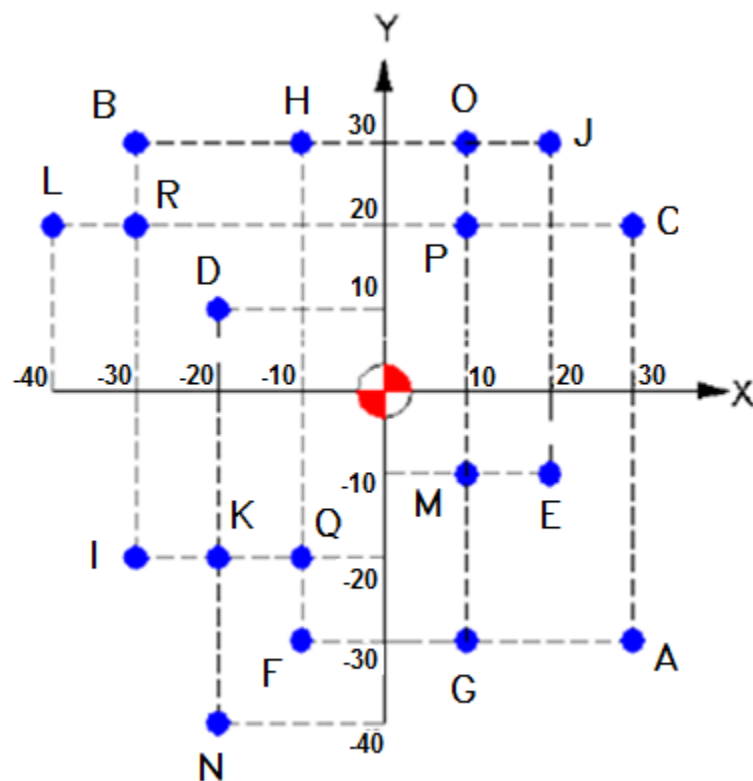


Sistemas de Coordenadas



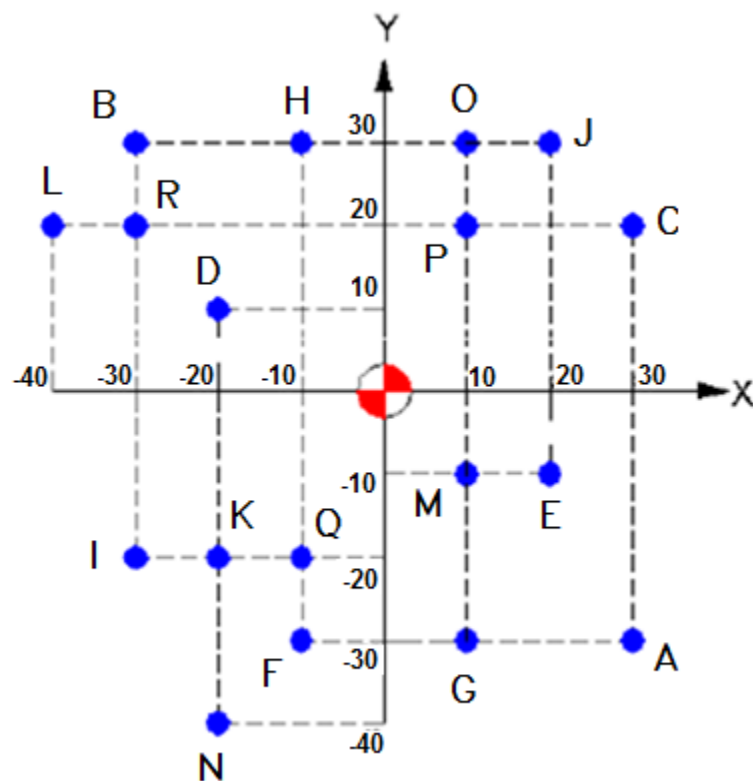
Ponto	Coordenadas			
	Absolutas		Incrementais	
	X	Y	X	Y
A	30	-30	30	-30
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				
I				
J				
K				
L				
M				
N				
O				
P				
Q				
R				

Sistemas de Coordenadas



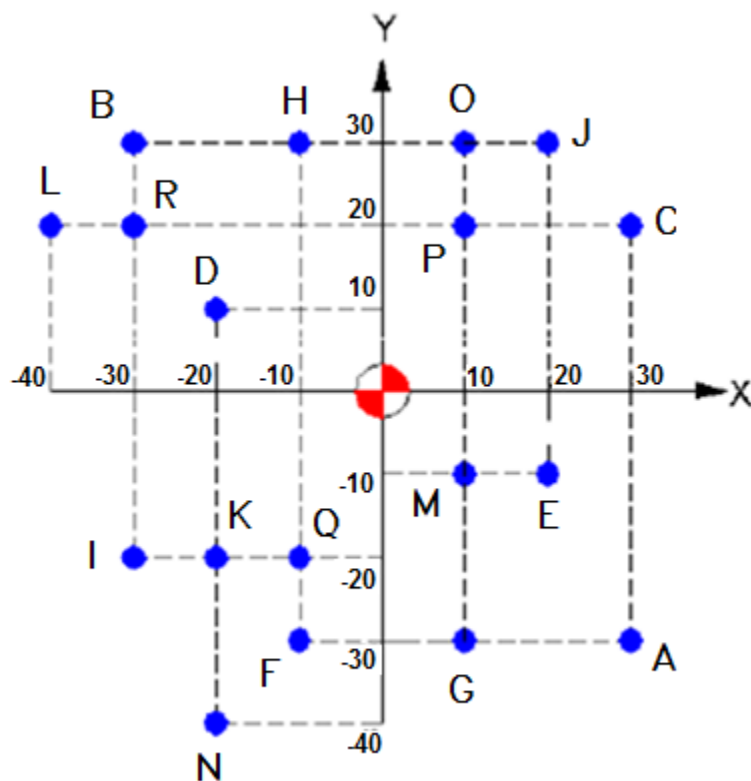
Ponto	Coordenadas			
	Absolutas		Incrementais	
	X	Y	X	Y
A	30	-30	30	-30
B	-30	30	-60	60
C				
D				
E				
F				
G				
H				
I				
J				
K				
L				
M				
N				
O				
P				
Q				
R				

Sistemas de Coordenadas



Ponto	Coordenadas			
	Absolutas		Incrementais	
	X	Y	X	Y
A	30	-30	30	-30
B	-30	30	-60	60
C	30	20	60	-10
D				
E				
F				
G				
H				
I				
J				
K				
L				
M				
N				
O				
P				
Q				
R				

Sistemas de Coordenadas



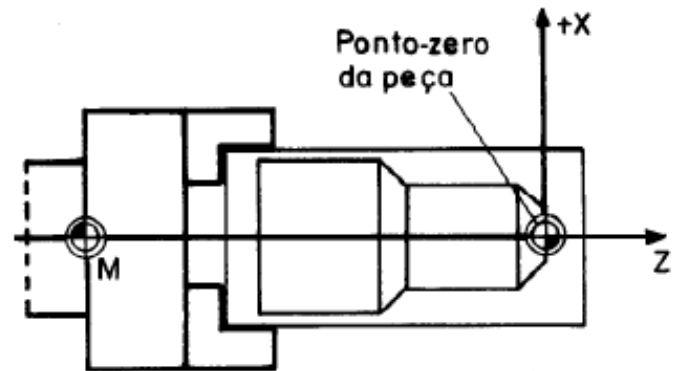
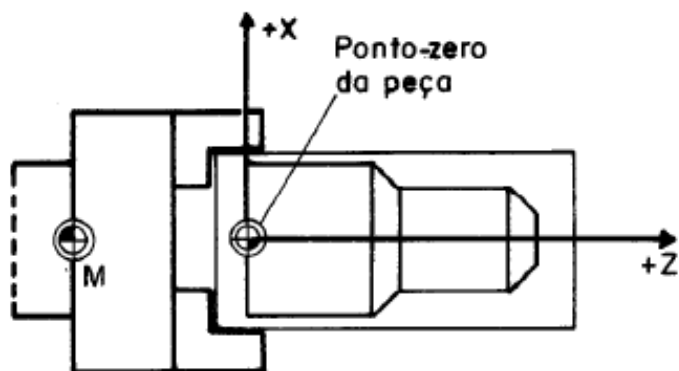
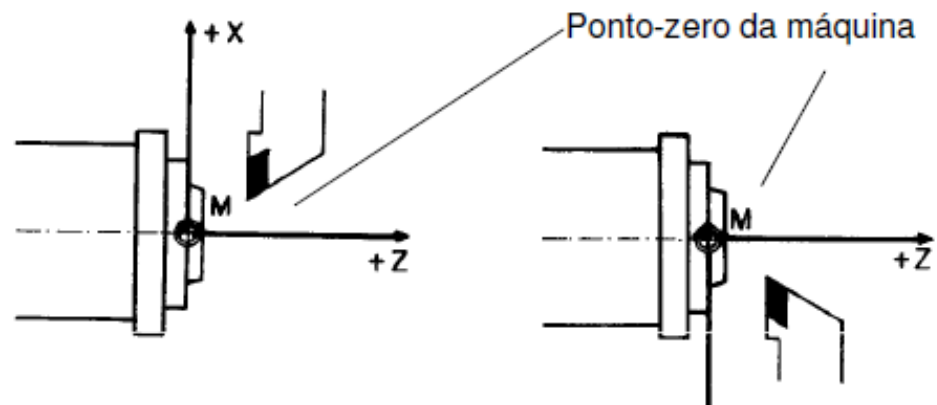
Ponto	Coordenadas			
	Absolutas		Incrementais	
	X	Y	X	Y
A	30	-30	30	-30
B	-30	30	-60	60
C	30	20	60	-10
D	-20	10	-50	-10
E	20	-10	40	-20
F	-10	-30	-30	-20
G	10	-30	20	0
H	-10	30	-20	60
I	-30	-20	-20	-50
J	20	30	50	50
K	-20	-20	-40	-50
L	-40	20	-20	40
M	10	-10	50	-30
N	-20	-40	-30	-30
O	10	30	30	70
P	10	20	0	-10
Q	-10	-20	-20	-40
R	-30	20	-20	40



Pontos de Origem e Referência

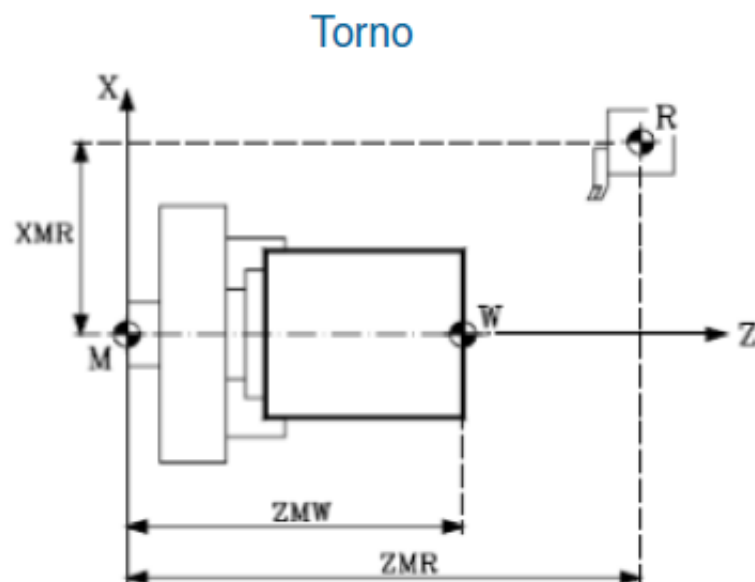
- ✓ **Zero-Máquina:** Determinado pelo fabricante como origem do sistema de coordenadas da máquina.
- ✓ **Zero-Peça:** Determinado pelo programador como origem do sistema de coordenadas da peça.
- ✓ **Ponto de Referência:** Determinado pelo fabricante sobre o qual se realiza a sincronização do sistema.

Pontos de Origem e Referência



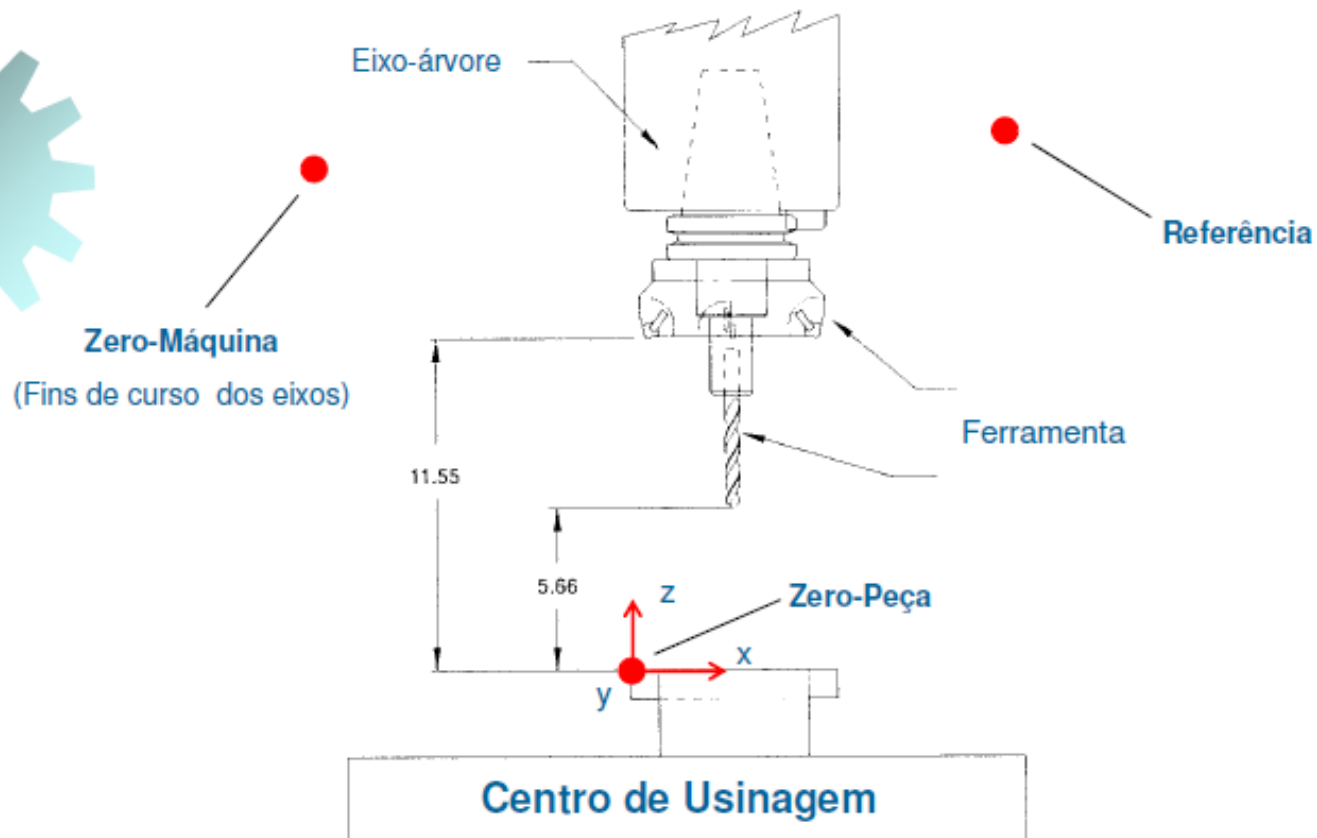
Torno

Pontos de Origem e Referência



M	Zero máquina
W	Zero peça.
R	Ponto de referência de máquina
XMW, YMW, ZMW...	Coordenadas do zero peça.
XMR, YMR, ZMR...	Coordenadas do ponto de referência máquina ("REFVALUE")

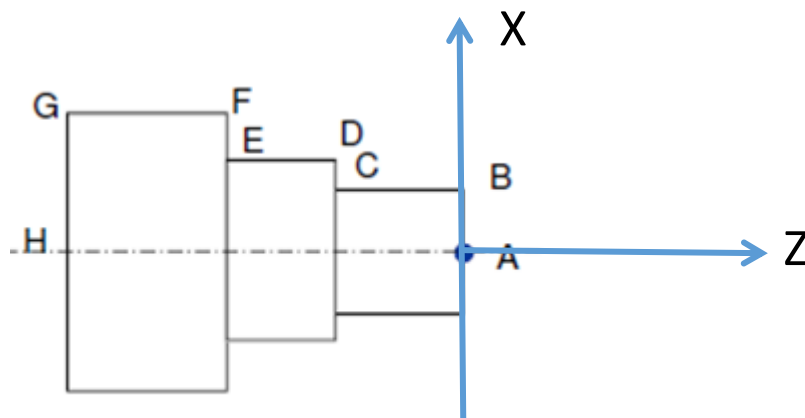
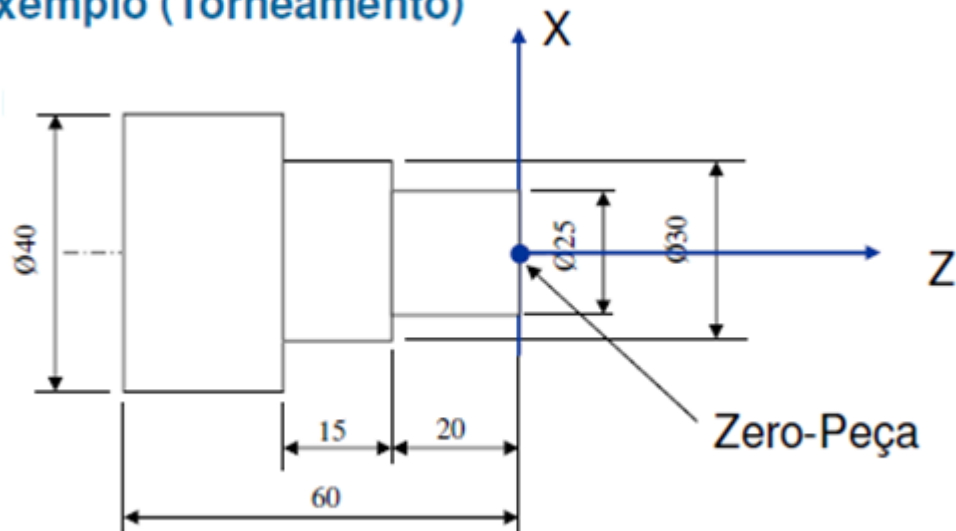
Pontos de Origem e Referência





Pontos de Origem e Referência

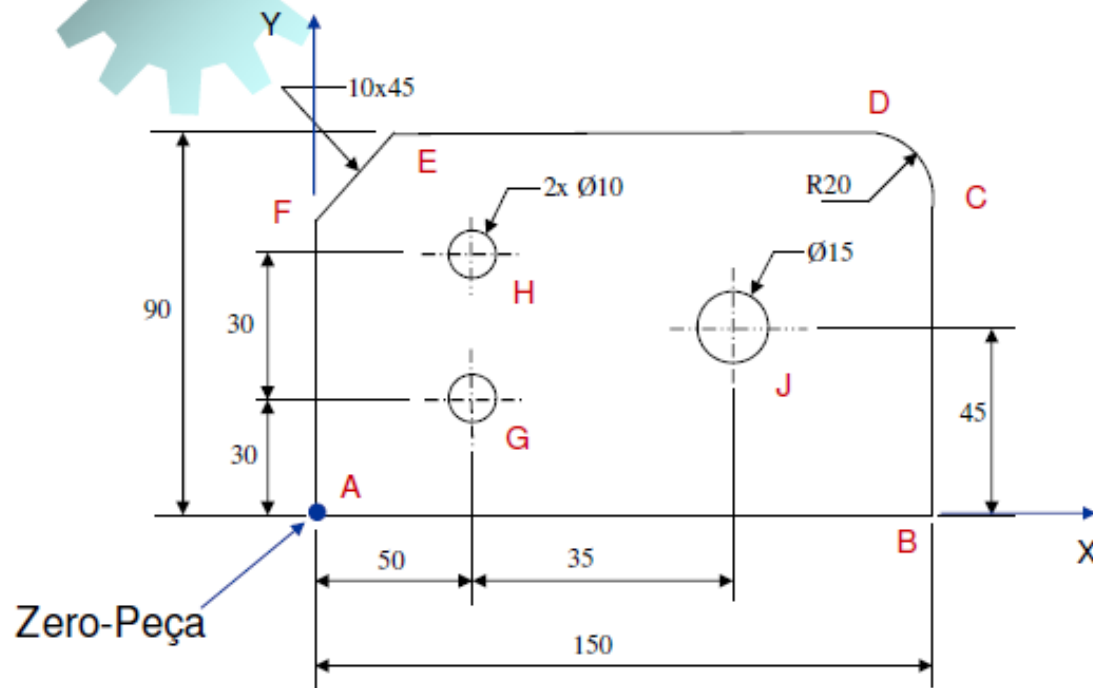
Exemplo (Torneamento)



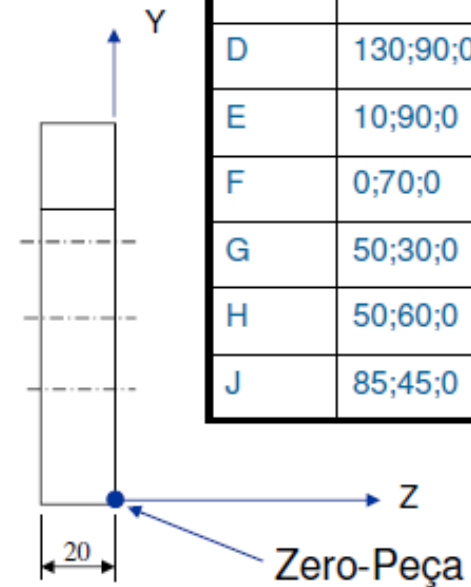
Ponto	Coordenadas
A	0;0
B	25;0
C	25;-20
D	30;-20
E	30;-35
F	40;-35
G	40;-60
H	0;-60

Pontos de Origem e Referência

Exemplo (Fresamento)



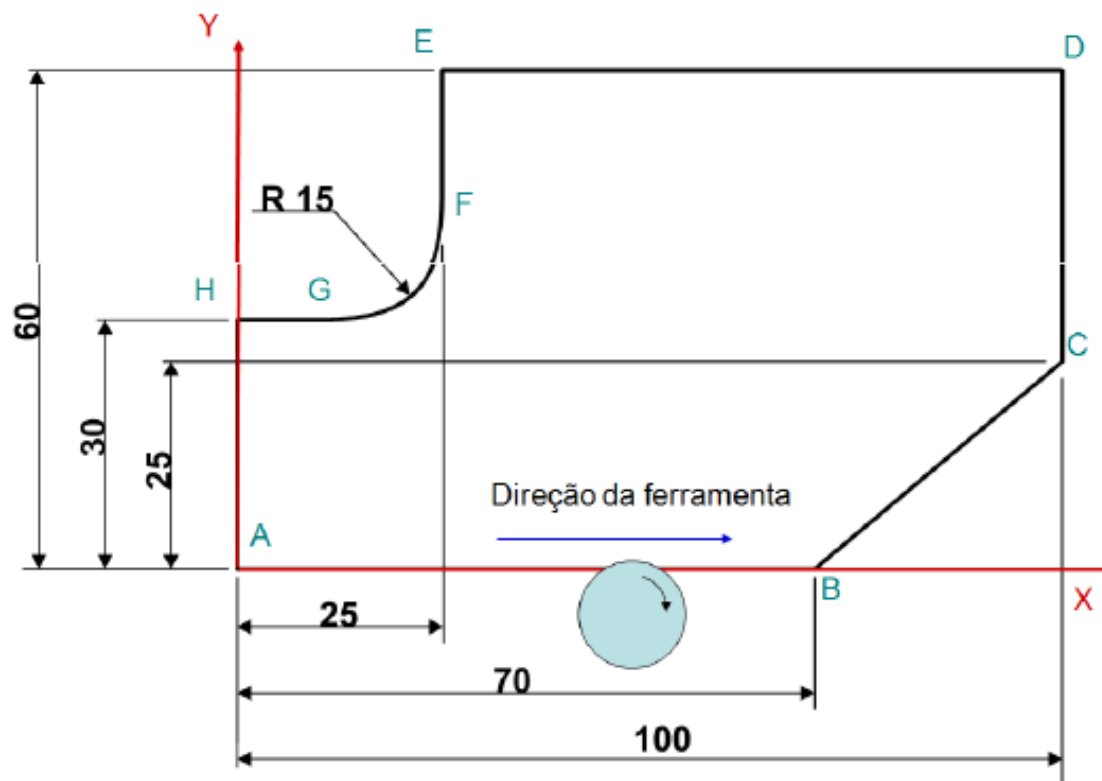
Ponto	Coordenadas
A	0;0;0
B	150;0;0
C	150;70;0
D	130;90;0
E	10;90;0
F	0;70;0
G	50;30;0
H	50;60;0
J	85;45;0





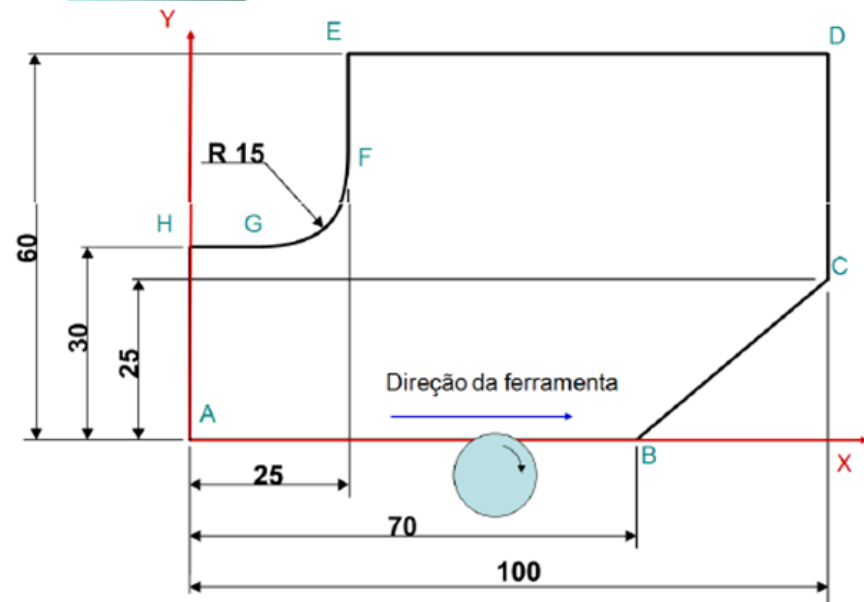
Sistemas de Coordenadas e Aplicações

Exemplo (Fresamento)





Sistemas de Coordenadas e Aplicações



Ponto	X	Y	R	Comentário
A	0	0	---	Origem – Início do Ciclo
B	70	0	---	Início do chanfro
C	100	25	---	Fim do chanfro
D	100	60	---	Canto Superior Direito
E	25	60	---	
F	25	45	---	Início do Raio 15 mm
G	10	30	15	Final do Raio 15 mm
H	0	30	---	
A	0	0	---	Final do Ciclo



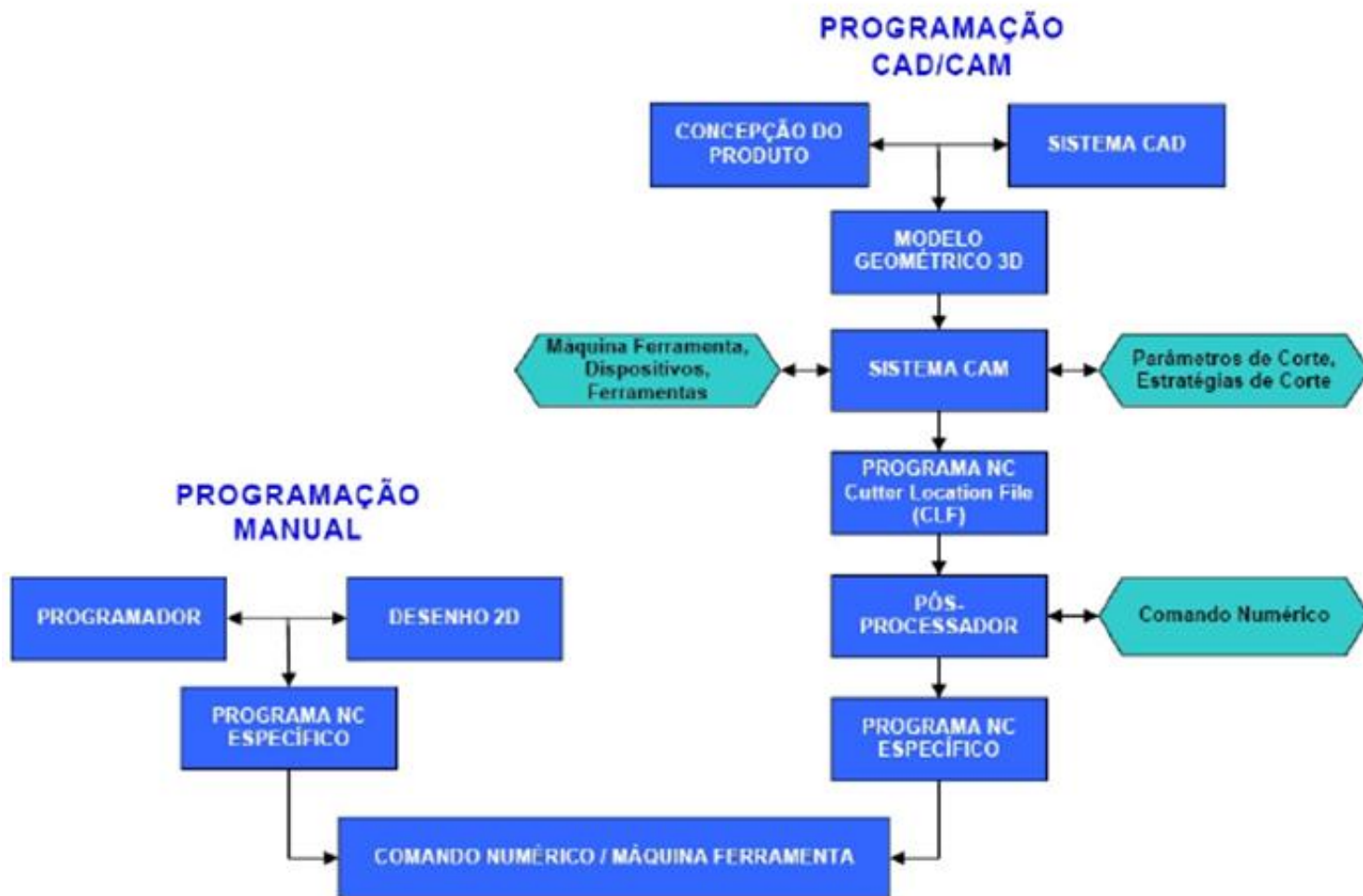
Programação CNC

- Programa CN é a codificação, em linguagem específica, das instruções, comandos, dimensões e funções auxiliares necessárias à fabricação das peças.
- Conhecimentos matemáticos e tecnológicos.
- Características da máquina CN.
- Normalizado pela ISO 6983.

Programação CNC



Programação CNC





Programação CNC

Programação Manual:

- Alto tempo para a geração do Programa NC;
- Conhecimento detalhado da linguagem NC conforme ISO 6983;
- Conhecimento das características específicas de cada CNC;
- Permite apenas a programação de peças com geometria simples representadas por retas e arcos;
- Maior possibilidade de erros de programação.

Programação CAD/CAM:

- Menor tempo de geração do Programa NC;
- Recursos gráficos para simulação da usinagem;
- Recursos de estratégias de usinagem;
- Permite programação de peças com geometrias simples e complexas num pequeno espaço de tempo;
- Menor influência do programador, possibilitando assim, menores chances de erro.



Programa CNC

Estrutura Básica

IDENTIFICAÇÃO	}
CABEÇALHO	
DADOS DA FERRAMENTA	
APROXIMAÇÃO E USINAGEM DO PERFIL DA PEÇA	
FIM DE PROGRAMA	

Alfanumérica



Programação CNC

LETRAS

D	Diâmetro da ferramenta
F	Velocidade de avanço da ferramenta
G	Códigos G (funções “Guidance” de operação)
H	Comprimento da ferramenta
I	Centro de arco no eixo x
J	Centro de arco no eixo y
K	Centro de arco no eixo z
M	Códigos M (funções “Miscellaneous” de preparação)
N	Numeração das linhas do programa (bloco)
O	Número do programa
R	Raio de arcos de circunferência
S	Rotação do eixo-árvore
T	Seleção de ferramenta
X	Eixo linear x
Y	Eixo linear y
Z	Eixo linear z



Programação CNC

NÚMEROS

Associados às letras, podem indicar:

- Velocidade de avanço ou avanço da ferramenta (F)
- Tipo de função “Guidance” (G)
- Tipo de função “Miscellaneous” (M)
- Medidas ou coordenadas (X, Y, Z, I, J, K, R, H, D)
- Número do programa CNC (O)
- Rotação do eixo-árvore (S)
- Número de ferramenta endereçada no magazine (T)



Programação CNC

Principais Códigos M para Centro de Usinagem

- Funções de controle da máquina e também do programa
- Podem variar conforme o tipo de máquina e fabricante


M00	Parada do programa (Aguarda Start para continuar)
M03	Aciona eixo-árvore no sentido horário
M04	Aciona eixo-árvore no sentido anti-horário
M05	Desliga o eixo-árvore
M06	Habilita troca de ferramenta
M08	Aciona fluido refrigerante
M09	Desliga fluido refrigerante
M30	Fim de programa
M98/99	Chamada/Fim de subprograma




Programação CNC

Principais Códigos G para Centro de Usinagem

G00/01	Interpolação linear com avanço rápido / programado
G02/03	Interpolação circular (sentido horário / anti-horário)
G04	Tempo de espera
G17/18/19	Plano de trabalho XY / XZ / YZ
G20/21	Unidade em polegada / milímetro
G40	Cancela compensação automática do raio da ferramenta
G41/42	Compensação do raio da ferramenta à esquerda / direita
G43	Compensação do comprimento da ferramenta
G49	Cancela a compensação automática do comprimento da ferramenta
G54-59	Zero-peça
G90/91	Programação em coordenadas absolutas / incrementais
G94/95	Avanço da ferramenta (mm/min / mm/rot)
G96/97	Velocidade de corte constante / rotação constante (torneamento)



CODIGO	GRUPO	DESCRIÇÃO
G00*	01	Posicionamento Rápido
G01	01	Interpolação Linear
G02	01	Interpolação Circular no Sentido Horário
G03	01	Interpolação Circular no Sentido Anti-Horário
G04	00	Tempo de permanência (Dwell)
G10	00	Entrada de Dados
G11	00	Cancela Entrada de Dados
G15*	17	Cancela Sistema de Coordenadas Polares
G16	17	Ativa Sistema de Coordenadas Polares
G17*	02	Seleciona o Plano de Trabalho "XY"
G18	02	Seleciona o Plano de Trabalho "XZ"
G19	02	Seleciona o Plano de Trabalho "YZ"
G20	06	Entrada de Dados em Polegadas
G21*	06	Entrada de Dados em Milímetros
G28	00	Retorna o Eixo Programado para o Ponto de Referência (Machine Home)
G40*	07	Cancela a Compensação de Raio de Ferramenta
G41	07	Ativa a Compensação de Raio de Ferramenta (à esquerda do perfil)
G42	07	Ativa a Compensação de Raio de Ferramenta (à direita do perfil)
G43	08	Ativa a Compensação do Comprimento da Ferramenta (direção +)
G44	08	Ativa a Compensação do Comprimento da Ferramenta (direção -)
G49*	08	Cancela Compensação de Comprimento de Ferramenta
G50.1*	18	Cancela Imagem de Espelho



G53	00	Sistema de Coordenadas de Máquina
G54*	14	1º Sistema de Coordenada de Trabalho
G55	14	2º Sistema de Coordenada de Trabalho
G56	14	3º Sistema de Coordenada de Trabalho
G57	14	4º Sistema de Coordenada de Trabalho
G58	14	5º Sistema de Coordenada de Trabalho
G59	14	6º Sistema de Coordenada de Trabalho
G54.1 P_	14	7º Sistema de Coordenada de Trabalho (G54.1 P1) ao 54º (G54.1 P48)
G65	00	Chamada de Macro
G66	12	Chamada Modal de Macro
G67*	12	Cancela Chamada Modal de Macro
G68	16	Rotação do Sistema de Coordenadas
G69*	16	Cancela Rotação Sistema de Coordenadas
G73	09	Ciclo de Furação com Quebra de Cavaco
G74	09	Ciclo de Roscamento com Macho (Rosca a esquerda)
G76	09	Ciclo de Mandrilamento Fino com Retorno Deslocado do Centro
G80*	09	Cancela Ciclos Fixos do Grupo 09
G81	09	Ciclo de Furação Contínua
G82	09	Ciclo de Furação Contínua com Tempo de Permanência
G83	09	Ciclo de Furação com Descarga de Cavaco
G84	09	Ciclo de Roscamento com Macho (Rosca a direita)
G85	09	Ciclo de Mandrilamento com Retração em Avanço Programado
G86	09	Ciclo de Mandrilamento com Retração em Avanço Rápido
G87	09	Ciclo de Mandrilamento para Rebaixo Interno
G88	09	Ciclo de Mandrilamento com Retorno Manual
G89	09	Ciclo de Mandrilamento com Dwell e Retração em Avanço Programado
G90*	03	Sistema de Coordenadas Absolutas
G91	03	Sistema de Coordenadas Incrementais
G92	00	Estabelece Nova Origem
G94*	05	Avanço em Milímetro/Polegada por Minuto
G95	05	Avanço em Milímetro/Polegada por Rotação
G98*	10	Retorno ao Posicionamento Inicial durante os Ciclos Fixos
G99	10	Retorno ao "Plano R" durante os Ciclos Fixos



Códigos M (miscellaneous) pelo Padrão ISO 1056

Código M	Função
M00	Parada programa
M01	Parada opcional
M02	Fim de programa
M03	Liga o fuso no sentido horário (CW)
M04	Liga o fuso no sentido anti-horário (CCW)
M05	Desliga o fuso
M06	Mudança de ferramenta
M07	Liga sistema de refrigeração numero 2
M08	Liga sistema de refrigeração numero 1
M09	Desliga o refrigerante
M10	Atua travamento de eixo
M11	Desliga atuação do travamento de eixo
M12	Não registrado
M13	Liga o fuso no sentido horário e refrigerante
M14	Liga o fuso no sentido anti-horário e o refrigerante
M15	Movimentos positivos (aciona sistema de espelhamento)
M16	Movimentos negativos
M17 e M18	Não registrados

M19	Parada do fuso com orientação
M20 a M29	Permanentemente não registrado
M30	Fim de fita com rebobinamento
M31	Ligando o "Bypass"
M32 a M35	Não registrados.
M36	Acionamento da primeira gama de velocidade dos eixos
M37	Acionamento da segunda gama de velocidade dos eixos
M38	Acionamento da primeira gama de velocidade de rotação
M39	Acionamento da segunda gama de velocidade de rotação
M40 a M45	Mudanças de engrenagens se usada, caso não use, Não registrados.
M46 e M47	Não registrados.
M48	Cancelamento do G49
M49	Desligando o "Bypass"
M50	Liga sistema de refrigeração numero 3
M51	Liga sistema de refrigeração numero 4
M52 a M54	Não registrados.



M55	Reposicionamento linear da ferramenta 1
M56	Reposicionamento linear da ferramenta 2
M57 a M59	Não registrados
M60	Mudança de posição de trabalho
M61	Reposicionamento linear da peça 1
M62	Reposicionamento linear da peça 2
M63 a M70	Não registrados.
M71	Reposicionamento angular da peça 1
M72	Reposicionamento angular da peça 2
M73 a M89	Não registrados.
M90 a M99	Permanentemente não registrados



Programação CNC

Funções Modais

São as funções que permanecem ativas até que sejam substituídas por uma outra função, também modal, de efeito contrário.

(G00/01, G40/41/42, G70/71, G90/91, G94/95, M03, F, S)

Funções não Modais

São funções que não ficam memorizadas e são atuantes apenas nos blocos que as contém.

(G02/03)

Programação CNC

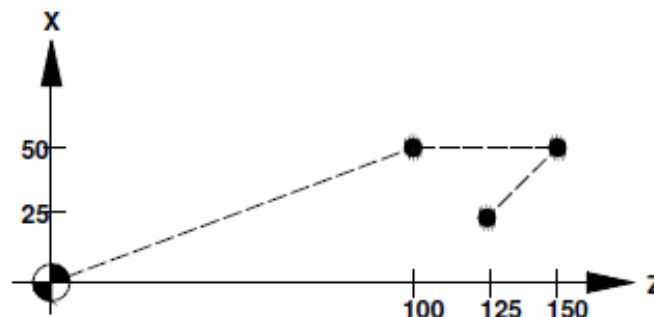
Avanço Linear Rápido (G00)

Utilizado para posicionar a ferramenta com os eixos se movimentando na maior velocidade fornecida pela máquina.

N__ G00 X__ Y__ Z__

Exemplo (Torno):

...
N50 G00 X50 Z100;
N60 Z150;
N70 X25 Z125;
...



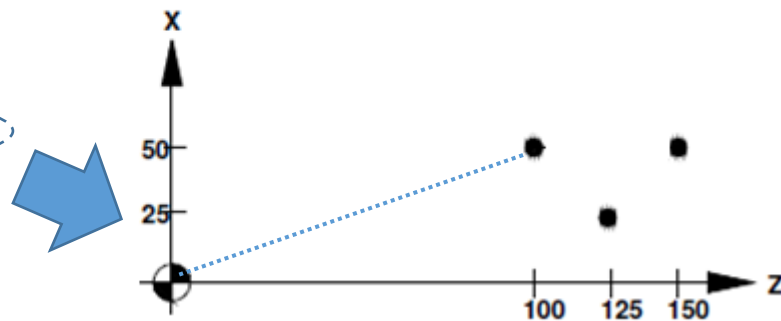
Programação CNC

Avanço Rápido, com a maior velocidade fornecida pela máquina

N__ G00 X__ Y__ Z__

Exemplo (Torno):

...
N50 G00 X50 Z100;
N60 Z150;
N70 X25 Z125;
...



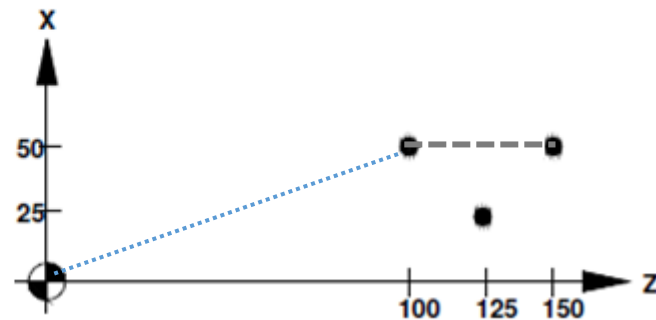
Programação CNC

Avanço Rápido, com a maior velocidade fornecida pela máquina

N__ G00 X__ Y__ Z__

Exemplo (Torno):

...
N50 G00 X50 Z100;
N60 Z150;
N70 X25 Z125;
...



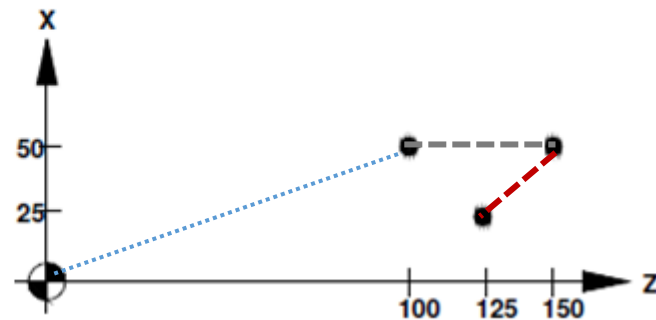
Programação CNC

Avanço Rápido, com a maior velocidade fornecida pela máquina

N__ G00 X__ Y__ Z__

Exemplo (Torno):

...
N50 G00 X50 Z100;
N60 Z150;
N70 X25 Z125;
...



Programação CNC

Avanço Linear com Velocidade Programada (G01)

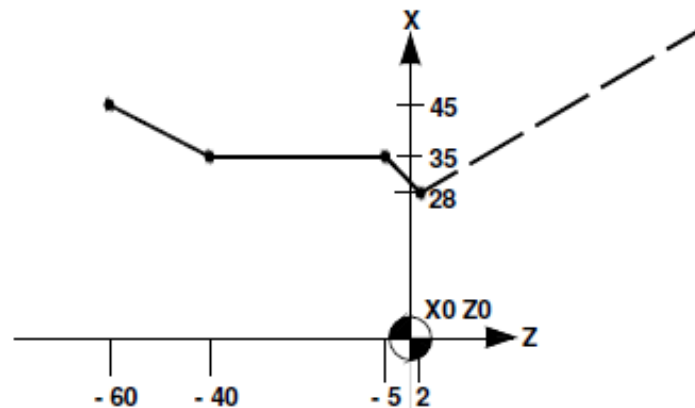
Utilizado para movimentar a ferramenta com velocidade de avanço controlada pelo parâmetro F.

mm/rotação

N__ G01 X__ Y__ Z__ F__

Exemplo (Torno):

```
...  
N50 G00 X28 Z2 M3;  
N60 G01 X35 Z-5 F0.2;  
N70 Z-40;  
N80 X45 Z-60;  
...
```



Programação CNC

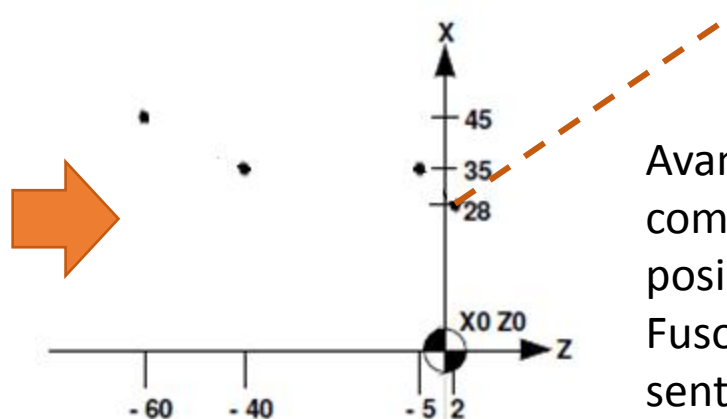
Avanço Linear com Velocidade Programada (G01)

Utilizado para movimentar a ferramenta com velocidade de avanço controlada pelo parâmetro F.

N__ G01 X__ Y__ Z__ F__

Exemplo (Torno):

```
...  
N50 G00 X28 Z2 M3;  
N60 G01 X35 Z-5 F0.2;  
N70 Z-40;  
N80 X45 Z-60;  
...
```



Avanço Rápido,
com G00, para a
posição X28, Z2.
Fuso ligado no
sentido horário.

Programação CNC

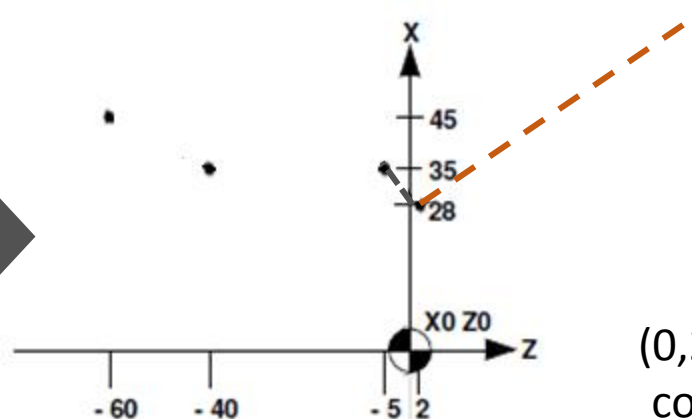
Avanço Linear com Velocidade Programada (G01)

Utilizado para movimentar a ferramenta com velocidade de avanço controlada pelo parâmetro F.

N__ G01 X__ Y__ Z__ F__

Exemplo (Torno):

```
...  
N50 G00 X28 Z2 M3;  
N60 G01 X35 Z-5 F0.2;  
N70 Z-40;  
N80 X45 Z-60;  
...
```



Avanço com
Velocidade
Programada
(0,2mm/rotação),
com G01, para a
posição X35, Z-5.

Programação CNC

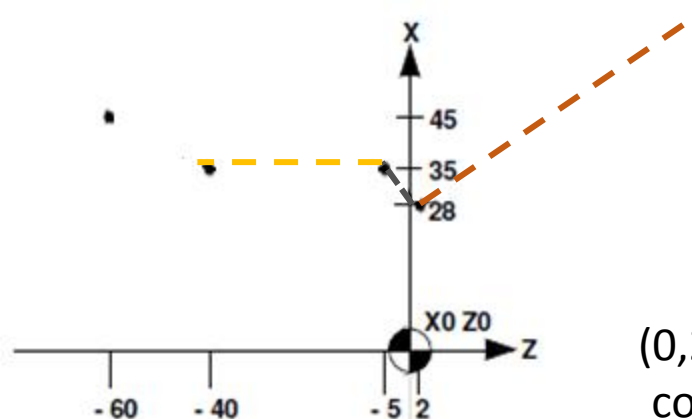
Avanço Linear com Velocidade Programada (G01)

Utilizado para movimentar a ferramenta com velocidade de avanço controlada pelo parâmetro F.

N__ G01 X__ Y__ Z__ F__

Exemplo (Torno):

```
...  
N50 G00 X28 Z2 M3;  
N60 G01 X35 Z-5 F0.2;  
N70 Z-40;  
N80 X45 Z-60;  
...
```



Avanço com Velocidade Programada (0,2mm/rotação), com G01, para a posição X35, Z-40.

Programação CNC

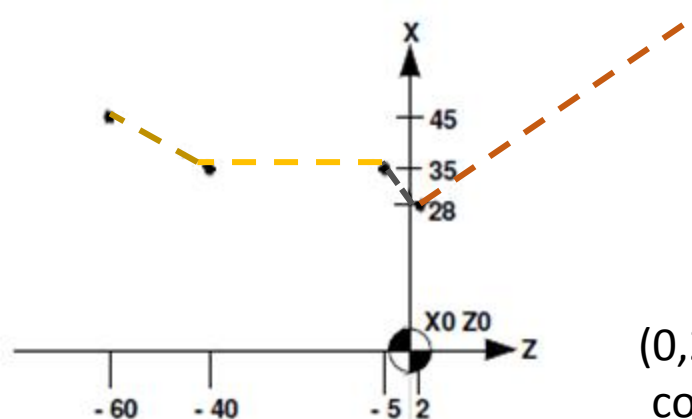
Avanço Linear com Velocidade Programada (G01)

Utilizado para movimentar a ferramenta com velocidade de avanço controlada pelo parâmetro F.

N__ G01 X__ Y__ Z__ F__

Exemplo (Torno):

```
...  
N50 G00 X28 Z2 M3;  
N60 G01 X35 Z-5 F0.2;  
N70 Z-40;  
N80 X45 Z-60;  
...
```

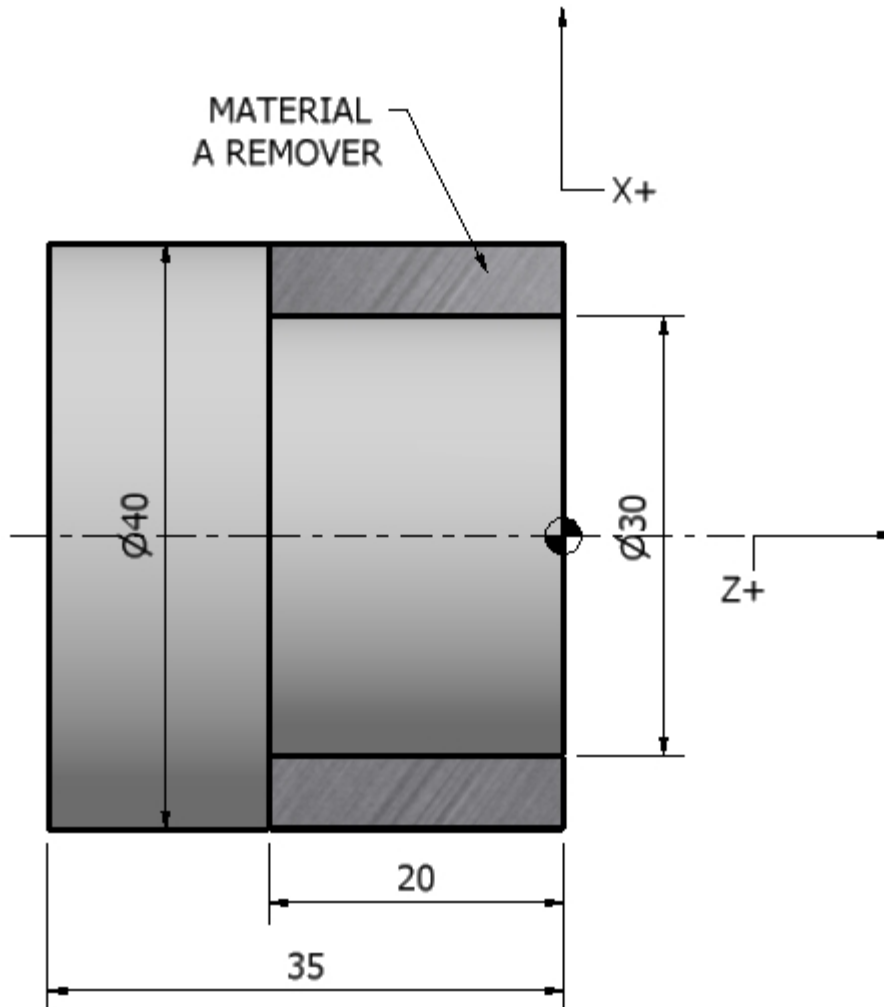


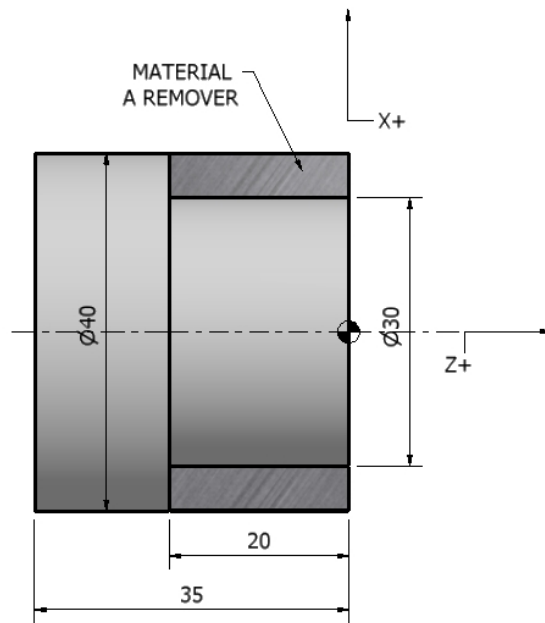
Avanço com Velocidade Programada (0,2mm/rotação), com G01, para a posição X45, Z-60.

Programação CNC



Usinar o diâmetro com 30mm, desbastando-se com a profundidade adequada.





Supondo-se a profundidade de desbaste de 1mm (redução de 2mm no diâmetro a cada passada).

O3000

N05 G21;

N10 G28;

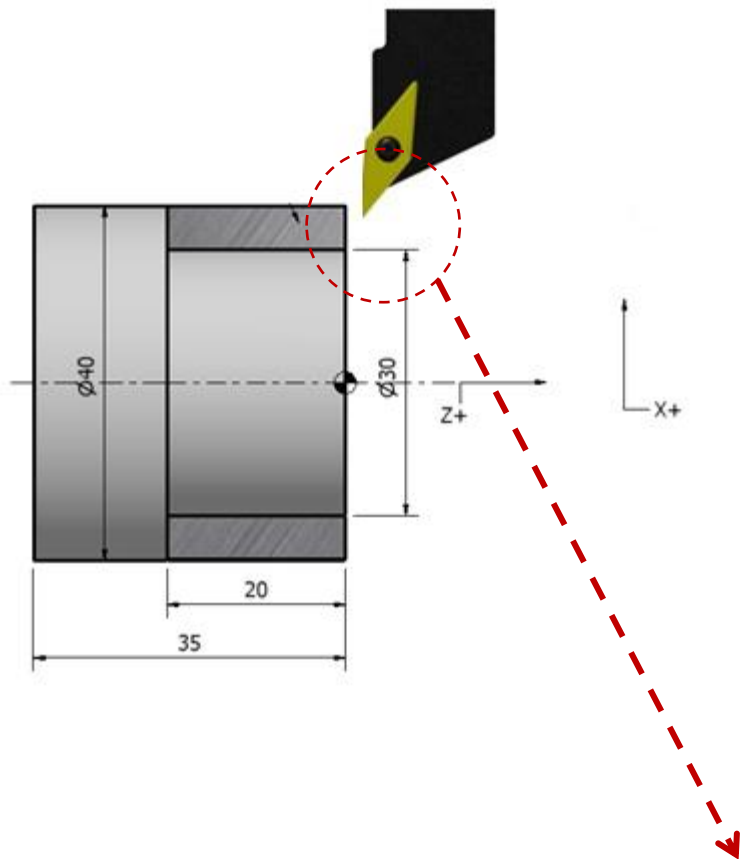
N15 M06 T07;

(O3000 – Número do programa.)

(G21 - Estabelece unidade de medida, mm)

(G28 – Move a ferramenta para local de troca.)

(M06 – Realiza a troca da ferramenta pela
T07 (Desbaste Externo).)

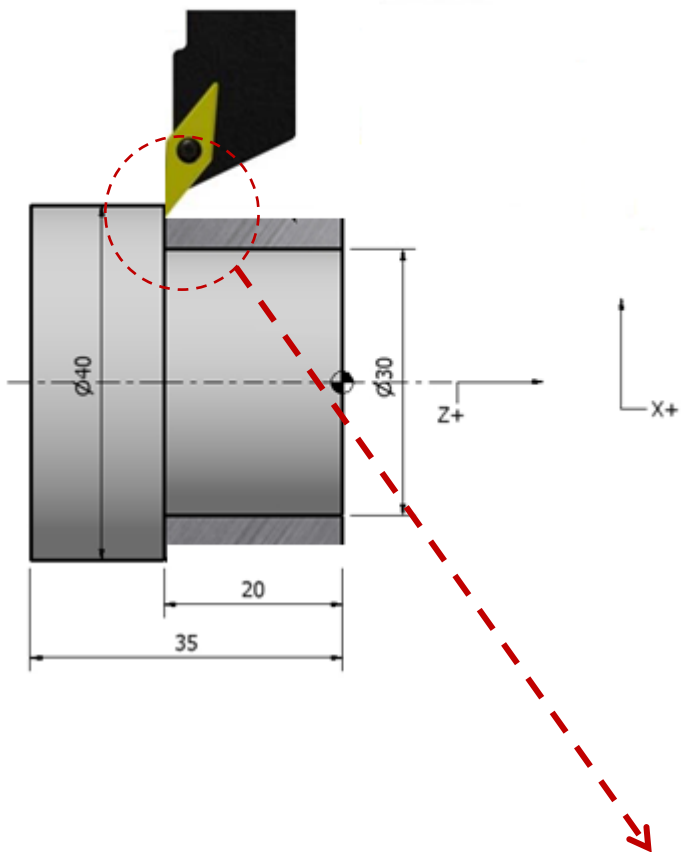


N20 G00 X38 Z2 M03 S800;

(G00 – Move a ferramenta rapidamente para a primeira posição de usinagem X38 Z2)

(M03 – Liga eixo árvore no sentido horário.)

(S800 – Define a rotação em 800 rpm.)



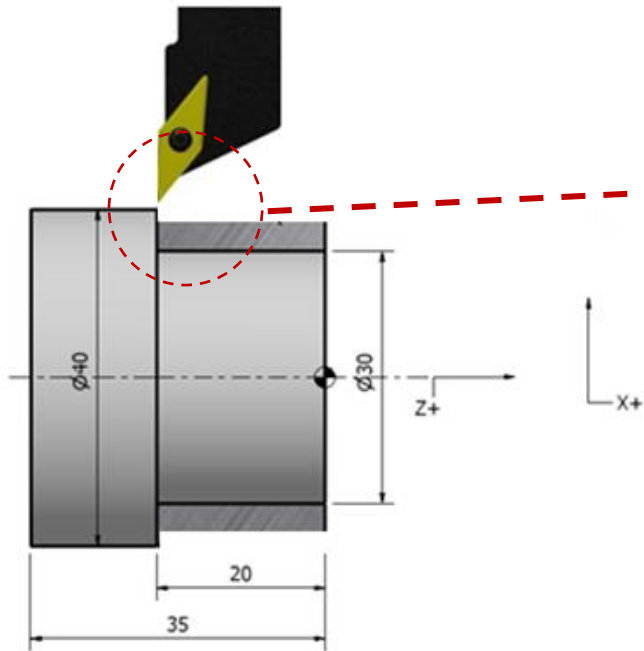
N25 G99 F0.15 G01 Z-20;

(G99 – Define o avanço em mm/rotação.)

(F0.15 – Especifica o avanço em 0.15 mm/rotação.)

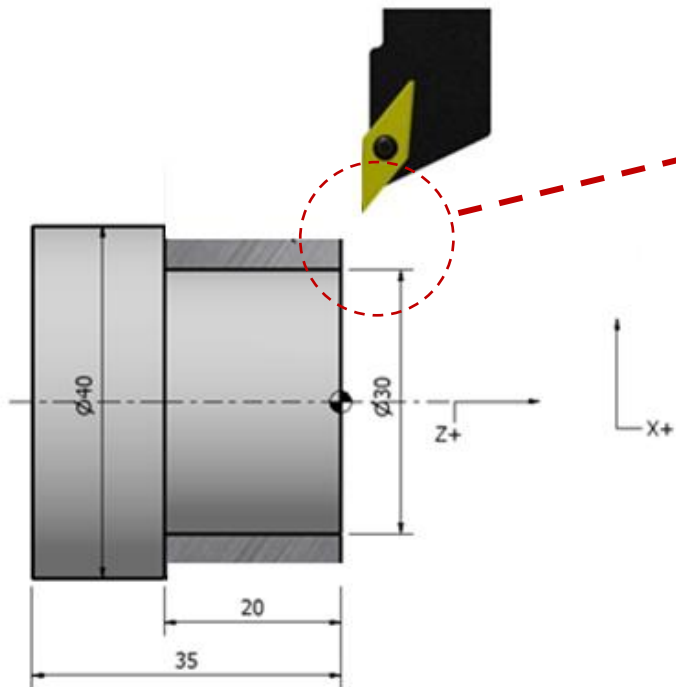
(G01 – Executa avanço controlado por F0.15.)

(Z-20 – Posição final de desbaste no comprimento.)



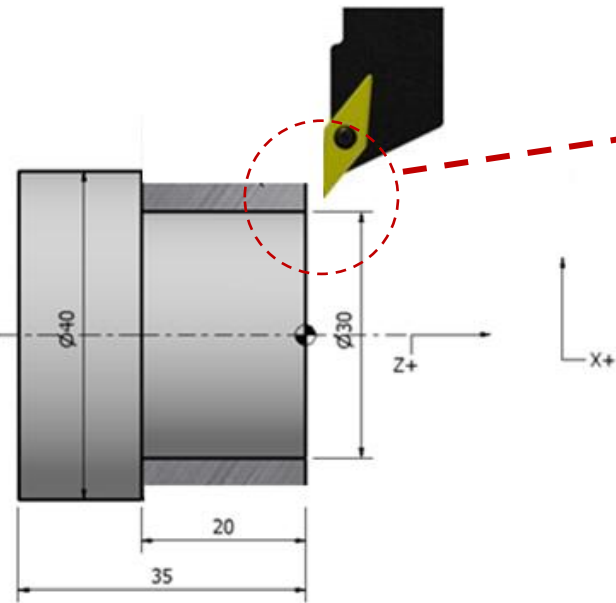
N30 X41;

(**X41** – Afasta a ferramenta da peça para o diâmetro X41.)



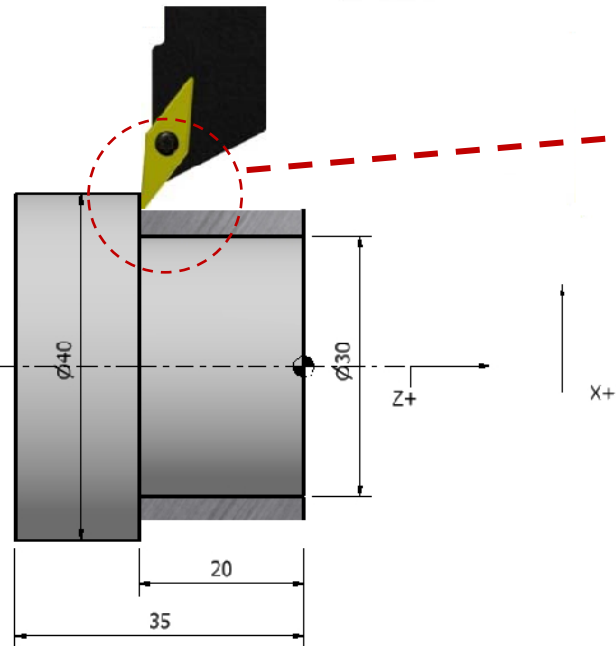
N35 G00 Z2;

(**G00** – Move rapidamente a ferramenta até posição inicial no comprimento.)



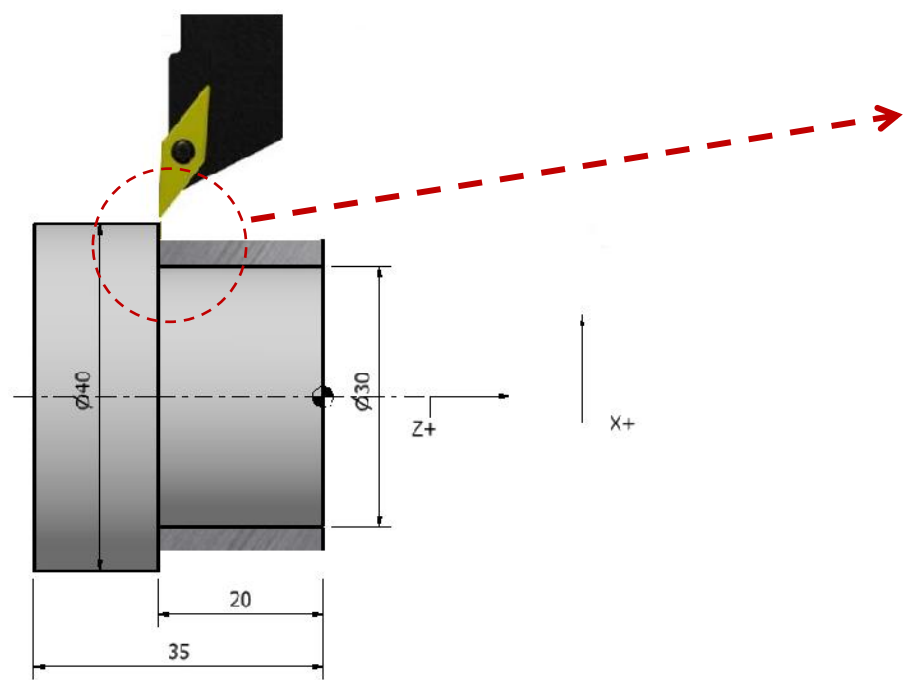
N40 X36;

(**X36** – Move rapidamente a ferramenta até posição inicial para a próxima passada.)



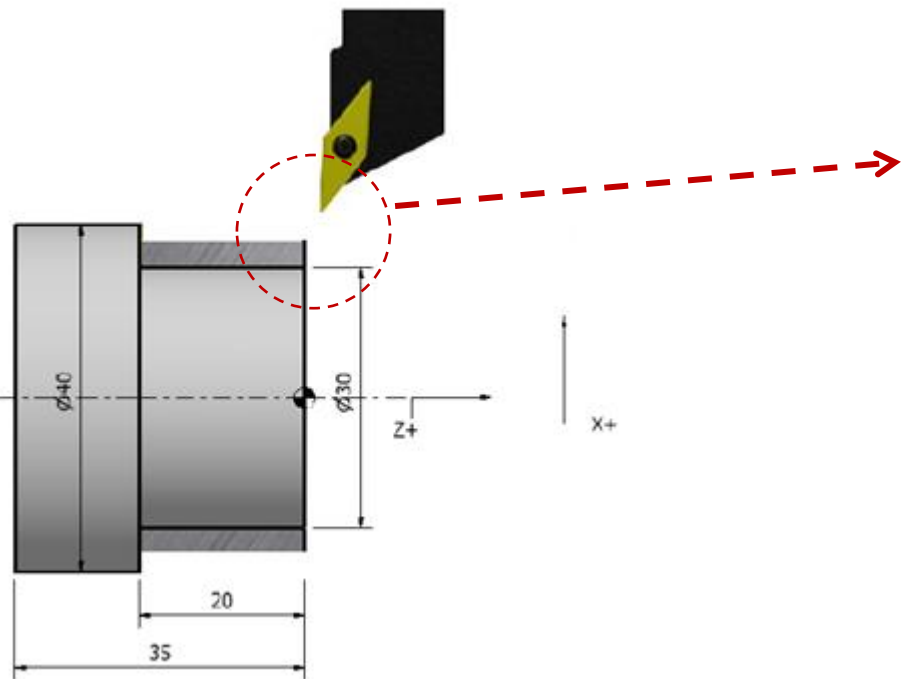
N45 G01 Z-20;

(**G01** – Executa avanço controlado da ferramenta por F até **Z-20**.)



N50 X41;

(**X41** – Afasta a ferramenta da peça para o diâmetro **X41**.)

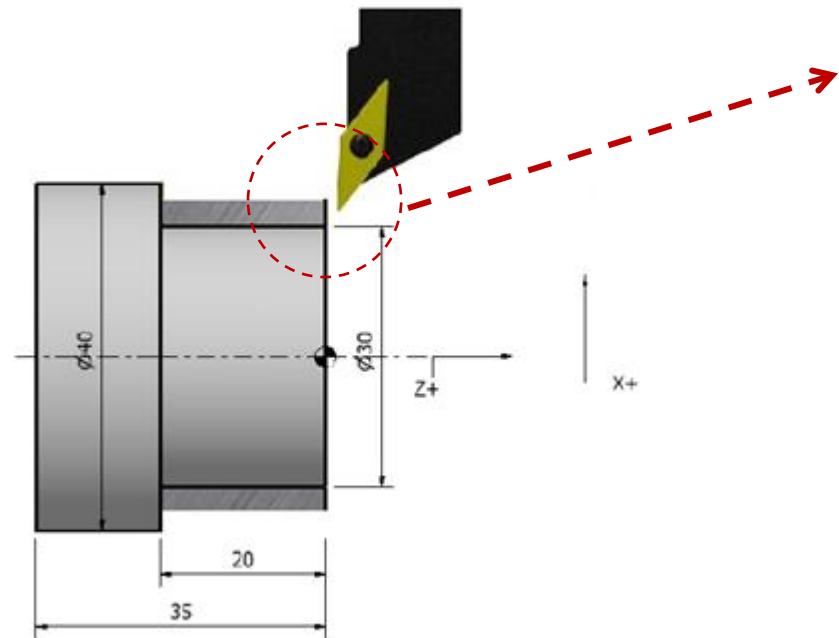


N55 G00 Z2;

(**G00** – Move rapidamente a ferramenta até posição inicial no comprimento.)

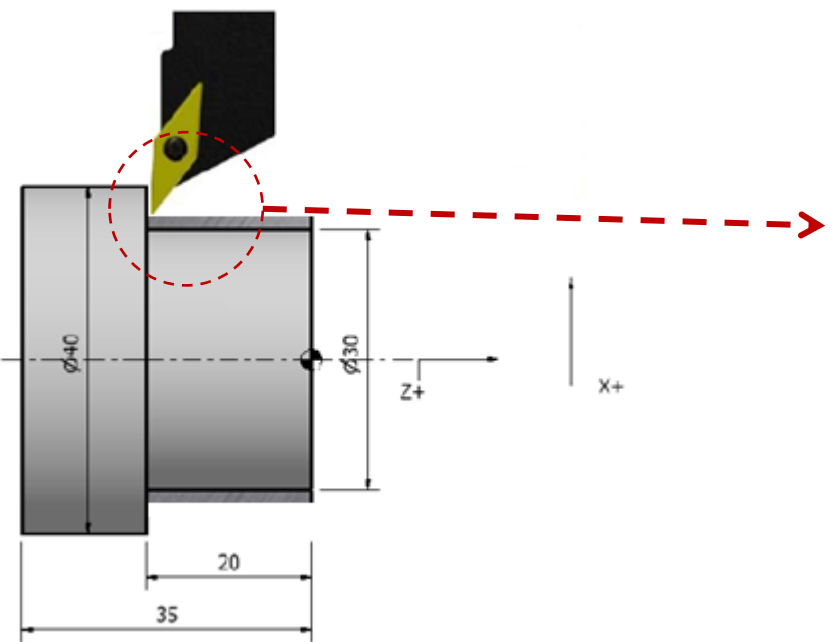
N60 X34;

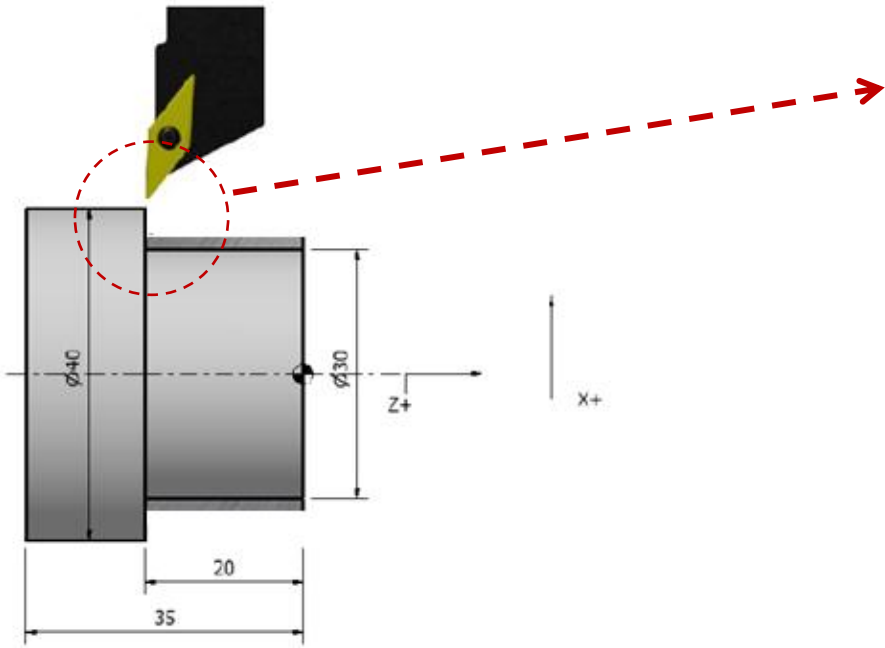
(**X34** – Move rapidamente a ferramenta até posição inicial no próximo diâmetro a ser desbastado.)



N65 G01 Z-20;

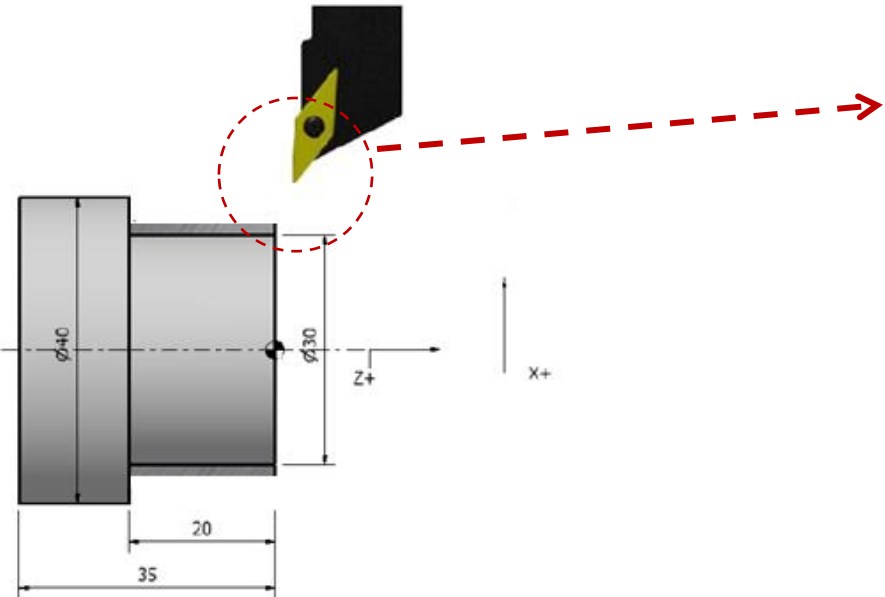
(**G01** – Executa avanço controlado da ferramenta por F até **Z-20**.)





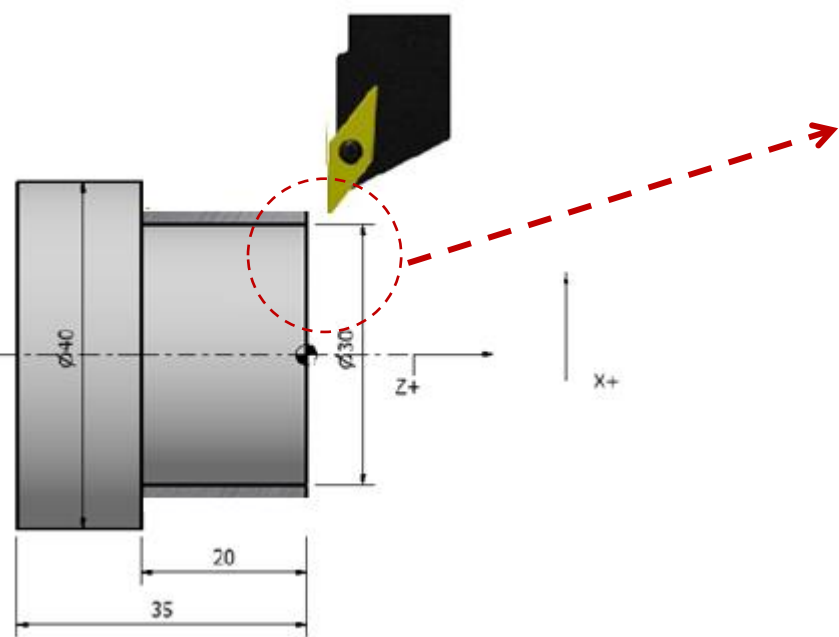
N70 X41;

(**X41** – Afasta a ferramenta da peça para o diâmetro **X41**.)



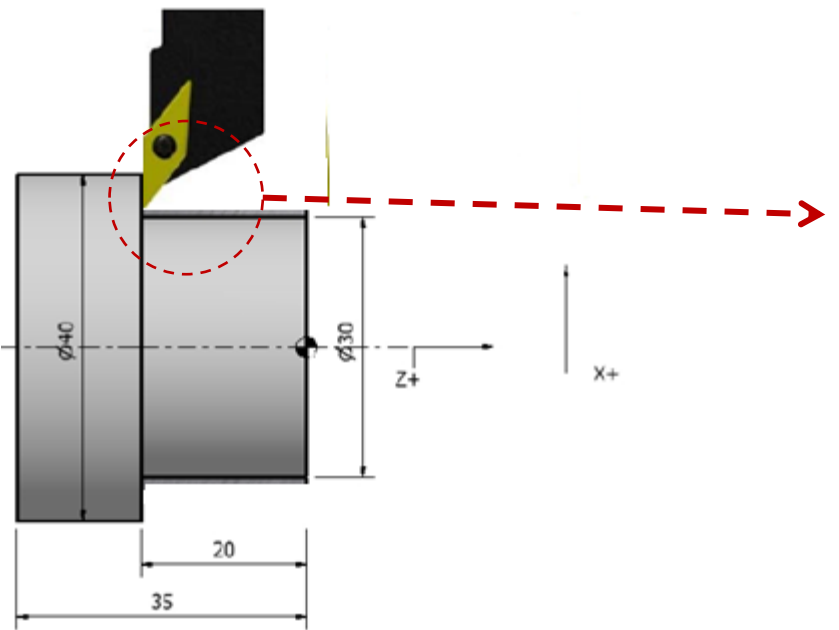
N75 G00 Z2;

(**G00** – Move rapidamente a ferramenta até posição inicial no comprimento.)



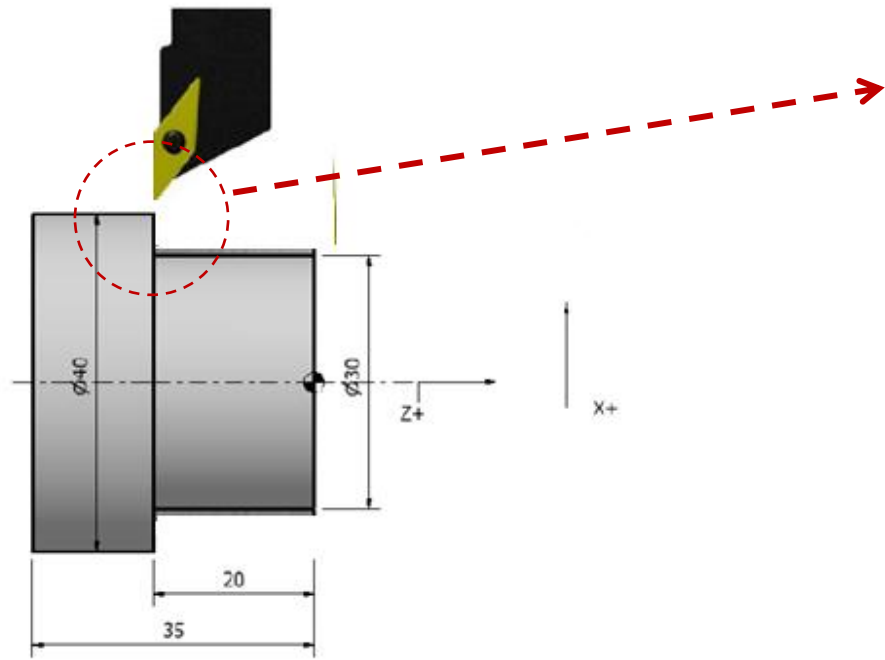
N80 X32;

(**X32** – Move rapidamente a ferramenta até posição inicial no próximo diâmetro a ser desbastado.)



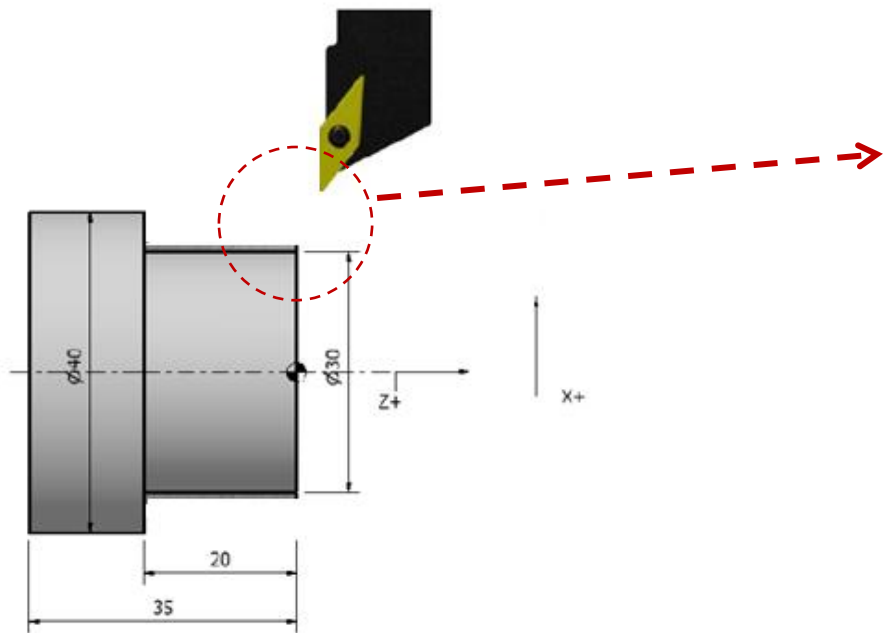
N85 G01 Z-20;

(**G01** – Executa avanço controlado da ferramenta por F até **Z-20**.)



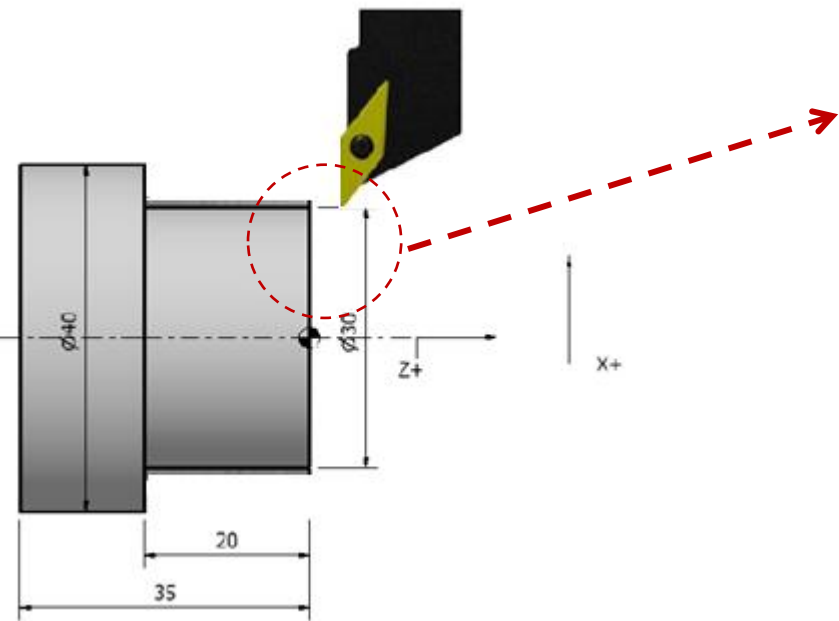
N90 X41;

(**X41** – Afasta a ferramenta da peça para o diâmetro **X41**.)



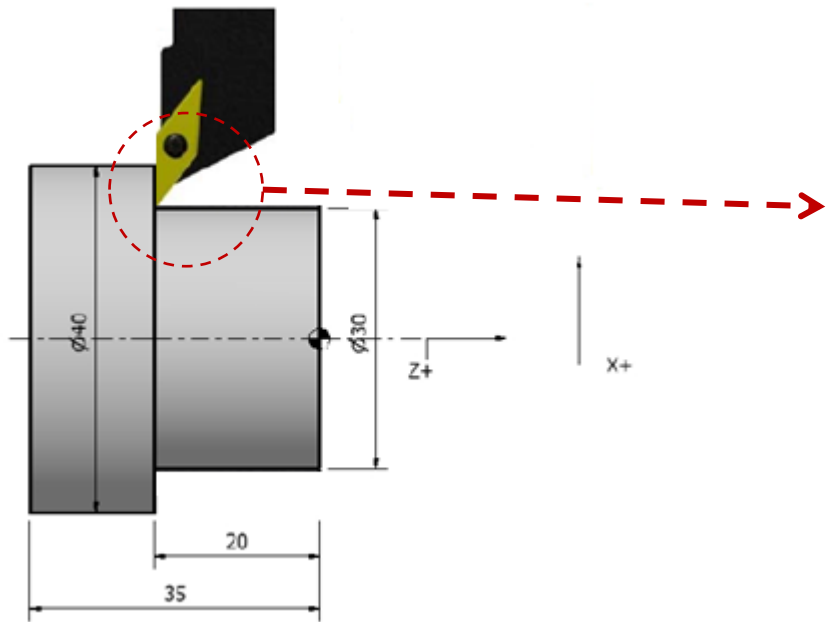
N95 G00 Z2;

(**G00** – Move rapidamente a ferramenta até posição inicial no comprimento.)



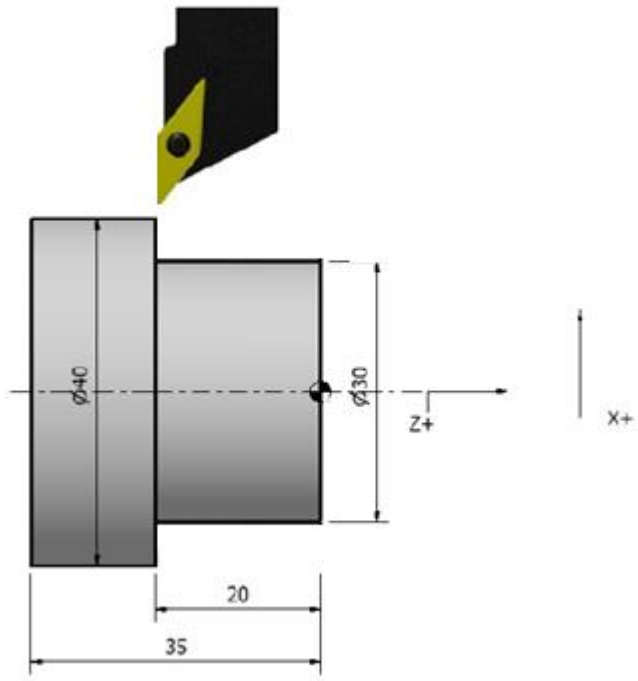
N100 X30;

(**X30** – Move rapidamente a ferramenta até posição inicial no próximo diâmetro a ser desbastado.)



N105 G01 Z-20;

(**G01** – Executa avanço controlado da ferramenta por F até **Z-20.**)



N110 X41;

N115 G28 M05;

(**G28** – Move a ferramenta para local de troca.)

(**M05** – Desliga o eixo árvore.)

N120 M30;

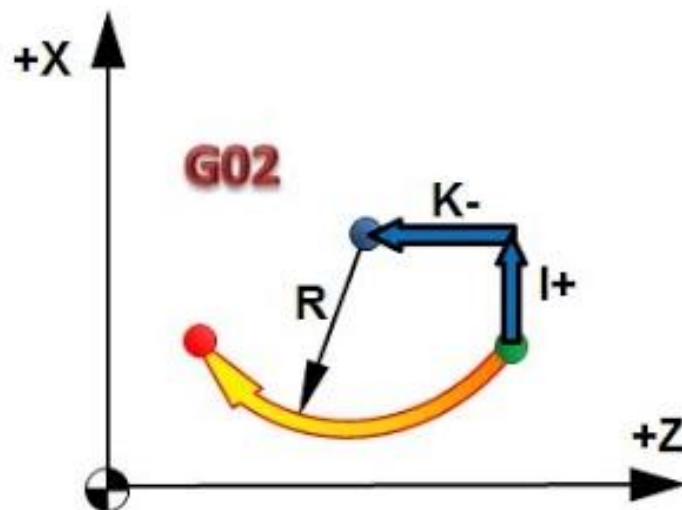
(**M30** – Finaliza o programa e retorna ao início.)

Programação CNC

Interpolação Circular Horária (G02)

Movimenta a ferramenta em um arco de circunferência de raio programado pelo parâmetro R, no sentido horário, com velocidade F.

N__ G02 X__ Y__ R__ F__ (para o plano XY).
N__ G02 X__ Z__ R__ F__ (para o plano XZ).
N__ G02 Y__ Z__ R__ F__ (para o plano YZ).



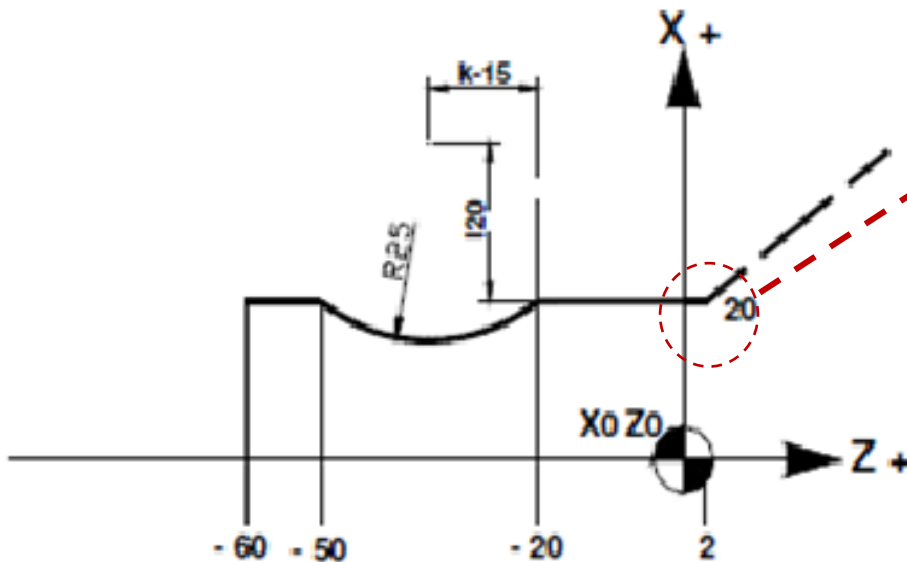
Programação CNC

Interpolação Circular Horária (G02)

Movimenta a ferramenta em um arco de circunferência de raio programado pelo parâmetro R, no sentido horário, com velocidade F.

Exemplo (Torno):

...
N50 G00 X20 Z2;
N60 G01 Z-20 F0.20;
N70 G02 X20 Z-50 R25;
ou
N70 G02 X20 Z-50 I20 K-15;
...



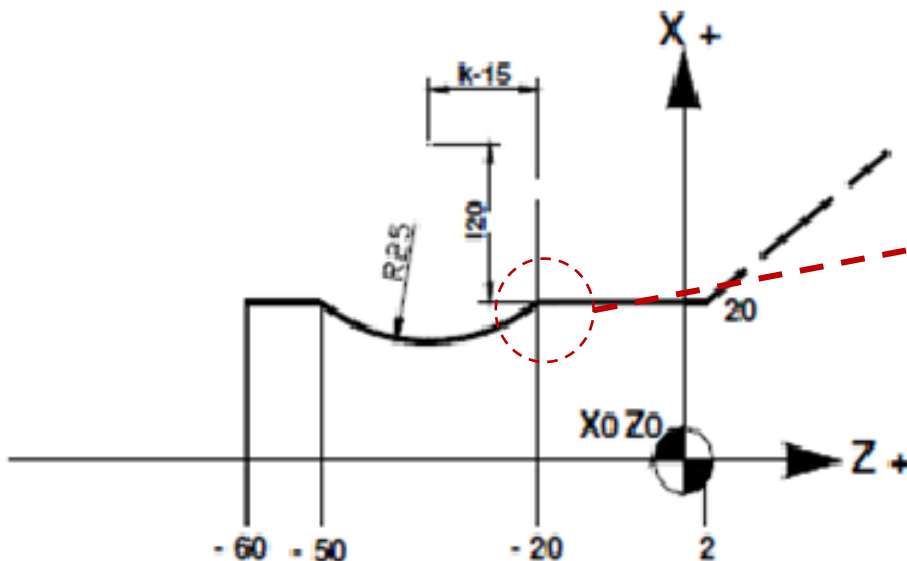
Programação CNC

Interpolação Circular Horária (G02)

Movimenta a ferramenta em um arco de circunferência de raio programado pelo parâmetro R, no sentido horário, com velocidade F.

Exemplo (Torno):

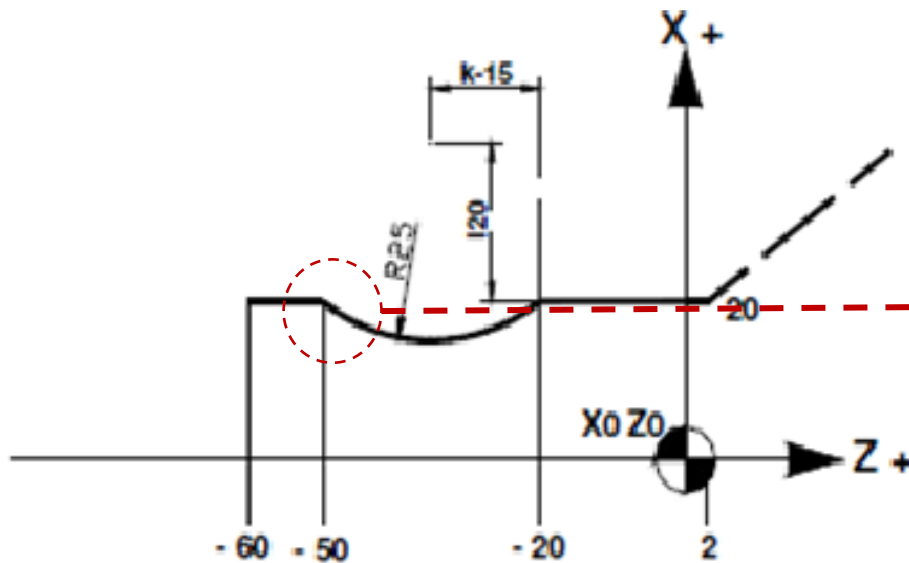
```
...  
N50 G00 X20 Z2;  
N60 G01 Z-20 F0.20;  
N70 G02 X20 Z-50 R25;  
ou  
N70 G02 X20 Z-50 I20 K-15;  
...
```



Programação CNC

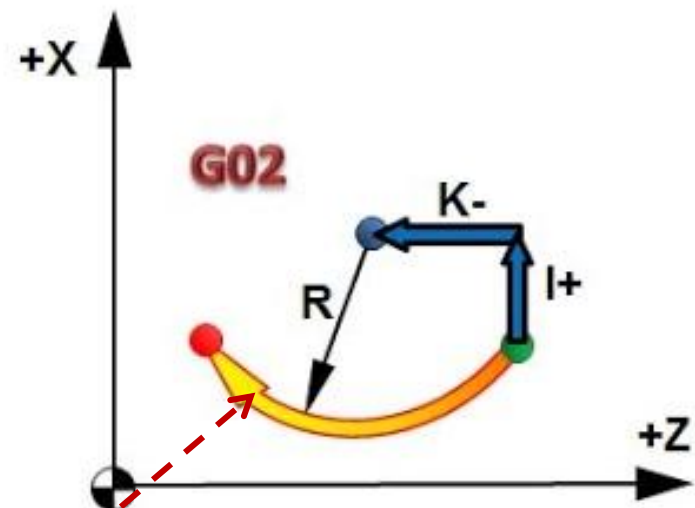
Interpolação Circular Horária (G02)

Movimenta a ferramenta em um arco de circunferência de raio programado pelo parâmetro R, no sentido horário, com velocidade F.



Exemplo (Torno):

```
...  
N50 G00 X20 Z2;  
N60 G01 Z-20 F0.20;  
N70 G02 X20 Z-50 R25;  
ou  
N70 G02 X20 Z-50 I20 K-15;  
...
```



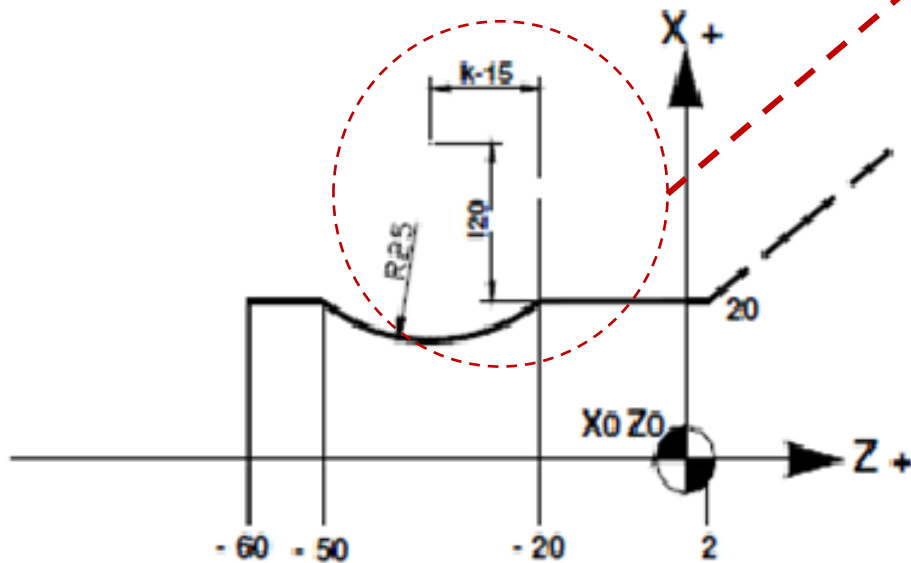
Exemplo (Torno):

...
 N50 G00 X20 Z2;
 N60 G01 Z-20 F0.20;
 N70 G02 X20 Z-50 R25;

ou

N70 G02 X20 Z-50 I20 K-15;

...

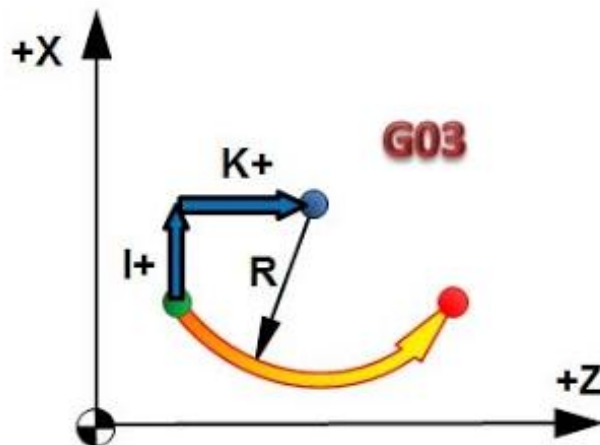


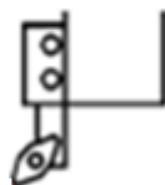
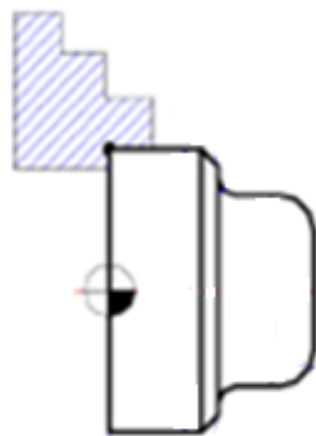
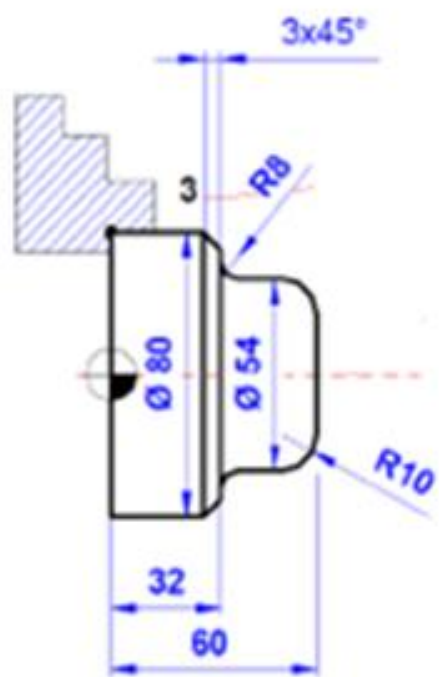
Programação CNC

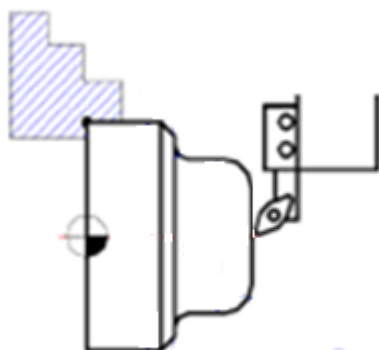
Interpolação Circular Anti-horária (G03)

Movimenta a ferramenta em um arco de circunferência de raio programado pelo parâmetro R, no sentido anti-horário, com velocidade F.

N__ G03 X__ Y__ R__ F__ (para o plano XY).
N__ G03 X__ Z__ R__ F__ (para o plano XZ).
N__ G03 Y__ Z__ R__ F__ (para o plano YZ).

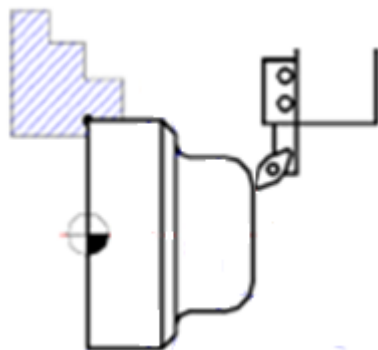




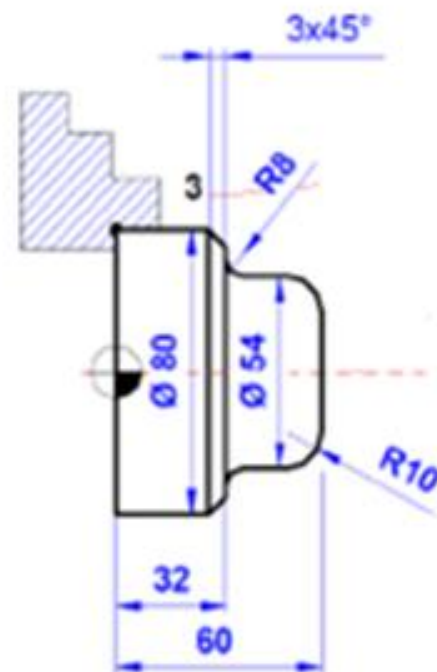


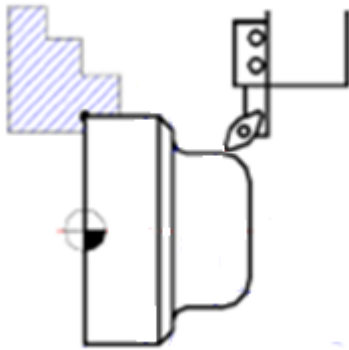
Exemplo (Torno):

...
N60 G01 X0 Z60 F0.5;

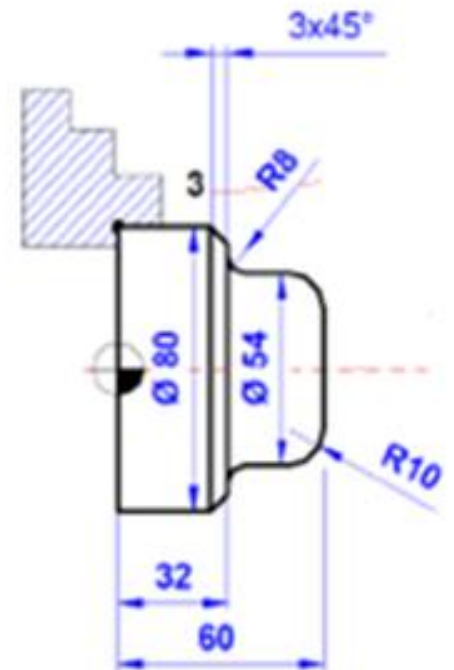


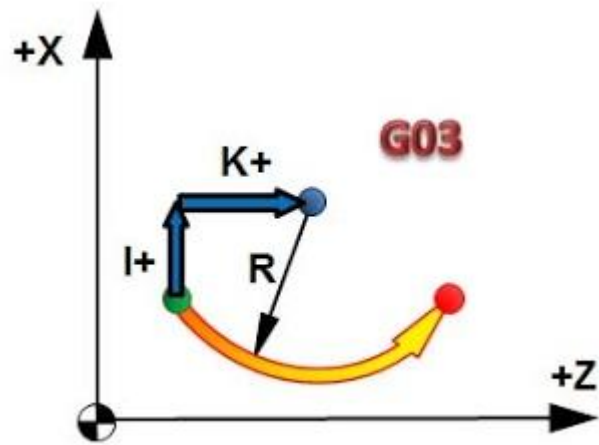
N70 X34 F0.2;



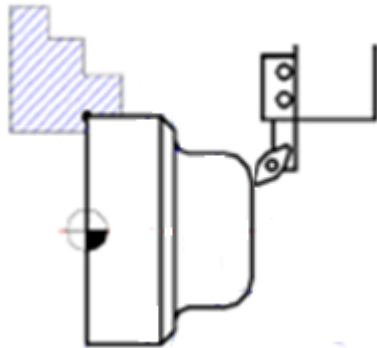


N80 G03 X54 Z50 R10;

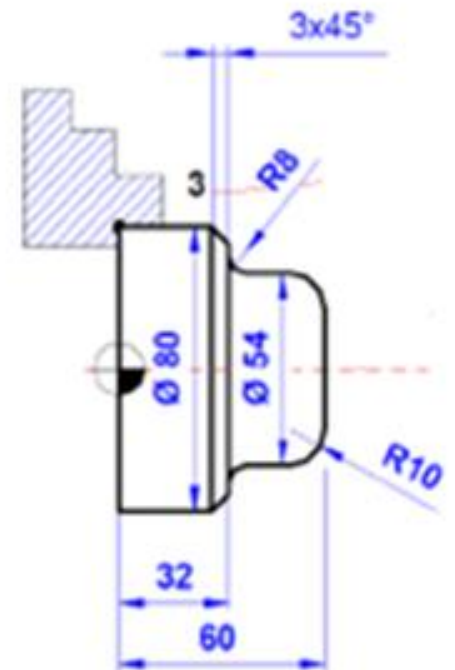




ou
N80G03 X54 Z50 I0 K-10;



N70 X34 F0.2;



Programação CNC

Tempo de Permanência (G04)

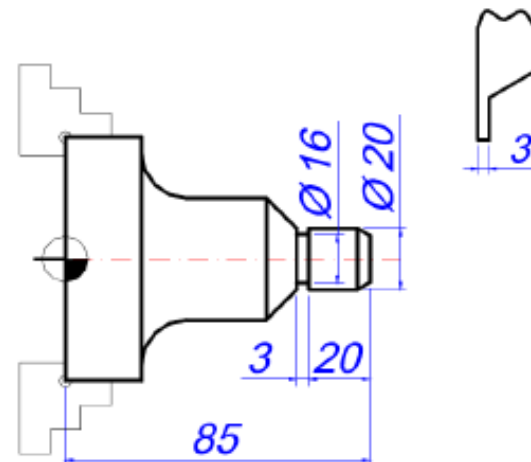
Em algumas situações é necessário paralisar a execução do programa por um determinado tempo (valor em X ou P).

N__ G04 X__ (segundos)

N__ G04 P__ (milésimos de segundo)

Exemplo (Torno):

```
...  
N70 G0 X50 Z90;  
N80 G1 X22 Z62 F1;  
N90 X16 F0.08;  
N100 G4 X1;  
N110 G1 X22 F0.5;  
...
```





Programação CNC

Plano de trabalho (G17, G18 e G19) (usado em centros de usinagem)

Para o correto cálculo das interpolações circulares é importante que o comando da máquina conheça o plano no qual a usinagem está sendo efetuada.

É um comando sem parâmetros. Como são três os possíveis planos de trabalho, há três comandos. Não é usado em tornos pois só trabalham no plano XZ.

N__ G17 (Plano XY) ou N__ G18 (Plano XZ) ou N__ G19 (Plano YZ)



Programação CNC

Unidade de Programação (G20/G21)

G20 Programação em polegadas
G21 Programação em milímetros

É um comando sem parâmetros.

N__ G20 ou N__ G21



Programação CNC

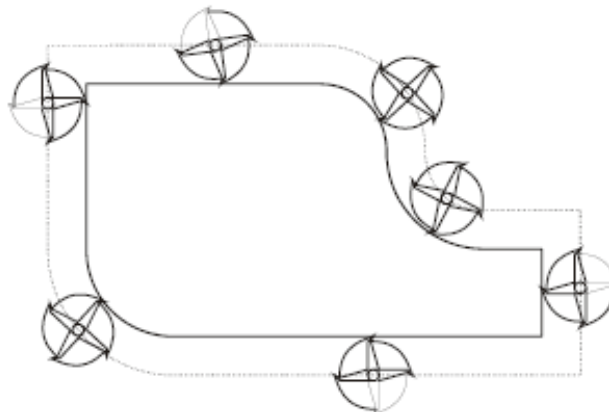
Compensação do Raio da Ferramenta (G40/G41/G42)

É usada em centros de usinagem e permite que o raio da ferramenta possa variar sem necessidade de modificar o programa.

A aplicação é apenas em ferramentas que tem corte na periferia tais como fresas de topo e fresas frontais.

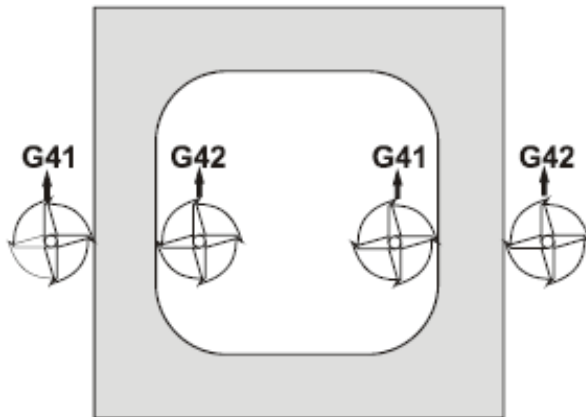
Brocas, alargadores, barras de mandrilar e machos não usam compensação do raio da ferramenta.

Passos: chamar a compensação, mover a ferramenta (usinar), cancelar a compensação.



Programação CNC

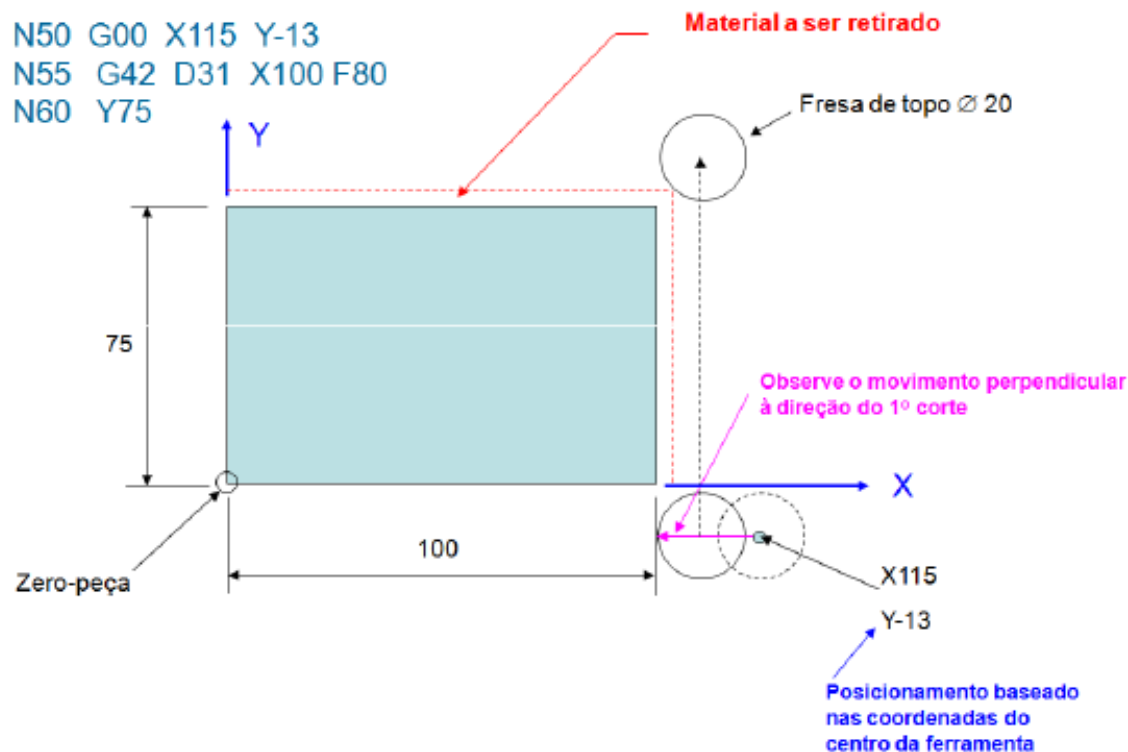
- G40** Desliga compensação de raio da ferramenta.
- G41** Ativa compensação de raio com a ferramenta à esquerda da peça.
- G42** Ativa compensação do raio com a ferramenta à direita da peça.



Deve-se olhar na direção do movimento da ferramenta para determinar se usamos G41 ou G42.

Programação CNC

```
N50 G00 X115 Y-13  
N55 G42 D31 X100 F80  
N60 Y75
```



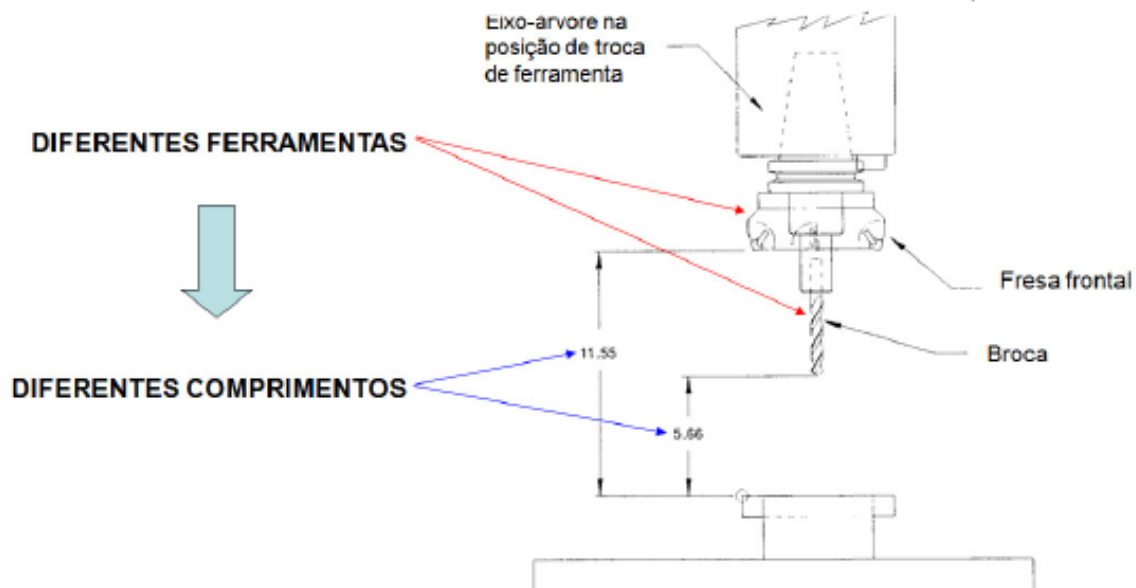
D31 é a posição da memória onde está armazenado o diâmetro (20) da ferramenta

Programação CNC

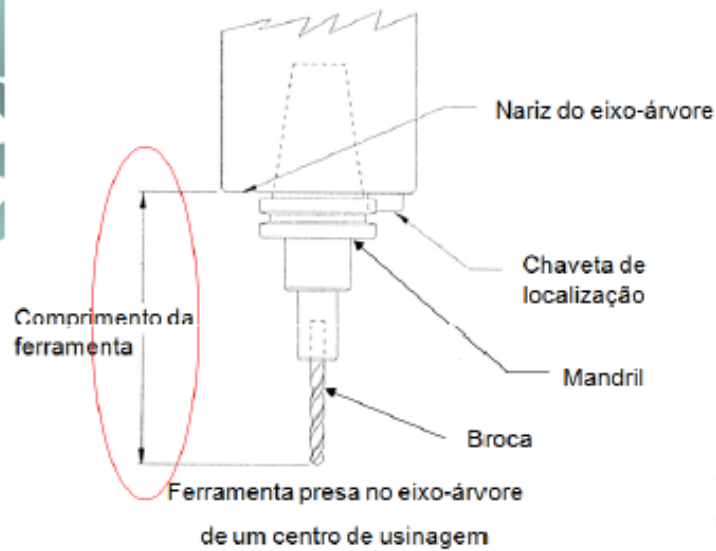
Compensação do Comprimento da Ferramenta (G43/G49)

É usada em centros de usinagem, fresadoras, furadeiras e rosqueadoras, e permite que o comprimento da ferramenta possa variar sem necessidade de modificar o programa.

Passos: chamar a compensação, mover a ferramenta (usinar), cancelar a compensação.

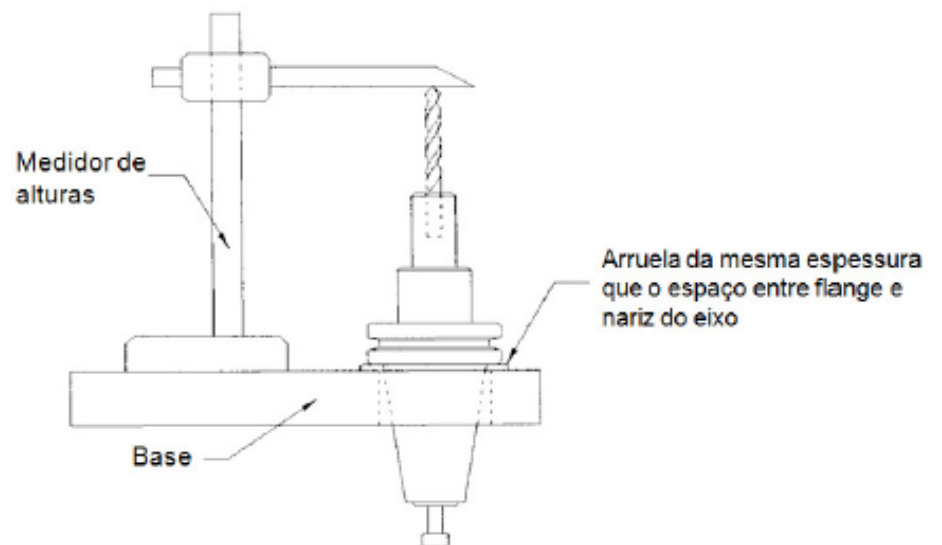


Programação CNC



Ferramenta montada

Medição da Ferramenta





Programação CNC

Compensação do Comprimento da Ferramenta (G43/G49)

N__ G43 H__ Z__

O código H é usualmente mantido com o mesmo número da torre porta-ferramenta. Posição 1 da torre usa código 1, ou seja, H01.

No parâmetro 01 do comando, coloca-se o comprimento da ferramenta medido.

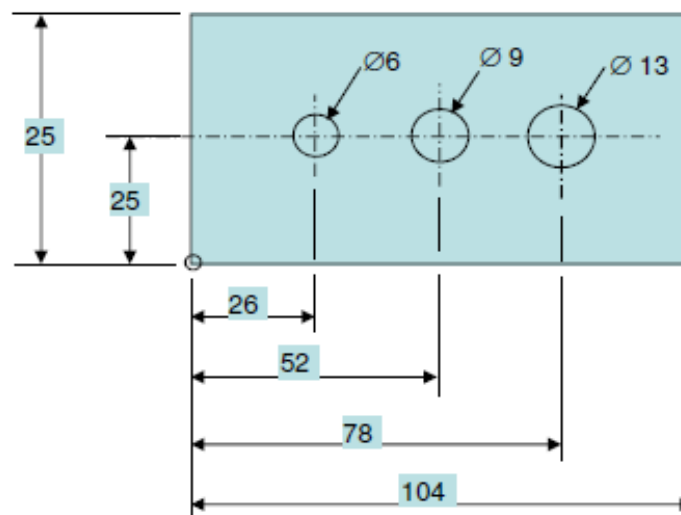
A coordenada de Z define o ponto onde a ferramenta será posicionada (por exemplo: Z3 = 3 mm acima do zero-peça).

Deve existir um e somente um comando G43 para cada ferramenta em um programa!

G49 cancela compensação



Programação CNC



N10 G00 X78 Y25

N15 G43 H01 Z3.0 (ativar compensação, buscar offset 01, movimentar broca 3 mm acima da peça)

N20 M08 (liga fluido de corte)

N25 G01 Z-18 F125 (fazer furo de 13 mm)

N30 G00 Z3.0 M09 (sair rápido do furo, desligar fluido de corte)

N35 G49 (cancela compensação de comprimento da ferramenta)



Programação CNC

Sistema de Coordenada (G90/G91)

G90 Coordenadas absolutas
G91 Coordenadas incrementais

Um mesmo programa pode usar os dois tipos de sistemas, mas o programa deve começar em absoluto.

É um comando sem parâmetros.

N__ G90 ou N__ G91



Programação CNC

Taxa de Avanço (G94/G95)

G94 Velocidade de avanço (mm/min ou pol/min)
G95 Avanço (mm/rot ou pol/rot)

Um mesmo programa pode usar os dois tipos de sistemas.

É um comando sem parâmetros.

N__ G94 ou N__ G95



Programação CNC

Cabecalho Típico de Programa CNC

```
O0001 (Usinagem do Molde #1);  
N10 G17 G21 G90 G94;  
N20 G54;  
N30 T01;  
N40 M6;  
N50 S3000 M03;  
...  
...
```

Programação CNC

Programa Principal

O0001 (Usinagem do Molde #1);
N10 G17 G21 G90 G94;
N20 G54;
N30 T01;
N40 M6;
N50 S3000 M03;
N60 M98 P100030
...
N200 M30

Subprograma

O0030 (Usinagem da cavidade);
N10 G91;
N20 T02;
N40 M6;
N50 S4000;
N60 G01 X10 Y10 F300;
...
N150 G90;
N160 M99;

P100030 = Executa **10** vezes o subprograma **O0030**



Programação CNC

Ciclos Fixos

Ciclo fixo é um bloco de comando que informa ao CNC como executar uma determinada operação, que, se fosse programada em comandos simples, resultaria em múltiplos blocos.

O uso de ciclos fixos simplifica a programação, reduzindo o número de blocos

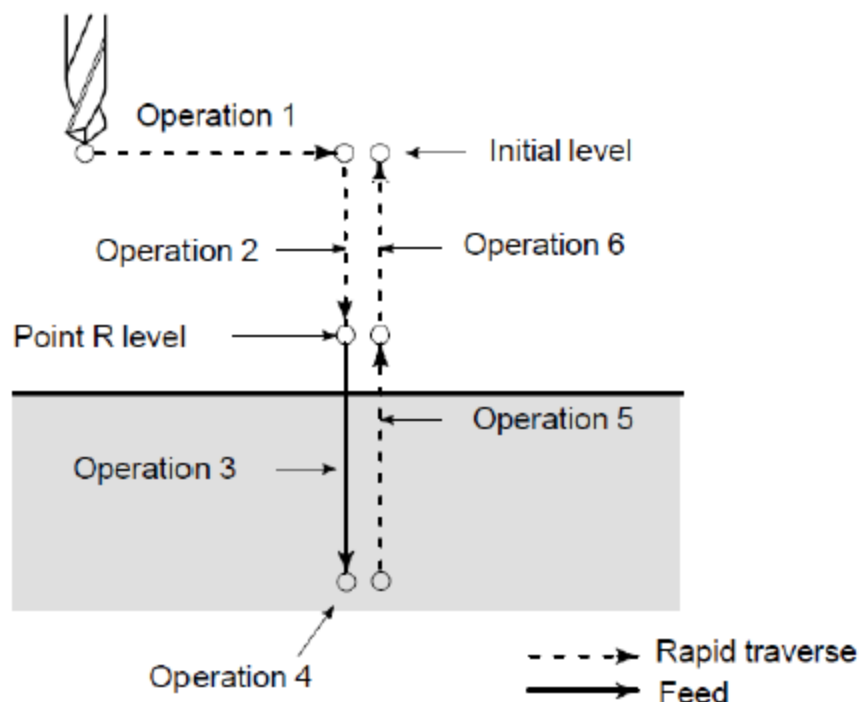
Operações: Furação, roscamento e mandrilamento



Programação CNC

Geralmente, os ciclos fixos em centros de usinagem consistem em uma sequência de até 6 operações:

1. Posicionamento no plano xy
2. Avanço rápido em z
3. Usinagem principal
4. Usinagem complementar
5. Retorno em z
6. Retorno ao ponto inicial





Programação CNC

Furação com Quebra-Cavaco (G73)

Utilizado para operação de furação com pequenos recuos para quebra de cavaco, sem recuo ao plano R.

N__ G73 X__ Y__ Z__ R__ Q__ F__ K__

X,Y: Coordenadas do furo

Z: Nível da posição final em z

R: Nível de aproximação rápida (Ponto R)

Q: Incremento de corte

F: Avanço programado para os incrementos Q

K: Número de execuções (se necessário)

OBS: G98 (retorno ao ponto inicial) / G99 (retorno ao ponto R)

X,Y: Coordenadas do furo

Z: Nível da posição final em z

R: Nível de aproximação rápida (Ponto R)

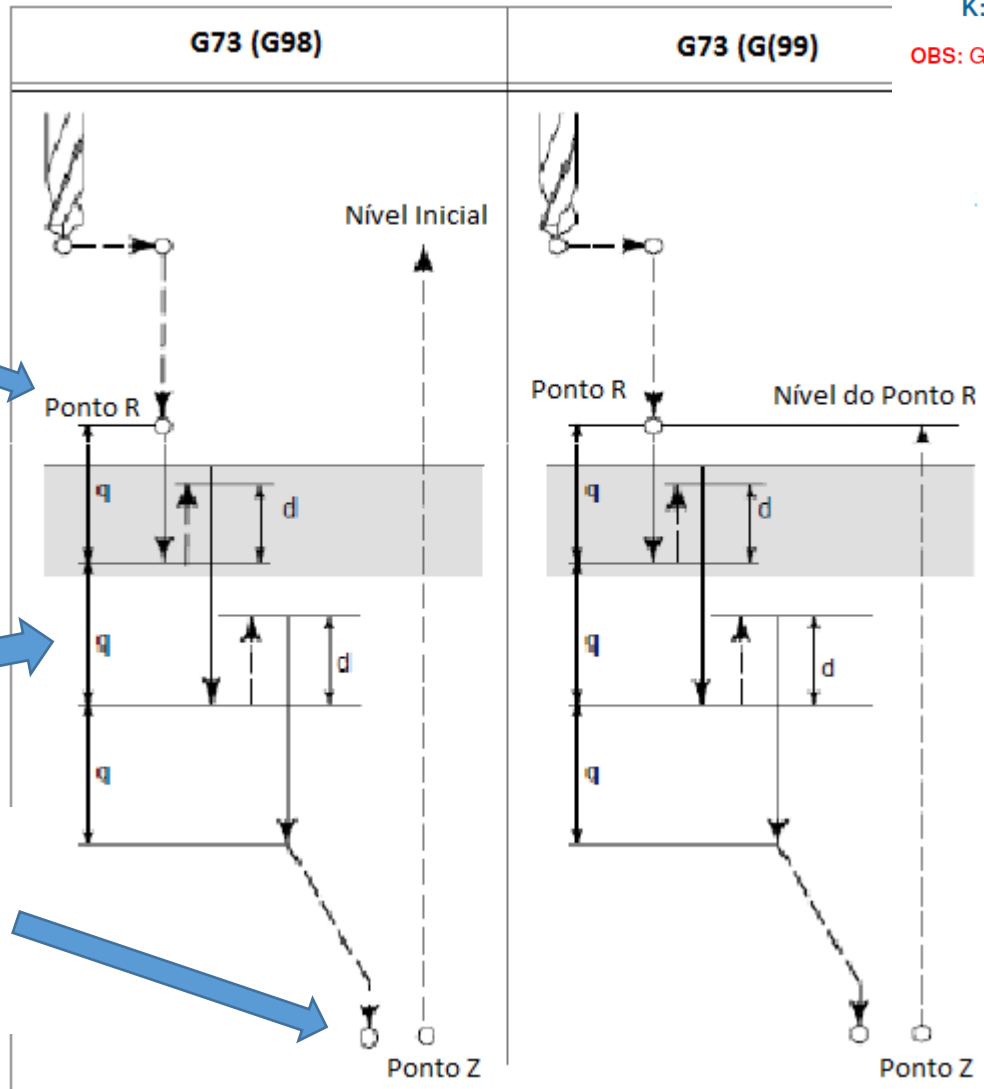
Q: Incremento de corte

F: Avanço programado para os incrementos Q

K: Número de execuções (se necessário)

Programação CNC

OBS: G98 (retorno ao ponto inicial) / G99 (retorno ao ponto R)



Ponto R:
Nível de
Aproximação
Rápida

Q: Incremento
de Corte

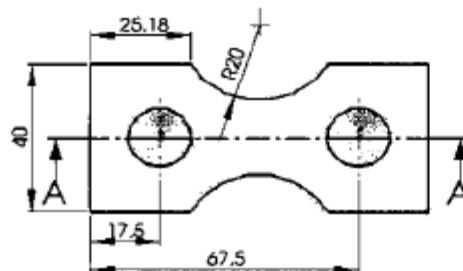
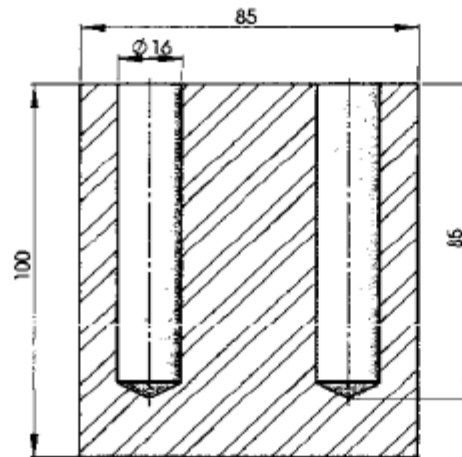
Ponto Z:
Nível da
Posição Final
em Z

G98: Retorno ao ponto inicial

G99: Retorno ao ponto R



Programação CNC



Seleciona
o Plano XY

Entrada de
dados em mm

Coordenadas
Absolutas

Avanço em
mm/rotação

Troca de
Ferramenta

Zero peça

Ativa
Compensação do
Comprimento da
Ferramenta

Ciclo Furação
com quebra de
cavaco

Cancela Ciclo
de Furação

Retorno
posição Inicial

Cancela Compensação do
Comprimento da
Ferramenta

EXEMPLO:

O0073 (Furo);

N10 G17 G21 G90 G95;

N20 T02 (broca $\varnothing 16$ mm);

N30 M06;

N40 G54 S3000 M03;

N50 G00 X17.5 Y20;

N60 G43 H02 Z10;

N70 G98 G73 Z-85 R2 Q10 F300;

N80 G49 G80;

N90 M30;



Programação CNC

Furação Contínua (G81)

Utilizado para operação de furação sem recuo para quebra cavaco.

N__ G81 X__ Y__ Z__ R__ F__ K__

X,Y: Coordenadas do furo

Z: Nível da posição final em z

R: Nível de aproximação rápida (Ponto R)

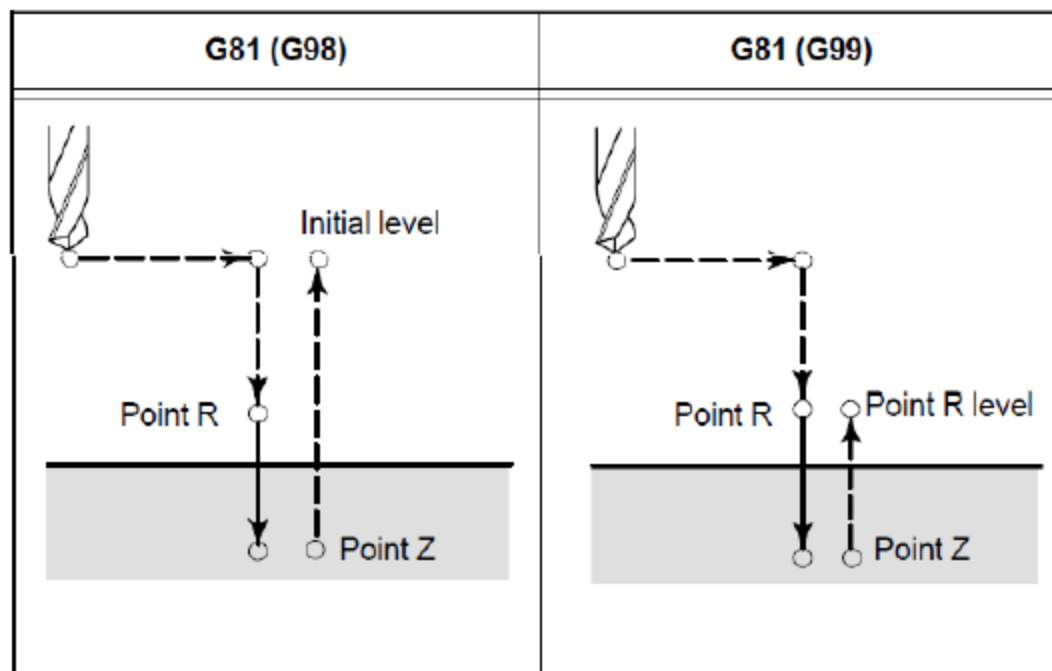
F: Avanço programado para os incrementos Q

K: Número de execuções (se necessário)

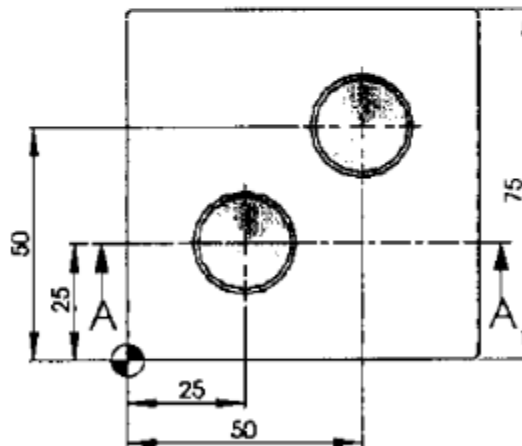
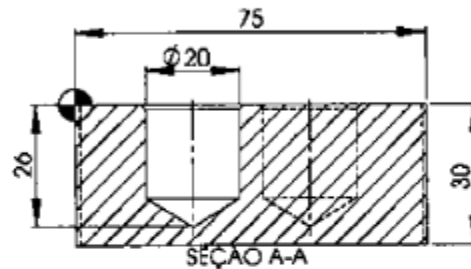
OBS: G98 (retorno ao ponto inicial) / G99 (retorno ao ponto R)



Programação CNC



Programação CNC



Seleciona
o Plano XY

Entrada de
dados em mm

Coordenadas
Absolutas

Avanço em
mm/min

EXEMPLO:

O0081 (Furo);

N10 G17 G21 G90 G94;

N20 T01 (broca $\varnothing 20$ mm);

N30 M06;

N40 G54 S1800 M03;

N50 G00 X25 Y25;

N60 G43 H01 Z10;

N70 G99 G81 Z-26 R1.5 F150;

N80 G49 G80;

N90 M30;

Troca de
Ferramenta

Ativa
Compensação do
Comprimento da
Ferramenta

Ciclo Furação
contínua

Retorno ao
ponto R

Cancela Ciclo
de Furação

Cancela Compensação do
Comprimento da
Ferramenta



Programação CNC

Roscamento Rígido à Direita (G84)

Utilizado na fabricação de rosca interna direita com macho de corte fixado direto na pinça.

```
N__ M29 S__  
N__ G84 X__ Y__ Z__ R__ F__ P__ K__
```

X,Y: Coordenadas do furo

Z: Nível da posição final em z

R: Nível de aproximação rápida (Ponto R)

F: Avanço programado para usinagem e recuo

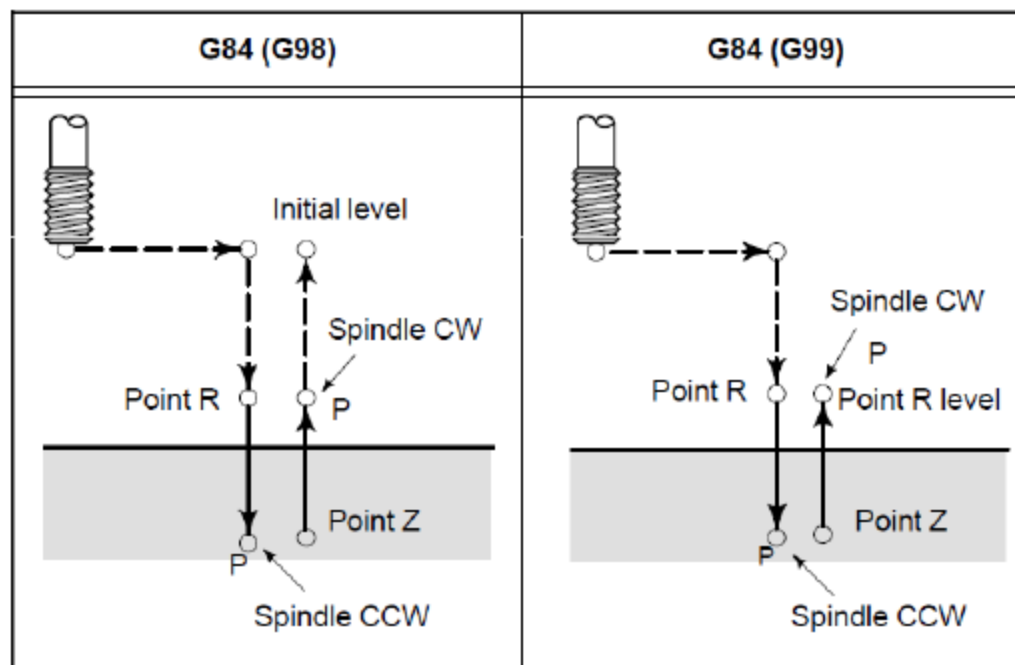
P: Tempo de espera (em milissegundos)

K: Número de execuções (se necessário)

OBS: G98 (retorno ao ponto inicial) / G99 (retorno ao ponto R)



Programação CNC





Programação CNC

Mandrilamento com Retorno Deslocado (G76)

Utilizado para operação de mandrilamento onde o retorno da ferramenta não toca o furo.

N__ G76 X__ Y__ Z__ R__ Q__ F__ K__

X,Y: Coordenadas do furo

Z: Nível da posição final em z

R: Nível de aproximação rápida (Ponto R)

Q: Incremento da ferramenta em x

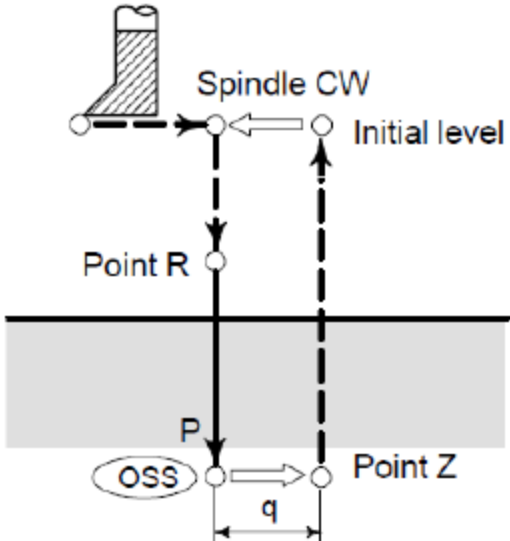
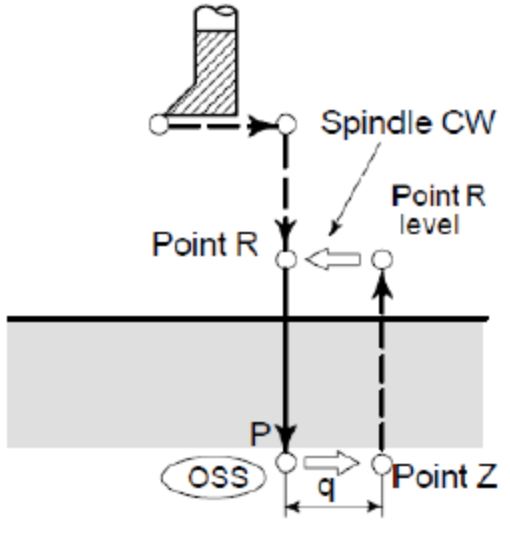
F: Avanço programado para usinagem e recuo

K: Número de execuções (se necessário)

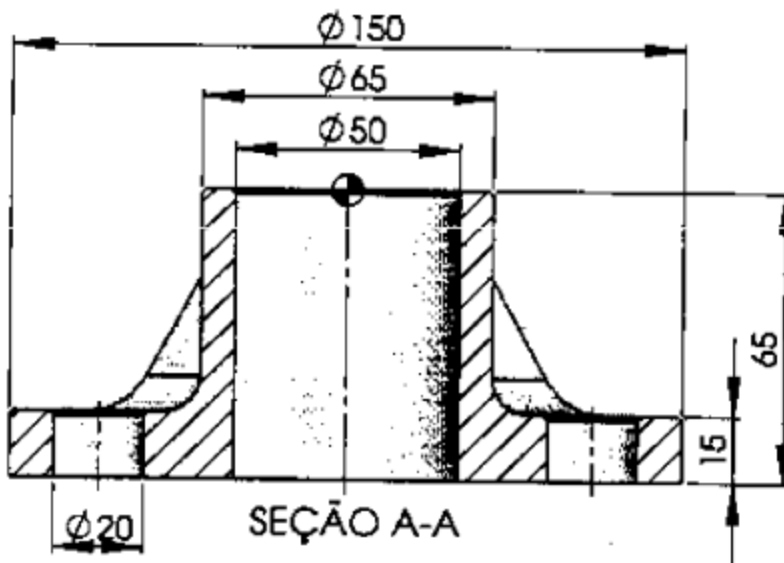
OBS: G98 (retorno ao ponto inicial) / G99 (retorno ao ponto R)



Programação CNC

G76 (G98)	G76 (G99)
 <p>Spindle CW</p> <p>Initial level</p> <p>Point R</p> <p>P</p> <p>OSS</p> <p>Point Z</p> <p>q</p>	 <p>Spindle CW</p> <p>Point R level</p> <p>Point R</p> <p>P</p> <p>OSS</p> <p>Point Z</p> <p>q</p>

Programação CNC



Seleciona
o Plano XY

Entrada de
dados em mm

Coordenadas
Absolutas

Avanço em
mm/min

EXEMPLO:

O0076 (Mandrilamento);

N10 G17 G21 G90 G94;

N20 T06 (barra de mandrilar);

N30 M06;

N40 G54 S800 M03;

N50 G00 X0 Y0;

N60 G43 H06 Z10;

N70 G99 G76 Z-66 R2 Q0.5 F300;

N80 G49 G80;

N90 M30;

Troca de
Ferramenta

Liga o fuso no

Ativa Compensação do
Comprimento da Ferramenta

Mandrilamento

Cancela Ciclo
de Furação

Retorno ao
ponto R

Cancela Compensação do
Comprimento da
Ferramenta



Programação CNC

Parametrização

As variáveis são definidas pelo símbolo #

Pode-se atribuir valores e fórmulas

```
#1 = 10;
```

```
#2 = #1+5;
```

As coordenadas podem ser variáveis

```
N30 G1 X#1 Y#2 F100;
```

Pode-se utilizar funções matemáticas

```
#2 = SIN[#1];
```

```
#3 = SQRT[100];
```

Programação CNC

Parametrização

Funções condicionais

IF/GOTO e DO/WHILE

Operadores condicionais

EQ = Igual

NE = Diferente

GT = Maior que

LT = Menor que

GE = Maior ou igual

LE = Menor ou igual

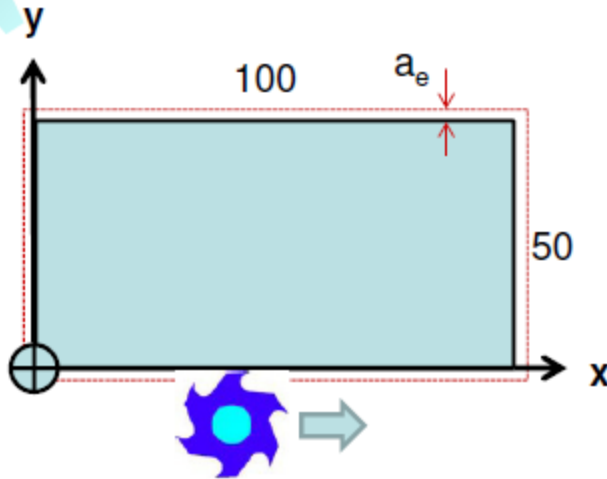
Exemplos

```
→ N30 IF [#1 EQ 300] GOTO 90  
    ...  
N80 GOTO 30  
N90 M30 ←
```

```
— N40 WHILE [#1 LT 300] DO —  
    ...  
N70 END 40 ←  
→ N80 M30
```

Programação CNC

Exemplo de Programação Parametrizada



```
O0015 (Contorno);  
N10 G17 G21 G40 G49 G54 G80 G90 G94;  
N20 T01; (fresa de topo)  
N30 M06;  
N40 G42 D01;  
N45 G43 H01 Z10;  
N50 S500 M03;  
N60 G00 X0 Y0;  
N70 M08;  
N80 #1 = -10; (passo em z)  
N90 IF [#1 LE -50] GOTO 170;  
N110 G01 Z#1 F100;  
N120 X100;  
N125 Y50;  
N130 X0;  
N140 Y0;  
N150 #1 = #1 - 10;  
N160 GOTO 90;  
N170 M30;
```



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

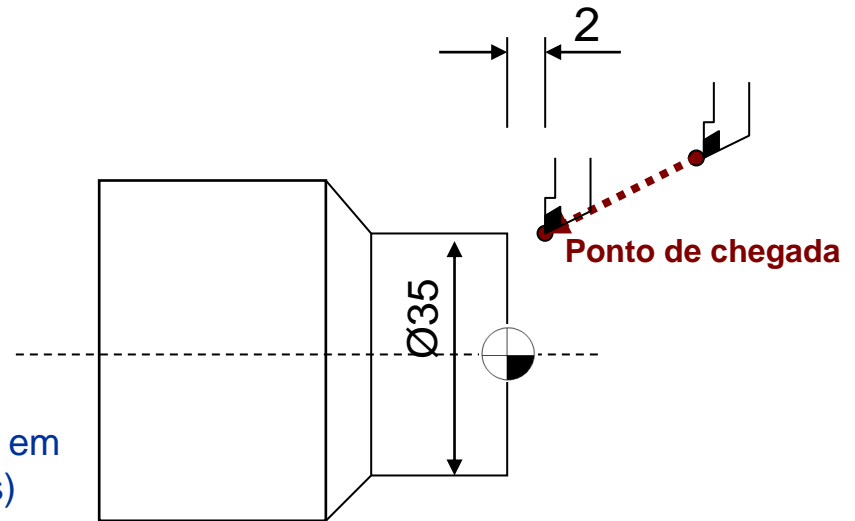
- G00 – Avanço rápido

Exemplo

G00 X35. Z2.;

Posicionamento em
X (diâmetro de
35mm)

Posicionamento em
Z (2mm positivos)

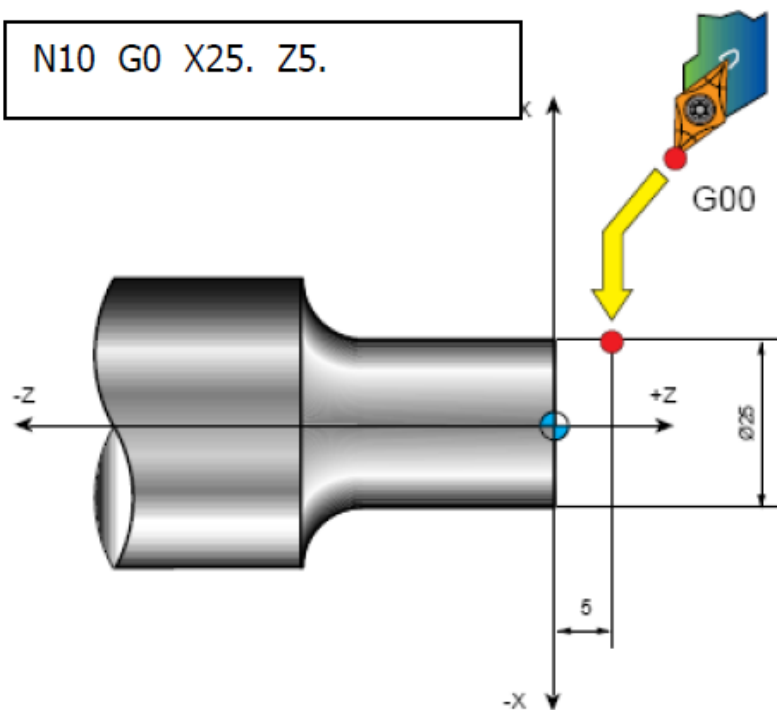




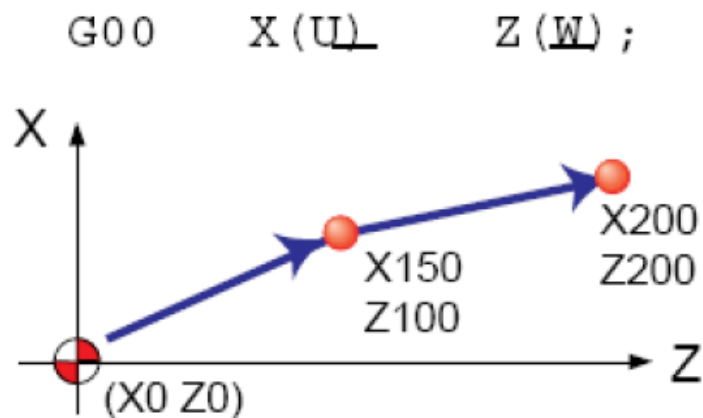
Funções G - Torneamento

G00 (Avanço em marcha rápida)

N10 G0 X25. Z5.



**G00 X150.0 Z100.0
X200.0 Z200.0**





■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- **G01 – Interpolação Linear**

Usada para execução de avanços lentos, ou seja, avanços de usinagem programados, levando em consideração fatores como ferramentas e material a ser usinado. Executa movimentos retilíneos, ângulos e chanfros. A ferramenta é deslocada em uma linha reta para o ponto de chegada por intermédio do avanço que está especificado como condição adicional.

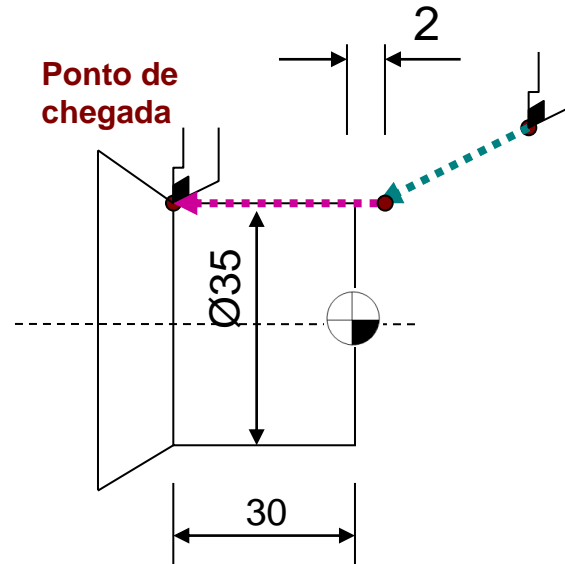
G01 X Z C R F;

X	Coordenada absoluta final
Z	Coordenada absoluta final
C	Comando para inserção de chanfro
R	Comando para inserção de raio
F	Avanço

■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G01 – Interpolação Linear – Exemplos
- Deslocamento Simples



Liga fluido refrigerante

Avanço rápido até o ponto X35, Z2

N10 G00 X35. Z2. M8;

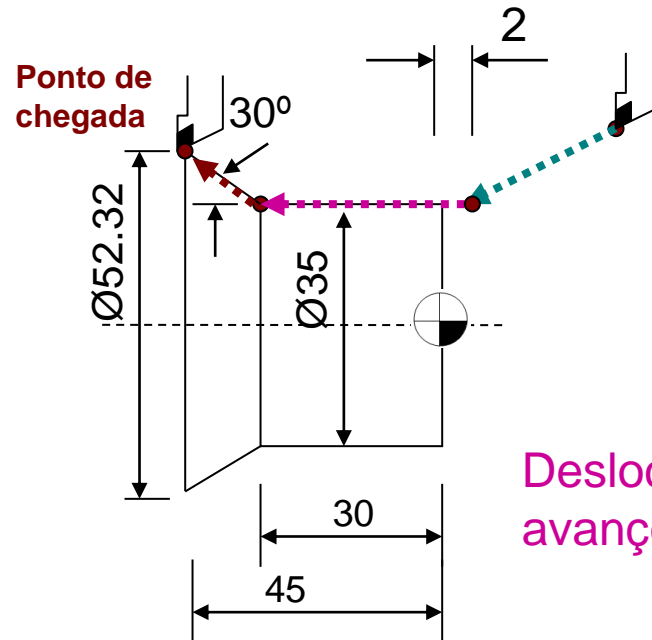
N20 G01 Z-30. F.15;

Deslocar para Z-30, com avanço de 0.15mm

■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G01 – Interpolação Linear – Exemplos
- Deslocamento com Ângulo



Avanço rápido até o ponto X35, Z2

N10 G00 X35. Z2. M8;

N20 G01 Z-30. F.15;

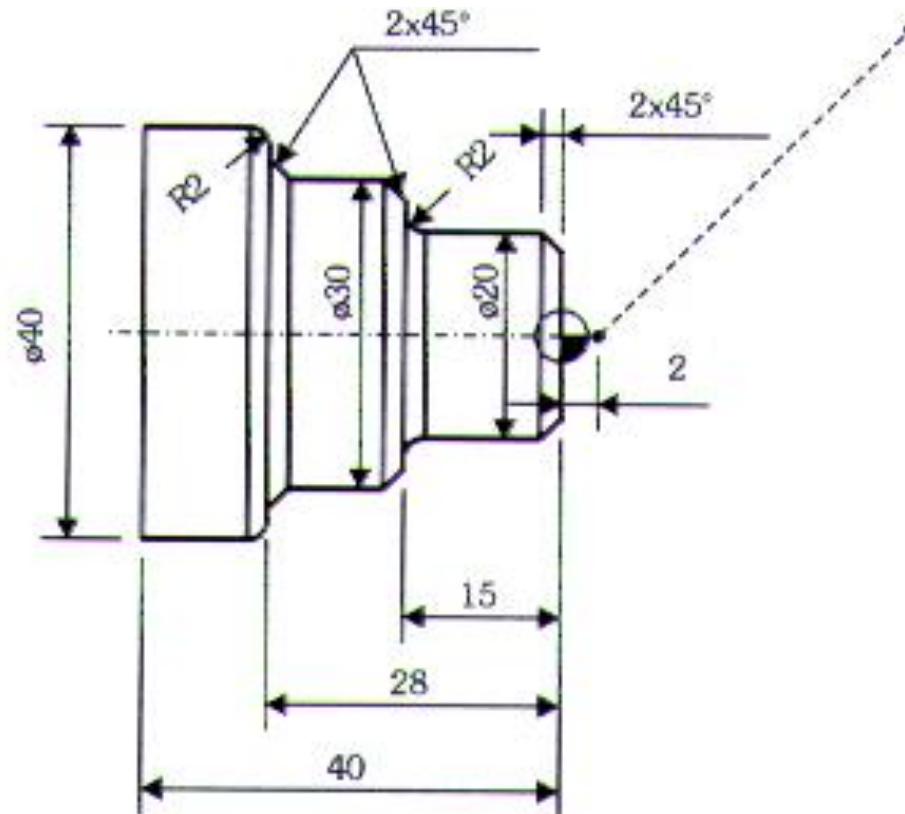
N30 G01 X52.32 Z-45;

Deslocar para Z-30, com avanço de 0.15mm

Deslocar para X52.32 e Z-45,

■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Chanfro e Arredondamento - Exemplo

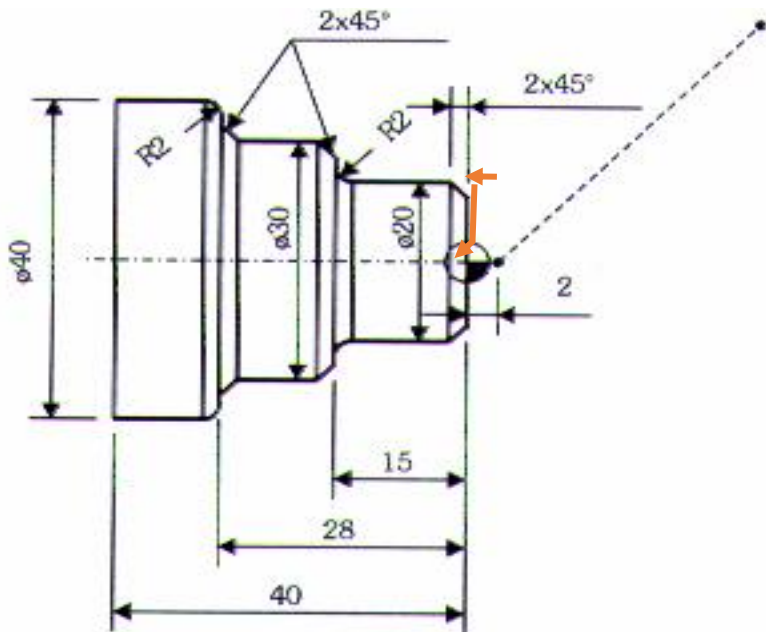




Programa CNC:

N10 G00 X0 Z2. M8; **aproximação rápida**

N20 G01 Z0 F.15; **encostar na face com avanço de 0.15mm**



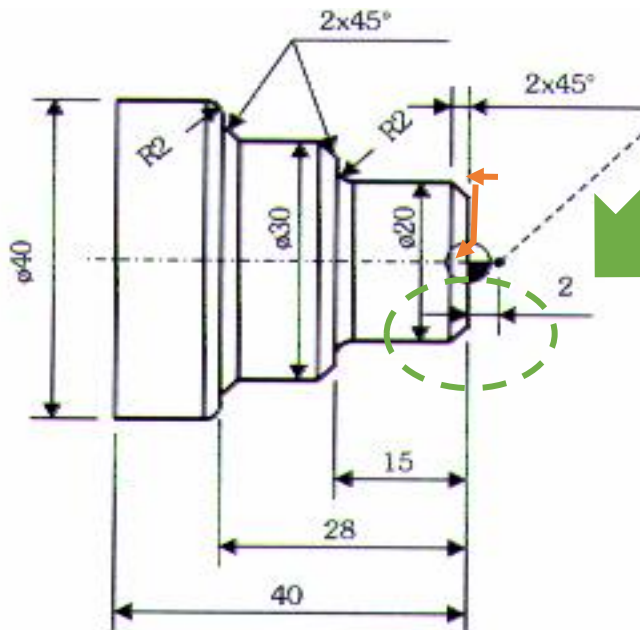
Programa CNC:

N10 G00 X0 Z2. M8; **aproximação rápida**

N20 G01 Z0 F.15; **encostar na face com avanço de 0.15mm**

N30 G01 X20. C-2.; **facear com inserção de chanfro até diâmetro de 20mm**

Obs: X20 é o diâmetro final após inserção do chanfro, pois C é negativo



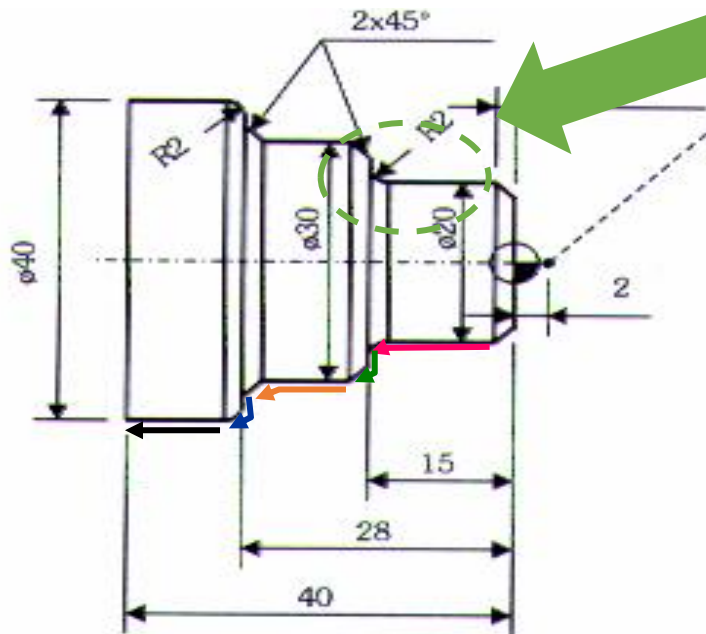


Programa CNC:

N30 G01 X20. C-2.; facear com inserção de chanfro até diâmetro de 20mm

N40 G01 Z-15. R2.; deslocamento longitudinal com raio

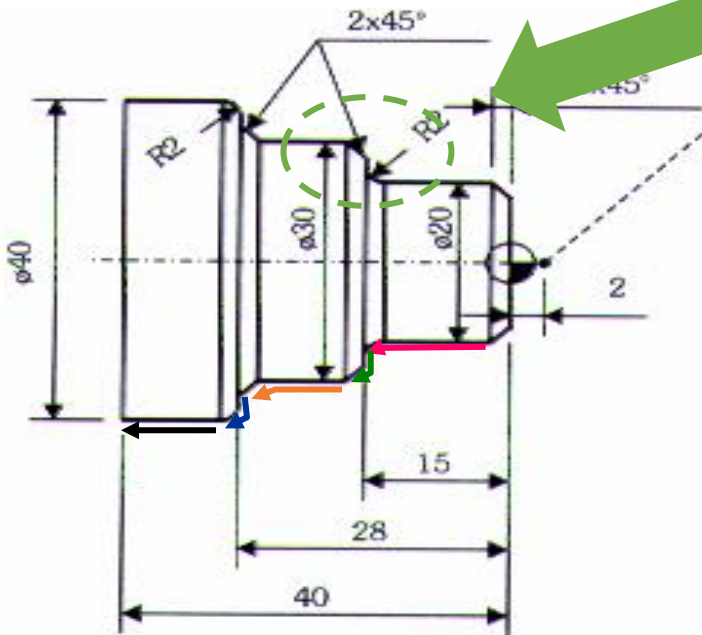
Obs.: Com R positivo, X20 é o diâmetro inicial



Programa CNC:

N40 G01 Z-15. R2.; deslocamento longitudinal com raio

N50 G01 X30. C-2; facear com inserção de chanfro até diâmetro de 30mm



X30 é o diâmetro final após inserção do chanfro, pois C é negativo

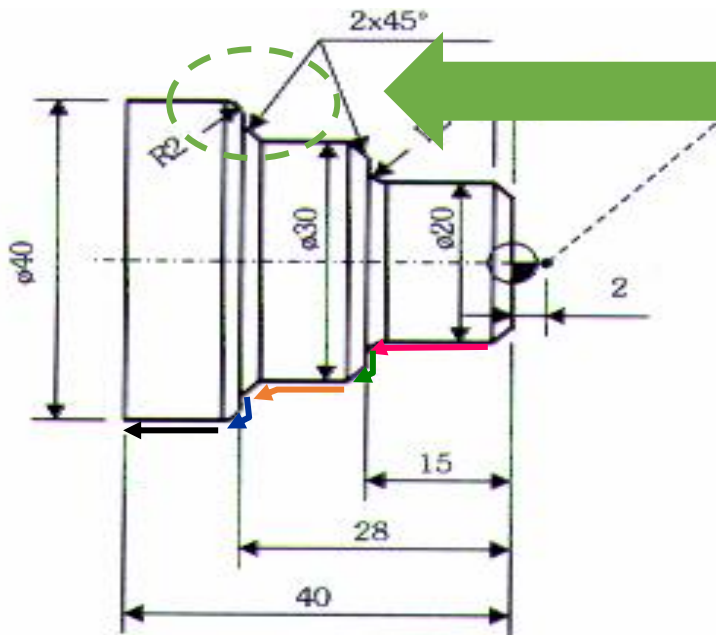
Programa CNC:

N40 G01 Z-15. R2.; deslocamento longitudinal com raio

N50 G01 X30. C-2; facear com inserção de chanfro até diâmetro de 30mm

N60 G01 Z-28. C2.; deslocamento longitudinal com chanfro

X30 é o diâmetro inicial, pois C é positivo



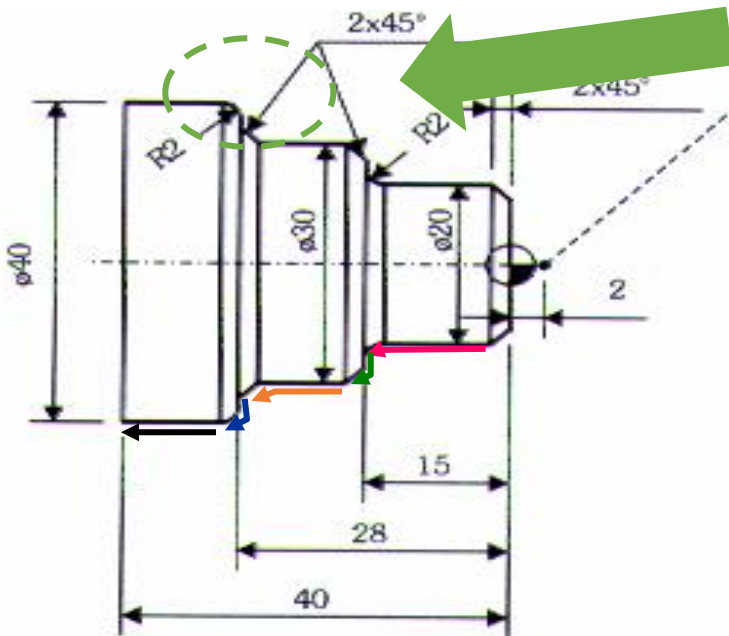
Programa CNC:

N40 G01 Z-15. R2.; deslocamento longitudinal com raio

N50 G01 X30. C-2; facear com inserção de chanfro até diâmetro de 30mm

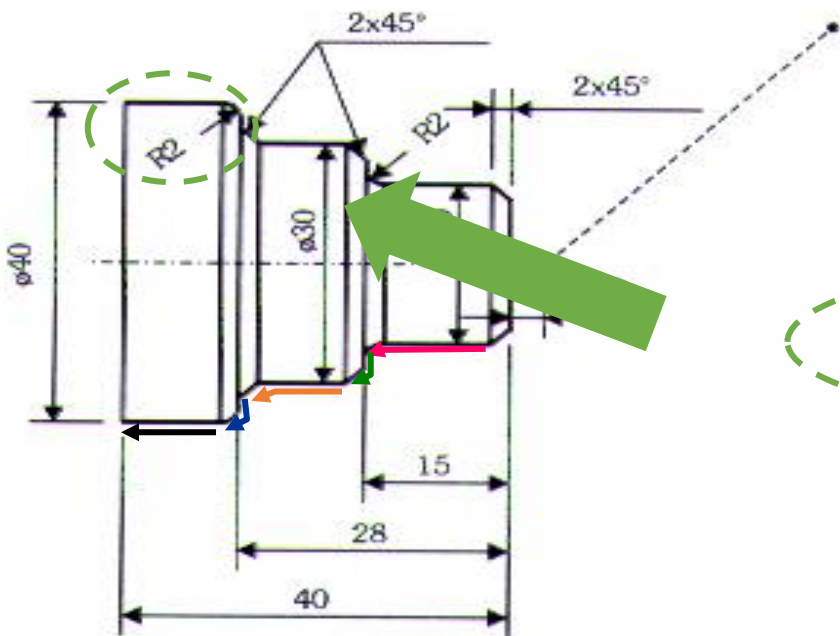
N60 G01 Z-28. C2.; deslocamento longitudinal com chanfro

N70 G01 X40. R-2.; facear com inserção de raio até o diâmetro de 40mm



X40 é o diâmetro final, pois R é negativo

Programa CNC:



N40 G01 Z-15. R2.; deslocamento longitudinal com raio

N50 G01 X30. C-2; facear com inserção de chanfro até diâmetro de 30mm

N60 G01 Z-28. C2.; deslocamento longitudinal com chanfro

N70 G01 X40. R-2.; facear com inserção de raio até o diâmetro de 40mm

N80 G01 Z-40.; pós movimento




■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G02 e G03 – Interpolação circular nos sentidos horário e anti-horário

Funções utilizadas para gerar arcos, ou seja, perfis circulares que vão até 180° no torneamento, podendo formar uma esfera completa.

Sempre que um processo de interpolação circular for executado, a ferramenta estará posicionada no início do arco; portanto basta informar as coordenadas finais e o raio.



G02 e G03 – Interpolação circular nos sentidos horário e anti-horário

G02 / G03 X Z R / I K F

X	Coordenada absoluta final do arco
Z	Coordenada absoluta final do arco
R	Raio
I	Coordenada do centro arco em X
K	Coordenada do centro do arco em Z
F	Avanço

I e K, distâncias entre o início e o centro do arco.



Interpolação – Parâmetros:


X = ponto final da interpolação;

Z = ponto final da interpolação;

R = Raio da interpolação;

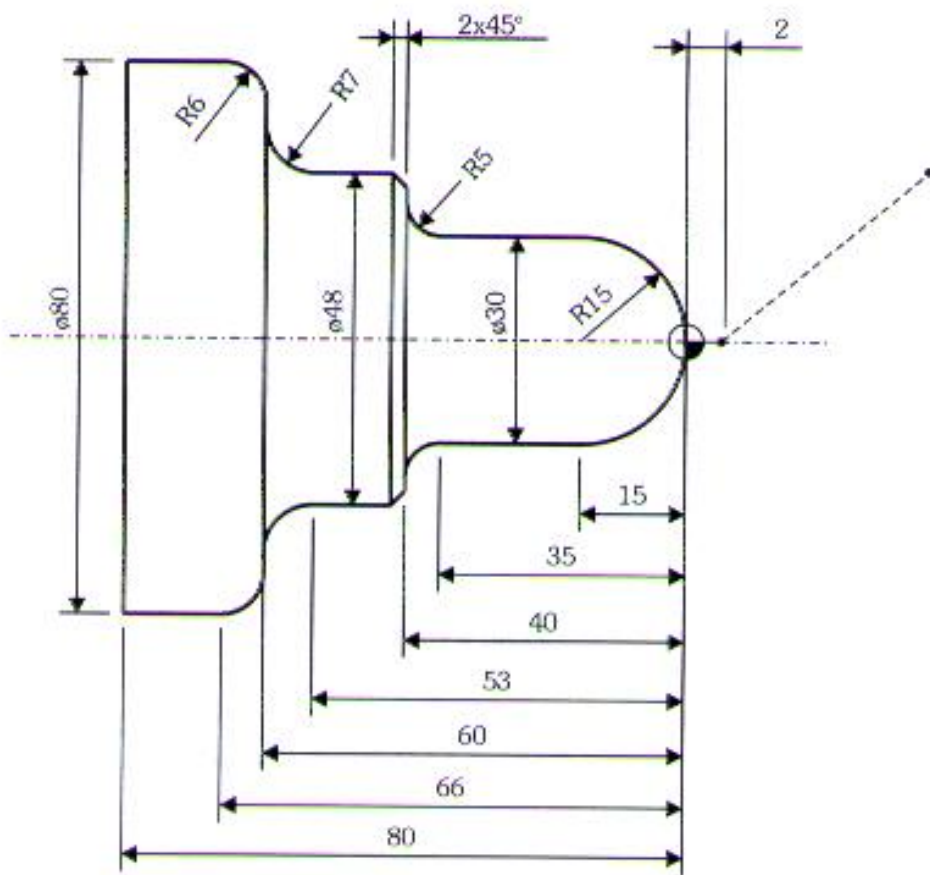
Ou

$I(x)$ e $K(z)$: indicam as coordenadas do centro do raio



G02 e G03 – Interpolação circular nos sentidos horário e anti-horário

Exemplo

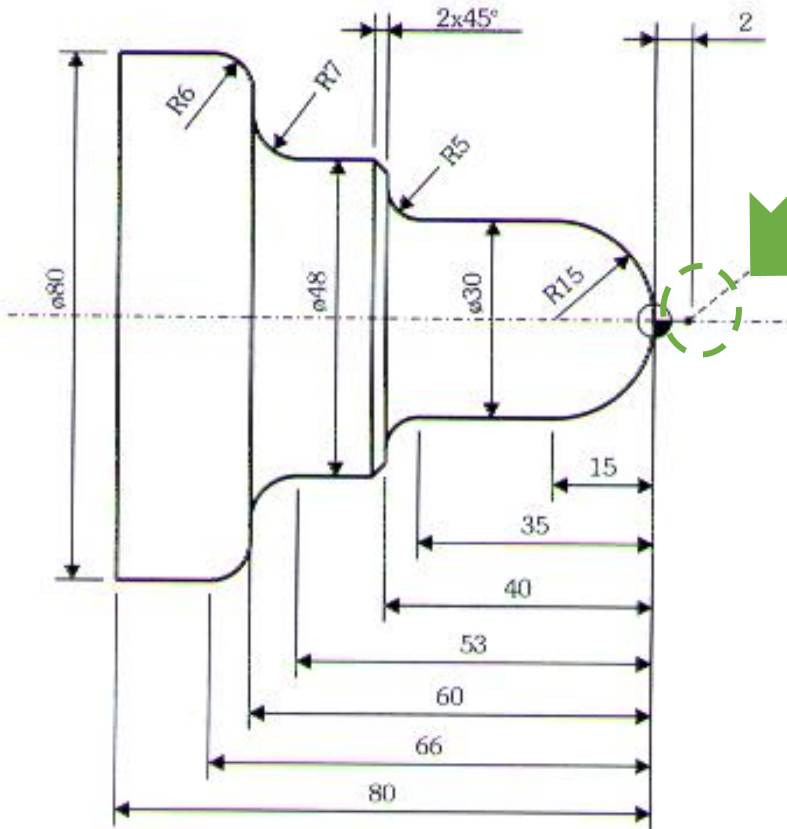




Programa CNC

```
N10 G00 X0 Z2. M08;
```

Aproximação rápida

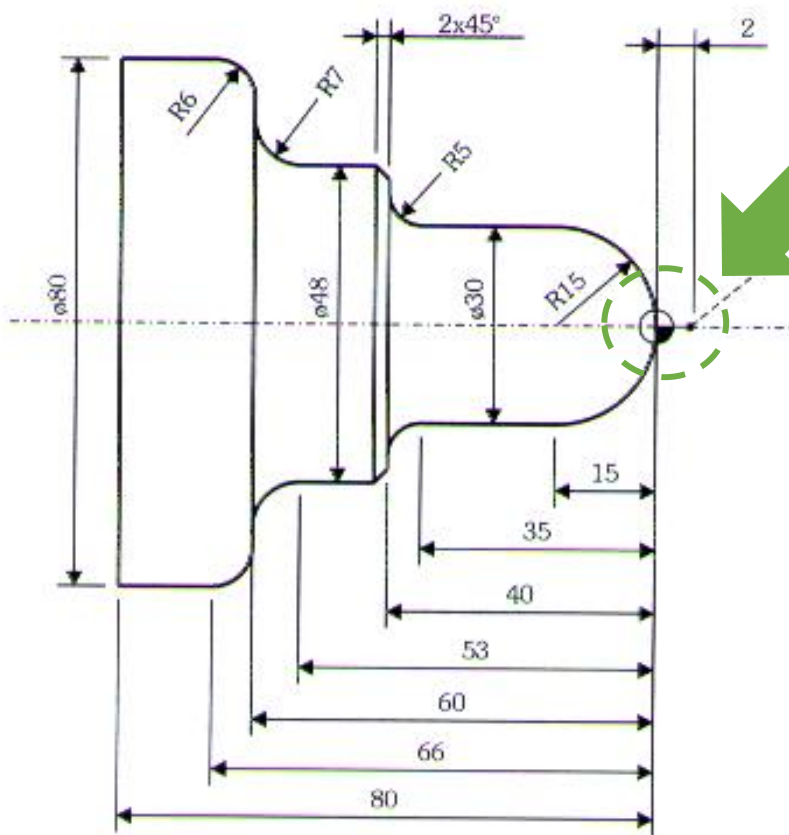


Programa CNC

N10 G00 X0 Z2. M08;

N20 G01 Z0 F.15;

Encosta na peça com avanço
programado



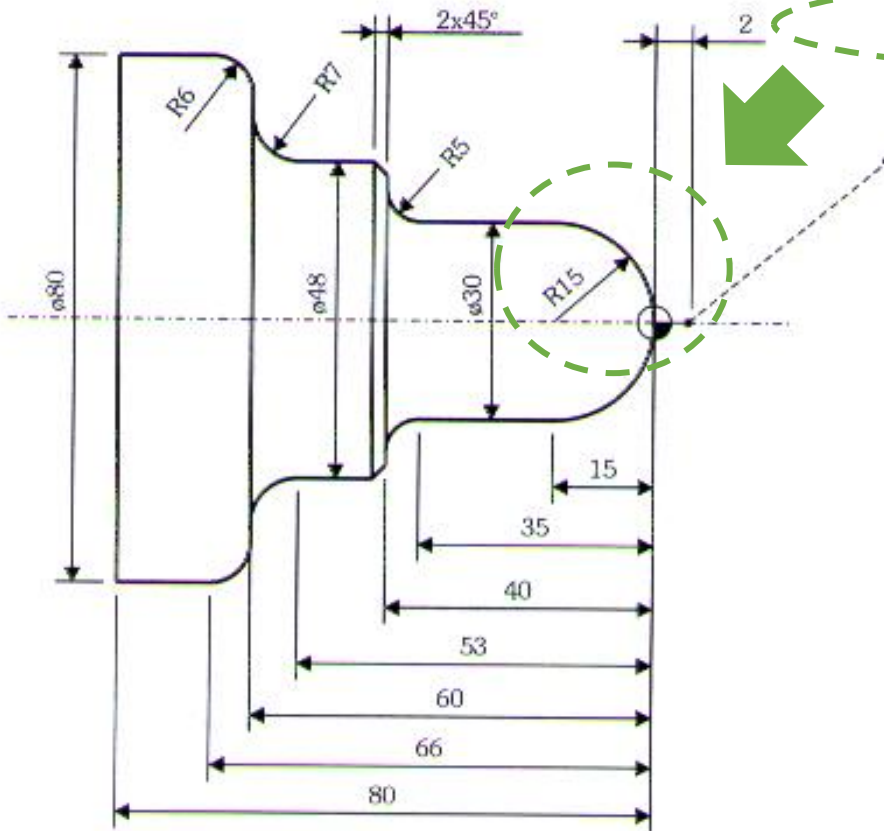
Programa CNC

N10 G00 X0 Z2. M08;

N20 G01 Z0 F.15;

N30 G03 X30. Z-15. R15.;

Interpolação circular anti-horária,
com raio 15mm – gera superfície
circular com raio 15 a partir do
diâmetro 0 até o diâmetro 30



Programa CNC

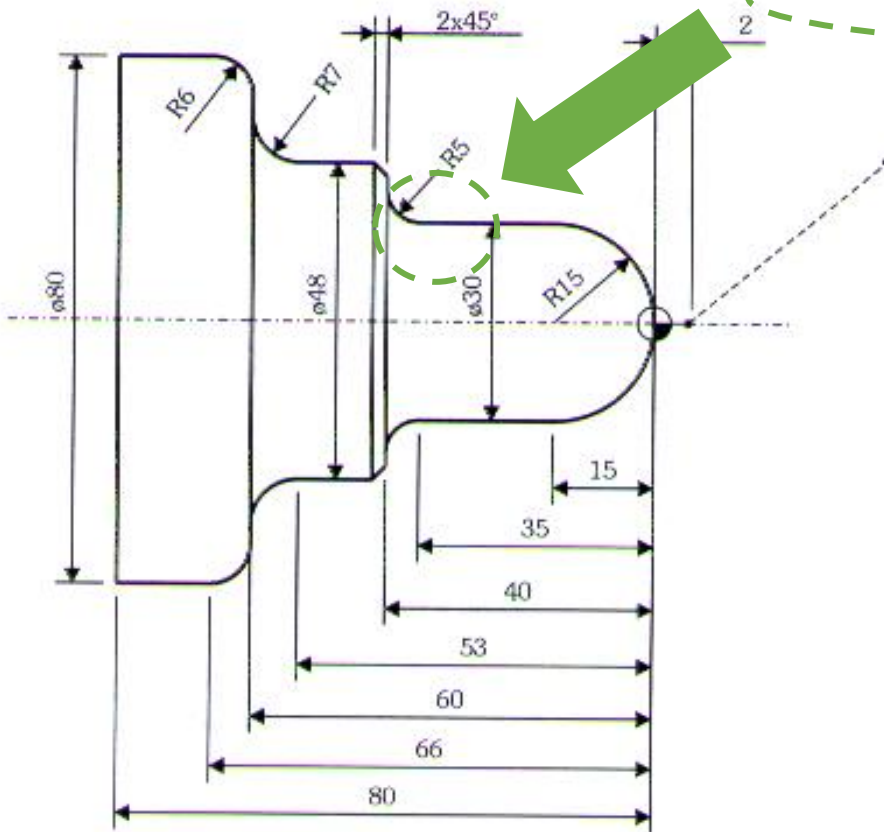
N10 G00 X0 Z2. M08;

N20 G01 Z0 F.15;

N30 G03 X30. Z-15. R15.;

N40 G01 Z-35.;

Avanço programado até a
coordenada Z-35



Programa CNC

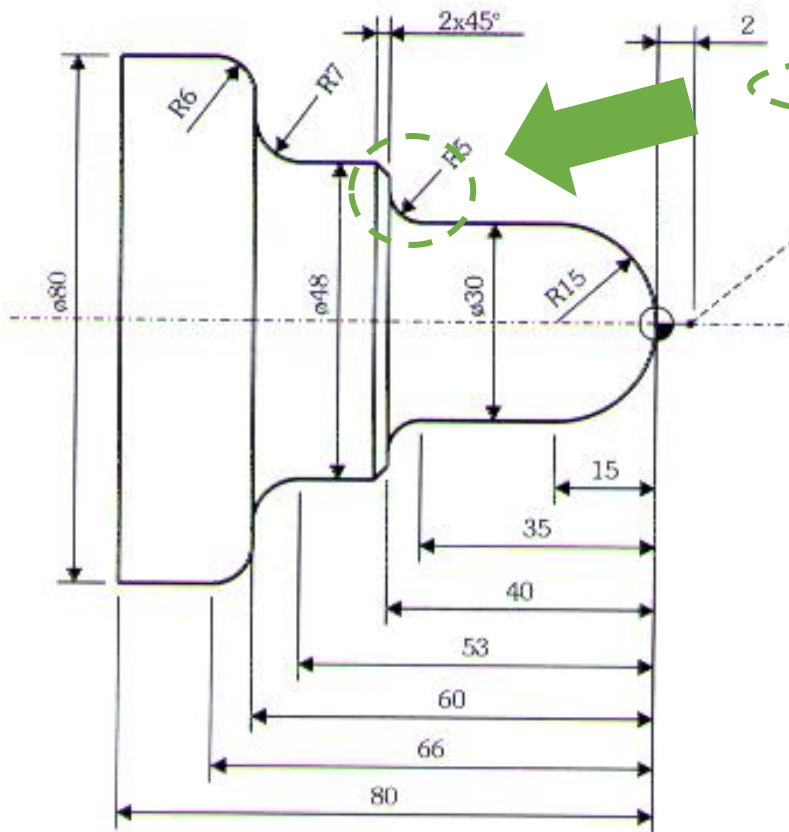
N10 G00 X0 Z2. M08;

N20 G01 Z0 F.15;

N30 G03 X30. Z-15. R15.;

N40 G01 Z-35.;

N50 G02 X40 Z-40. R5.;



Interpolação circular horária com raio 5 – gera superfície circular começando em X30 e terminando em X40, com raio de 5mm

Programa CNC

N10 G00 X0 Z2. M08;

N20 G01 Z0 F.15;

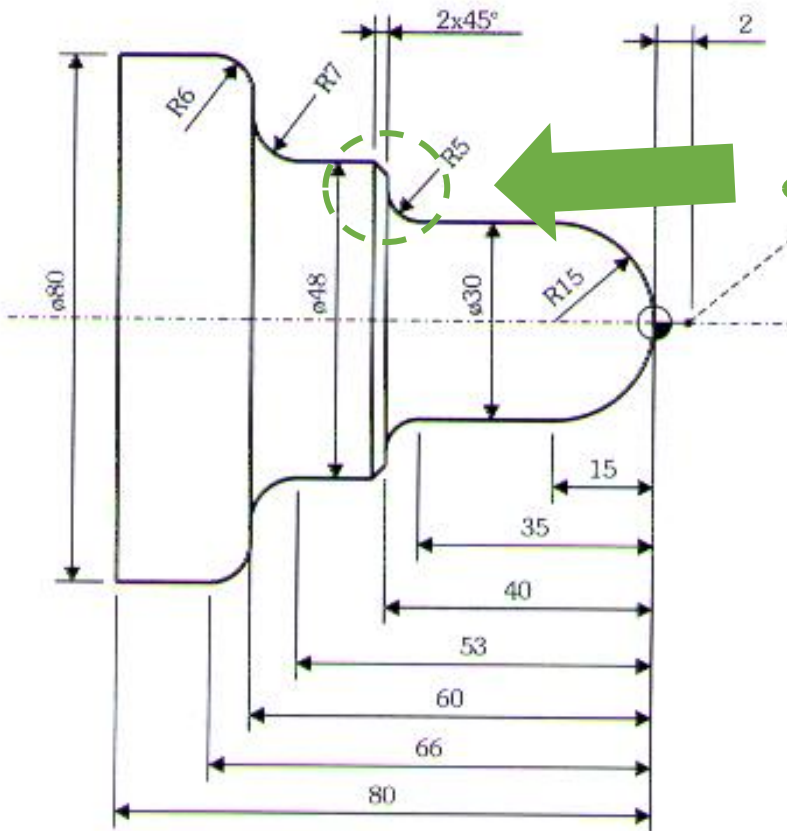
N30 G03 X30. Z-15. R15.;

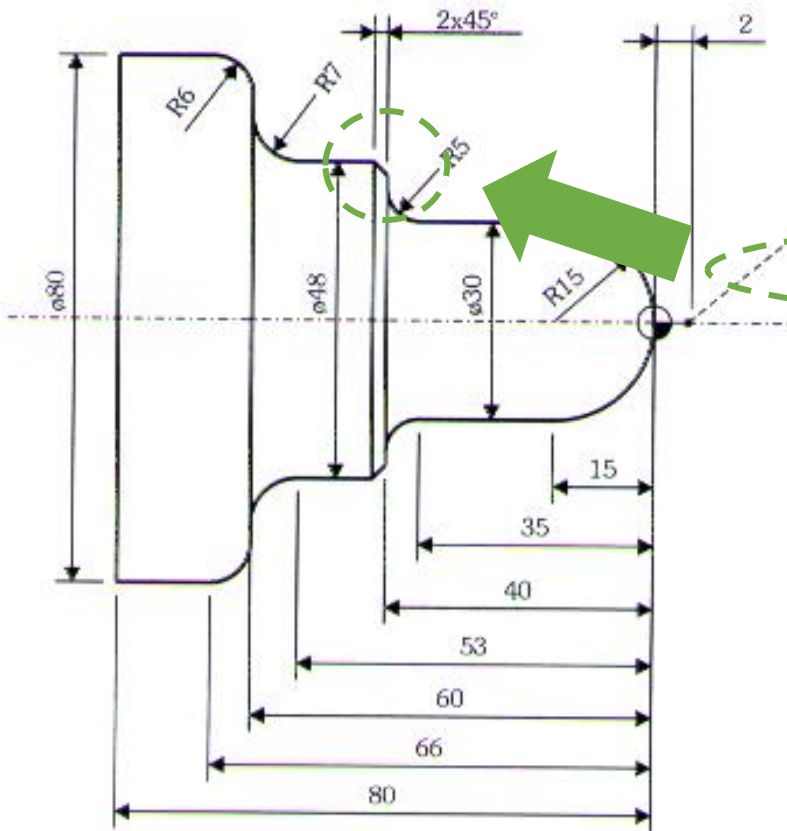
N40 G01 Z-35.;

N50 G02 X40 Z-40. R5.;

N60 G01 X44.;

Deslocamento com avanço
controlado até X44





Programa CNC

N10 G00 X0 Z2. M08;

N20 G01 Z0 F.15;

N30 G03 X30. Z-15. R15.;

N40 G01 Z-35.;

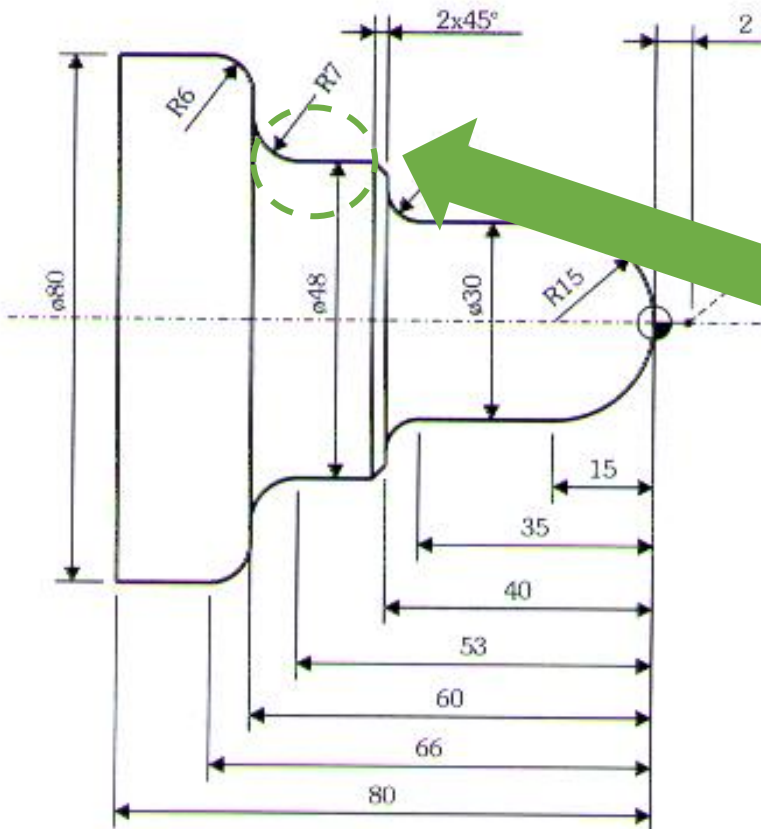
N50 G02 X40 Z-40. R5.;

N60 G01 X44.;

N70 G01 X48. Z-42.;

N80 G01 Z-53.;

Deslocamento com avanço
controlado até Z-53



Programa CNC

N10 G00 X0 Z2. M08;

N20 G01 Z0 F.15;

N30 G03 X30. Z-15. R15.;

N40 G01 Z-35.;

N50 G02 X40 Z-40. R5.;

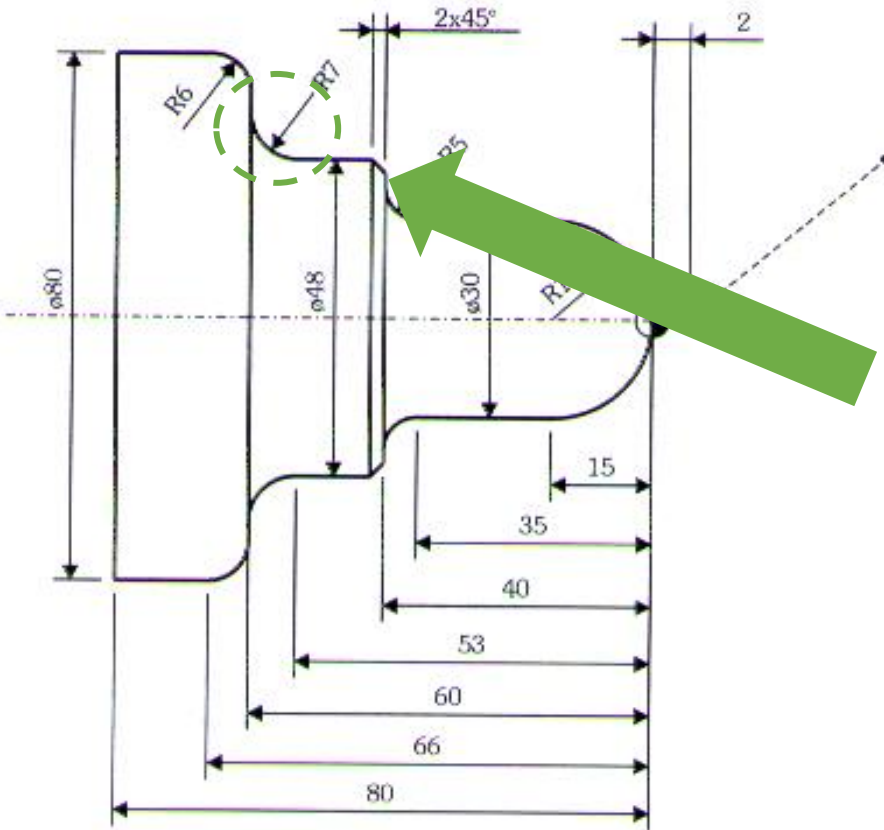
N60 G01 X44.;

N70 G01 X48. Z-42.;

N80 G01 Z-53.;

N90 G02 X62. Z-60. R7.;

Interpolação circular horária, com início em X48, Z-42 e final em X62, Z-60, com raio 7mm



Programa CNC

N10 G00 X0 Z2. M08;

N20 G01 Z0 F.15;

N30 G03 X30. Z-15. R15.;

N40 G01 Z-35.;

N50 G02 X40 Z-40. R5.;

N60 G01 X44.;

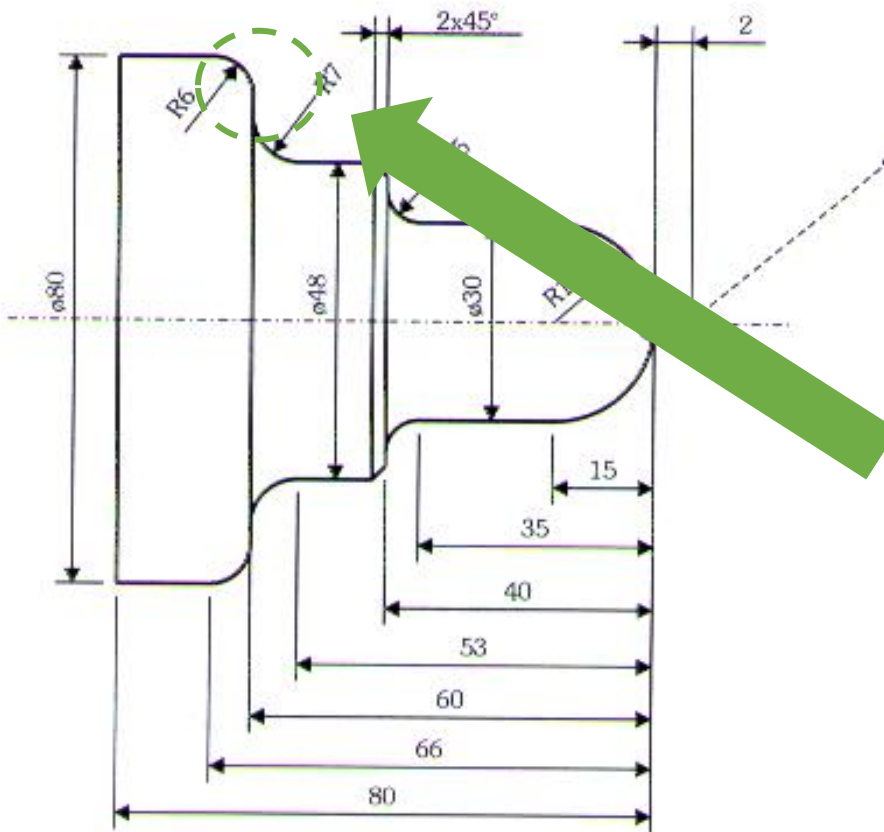
N70 G01 X48. Z-42.;

N80 G01 Z-53.;

N90 G02 X62. Z-60. R7.;

N100 G01 X68.;

Deslocamento com avanço
controlado até X68



Programa CNC

N10 G00 X0 Z2. M08;

N20 G01 Z0 F.15;

N30 G03 X30. Z-15. R15.;

N40 G01 Z-35.;

N50 G02 X40 Z-40. R5.;

N60 G01 X44.;

N70 G01 X48. Z-42.;

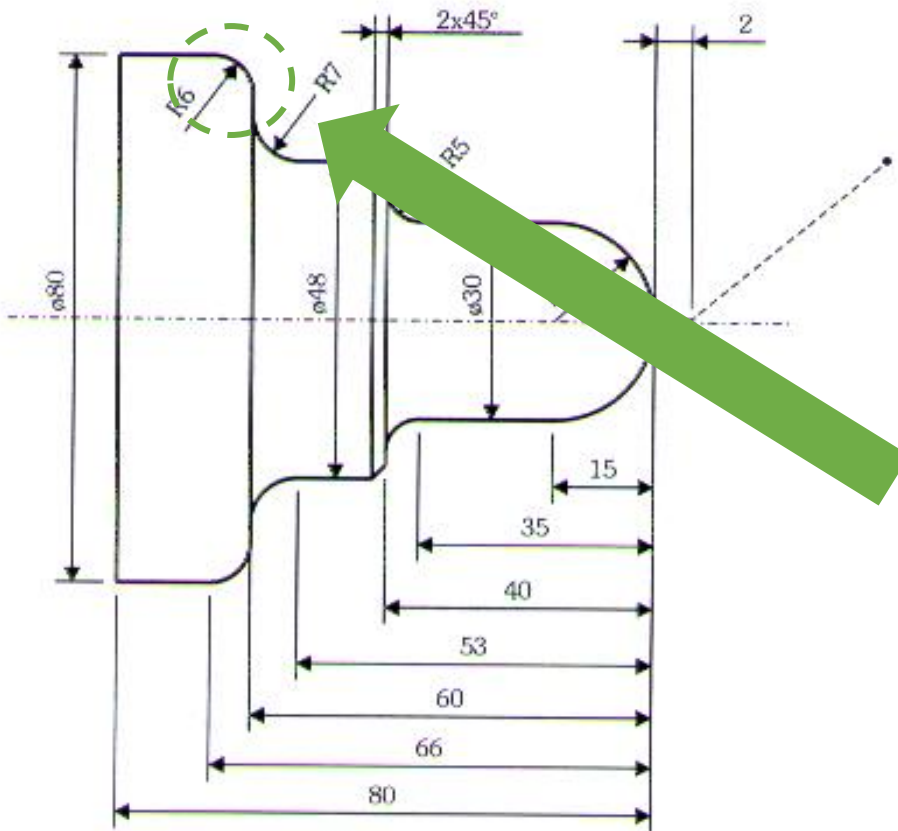
N80 G01 Z-53.;

N90 G02 X62. Z-60. R7.;

N100 G01 X68.;

N110 G03 X80. Z-66. R6.;

Interpolação circular anti-horária,
começando em X68 e Z-60 e
terminando em X80 e Z-66, com
raio 6mm



Programa CNC

N10 G00 X0 Z2. M08;

N20 G01 Z0 F.15;

N30 G03 X30. Z-15. R15.;

N40 G01 Z-35.;

N50 G02 X40 Z-40. R5.;

N60 G01 X44.;

N70 G01 X48. Z-42.;

N80 G01 Z-53.;

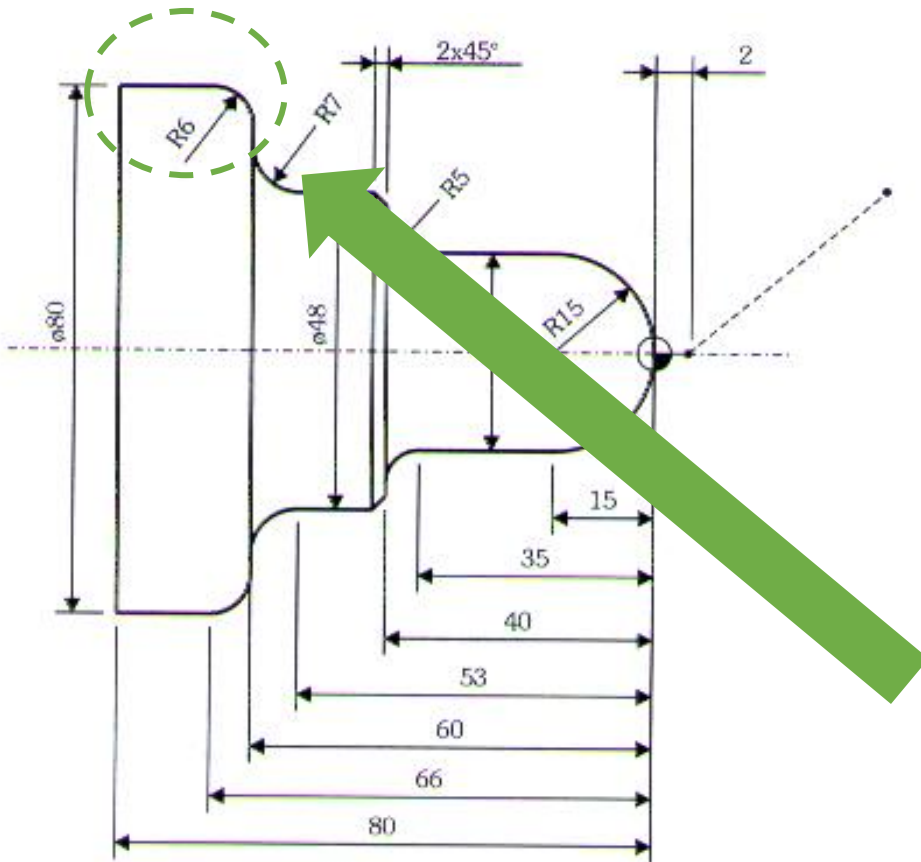
N90 G02 X62. Z-60. R7.;

N100 G01 X68.;

N110 G03 X80. Z-66. R6.;

N120 G01 Z-80.;

Deslocamento com avanço
controlado até Z-80





■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G04 – Tempo de permanência em espera

G04 X ou G04 U ou G04 P

X e U indicam o tempo em segundos

P indica o tempo em milisegundos

Usada para melhorar o acabamento

Ex: G04 X5.; **Tempo de espera de 5 segundos**



Tempo de espera sob endereço

Através desta função, o comando irá esperar um período de tempo especificado antes de prosseguir com o bloco de programa seguinte. Apresenta os seguintes comandos.

G04 X__ / G04 U__ / G04 P__

X, U : tempo de espera em segundos

P : tempo de espera em milisegundos

Obs : Quando programar o endereço P, não é permitido usar ponto decimal.

EX. Programando um tempo de espera de 30 segundos

G04 X30.

G04 U30.

G04 P30000



Retorno ao ponto de referência

N... G28 X(U)... Z(W)...

X,Z ... Coordenadas intermediárias absolutas

U,W... Coordenadas intermediárias incrementais

O comando G28 é utilizado para aproximar o ponto de referência por meio de uma posição intermediária (X(U), Z(W)).

Primeiro ocorre a movimentação a X(U) e Z(W); em seguida, ocorre a movimentação ao ponto de referência. As duas movimentações ocorrem com G00.

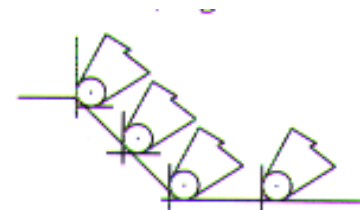
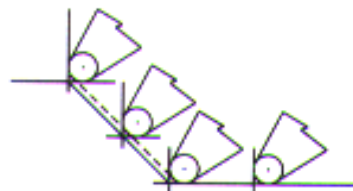
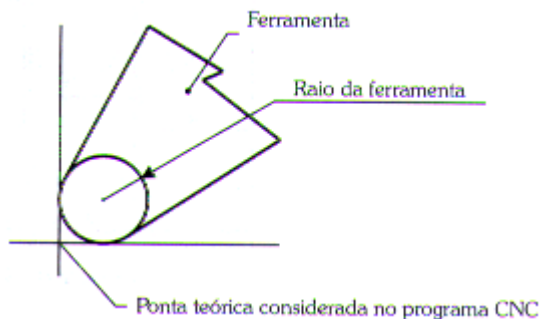


■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- Compensação de raio de corte

O sistema de compensação faz com que a ferramenta considere o contorno exato da peça, isto é, possibilita programar diretamente o perfil de acabamento sem a necessidade de cálculos auxiliares.





■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

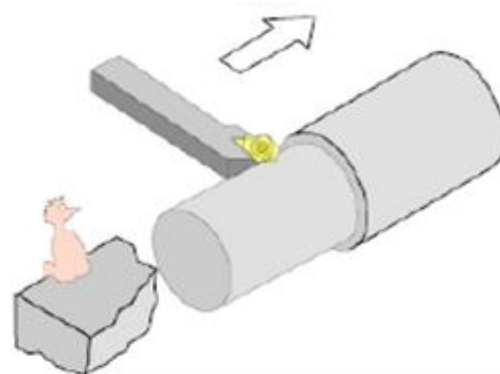
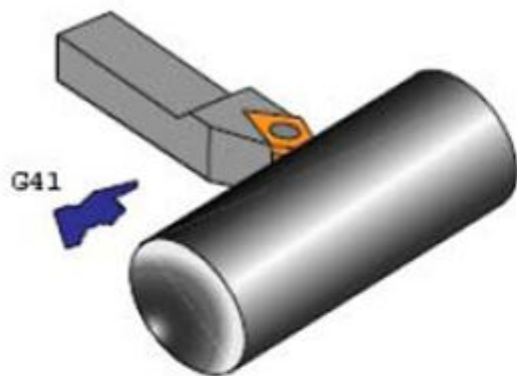
- Compensação de raio de corte (CRC).

G40 – Desativa CRC

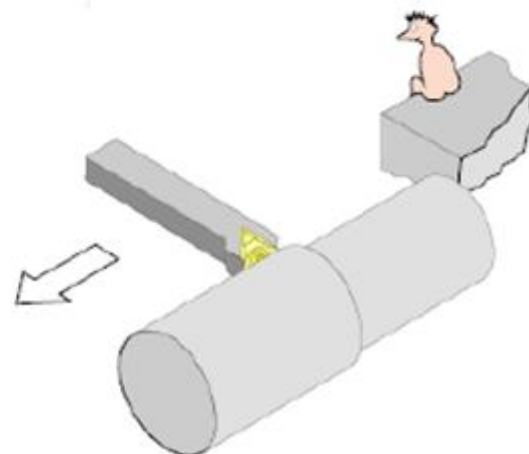
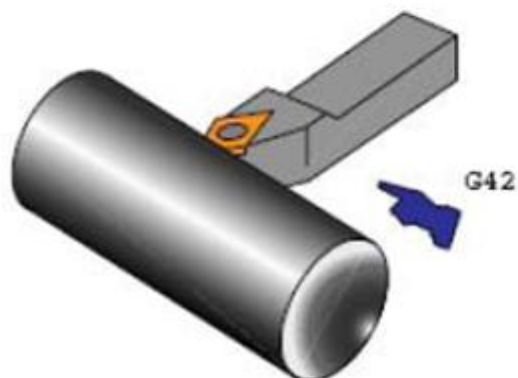
G41 – Ativa CRC à esquerda

G42 – Atua CRC à direita

G41 - Compensação do raio de corte a esquerda



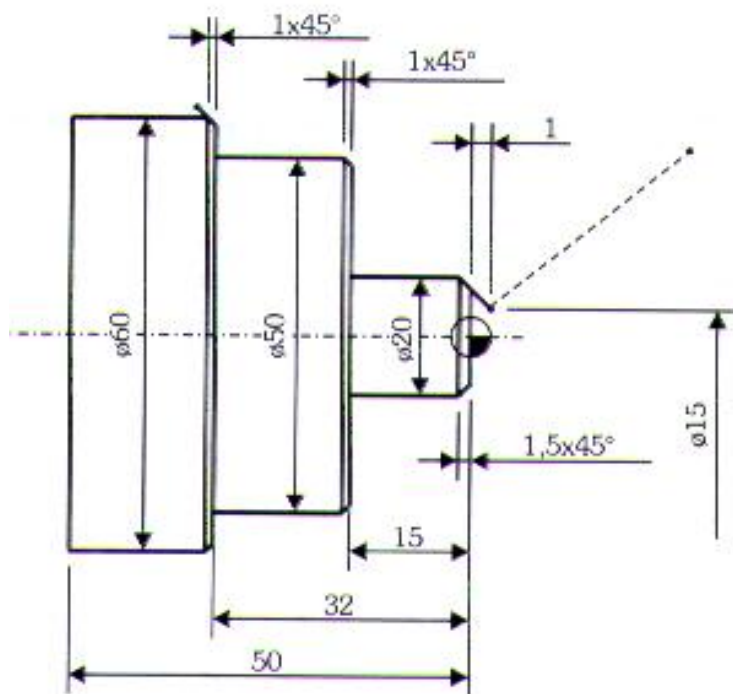
G42 - Compensação do raio de corte a direita



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- Compensação de raio de corte. Exemplo – Perfil Externo



N010 G42; **ativa CRC à direita;**

N020 G00 X15. Z1. M08;

N030 G01 X20. Z-1. F.15;

N040 G01 Z-15.;

N050 G01 X50. C-1.;

N060 G01 Z-32.;

N070 G01 X58.;

N080 G01 X62, Z-34.;

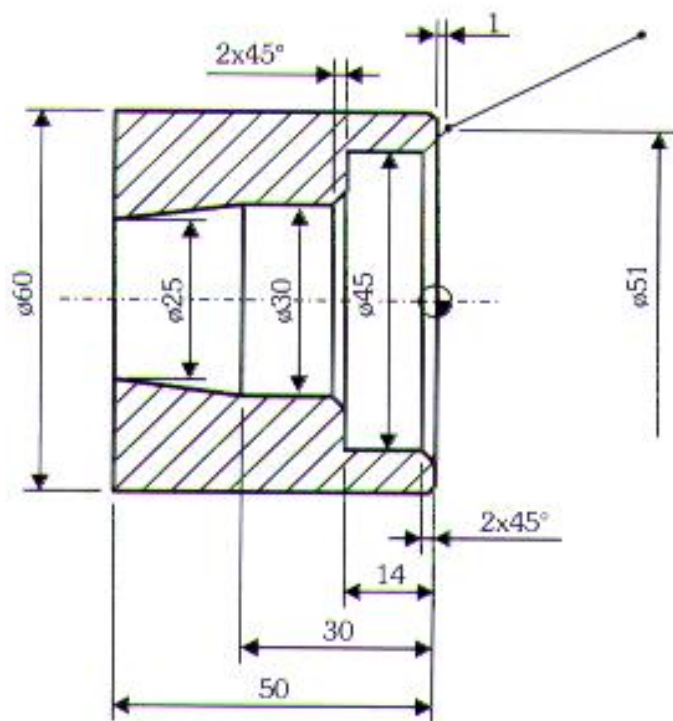
N090 G00 X65.;

N100 G40; **desativa CRC**

■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- Compensação de raio de corte. Exemplo – Perfil Interno



N010 G41; **ativa CRC à esquerda;**

N020 G00 X51. Z1. M08;

N030 G01 X45. Z-2. F.15;

N040 G01 Z-14.;

N050 G01 X30. C-2.;

N060 G01 Z-30.;

N070 G01 X25. Z-50.; **final do perfil**

N080 G00 X24.;

N090 G40; **desativa CRC**

N100 G00 Z10.;



G40

Cancela compensação de raio de corte

Este comando é modal e cancela tanto o comando **G41** como **G42**,



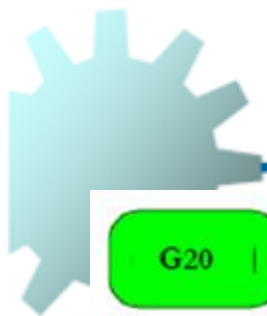
■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G20 e G21

G20 – Ativa a programação em polegadas

G21 – Ativa a programação em milímetros

**G20**

Sistema de unidades em polegadas

Com a função G20 atuando, o sistema de programação passa a entender que todos os dados (coordenadas) programados se referem a valores em polegadas.

G21

Sistema de unidades em milímetros

Com a função G21 atuando, o sistema de programação passa a entender que todos os dados programados se referem a valores em milímetros

O comando G20 já estará ativado quando ligar o comando numérico da máquina.

G98**G99**

Função auxiliar de avanço " F "

O valor de F especifica a velocidade de avanço em milímetros por minuto (mm/min), com atuação do comando **G98** na ferramenta em atividade, esta função é modal e será desativada quando ativar a função **G99**, que especifica a velocidade de avanço em milímetros por rotação (mm/rot) .

Uma destas funções já estará ativa quando ligar o comando numérico da máquina.



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G74 – Ciclo de torneamento e furação com descarga de cavacos

Furação com descarga de cavacos

O ciclo será executado com a programação de dois blocos contendo a G74. No primeiro bloco, um pré-posicionamento é realizado em cada penetração e no segundo os dados da furação

G74 R;

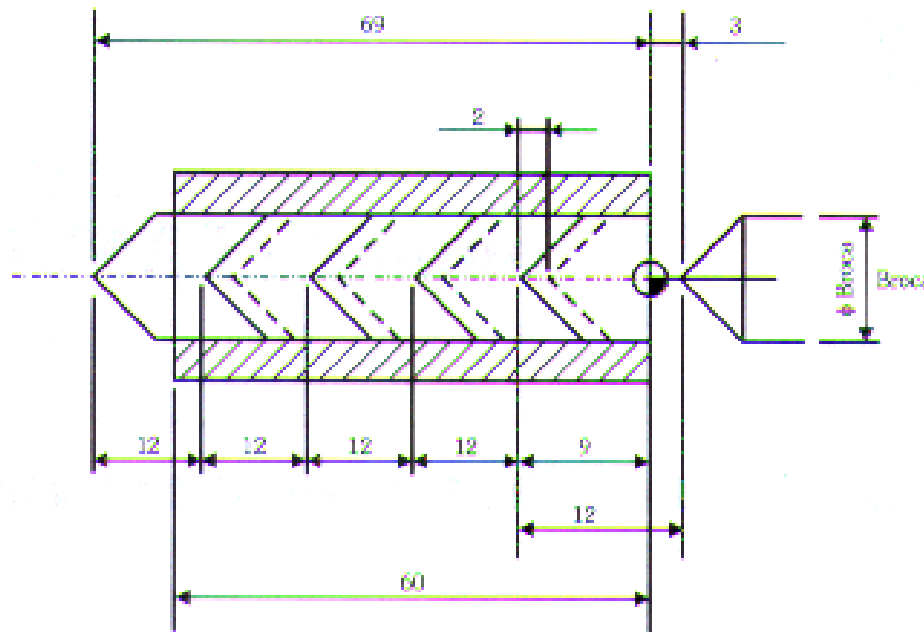
G74 Z Q F;

R	Retorno incremental para quebra de cavacos
Z	Posição final (comprimento do furo em absoluto)
Q	Incremento por penetração (em milésimos de milímetro)
F	Avanço

■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

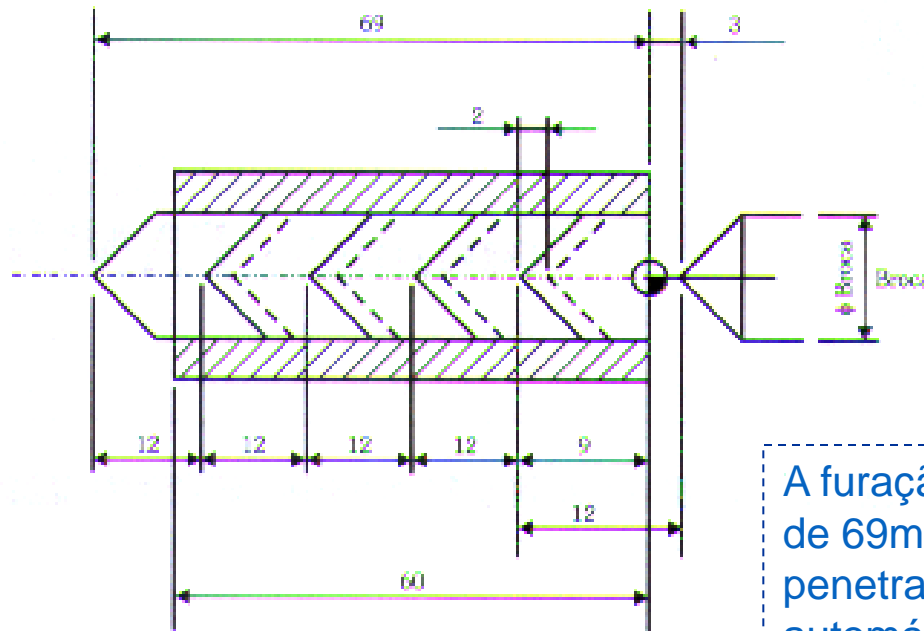
Funções Preparatórias

- G74 – Ciclo de torneamento e furação com descarga de cavacos - Exemplo



R	Retorno incremental para quebra de cavacos
Z	Posição final (comprimento do furo em absoluto)
Q	Incremento por penetração (em milésimos de milímetro)
F	Avanço

R	Retorno incremental para quebra de cavacos
Z	Posição final (comprimento do furo em absoluto)
Q	Incremento por penetração (em milésimos de milímetro)
F	Avanço



Considerando o incremento de 12mm -> $Q=12 \times 1000 = 12000$

N010 G00 X0 Z5. M08;
posicionamento inicial

N020 G74 R2.; retorno quebra
de cavaco

N030 G74 Z-69. Q12000 F.1;
ciclo para execução de furo

A furação será executada até o comprimento de 69mm, com incremento de 12mm. A cada penetração em Q haverá um recuo automático ao posicionamento inicial (Z5) e em seguida uma nova aproximação até 2mm (R) antes da última penetração. Ao término do ciclo, a ferramenta se posiciona nas coordenadas iniciais (X0 e Z5).



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G74 – Ciclo de torneamento e furação com descarga de cavacos

Torneamento (desbaste de perfis simples)

;

G74 X Z P Q R F;

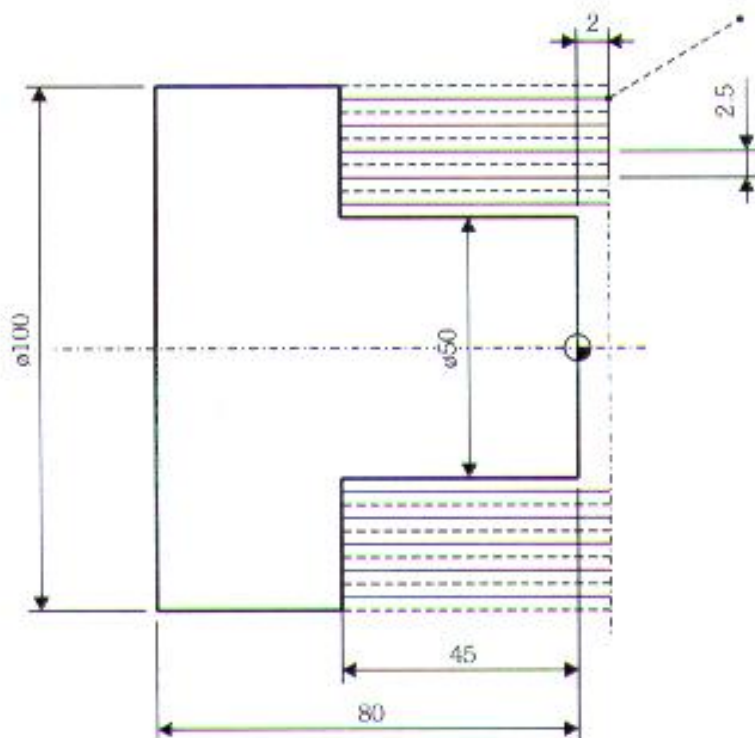
X	Diâmetro final
Z	Comprimento final
P	Incremento por passada no raio (milésimos de mm)
Q	Comprimento total de corte (incremental, milésimos de mm)
R	Afastamento do eixo transversal
F	Avanço



X	Diâmetro final
Z	Comprimento final
P	Incremento por passada no raio (milésimos de mm)
Q	Comprimento total de corte (incremental, milésimos de mm)
R	Afastamento do eixo transversal
F	Avanço

- G74 – Ciclo de Desbaste longitudinal

Exemplo - Desbaste externo



Considerando $P = 2,5\text{mm}$ por passada (5mm no diâmetro)

$$P = 2,5 \times 1000$$

$$P = 2500$$

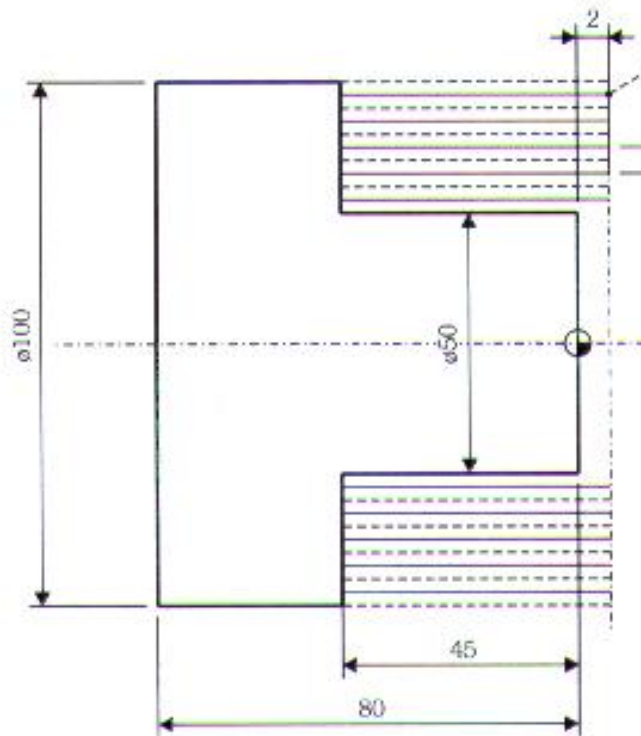
$$Q = (45 + 2) \times 1000 = 47000$$

(posicionamento inicial mais comprimento final)



X	Diâmetro final
Z	Comprimento final
P	Incremento por passada no raio (milésimos de mm)
Q	Comprimento total de corte (incremental, milésimos de mm)
R	Afastamento do eixo transversal
F	Avanço

Posicionar no diâmetro da primeira passada, descontando o primeiro incremento.



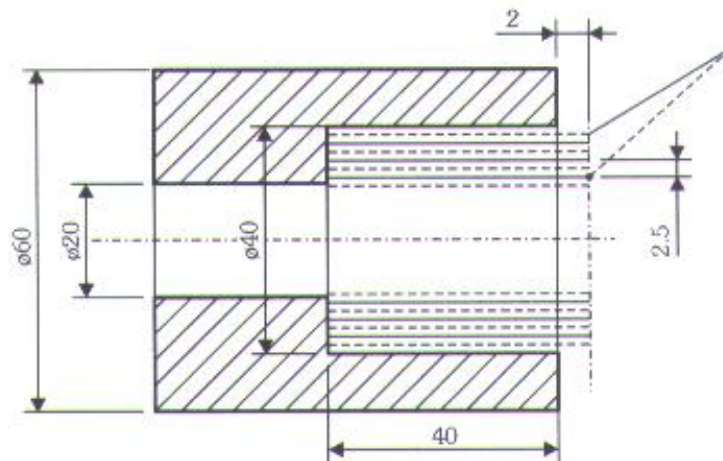
N010 G00 X96. Z2. M08; **aproximação**

N020 G74 X50. Z-45. P2500 Q47000 R2. F.25

Ao final do ciclo, a ferramenta desloca-se automaticamente para o ponto inicial de posicionamento.

X	Diâmetro final
Z	Comprimento final
P	Incremento por passada no raio (milésimos de mm)
Q	Comprimento total de corte (incremental, milésimos de mm)
R	Afastamento do eixo transversal
F	Avanço

Desbaste interno



Ferramenta interna S-PCLNR/L

N010 G00 X25. Z2. M08;
aproximação

N020 G74 X40. Z-40. P2500
Q42000 R2. F.25.; chamada de
ciclo de desbaste

O ciclo será executado a partir do primeiro posicionamento em modo incremental no eixo X, de acordo com o valor de cada passada (P) até o diâmetro X final, havendo recuo angular ao final de cada percurso (R).



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

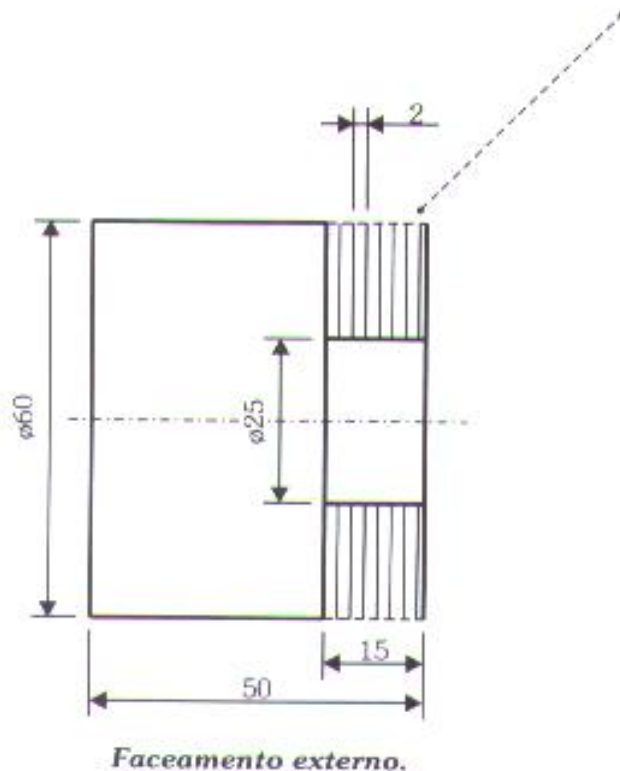
- G75 – Ciclo de Faceamento e canais

Faceamento

G75 X Z P Q R F;

X	Diâmetro final de faceamento
Z	Comprimento final
P	Incremento total de corte X (raio/milésimos de mm)
Q	Incremento por passada no eixo Z (milésimos de mm)
R	Afastamento no eixo longitudinal
F	Avanço

X	Diâmetro final de faceamento
Z	Comprimento final
P	Incremento total de corte X (raio/milésimos de mm)
Q	Incremento por passada no eixo Z (milésimos de mm)
R	Afastamento no eixo longitudinal
F	Avanço



Considerando $Q = 2\text{mm}$ por passada

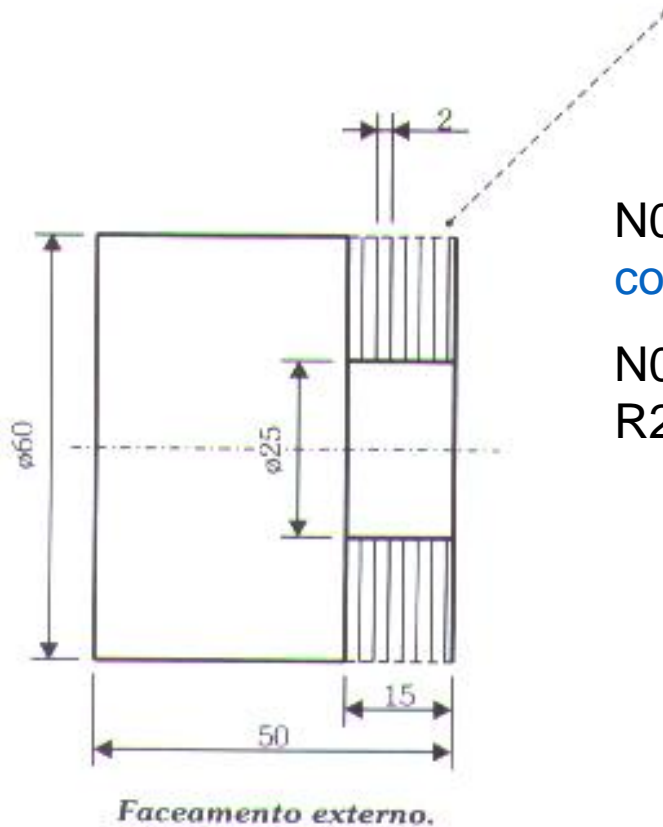
$$Q = 2000$$

$$P = ((62 - 25) / 2) \times 1000$$

$$P = 18500$$

P é a diferença entre o posicionamento inicial e o diâmetro final programado no ciclo, dividido por dois para resultar no raio

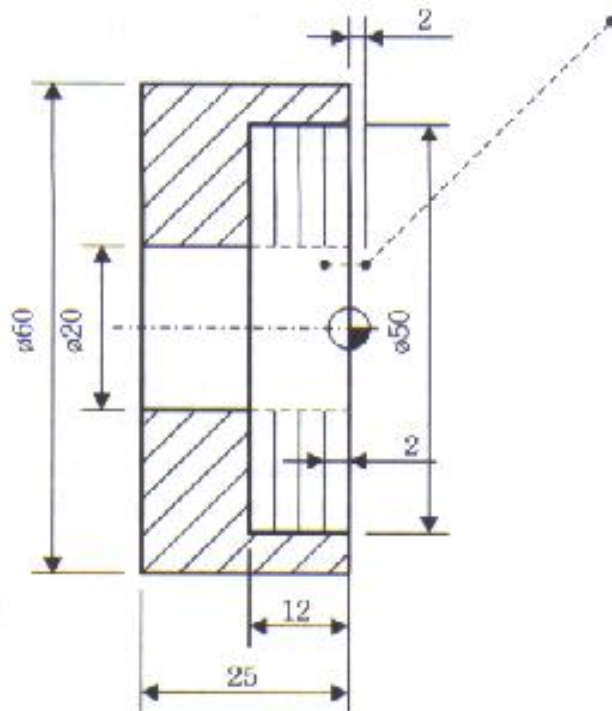
X	Diâmetro final de faceamento
Z	Comprimento final
P	Incremento total de corte X (raio/milésimos de mm)
Q	Incremento por passada no eixo Z (milésimos de mm)
R	Afastamento no eixo longitudinal
F	Avanço



N010 G00 X62. Z-2. M08; **aproximação considerando o primeiro desbaste**

N020 G75 X25. Z-15. P18500 Q2000
R2. F.25; **ciclo fixo**

X	Diâmetro final de faceamento
Z	Comprimento final
P	Incremento total de corte X (raio/milésimos de mm)
Q	Incremento por passada no eixo Z (milésimos de mm)
R	Afastamento no eixo longitudinal
F	Avanço



Faceamento interno.

N010 G00 X16. Z2. M08;

N020 G00 X18. Z-2;

N030 G75 X50. Z-12. P16000 Q2000
R2. F.25;

N040 G00 Z10.;



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G75 – Ciclo de Faceamento e canais

Canais

G75 X Z P Q F;

X	Diâmetro final do Canal
Z	Coordenada final (último canal)
P	Incremento total de corte (raio/milésimos de mm)
Q	Distância entre os canais (incremental/milésimos de mm)
R	Retorno incremental para quebra de cavaco (raio)
F	Avanço



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G75 – Ciclo de Faceamento e canais

Canais

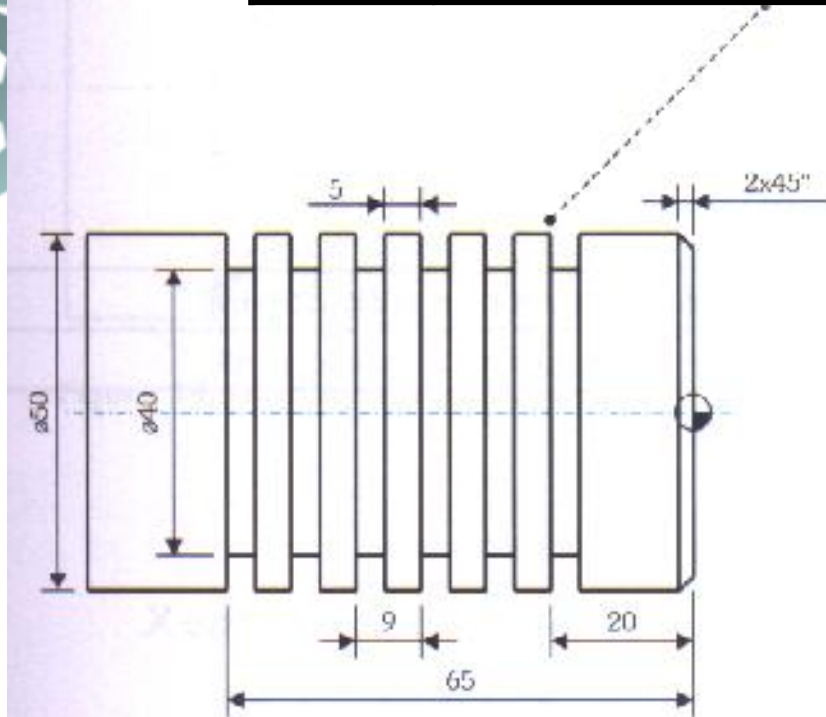
G75 X Z P Q F;

Os canais devem ser equidistantes;

Posicionar no comprimento do primeiro canal;

A coordenada de P é a diferença entre o posicionamento inicial e o fundo do canal dividido por dois, resultando no raio.

X	Diâmetro final do Canal
Z	Coordenada final (último canal)
P	Incremento total de corte (raio/milésimos de mm)
Q	Distância entre os canais (incremental/milésimos de mm)
R	Retorno incremental para quebra de cavaco (raio)
F	Avanço



$P = (\text{diâmetro posicionado} - \text{fundo do canal}): 2$

$P = (52 - 40): 2$

$P = 12: 2$

$P = 6$ (passar para milésimos $p = 6000$)

Programa

N010 G00 X52. Z-20. M08;

N030 G75 R2.;retorno para quebra de cavaco

N020 G75 X40. Z-65. P6000 K9000 F.12;aplicação do ciclo

Ao término do processo, a ferramenta se posiciona em X52. e Z-65.

O ciclo será executado a partir do posicionamento do primeiro canal e em modo incremental quantos forem necessários até o comprimento final determinado em Z.



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G71 – Ciclo automático de desbaste longitudinal

Esta função também deve ser programada em dois blocos subsequentes.

G71 U R

U – valor da profundidade de corte em raio

R – recuo transversal da ferramenta (no eixo X)



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G71 – Ciclo automático de desbaste longitudinal

G71 P Q U W F

P	Número de bloco que define o início do perfil
Q	Número de bloco que define o final do perfil
U	Sobremetal para acabamento no eixo X: U+ para acabamento externo U- para acabamento interno
W	Sobremetal para acabamento no eixo Z: W+ sobremetal à direita W- sobremetal à esquerda
F	Avanço



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G71 – Ciclo automático de desbaste longitudinal

Neste comando pode-se executar o acabamento no mesmo programa acionando a função G70 que ativa o ciclo de acabamento por meio dos números de sentenças (N) sem a necessidade de subprogramas.

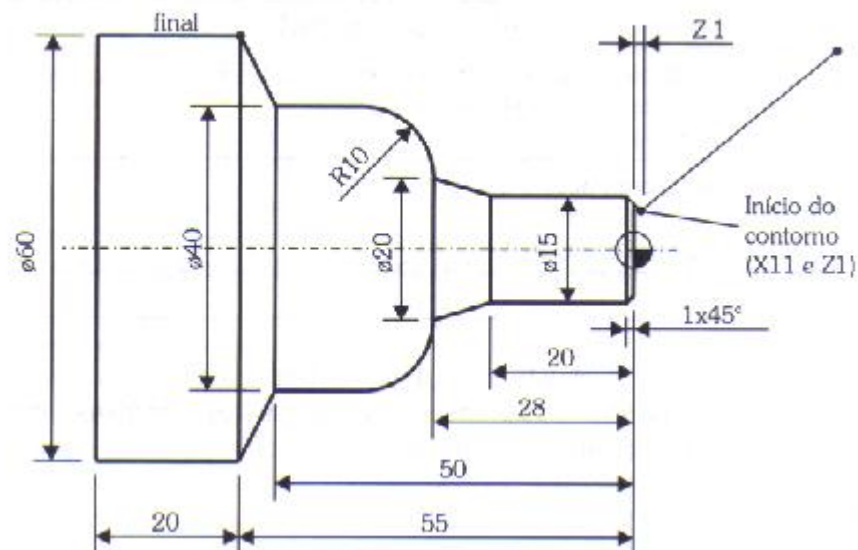
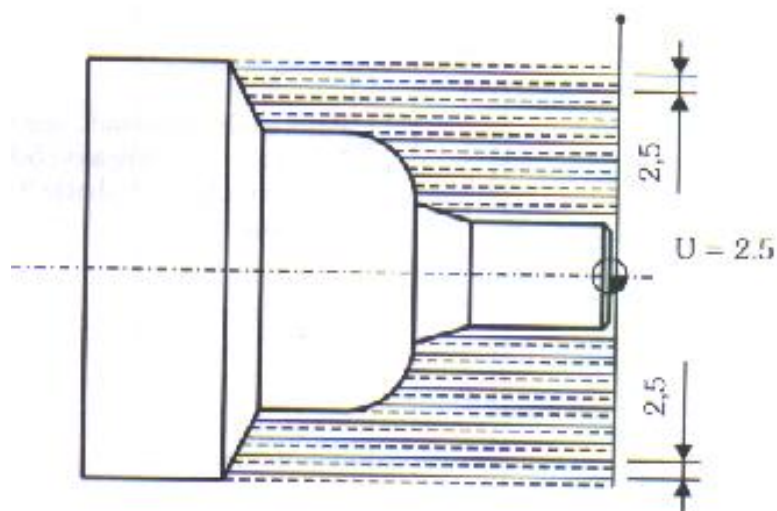
G70 P Q

P – Número do bloco que define o início do perfil

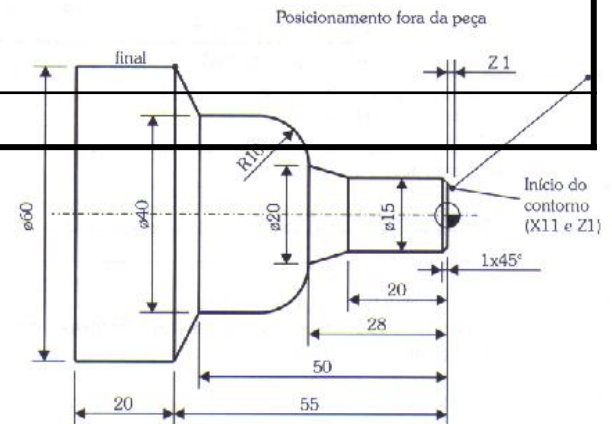
Q - Número do bloco que define o final do perfil

P	Número de bloco que define o início do perfil
Q	Número de bloco que define o final do perfil
U	Sobremetal para acabamento no eixo X: U+ para acabamento externo U- para acabamento interno
W	Sobremetal para acabamento no eixo Z: W+ sobremetal à direita W- sobremetal à esquerda
F	Avanço

Deslocamento fora da peça



P	Número de bloco que define o início do perfil
Q	Número de bloco que define o final do perfil
U	Sobremetal para acabamento no eixo X: U+ para acabamento externo U- para acabamento interno
W	Sobremetal para acabamento no eixo Z: W+ sobremetal à direita W- sobremetal à esquerda
F	Avanço



Programa

Perfil a ser desbastado que vai da sentença N080 até a sentença N150 que será determinado no desbaste e na chamada de acabamento.



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

- G72 – Ciclo automático de desbaste transversal

Deve ser programada em dois blocos subsequentes. O endereço W tem definições diferentes em cada bloco.

G72 W R

W – valor de profundidade de corte na execução do ciclo.

R – recuo longitudinal da ferramenta, ao final de cada passada.



■ Programação CNC para tornos – comando FANUC

Funções Preparatórias

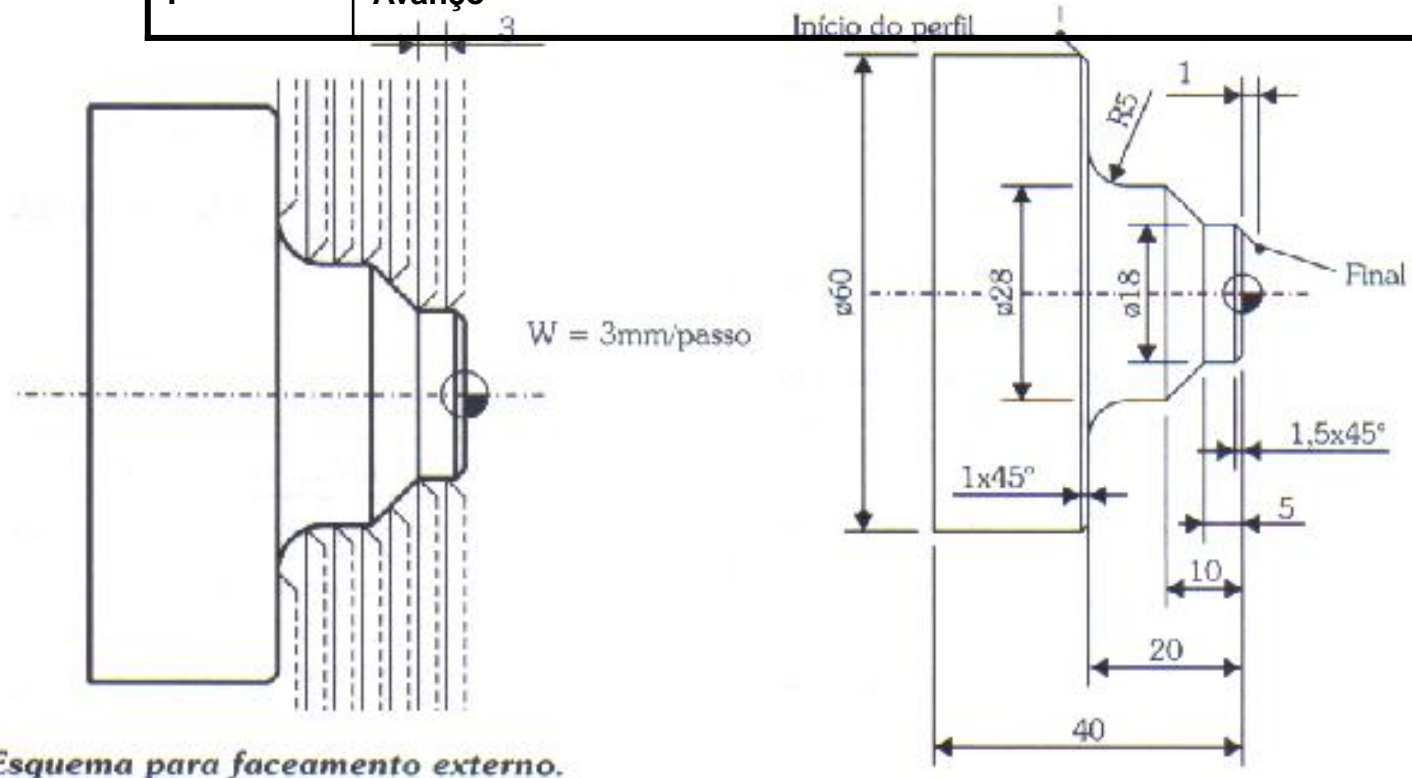
- G72 – Ciclo automático de desbaste transversal

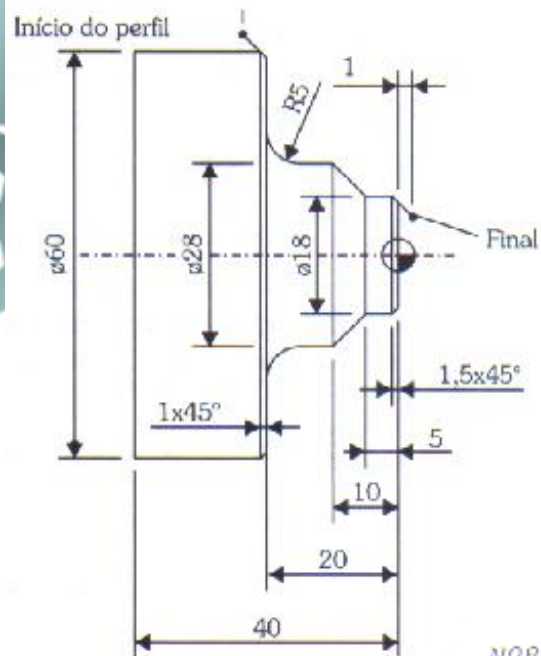
G72 P Q U W F

P	Número de bloco que define o início do contorno
Q	Número de bloco que define o final do contorno
U	Sobremetal para acabamento no eixo X: U+ para acabamento externo U- para acabamento interno
W	Sobremetal para acabamento no eixo Z: W+ sobremetal à direita W- sobremetal à esquerda
F	Avanço



P	Número de bloco que define o início do contorno
Q	Número de bloco que define o final do contorno
U	Sobremetal para acabamento no eixo X: U+ para acabamento externo U- para acabamento interno
W	Sobremetal para acabamento no eixo Z: W+ sobremetal à direita W- sobremetal à esquerda
F	Avanço





P	Número de bloco que define o início do contorno
Q	Número de bloco que define o final do contorno
U	Sobremetal para acabamento no eixo X: U+ para acabamento externo U- para acabamento interno
W	Sobremetal para acabamento no eixo Z: W+ sobremetal à direita W- sobremetal à esquerda
F	Avanço

```
N080 G00 Z-21.;
N090 G01 X60. F.5
N100 G01 X58. Z-20. F.15;
N110 G01 X38;
N120 G03 X28. Z-15. R5.;
N130 G01 Z-10.;
N140 G01 X18. Z-5.;
N150 G01 Z-1.5.;
N160 G01 X13. Z1.;
```

```
N170 G42; ativa CRC
```

```
N180 G70 P80 Q160; chamada do processo do acabamento
```

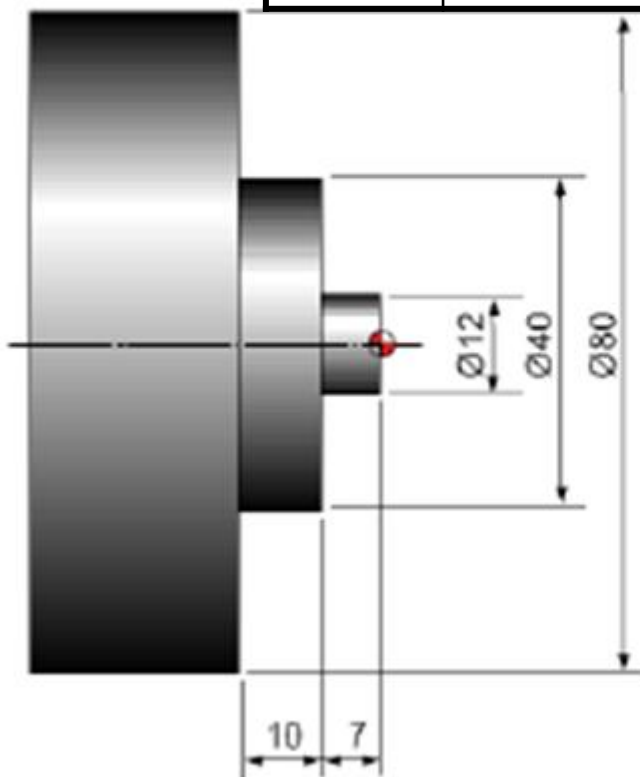
```
N190 G40; desativa a CRC
```

```
N200 G00 X65. Z5. M09 (afastamento de segurança);
```

Perfil a ser desbastado que vai da sentença N080 até a sentença N160 que será determinado no desbaste e na chamada de acabamento.



Exemplo :



P	Número de bloco que define o início do contorno
Q	Número de bloco que define o final do contorno
U	Sobremetal para acabamento no eixo X: U+ para acabamento externo U- para acabamento interno
W	Sobremetal para acabamento no eixo Z: W+ sobremetal à direita W- sobremetal à esquerda
F	Avanço

G50 S2500 G96 S2500

G96 S180 M3 T0300

G0 X85.0 Z2.0 T0303

G94 X12.0 Z-2.0 F0.2

Z-4.0

Z-6.0

Z-7.0

X40.0 Z-9.0

Z-11.0

Z-13.0

Z-15.0

Z-17.0

G0 X200.0 Z200.0 T0300

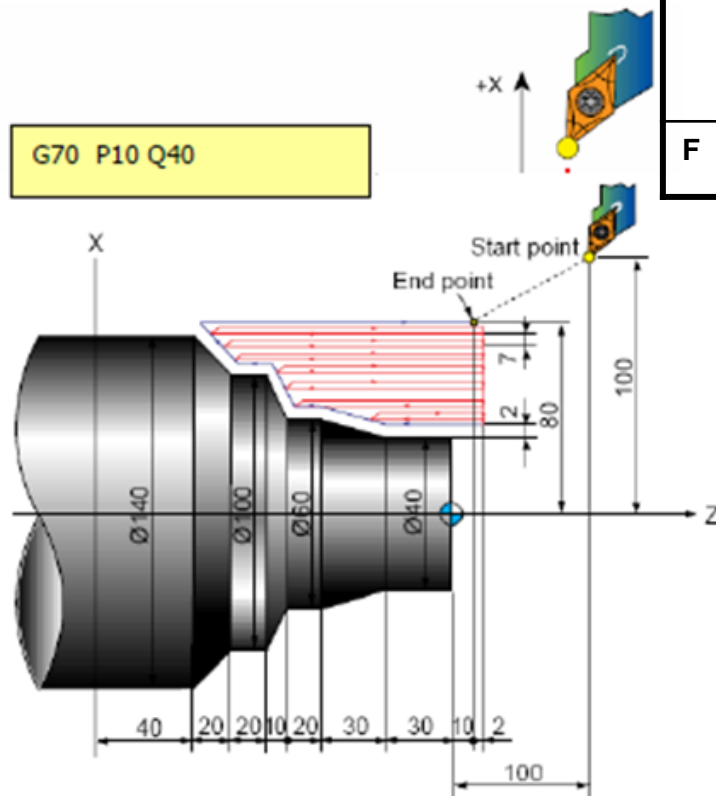
M30



G70

Ciclo de acabamento

G70 P10 Q40



P	Número de bloco que define o início do contorno
Q	Número de bloco que define o final do contorno
U	Sobremetal para acabamento no eixo X: U+ para acabamento externo U- para acabamento interno
W	Sobremetal para acabamento no eixo Z: W+ sobremetal à direita W- sobremetal à esquerda
F	Avanço

P

N10 G0 G42 X...
N20 G01 Z-.....
N30 G02 X... Z... R....

Q

N40 G01 G40 X...
N...

P = Número do primeiro bloco

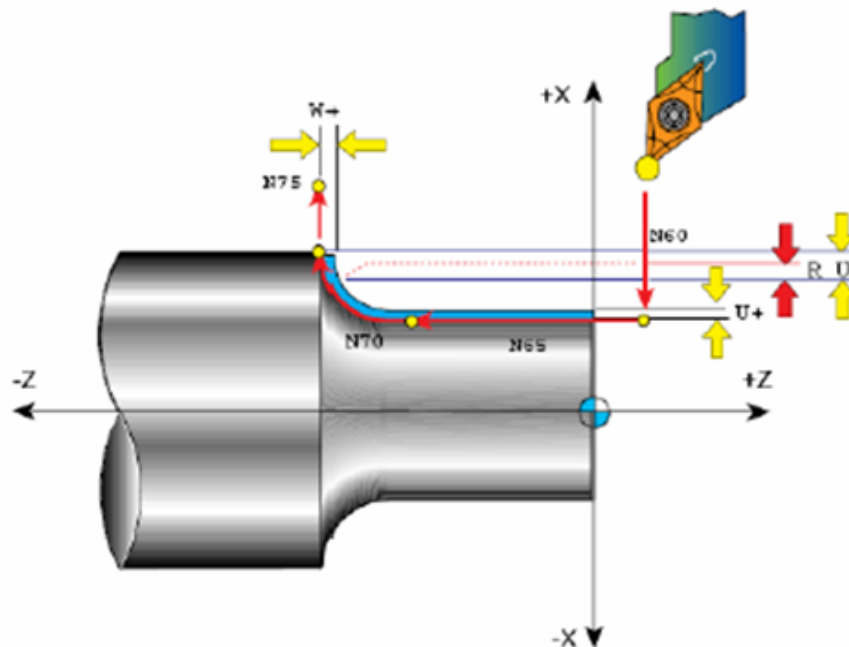
Q = Número do último bloco

Ao final deste ciclo a ferramenta posiciona no ponto inicial do ciclo.

P	Número de bloco que define o início do contorno
Q	Número de bloco que define o final do contorno
U	Sobremetal para acabamento no eixo X: U+ para acabamento externo U- para acabamento interno
W	Sobremetal para acabamento no eixo Z: W+ sobremetal à direita W- sobremetal à esquerda
F	Avanço

G71

Ciclo de desbaste longitudinal



G71 U... R....

G71 P... Q... U... W... F...

P

N50 G71 U... R....

N55 G71 P60 Q75 U+... W+...

N60 G00 G42 X...

N65 G01 Z-.....

N70 G02 X... Z... R....

Q

N75 G01 G40 X...

N...

P = Número do primeiro bloco

Q = Número do último bloco

U = Profundidade de corte

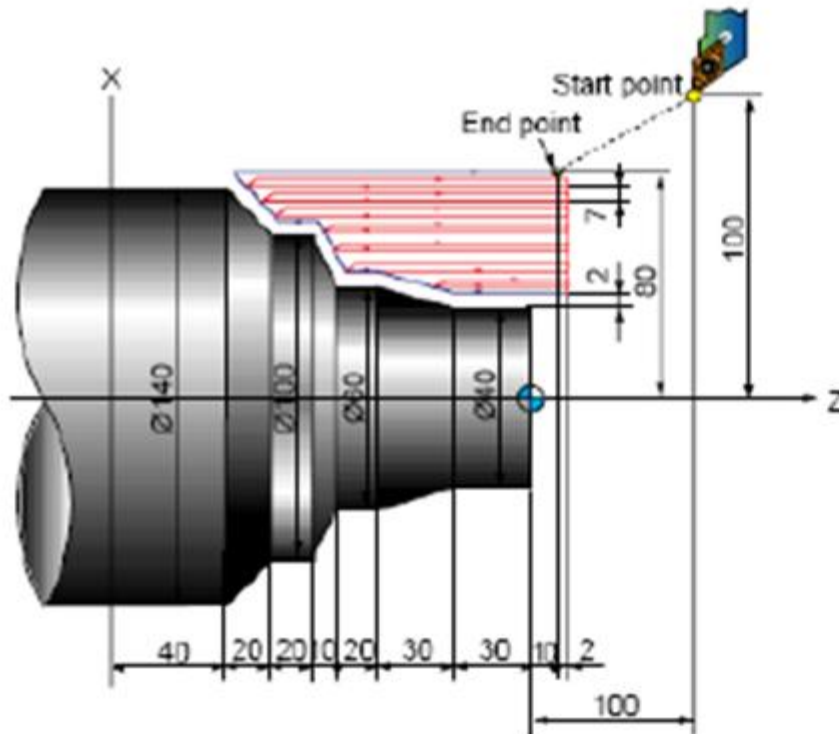
R = Recuo da ferramenta durante o retorno

U = Sobre metal a ser deixado no eixo "X"
positivo para externo, negativo interno.

W = Sobre metal no eixo "Z"

P	Número de bloco que define o início do contorno
Q	Número de bloco que define o final do contorno
U	Sobremetal para acabamento no eixo X: U+ para acabamento externo U- para acabamento interno
W	Sobremetal para acabamento no eixo Z: W+ sobremetal à direita W- sobremetal à esquerda
F	Avanço

Exemplo :



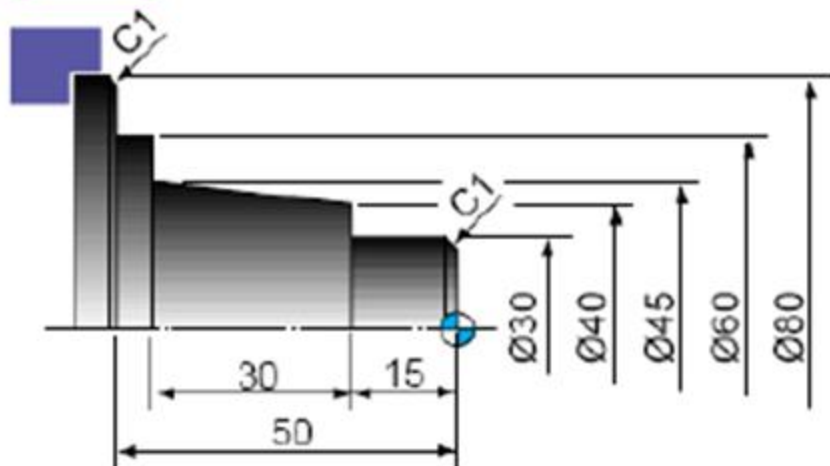
```

N10 G00 X200.0 Z100.0
N11 G00 X160.0 Z10.0
N12 G71 U7.0 R1.0
N13 G71 P14 Q21 U4.0 W2.0 F0.3 S550
N14 G00 G42 X40.0 S700
N15 G01 W-40.0 F0.15
N16 X60.0 W-30.0
N17 W-20.0
N18 X100.0 W-10.0
N19 W-20.0
N20 X140.0 W-20.0
N21 G40 U2.0
N22 G70 P14 Q21
N23 G00 X200.0 Z100.0
M30

```

| G72 |

Ciclo de desbaste transversal



G72 P... Q... U... W... F...

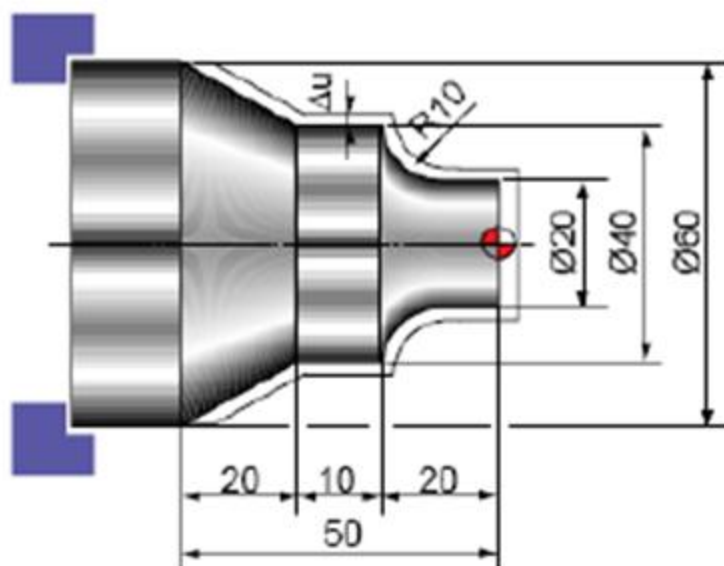
Idem ao comando G71, porém transversalmente

```
N10 G50 S2000 T0100
G96 S180 M03
G00 X85.0 Z5.0 T0101
Z0
G01 X-1.6 F0.2
G00 X85.0 Z1.0
G72 W2.0 R1.0
G72 P12 Q14 U0.5 W0.2 F0.25
N12 G00 G41 Z-51.0
```

```
G01 X80.0 F0.2
X78.0 W1.0
X60.0
Z-45.0
X40.0 Z-15.0
X30.0
Z-1.0
X26.0 Z1.0
N14 G40
G70 P12 Q14
G00 X200.0 Z200.0 T0100
M30
G00 X200.0 Z200.0 T0100
M01
N16 G50 S2500 T0300
G96 S200 M03
G00 X85.0 Z5.0 T0303
G70 P12 Q14
G00 X200.0 Z200.0 T0300
M30
```

Ciclo de desbaste paralelo ao contorno

G73

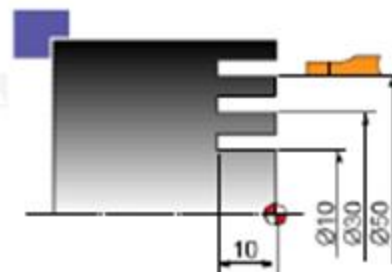
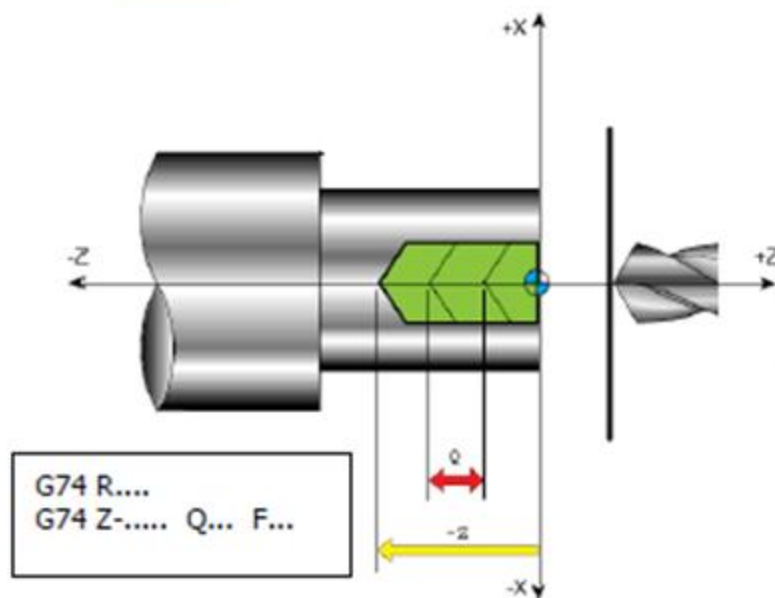


```
N10 G50 S2000 T0300
G96 S200 M03
G00 X35.0 Z5.0 T0303
Z0
G01 X-1.6 F0.2
G00 X70.0 Z10.0
G73.0 U3.0 W2.0 R2
G73 P12 Q16 U0.5 W0.1 F0.25
N12 G00 G42 X20.0 Z2.0
G01 Z-30.
X60.0 Z-50.0
N16 G40 U1.0
G70 P12 Q16
G00 X200.0 Z200.0 T0300
M30
```

G73 U... W... R.... (R= Número de passadas)

G73 P... Q... U... W... F...

G74 Ciclo de desbaste longitudinal



```
G50 S2000 T0100
G96 S80 M03
G00 X50.0 Z1.0 T0101
G74 R1.
G74 X10.0 Z-10.0 P10000 Q3000 F0.1
G00 X200.0 Z200.0 T0100
M30
```

G74 Para ciclo de desbaste paralelo

R - Primeira linha recuo para pica pau eixo Z

X - Diâmetro final usinado

Z - Dimensão final do usinado

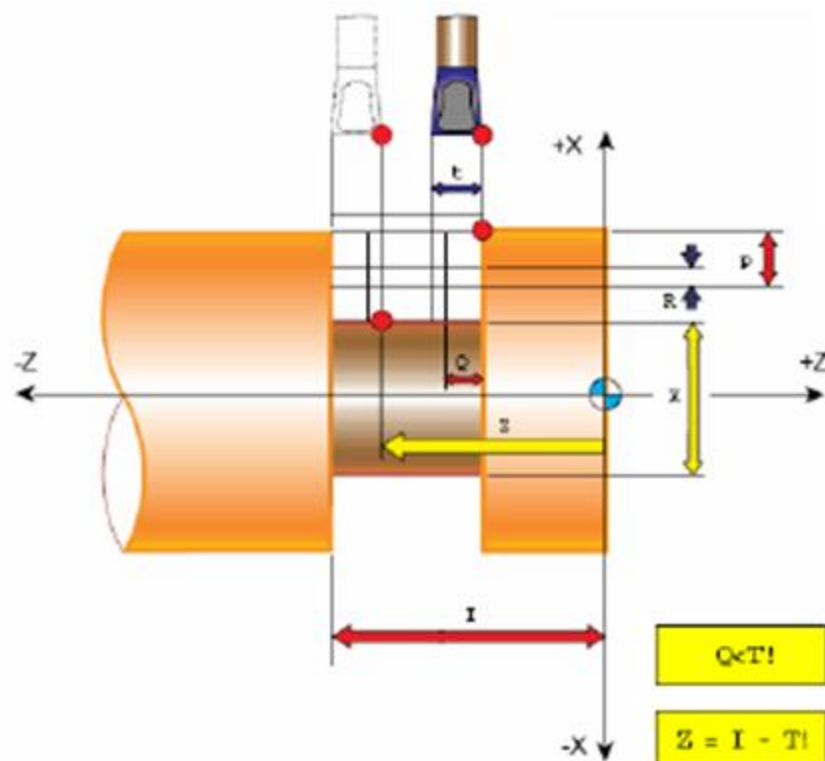
P - Profundidade de corte no eixo dimensão em raio e valor em milésimos

Q - Distância para cada pica pau no eixo Z (valor em milésimos)

R - Recuo da ferramenta em X para próxima passada

G75

Ciclo de desbaste transversal.



G75 R....

G75 X/U.... Z/W..... P.... Q..... R..... F.....

R - Recuo da ferramenta para interrupção do corte

X,Z - Coordenadas absolutas


U,W - Coordenadas incrementais

P - Comprimento de corte

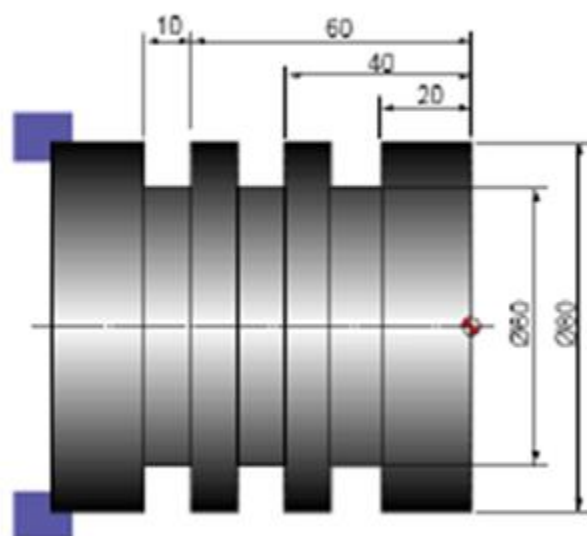
Q - Profundidade de corte ou passo

R - Afastamento da ferramenta no retorno

F - Velocidade de avanço

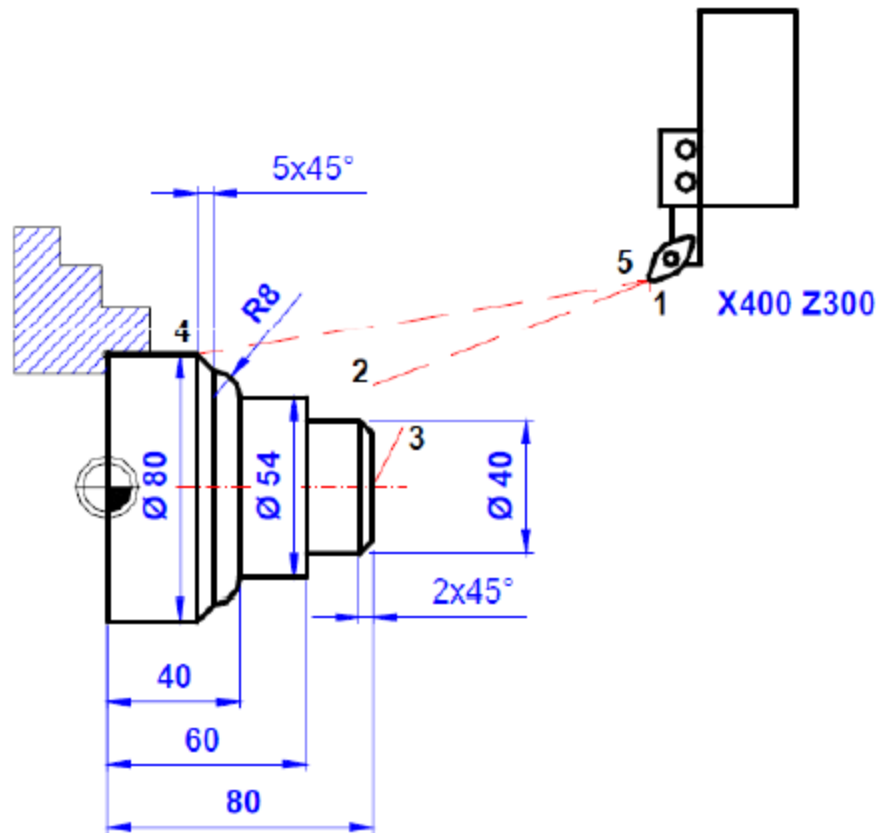


Exemplo:



```
N10 G50 S500 T0100
G97 S1500 M03
G00 X90.0 Z1.0 T0101
X82.0 Z-60.0
G75 R1.0
G75 X60.0 Z-20.0 P3000 Q20000 F0.1
G00 X90.0
X200.0 Z200.0 T0100
M30
```


Exemplo de Programação CNC (Torneamento)



```
O0013 (Eixo 2532);  
N10 G21 G40 G90 G95;  
N20 G0 X400 Z300;  
N30 T0101 (acabamento r=0,8mm);  
N40 G54;  
N50 G96 S220;  
N60 G92 S3500 M4;  
N70 G0 X44 Z80;  
N80 G1 X-1.5 F.3;  
N90 G0 X36 Z82;  
N100 G42;  
N110 G1 Z80 F0.1;  
N120 X40 Z78;  
N130 Z60;  
N140 X54;  
N150 Z40;  
N160 G3 X70 Z32 R8;  
N170 G1 X80 Z27;  
N180 G40;  
N190 G1 X85 F.3;  
N190 G0 X400 Z300;  
N200 M30;
```



Exemplo de Programação CNC - Torneamento

N10 ET1

N20 M6

N40 G00 X2.913 Z5.63 M09 M4 S2000

N50 G01 X2.756 F300 G96 S0 M08

N60 G01 Z3.457

N70 G01 X2.874 Z3.535

N80 G00 Z5.63 M09

N90 G01 X2.598 M08

N100 G01 Z3.8

N110 G01 X2.717 Z3.879

N120 G00 Z5.63 M09

N130 G01 X2.441 M08

N140 G01 Z3.931

N150 G01 X2.559 Z4.01

N160 G00 Z5.63 M09

N170 G01 X2.283 M08

N180 G01 Z4.063

N190 G01 X2.402 Z4.141

N200 G00 Z5.63 M09

N210 G01 X2.126 M08

M8 Liga Fluido Refrigerante

M9 Desliga Fluido Refrigerante

G96 – Avanço constante sobre superfícies



N220 G01 Z4.134
N230 G01 X2.244 Z4.213
N240 G00 Z5.63 M09
N250 G01 X1.969 M08
N260 G01 Z4.134
N270 G01 X2.087 Z4.213
N280 G00 Z5.63 M09
N290 G01 X1.811 M08
N300 G01 Z4.134
N310 G01 X1.929 Z4.213
N320 G00 Z5.63 M09
N330 G01 X1.654 M08
N340 G01 Z4.134
N350 G01 X1.772 Z4.213
N360 G00 Z5.63 M09
N370 G01 X1.496 M08
N380 G01 Z4.148
N390 G01 X1.614 Z4.226
N400 G00 Z5.63 M09
N410 G01 X1.339 M08



N420 G01 Z4.207
N430 G01 X1.457 Z4.286
N440 G00 Z5.63 M09
N450 G01 X1.255 M08
N460 G01 Z5.47
N470 G01 X1.339 Z5.428
N480 G01 Z4.713
N490 G01 X1.26 Z4.674
N500 G01 Z4.323
N510 G02 X1.339 Z4.207 I0.189 K0
N520 G01 X1.457 Z4.286
N530 G00 X2.913 M09
N550 ET4
N551 M6
N570 G00 X2.992 Z2.244
N580 G01 X2.835 F0 M08 M4
N590 G01 Z3.746
N600 G01 X2.874 Z3.667
N610 G00 Z2.244 M09
N620 G01 X2.598 M08
N630 G01 Z3.429



N640 G01 X2.717 Z3.35
N650 G00 Z2.244 M09
N660 G01 X2.441 M08
N670 G01 Z3.425
N680 G01 X2.559 Z3.346
N690 G00 Z2.244 M09
N700 G01 X2.283 M08
N710 G01 Z3.424
N720 G01 X2.402 Z3.345
N730 G00 Z2.244 M09
N740 G01 X2.201 M08
N750 G01 Z2.294
N760 G01 X2.126 Z2.331
N770 G01 Z3.409
N780 G01 X2.244 Z3.33
N790 G00 Z2.331 M09
N800 G01 X2.126 M08
N810 G01 X1.969 Z2.41
N820 G01 Z3.375
N830 G01 X2.087 Z3.296
N840 G00 Z2.41 M09
N850 G01 X1.969 M08
N860 G01 X1.811 Z2.489



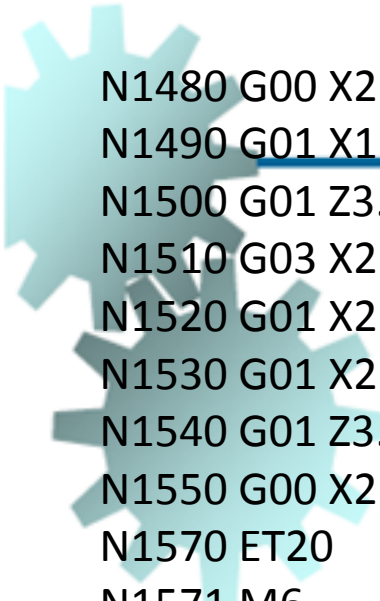
N870 G01 Z3.316
N880 G01 X1.929 Z3.237
N890 G00 Z2.489 M09
N900 G01 X1.811 M08
N910 G01 X1.654 Z2.567
N920 G01 Z3.208
N930 G01 X1.772 Z3.129
N940 G00 Z2.567 M09
N950 G01 X1.654 M08
N960 G01 X1.575 Z2.607
N970 G01 Z3.037
N980 G03 X1.654 Z3.208 I0.388 K0
N990 G01 X1.772 Z3.129
N1000 G00 X2.913 M09
N1020 ET1
N1021 M6
N1040 G00 X2.913 Z2.402
N1050 G01 X2.756 M08 M4
N1060 G01 Z1.457
N1070 G01 X2.874 Z1.535
N1080 G00 Z2.402 M09
N1090 G01 X2.598 M08
N1100 G01 Z1.457



N1110 G01 X2.717 Z1.535
N1120 G00 Z2.402 M09
N1130 G01 X2.441 M08
N1140 G01 Z1.46
N1150 G01 X2.559 Z1.539
N1160 G00 Z2.402 M09
N1170 G01 X2.283 M08
N1180 G01 Z1.505
N1190 G01 X2.402 Z1.584
N1200 G00 Z2.402 M09
N1210 G01 X2.205 M08
N1220 G01 Z2.276
N1230 G01 Z1.606
N1240 G02 X2.283 Z1.505 I0.15 K0
N1250 G01 X2.402 Z1.584
N1260 G00 X2.913 M09
N1261 ET2
N1262 M6



N1280 G00 X1.26 Z5.63
N1300 G01 Z5.472 M08 M4
N1310 G01 X1.339 Z5.433
N1320 G01 Z4.724
N1330 G01 X1.26 Z4.685
N1340 G01 Z4.331
N1350 G02 X1.654 Z4.134 I0.197 K0
N1360 G01 X2.205
N1370 G01 X2.677 Z3.74
N1380 G01 Z3.346
N1390 G00 X2.913 Z3.543 M09
N1400 G00 X2.283 Z1.732
N1410 G01 X2.205 Z1.614 M08
N1420 G02 X2.52 Z1.457 I0.157 K0
N1430 G01 X2.677
N1440 G01 Z0.236
N1450 G00 X2.835 Z0.472 M09
N1460 G00 Z2.402
N1470 ET5
N1471 M6



N1480 G00 X2.835 Z2.402
N1490 G01 X1.575 Z2.835 M08 M4
N1500 G01 Z3.031
N1510 G03 X2.362 Z3.425 I0.394 K0
N1520 G01 X2.598
N1530 G01 X2.677 Z3.465
N1540 G01 Z3.74
N1550 G00 X2.913 Z3.937 M09
N1570 ET20
N1571 M6
N1580 G00 X0 Z5.63
N1590 G81 G99 Z3.74 R5.5 (Drill cycle)
N1620 ET11
N1621 M6
N1630 G00 X0.551 Z5.63
N1650 G01 X0.709 M08 M4
N1660 G01 Z4.897
N1670 G01 X0.591 Z4.975
N1680 G00 Z5.63 M09
N1690 G01 X0.866 M08

→ Ciclos Fixos



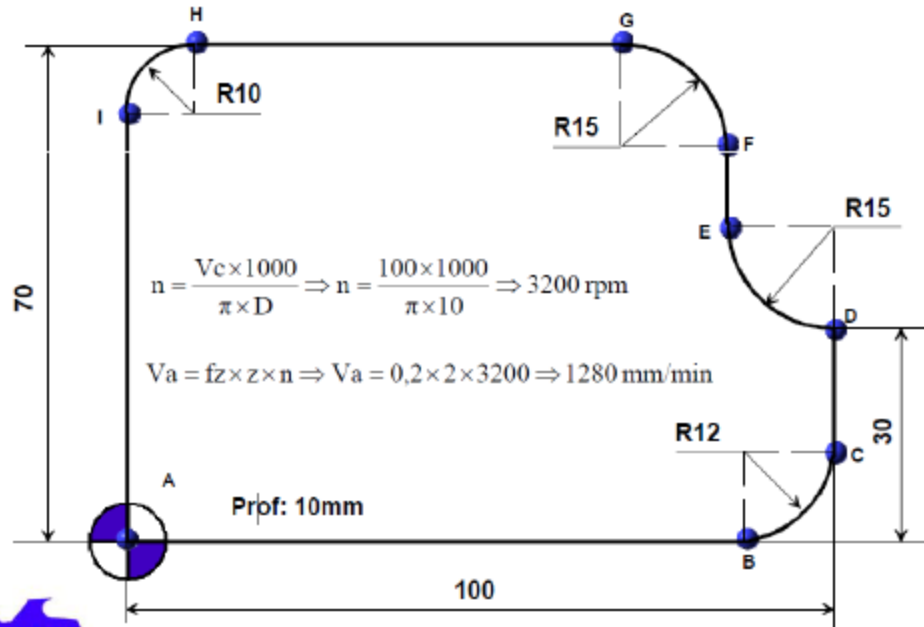
N1700 G01 Z5.457
N1710 G01 Z5.028
N1720 G01 X0.709 Z4.897
N1730 G01 X0.591 Z4.975
N1740 G00 X0.551 M09
N1750 G00 Z5.63
N1760 ET23
N1770 G00 X0.276 Z5.63
N1780 G01 X0.866 Z5.472 M08
N1790 G01 Z5.039
N1800 G01 X0.63 Z4.843
N1810 G00 Z5.63 M09
N1830 ET8
N1831 M6



N1840 G00 X2.835 Z2.126
N1860 G00 X2.283
N1870 G01 X1.969 M08 M4
N1880 G00 X2.283 M09
N1890 G00 Z1.929
N1900 G01 X1.969 M08
N1910 G00 X2.283 M09
N1920 G00 Z1.732
N1930 G01 X1.969 M08
N1940 G00 X2.283 M09
N1950 G00 X2.913 Z2.205
N1960 M30

Exemplo de Programação CNC (Fresamento)

T05 - Fresa de topo Ø 10mm
 2 Arestas de corte
 $V_c = 100 \text{ m/min}$
 $f_z = 0,2 \text{ mm}$



O0010 (Contorno Chapa);
 N10 G17 G21 G90 G94;
 N20 T05;
 N30 M06;
 N40 G54 S3200 M3;
 N45 G43 H01 Z1;
 N50 G0 X-10 Y-10 Z-10;
 N60 G42 D3;
 N70 G1 X0 Y0 F1280;
 N80 X88;
 N90 G3 X100 Y12 R12;
 N100 G1 Y30;
 N110 G2 X85 Y45 R15;
 N120 G1 Y55;
 N130 G3 X70 Y70 R15;
 N140 G1 X10;
 N150 G3 X0 Y60 R10;
 N160 G1 Y0;
 N170 G40;
 N175 G49;
 N180 G0 Z100;
 N190 M30;

PTO A
 PTO B
 PTO C
 PTO D
 PTO E
 PTO F
 PTO G
 PTO H
 PTO I
 PTO A



Exemplo 1

ET55 M6

Habilita a troca de ferramenta

G92 X3.543 Y2.756 Z1.181

Estabelece nova origem

G0 X-2.953 Y-2.559 M3 S2000 F20

Z-0.197

M98 P1001 L1

Z-0.276

M98 P1001 L1

Z-0.354

M98 P1001 L1

Chamada de subrotina

Avanço da ferramenta
Rotação do eixo árvore

Aciona eixo árvore no sentido
horário



O1001

Sub rotina

G1 Y-2.362

Interpolação linear

G91

Coordenadas Incrementais

Y6.89

X5.906

Y-6.693

X-5.906

Y-0.394

G90

Coordenadas Absolutas

M17



G0 Z.1

ET47 M6

G0 Z0.079 X-1.969 Y-1.181 M3 M8 S3000

F22

M98 P1000 L1 (furação)

X1.969 Y-1.181

M98 P1000 L1 (furação)

G90

M0 (Parada)

➤ Troca de ferramenta

Aciona eixo árvore no sentido horário

➤ Rotação do eixo árvore

➤ Liga sistema de refrigeração

➤ Coordenadas Absolutas

Coordenadas Absolutas

(Sub rotina para furação)

O1000

G90 M8 M3

G73 Z-0.8 R0.08 Q0.2 P0 F25

Y3.543

G0 G80 G90 Z0.079

M17

Liga sistema de
refrigeração

Aciona eixo árvore no sentido
horário

Ciclo de furação com
quebra de cavaco

Incremento de corte

Nível de
Aproximação rápida
(ponto R)

Avanço programado
para os incrementos Q

Cancela ciclos fixos

Coordenadas
Absolutas



ET31 M6 (Troca de Ferramenta)

(usinagem do contorno)

G00 X0 Y-1.599 Z.1

G01 Z-0.5 F50 M08 M3 S3000

G02 X-1.487 Y-0.588 I0 J1.599

G03 X-1.603 Y-0.418 I-0.436 J-0.172

G02 X-0.619 Y3.818 I1.71 J1.835

G02 X-0.419 Y3.281 I0.083 J-0.275

G03 X-1.681 Y1.162 I0.864 J-1.95

G03 X-1.246 Y1.003 I0.248 J0.003

G02 X0 Y1.599 I1.246 J-1.003

G02 X1.245 Y1.003 I0 J-1.599

G03 X1.68 Y1.162 I0.187 J0.163

G03 X0.418 Y3.281 I-2.126 J0.169

G02 X0.618 Y3.818 I0.116 J0.263

G02 X1.602 Y-0.418 I-0.725 J-2.401

G03 X1.486 Y-0.588 I0.319 J-0.343

G02 X0 Y-1.599 I-1.487 J0.588

G00 Z0.079 M09

M0 (Parada)

Interpolação Circular no
Sentido Anti-Horário

I e J são as distâncias do centro do
arco ao ponto inicial ao longo dos
eixos X e Y, respectivamente

Desliga Fluido Refrigerante



ET33 M6 (Troca de Ferramenta)

(Fresa espiral)

G00 X-0.914 Y0 Z.1

G01 Z-0.787 F40 M08 M3 S1875

G03 I0.913 J0

G03 X0.597 I0.756 J0

G03 X-0.599 I-0.598 J0

G03 X0.283 I0.441 J0

G03 X-0.284 I-0.283 J0

G03 X-0.032 I0.126 J0

G00 Z0.079 M09



ET46 M6 (Perform tool change)

(Circular drilling cycle)

G00 Z0.079 M3 M8 S4000 F22

G12 X0 Y0 Z-.787 R.0787 Q.2 SA0 AS36 RA1.18 H10

G00 Z0.394 M09

M6

M30 (End of program)

Imagem Espelho no eixo Y