

TECNOLOGIA DE CONTROLE NUMÉRICO

PROGRAMAÇÃO CNC

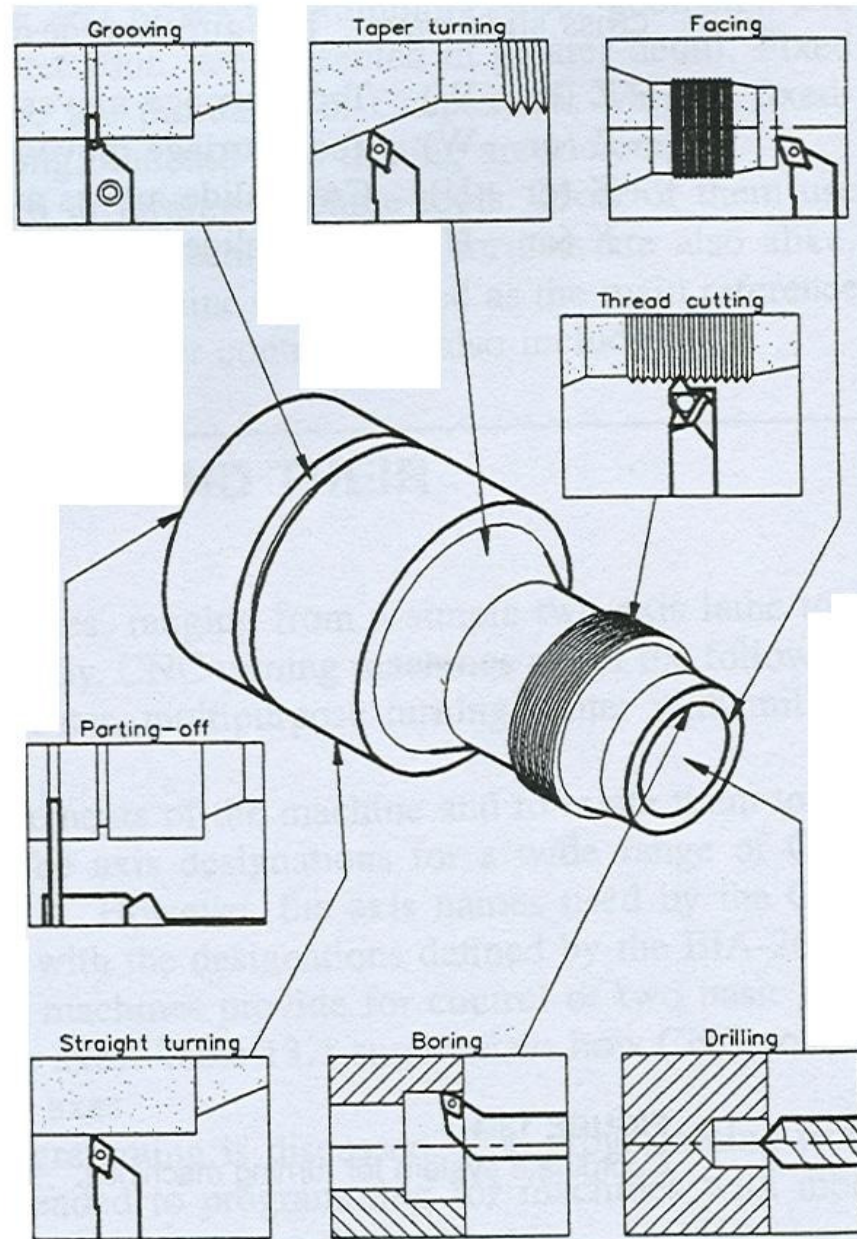




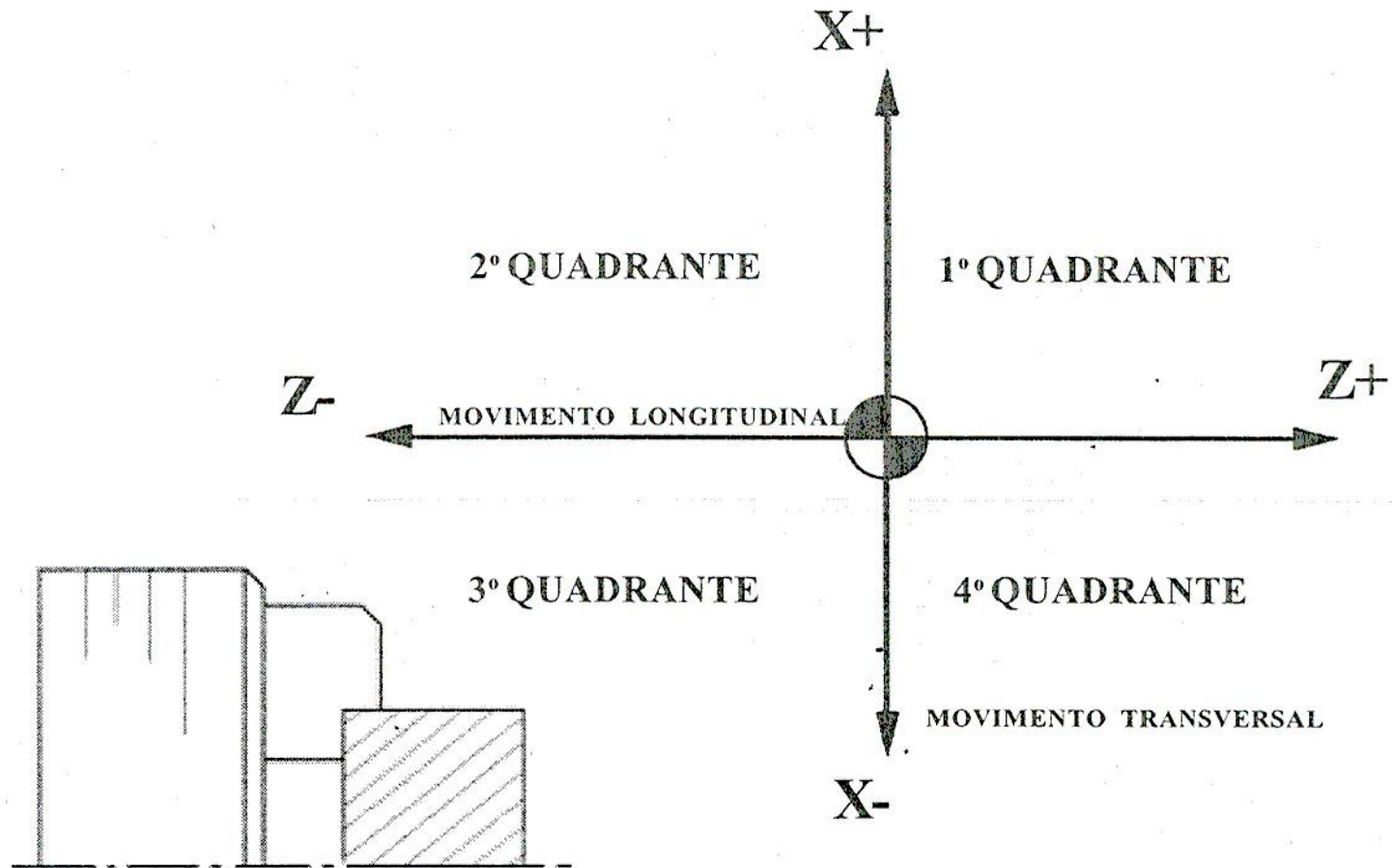
Preços de Alguns Softwares Comerciais de CAD/CAM

SOFTWARE	MÓDULO	CUSTO DE AQUISIÇÃO EM U\$\$	TREINAMENTO EM HORAS	TREINAMENTO EM U\$\$ POR PARTICIPANTE
MasterCam	Fresamento completo até 3 eixos	18.600,00	40h	260,00
Powermill	Fresamento completo até 5 eixos	23.500,00	40h	950,00
Cymatron	Fresamento completo até 3 eixos	18.500,00	40h	950,00
Catia	CAD e fresamento completo até 3 eixos	27.000,00	96h – CAD 52h - CAM	1.000,00 - CAD 860,00 - CAM

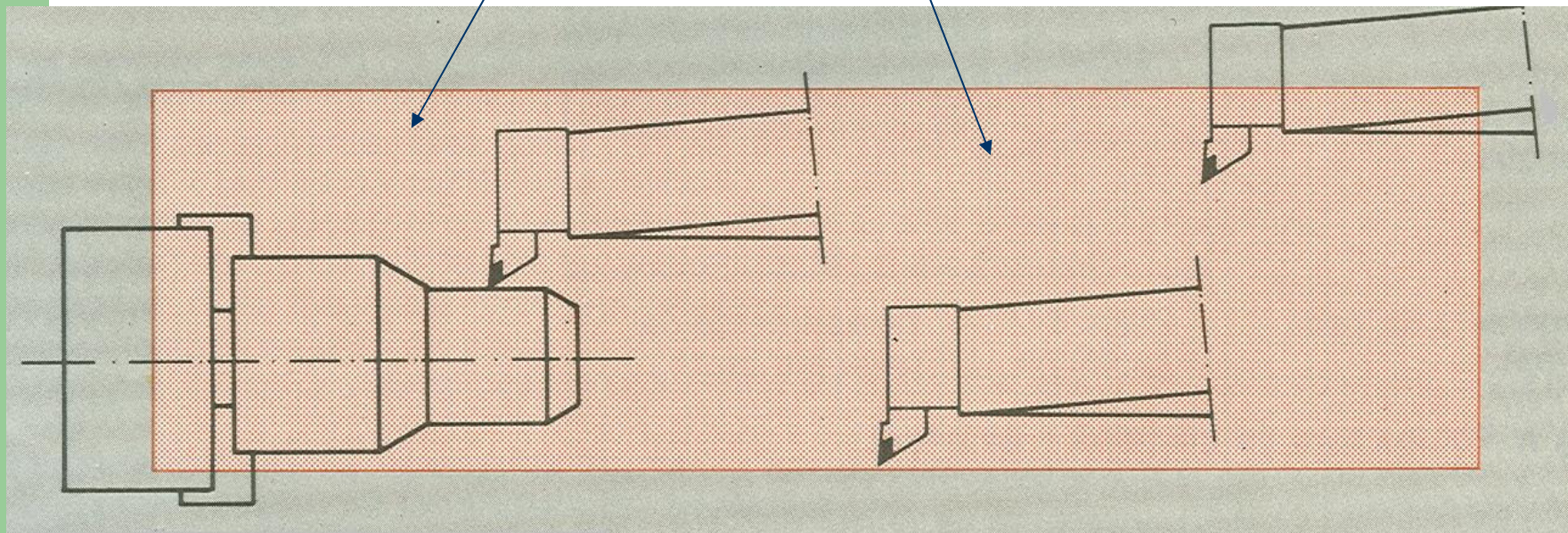
Operações de Torneamento



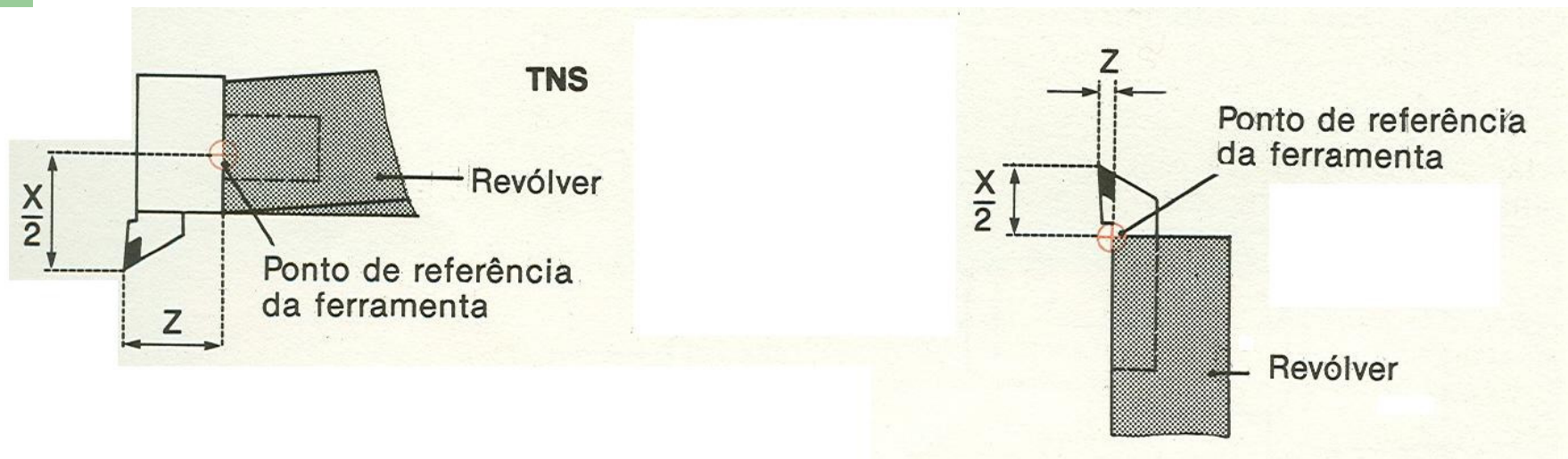
Eixos de um Torno CNC



Área de Trabalho de Torno CNC

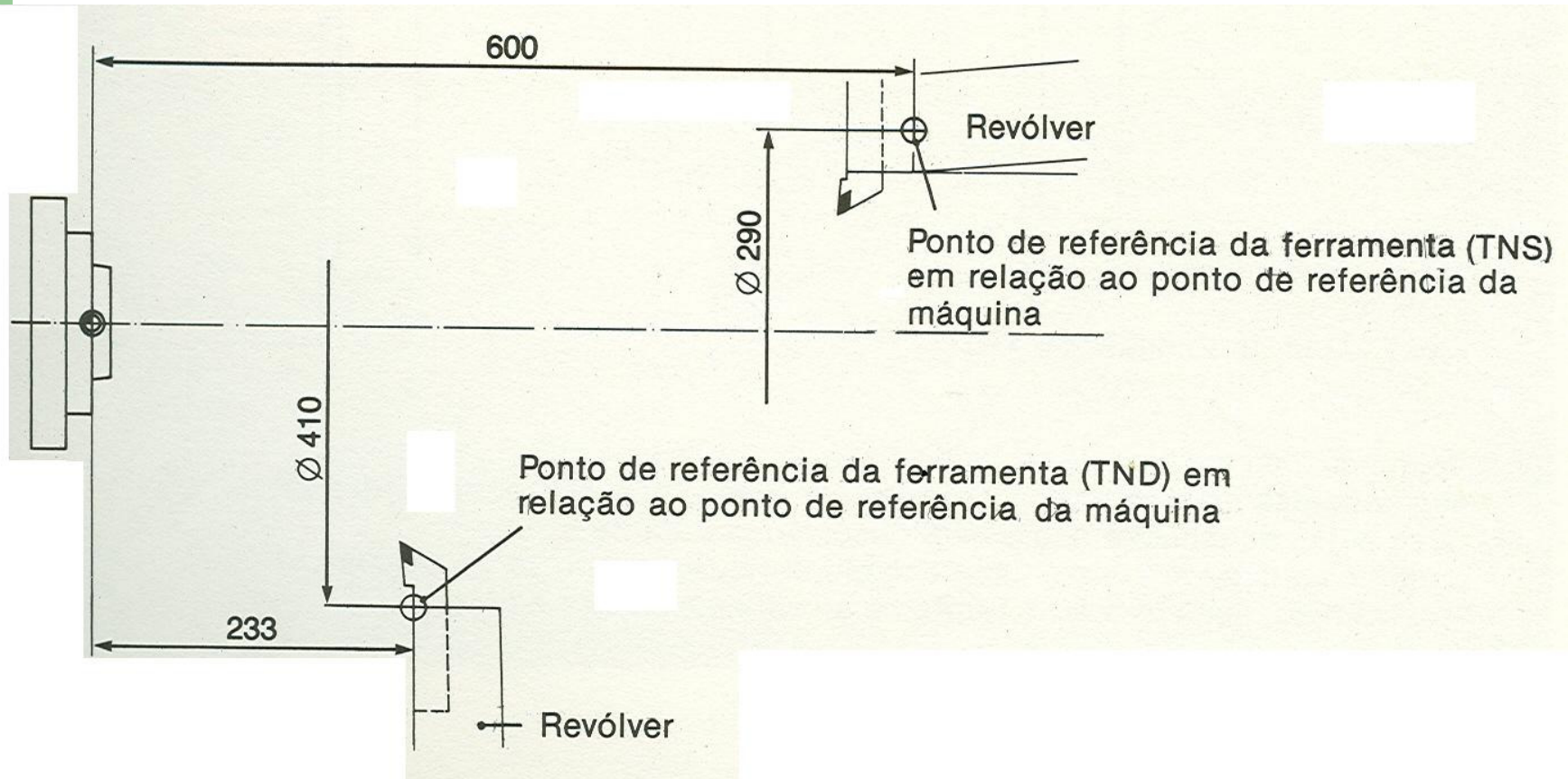


Zero Ferramenta



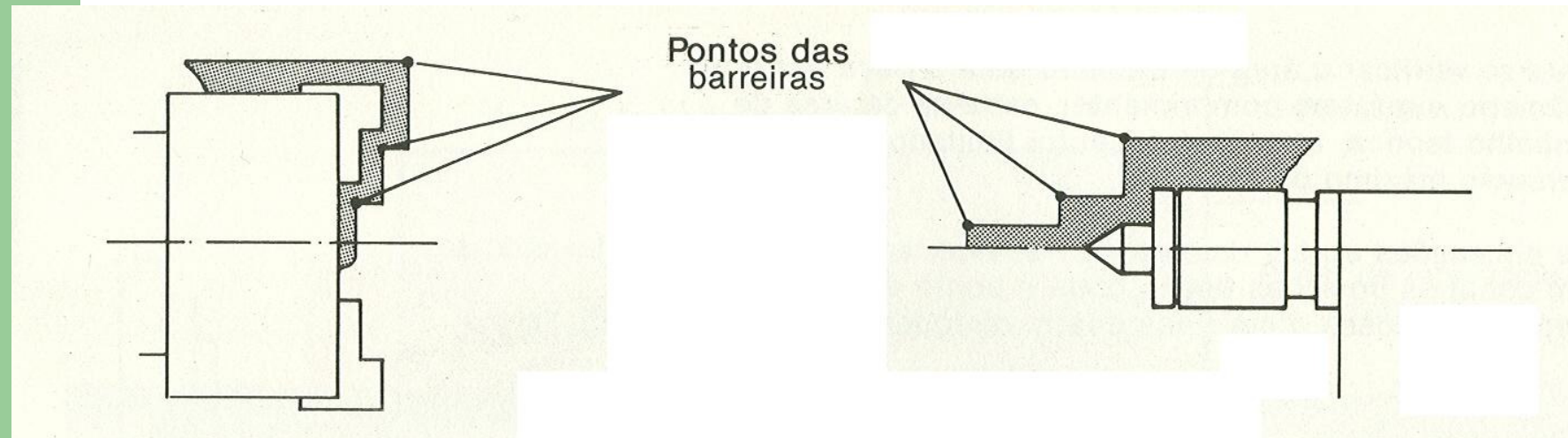
Ponto zero da ferramenta

Zero Máquina e Zero Ferramenta



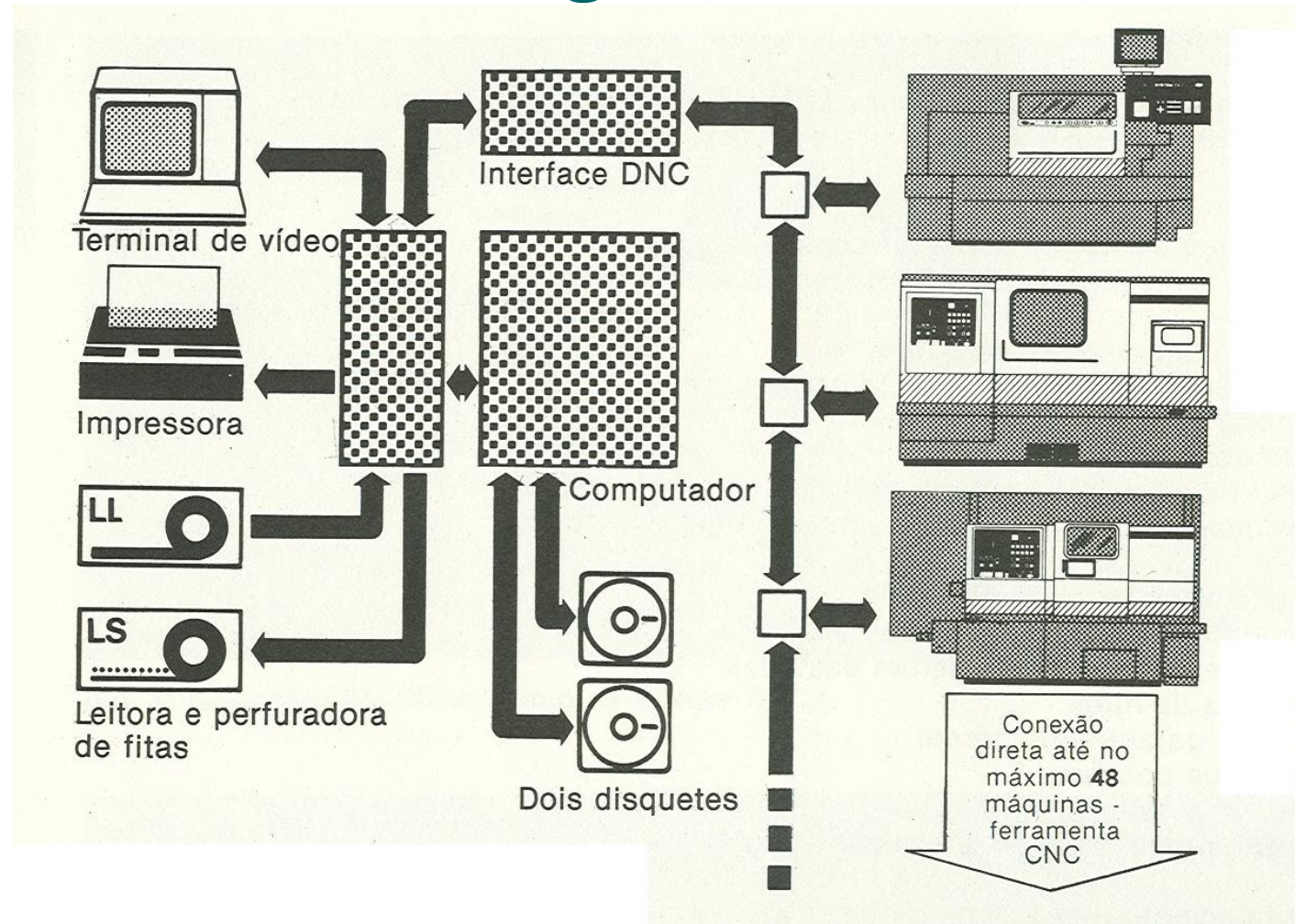
Pontos de referência da máquina e da ferramenta

Zonas de Segurança



Zonas de segurança das castanhas e da contra-ponta

Entrada de Programas no CNC



Possibilidades de Entrada de Programas no CNC

WebDNC - GRACO UnB - Konqueror

Localização Editar Ver Ir Favoritos Ferramentas Configurações Janela Ajuda

Localização: <http://webdnc.graco.unb.br/webdnc/rbwblnfr.html>

SuSE PackMan.Links2Linux.org Libdvdcss - Overview Downloading File: ...L-1.07-pre3.tar.gz Sun Downlo >>

CNC/PMC Read WRITE cnc_upload CÂMERAS

Alarm Status = 027.00
AXIS Absolute Relative Machine Distance
0 430000 0 -104826 0
1 444600 0 -77928 0
2 0 0 247144 0

Eixo X Absoluto:430000
Eixo Y Absoluto:444600
Eixo C Absoluto:0

Carregamento Atual = 0

PROGRAMS - SIZE
O1 () - 180
O2 () - 60
O3 (PECA CURSO) - 1680
O4 (CASTANHA 1) - 180
O10 () - 240
O11 (PROG TST) - 300
O31 (PECA CURSO) - 1620
O96 () - 60
O97 (ATENCAO...) - 1140
O98 (ATENCAO...) - 1200

Sex: 27-Ago-2004, 11:06:17.46 Cam 1/01

POSITION ATUAL (ABSOLUTE) PROG TST 00011 N00000
X 430.000 F 0
Z 444.600
C 0.000

Read NC data registered on the memory in CNC:

COMPENSAÇÃO DE PEÇA
DIAMETRO DA PEÇA
PARÂMETRO DE PEÇA
APNE AUTOM
LIMITE
CENTRO DO GRF.
ESCALA
HORA DE FICCO

00003(PECA CURSO)
N10G21G40G90G95
G0X400Z300T00
T1010(---FURAR---)
G97S1800M15
M19
G28C0
G0C0
G0X75Z89
G87C0X40F0.08

WebDNC: CNC Remoto via Web - Prof. Alberto Jose Alvares, GRACO - UnB ● Tomo Galaxy ON

5,0 fps (91,2 kB/s)

Alguns Códigos de Programação NC

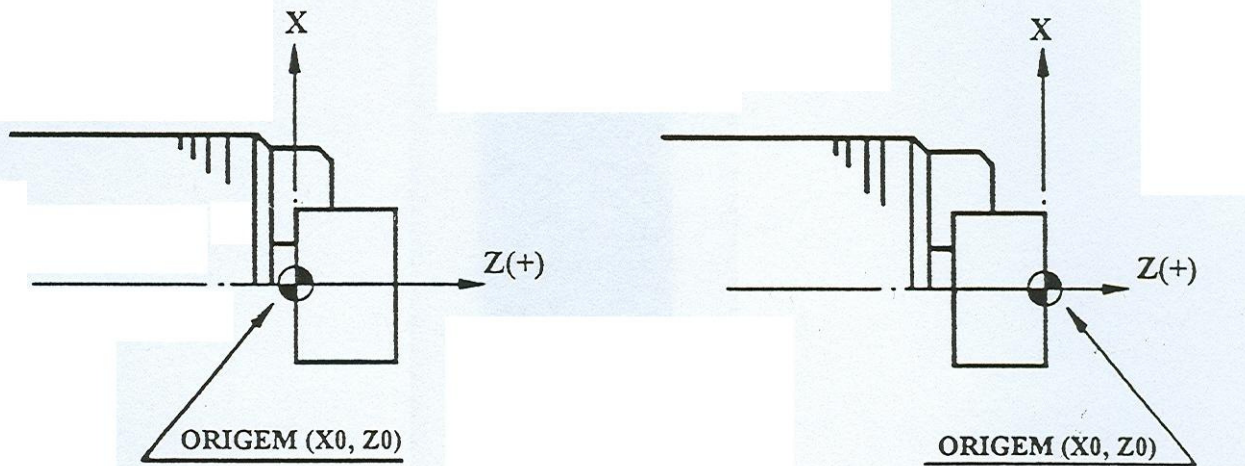
<i>Código</i>	<i>Significado</i>
%	Início do programa
O	Número do programa
N	Número do bloco
G00	Movimento rápido ponto a ponto
G01	Interpolação linear com avanço especificado
G02	Interpolação circular (horária)
G03	Interpolação circular (anti-horária)
G20	Programação em polegadas
G21	Programação em mm
G40	Cancelar a compensação do raio da ferramenta
G41	Ativar compensação do raio da ferramenta à esquerda
G42	Ativar compensação do raio da ferramenta à direita
G90	Programação em coordenadas absolutas
G91	Programação em coordenadas incrementais
G94	Avanço em pol/min ou mm/min
G95	Avanço em rpm
G96	Velocidade de corte constante
G97	RPM constante
I	Parâmetro de interpolação circular o eixo X
K	Parâmetro de interpolação circular o eixo Z
F	Avanço em [mm/rot]
S	Velocidade do fuso em [rpm]
T	Posição da ferramenta no magazine e Corretor de comprimento da ferramenta

Alguns Códigos de Programação NC

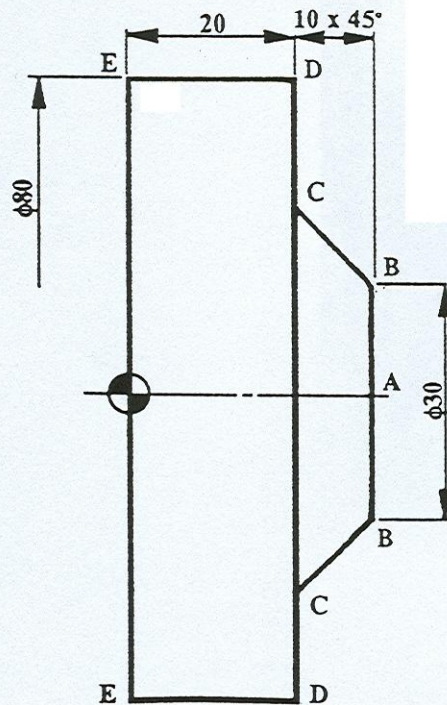
<i>Código</i>	<i>Significado</i>
M00	Parada obrigatória
M02	Fim do programa sem retrocesso ao início do programa
M30	Fim do programa com retrocesso ao início do programa
M03	Liga o fuso no sentido de rotação anti-horário
M04	Liga o fuso no sentido de rotação horário
M05	Parada do fuso
M06	Troca de ferramenta
M08	Ligar refrigeração
M09	Desligar refrigeração
(Início de comentário
)	Fim de comentário

Sistema de Coordenadas Absolutas

G90



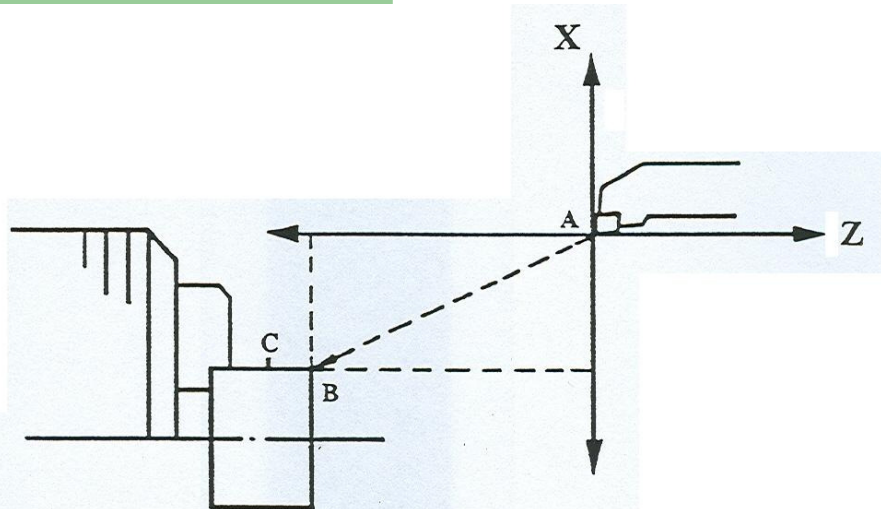
EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO:



MOVIMENTO		COORDENADAS ABSOLUTAS	
PARTIDA	META	EIXO	
DE	PARA	X	Z
A	B	30	30
B	C	50	20
C	D	80	20
D	E	80	0

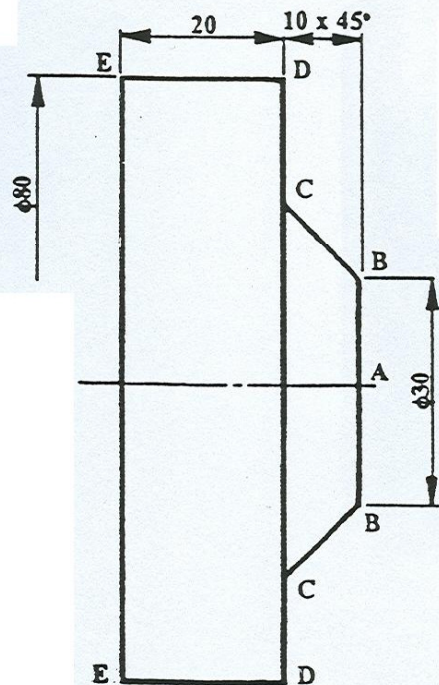
Sistema de Coordenadas Incrementais

G91



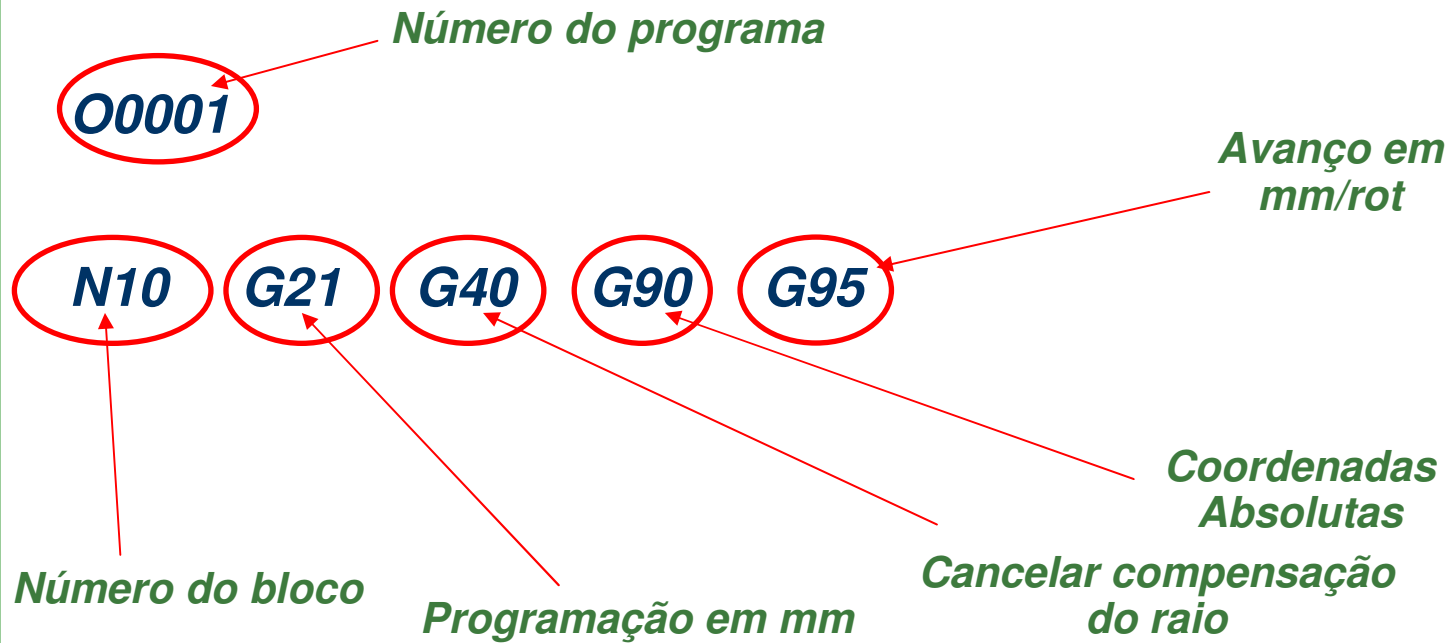
Note-se que o ponto A é a origem do deslocamento para o ponto B e B será origem para um deslocamento até um ponto C, e assim sucessivamente.

EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO:



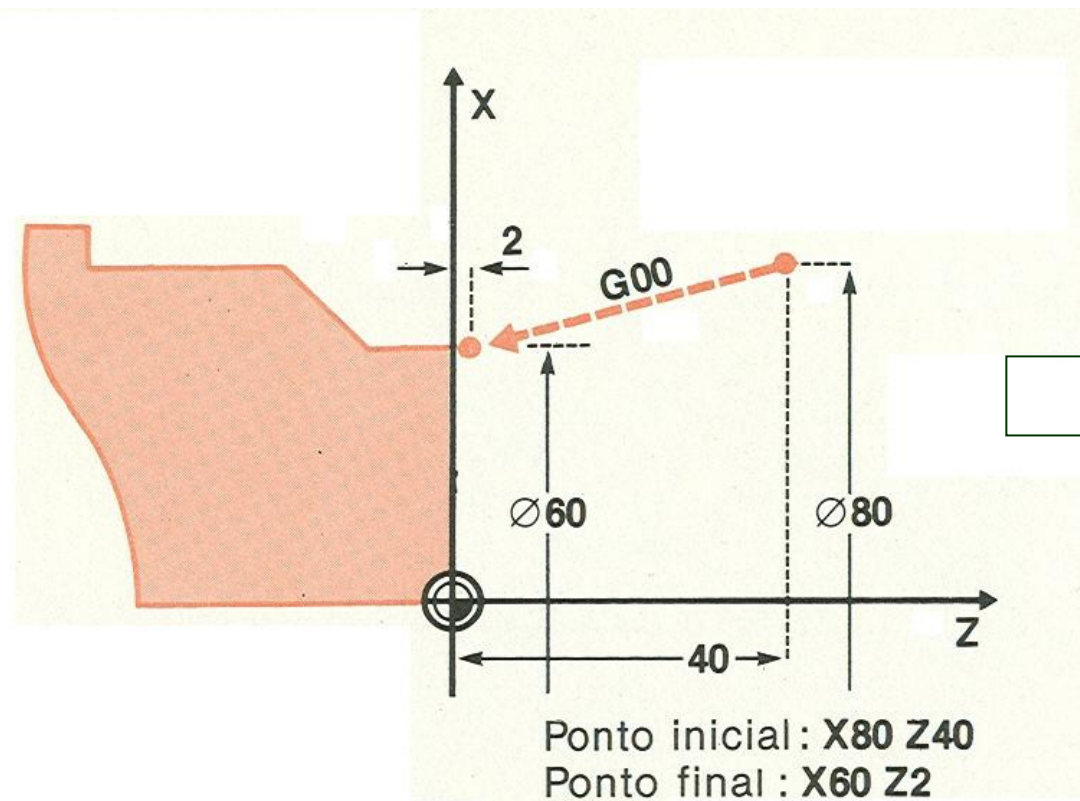
MOVIMENTO		COORDENADAS INCREMENTAIS	
PARTIDA	META	DIREÇÃO	
DE	PARA	X	Z
A	B	30	0
B	C	20	-10
C	D	30	0
D	E	0	-20

Exemplo de linhas iniciais de um Programa NC



Comando G00

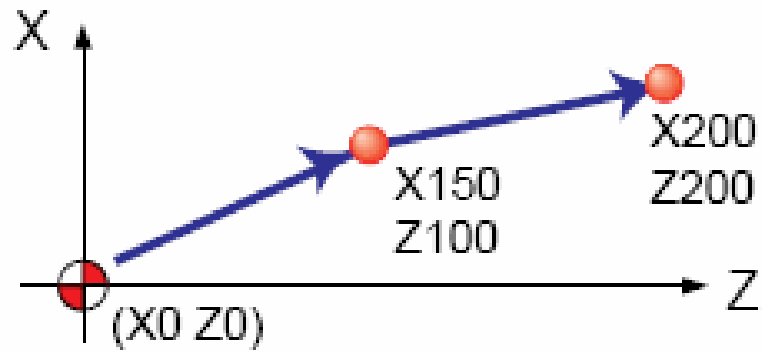
Interpolação Linear com Avanço Rápido



Comando G00

Interpolação Linear com Avanço Rápido

G00 X____ Z____



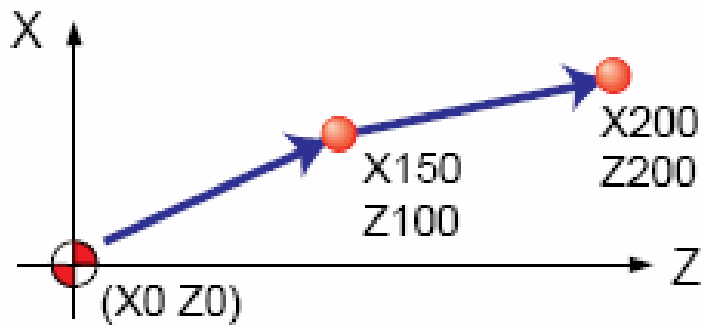
G00 X150.0 Z100.0

X200.0 Z200.0

Comando G01

Interpolação Linear com Avanço de Trabalho

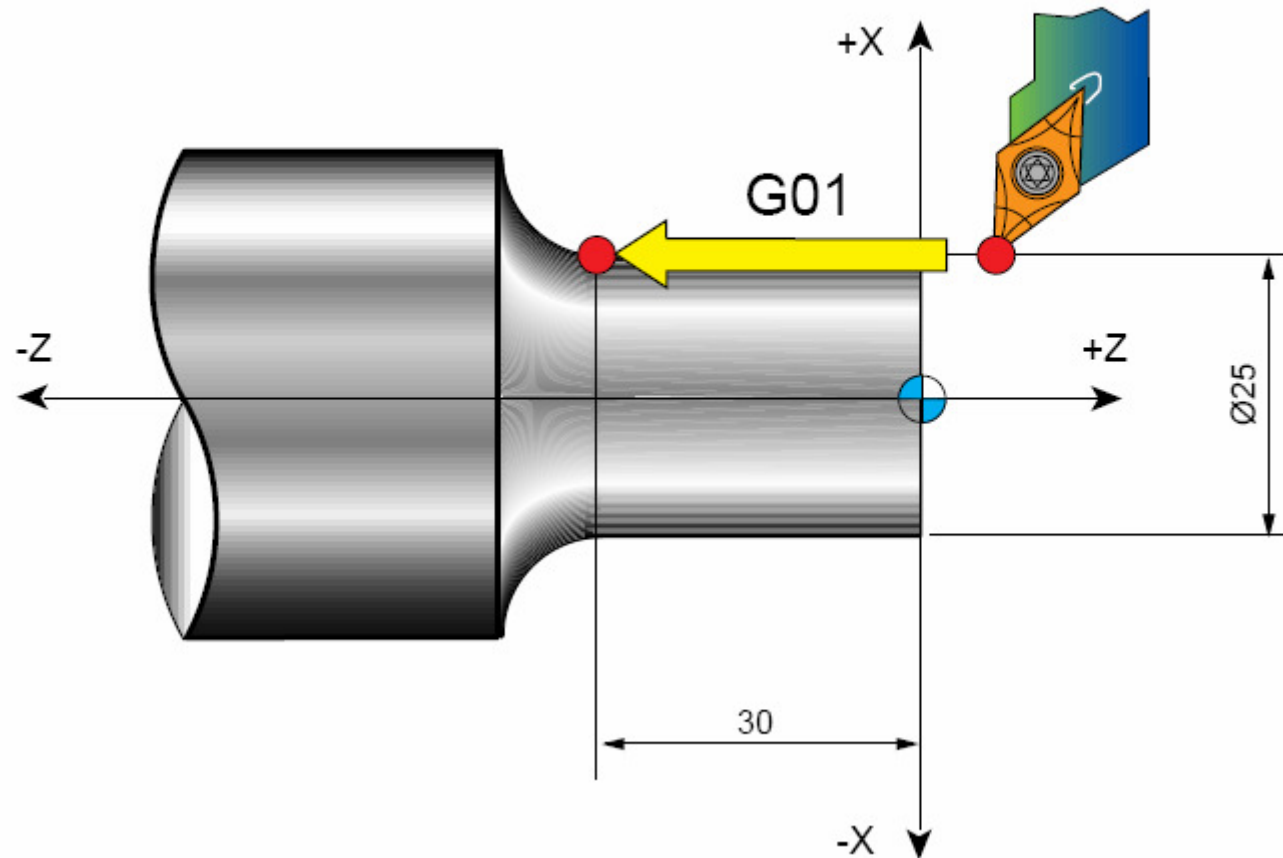
G01 X___ Z___ F___



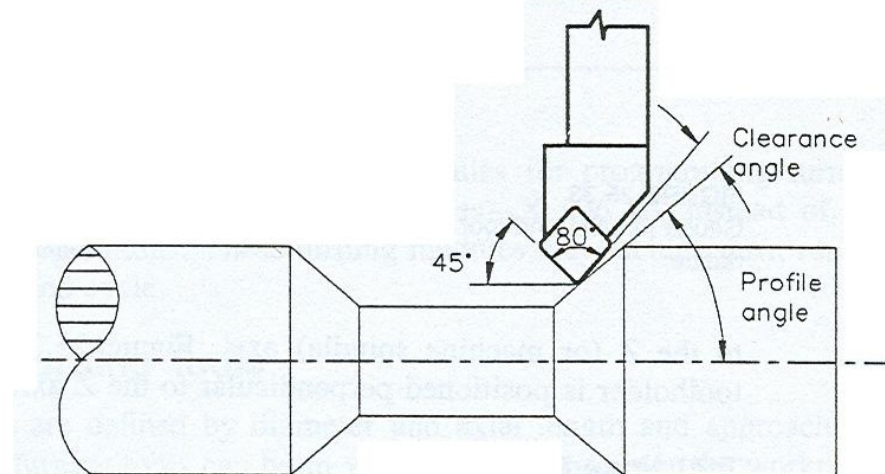
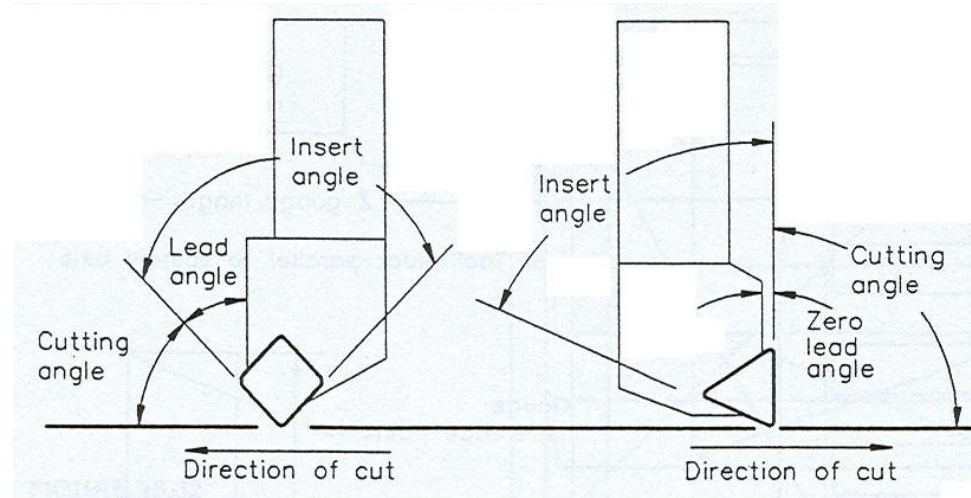
```
G01 X150.0 Z100.0 F0.2  
X200.0 Z200.0
```

Comando G01 Interpolação Linear com Avanço de Trabalho

```
N1234 G01 X25. Z-30. F0.2
```

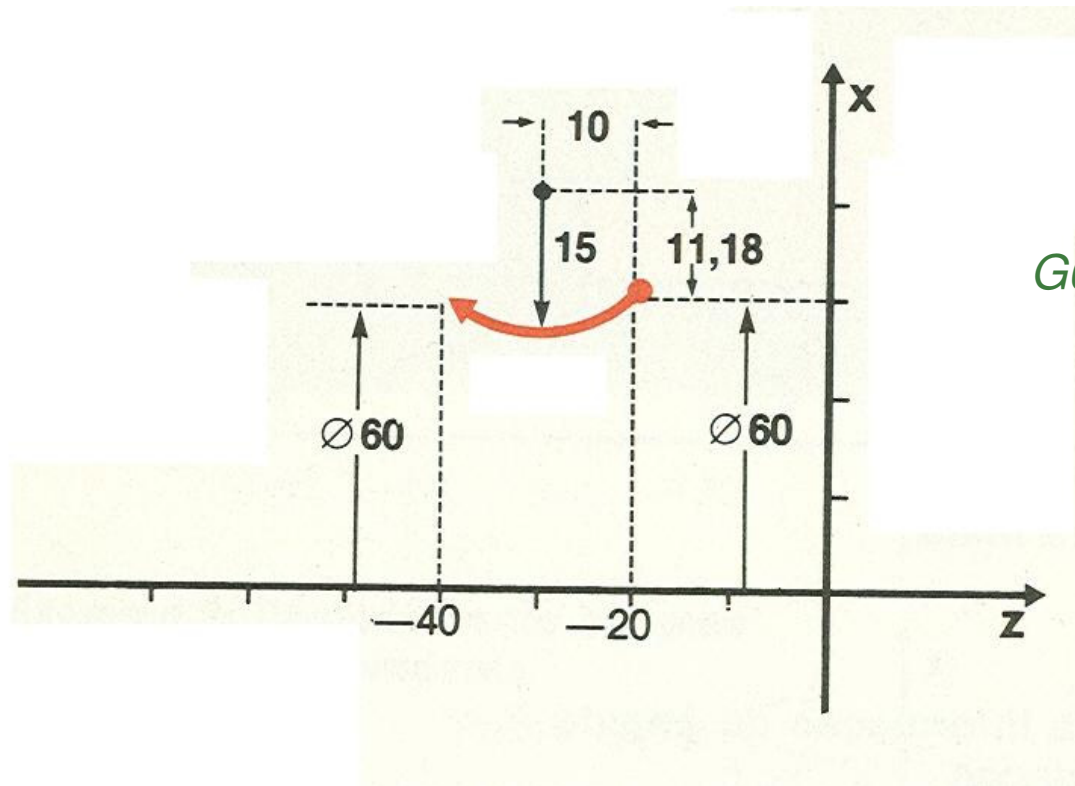


Cuidado com os Ângulos da Ferramenta



Comando G02

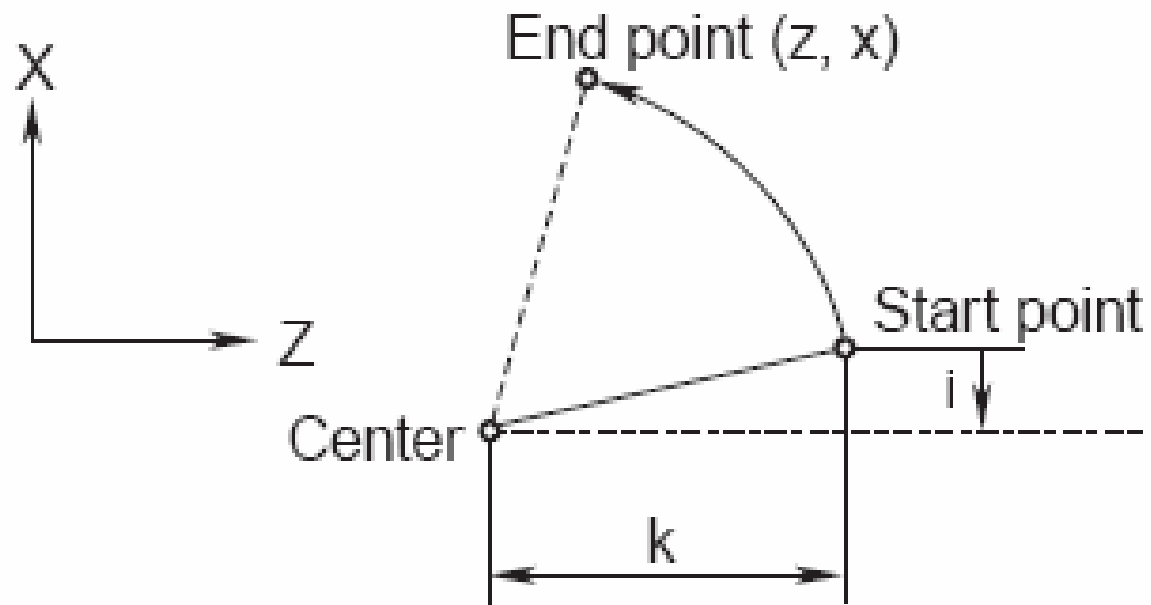
Interpolação Circular Horária (da direita para a esquerda)



G02 X60 Z-40 R15

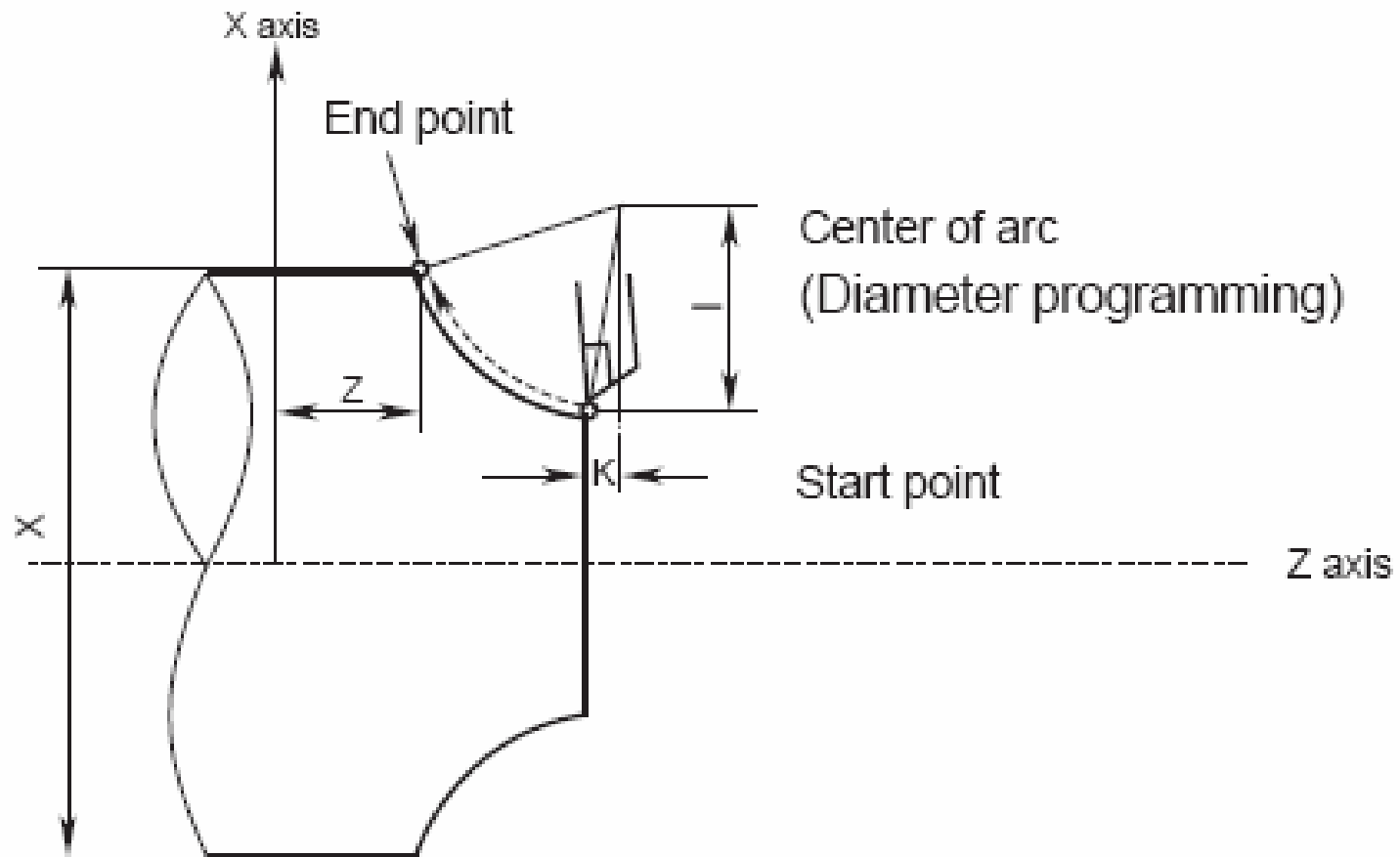
G02 X60 Z-40 I11.18 K-10

Comando G02
Interpolação Circular Horária (da direita para a esquerda)



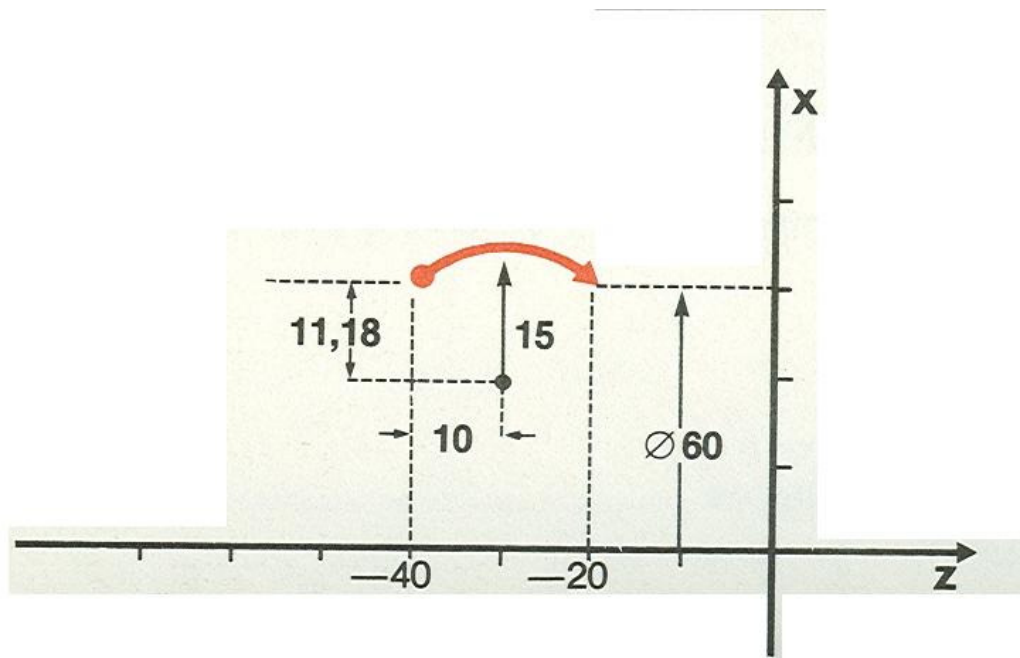
Comando G02

Interpolação Circular Horária (da direita para a esquerda)



Comando G02

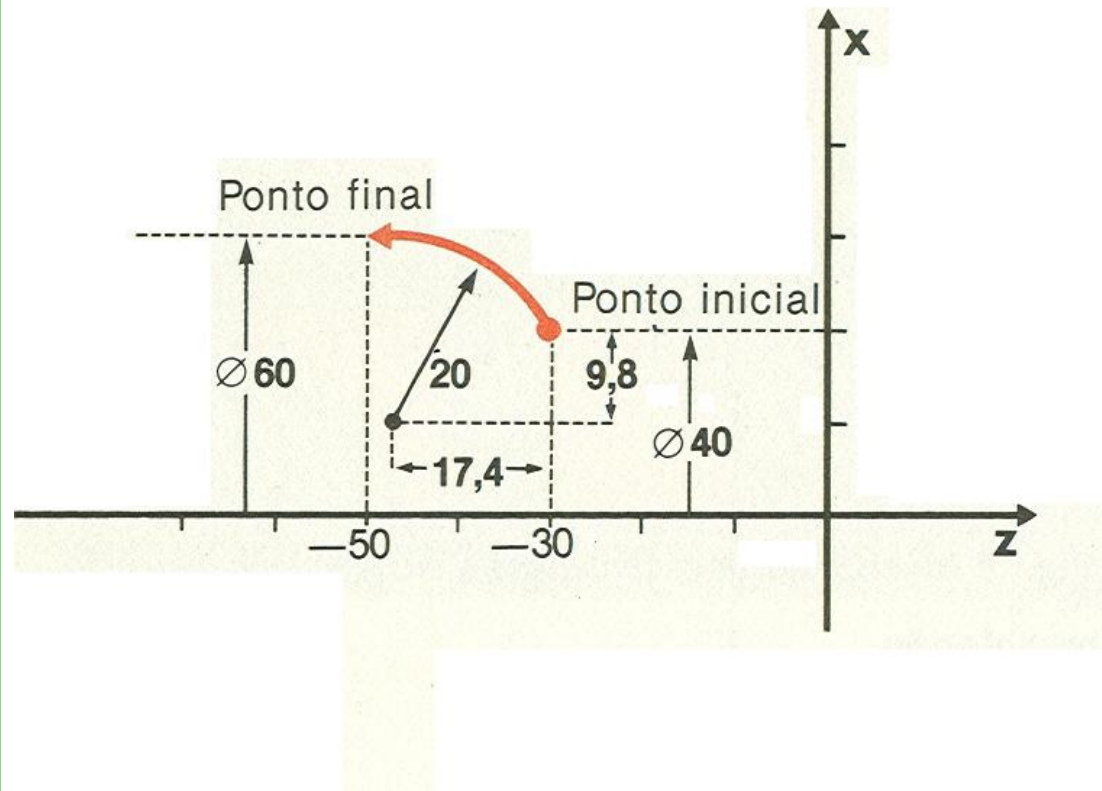
Interpolação Circular Horária (da esquerda para a direita)



G02 X60 Z-20 R15

G02 X60 Z-20 I-11.18 K10

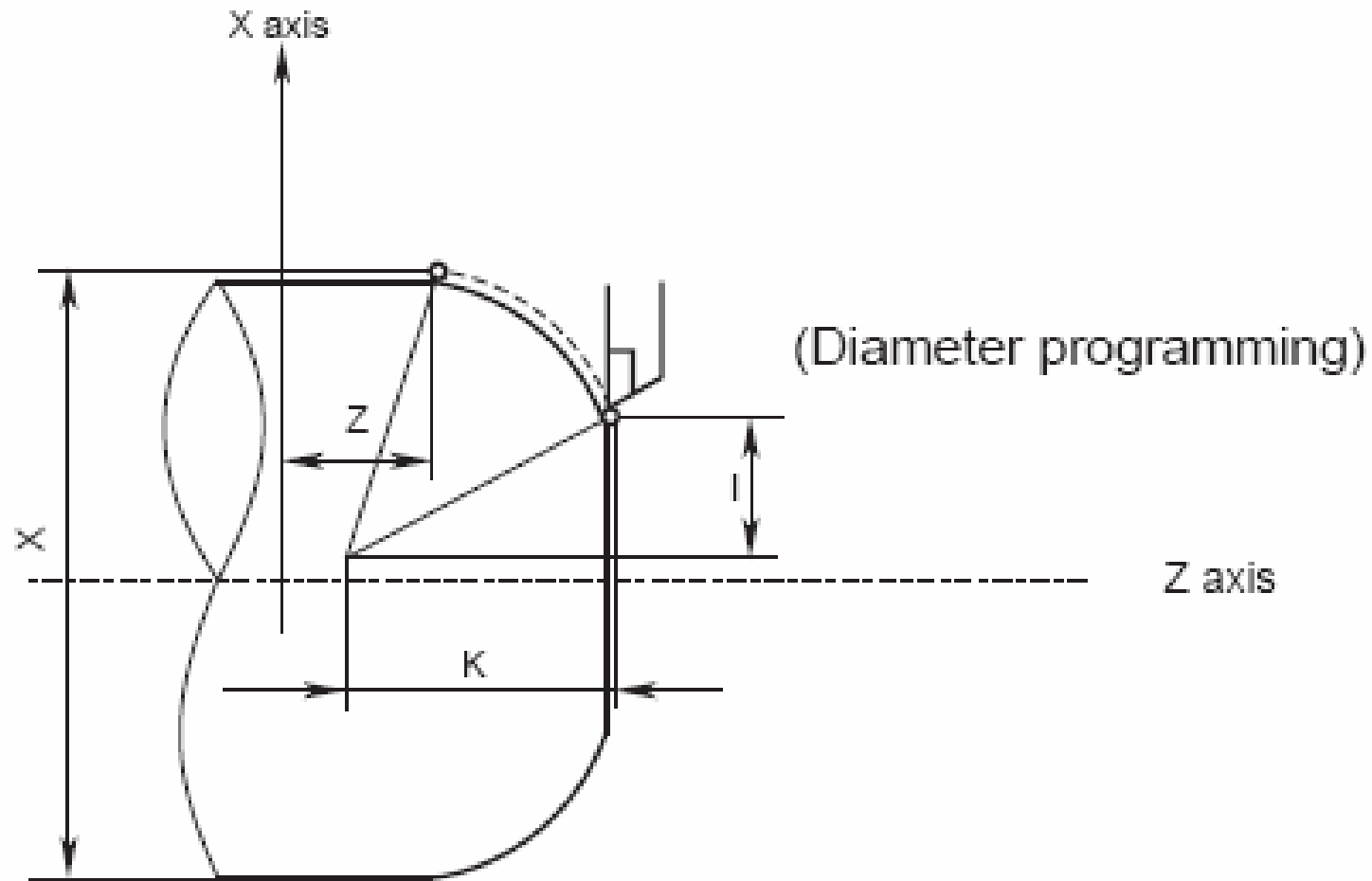
Comando G03 Interpolação Circular Anti-Horária (da dir. para a esq.)



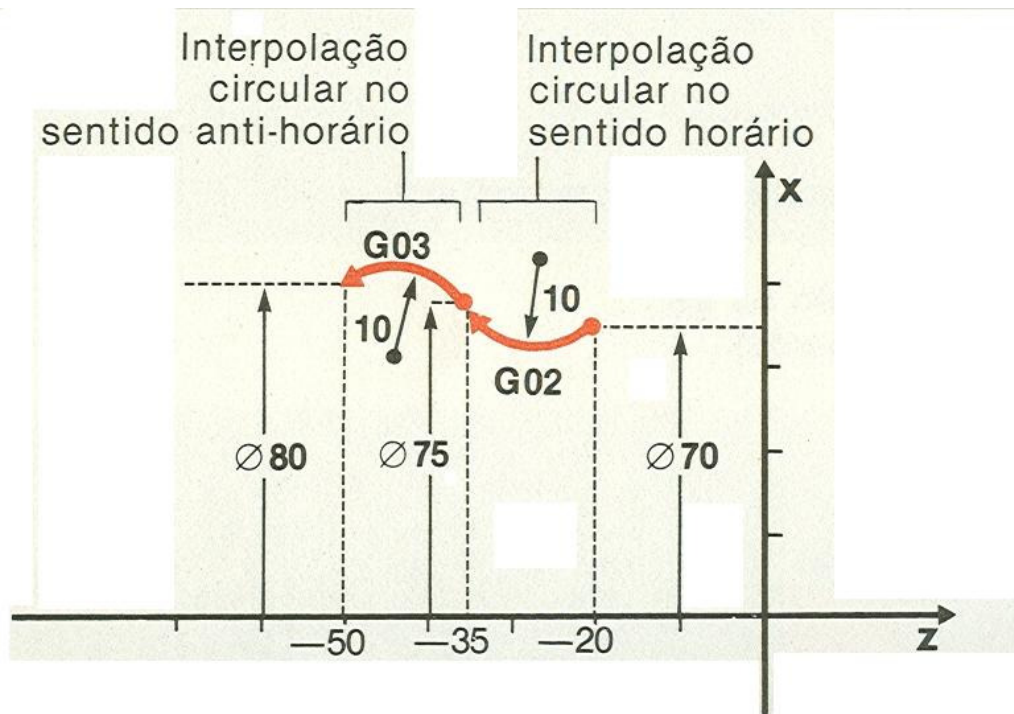
G03 X60 Z-50 R20

G03 X60 Z-50 I-9.8 K-17.4

Comando G03 Interpolação Circular Anti-Horária (da dir. para a esq.)



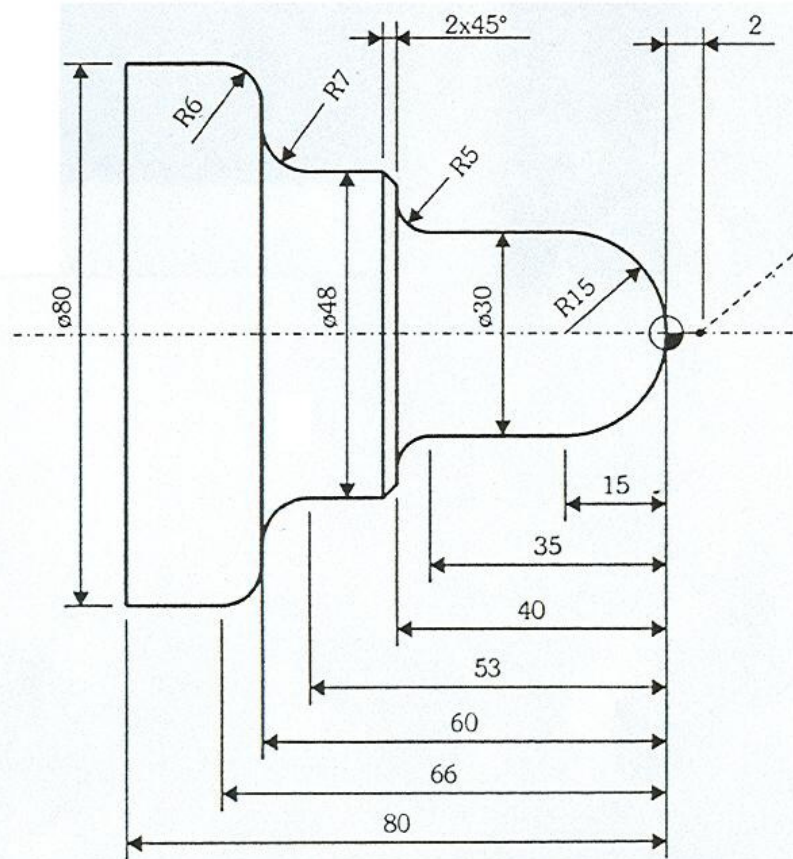
Comandos G02 e G03 Interpolações Circulares



G02 X75 Z-35 R10

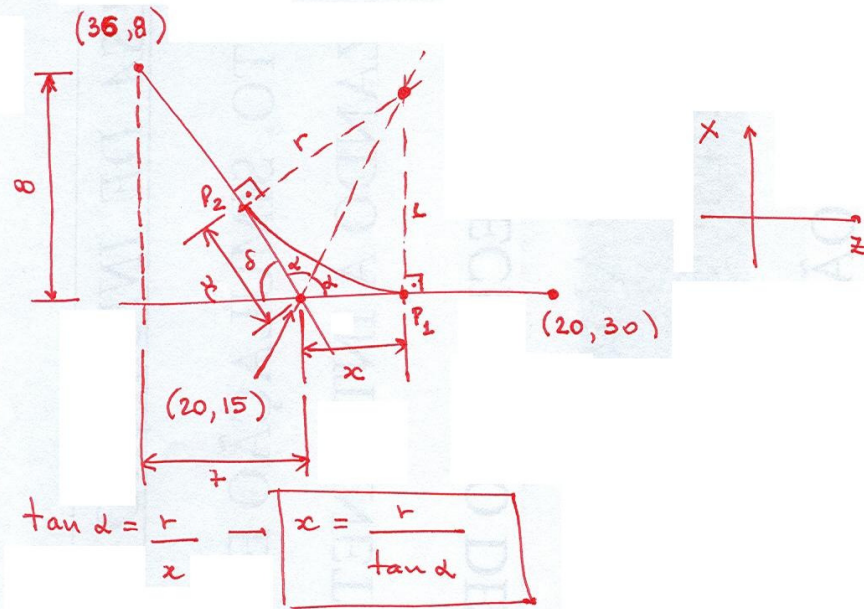
G03 X80 Z-50 R10

Programa ilustrando interpolações lineares e circulares com avanço de trabalho



```
N010 G00 X0 Z2. M08  
N020 G01 Z0 F.15  
N030 G03 X30. Z-15. R15. ou N30 G03 X30. Z-15.  
10 K-15.  
N040 G01 Z-35.  
N050 G02 X40. Z-40. R5. ou N50 G02 X40. Z-40.  
15. K0.  
N060 G01 X44.  
N070 X48. Z-42.  
N080 Z-53.  
N090 G02 X62. Z-60. R7. ou N90 G02 X62. Z-60.  
17. K0.  
N100 G01 X68.  
N110 G03 X80. Z-66. R6. ou N110 G03 X80. Z-66.  
10. K-6.  
N120 G01 Z-80.
```


Coordenadas dos pontos tangentes



$$\tan \delta = \frac{8}{7} \Rightarrow \delta = 48,81^\circ$$

$$\delta + 2\alpha = 180^\circ \rightarrow \alpha = \frac{180 - 48,81}{2} \rightarrow \alpha = 65,59^\circ$$

$$r = 6 //$$

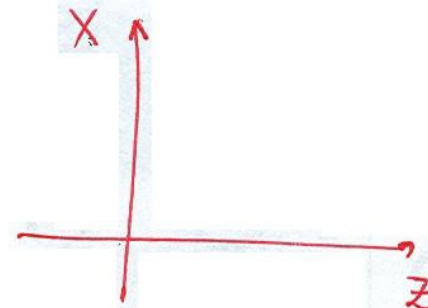
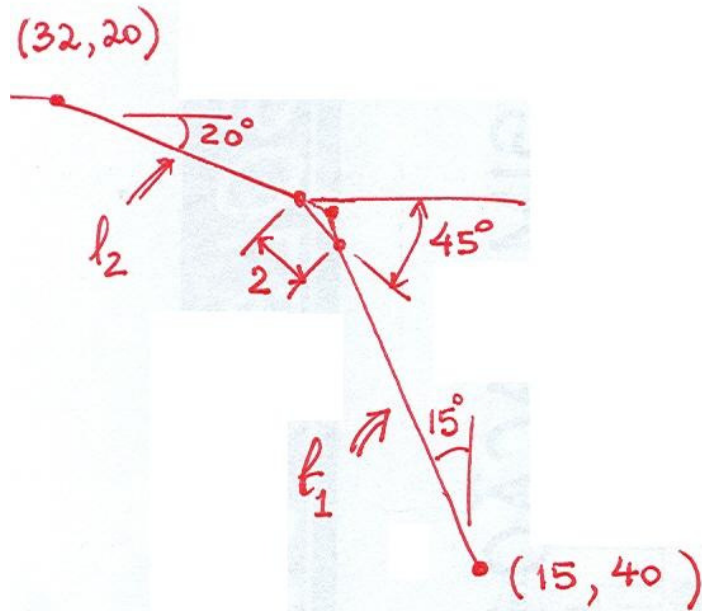
$$x = \frac{6}{\tan 65,59} = 2,723 //$$

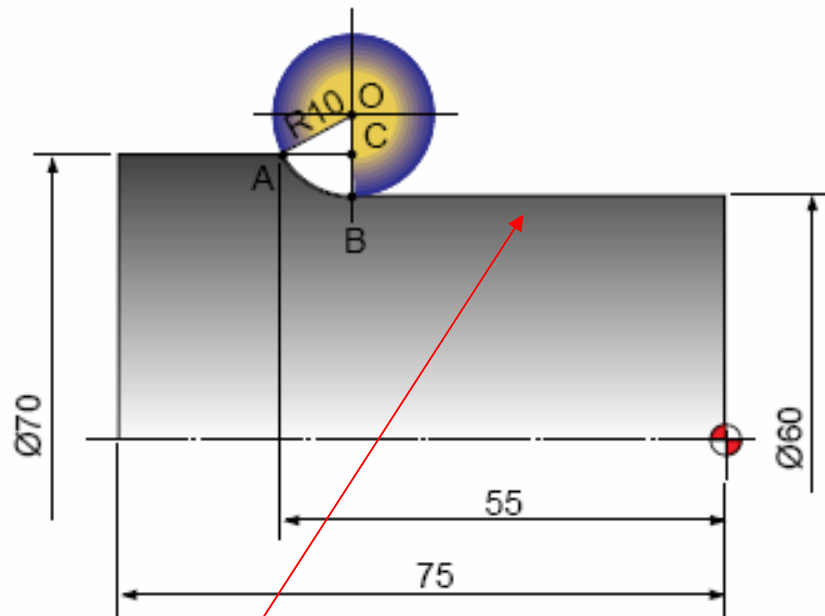
$$\rightarrow \begin{cases} P_1 = (20; 17,723) \\ P_2 = (24,098 ; 13,207) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x \operatorname{sen} \delta = 2,723 \times \operatorname{sen}(48,81^\circ) = 2,049 // \\ x \operatorname{cos} \delta = 2,723 \times \operatorname{cos}(48,81^\circ) = 1,793 // \end{cases}$$

$20 + 2 \times 2,049$

Problema para Calcular Coordenadas de um Chanfro





Coordenadas dos pontos tangentes

$$\overline{CB} = (70 - 60) \div 2 = 5$$

$$\overline{OC} = R10 - 5 = 5$$

$$\overline{AO} = 10$$

$$\overline{AC} = \sqrt{(\overline{AO})^2 - (\overline{OC})^2} = 8.66$$

$$55 - 8.66 = 46.34$$

G00 X60.0 Z3.0 :

G42 Z1.0 :

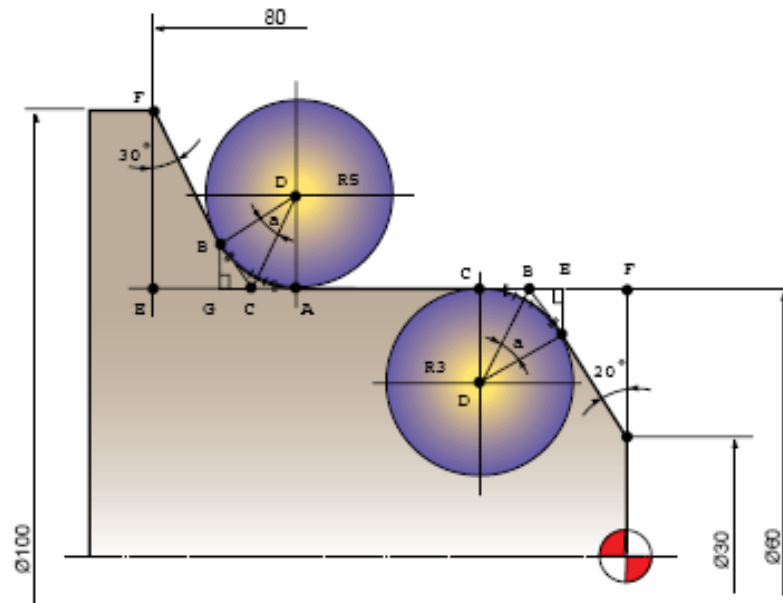
G01 Z-46.34 F0.23 :

G02 X70.0 Z-55.0 R10.0 :

I10.0

G01 Z-75.0

Example) PROGRAM



Coordenadas dos pontos tangentes

$$\overline{EF} = (100 - 60) \div 2 = 20$$

$$\overline{OC} = 20 \times 30 \tan = 11.547$$

$$\alpha = (180 - 60) \div 2 = 60^\circ$$

$$\overline{AC} = \overline{BC}$$

$$\overline{AC} = 2.887 \times 60^\circ \sin = 2.5$$

$$2.887 \times 30^\circ \cos = 2.5$$

$$* X \downarrow 2.5 \times 2 = 5$$

$$\overline{CG} = 2.887 \times 30^\circ \sin = 1.444$$

$$2.887 \times 60^\circ \cos = 1.444$$

▲ Coordinate value

$$A \downarrow X = 60$$

$$Z = 80 - (\overline{CE} - \overline{AC}) = 65.566$$

$$B \downarrow X = 60 + \overline{BG} = 65$$

$$Z = 68.453 + 1.444 = 69.897$$

$$A \downarrow X = R5 = 5$$

$$Z = 0$$

$$\overline{BF} = 20^\circ \tan \times 15 = 5.45955$$

$$\alpha = (180 - 70) \div 2 = 55^\circ$$

$$\overline{BC} = 3 \times 35^\circ \tan = 2.1$$

$$\overline{AC} = \overline{AB}$$

$$\overline{AE} = 2.1 \times 70^\circ \sin = 1.973$$

$$* X \downarrow 1.973 \times 2 = 3.947$$

▲ Coordinate value

$$A \downarrow X = 60 - 3.947 = 56.053$$

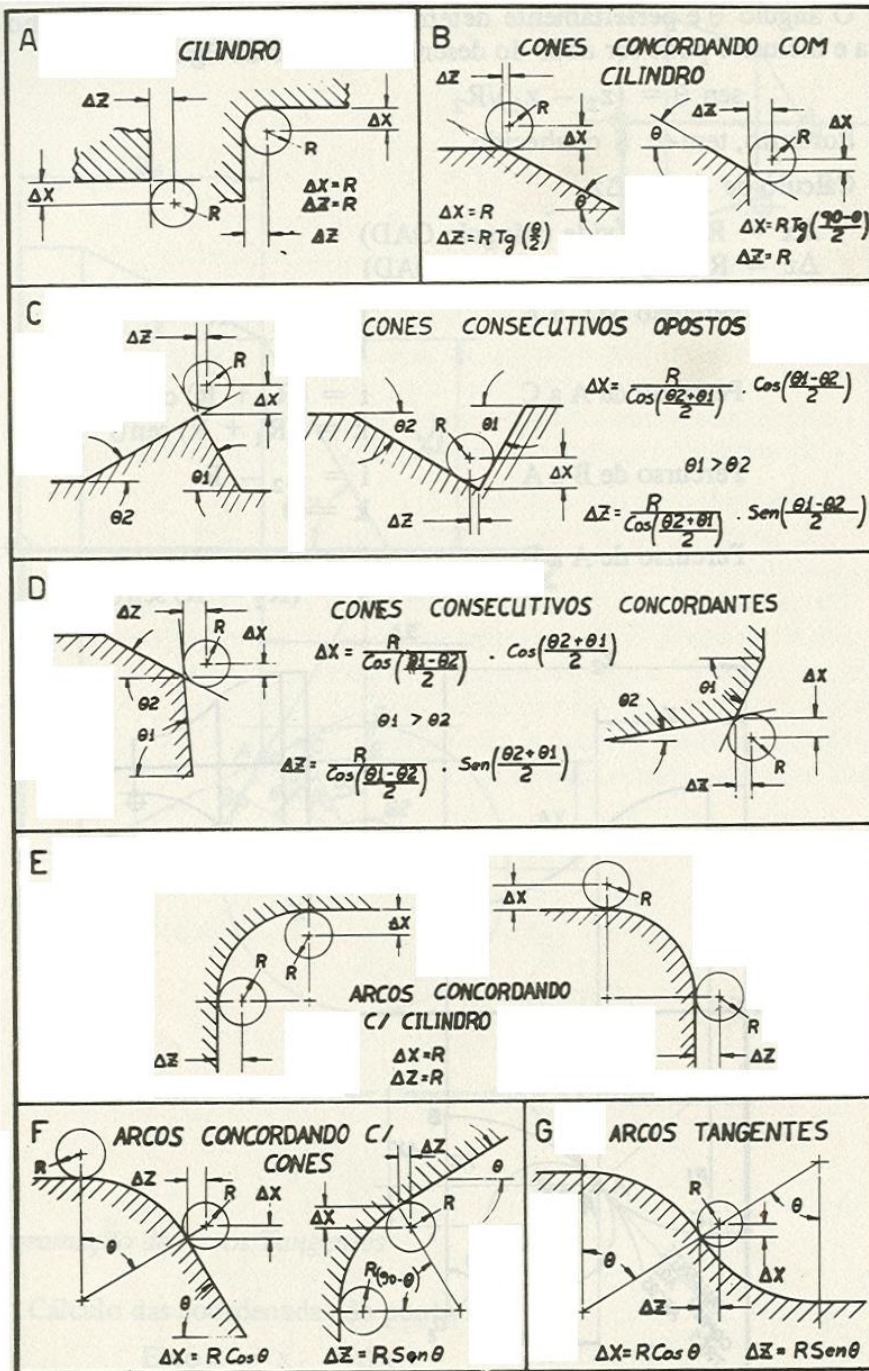
$$Z = 5.459 - 0.718 = 4.741$$

$$C \downarrow X = 60$$

$$Z = 5.459 + 2.1 = 7.559$$

$$D \downarrow X = R3 - \overline{AE} \downarrow 3 - 1.973 = 2.054$$

$$Z = \overline{BE} + \overline{BC} \downarrow 2.1 + 0.718 = 2.816$$



Fórmulas

CNC com funções de Ajuda

```
HELP (MEM) O0000 N00000000
```

CALCULATOR

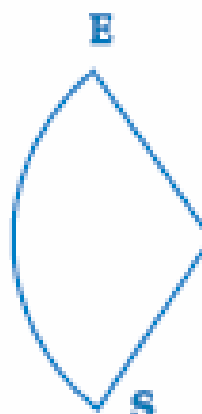
0.00000000

LOAD + - ° /

(MACHINE)

X	0.0000 in
Y	0.0000 in
Z	3.5179 in

CENTER X	13.0000
CENTER Y	20.0000
START X	4.0000
START Y	10.0000
END X	7.0000
END Y	32.0416
RADIUS	13.4536
ANGLE	111.527
DIRECTION	CW



16 19. J10.
16 R13.4536
16 19. J10

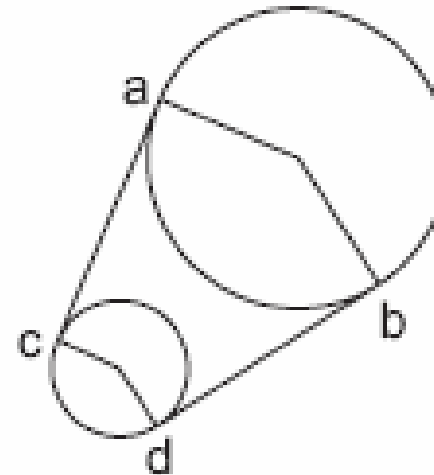
G91 G2 X3. Y22.0416 R13.4536

CNC com funções de Ajuda

CIRCLE-CIRCLE TANGENT

```
CIRCLE1 X 5.0000  
CIRCLE1 Y 6.0000  
RADIUS 1 4.0000  
CIRCLE2 X 0.0000  
CIRCLE2 Y 0.0000  
RADIUS 2 2.0000
```

```
TANGT A X 1.3738  
          Y 7.6885  
TANGT B X 7.3147  
          Y 2.7378  
TANGT C X -1.8131  
          Y 0.8442  
TANGT D X 1.1573  
          Y -1.6311
```



Type: STRAIGHT

Use F and T to form G-code.

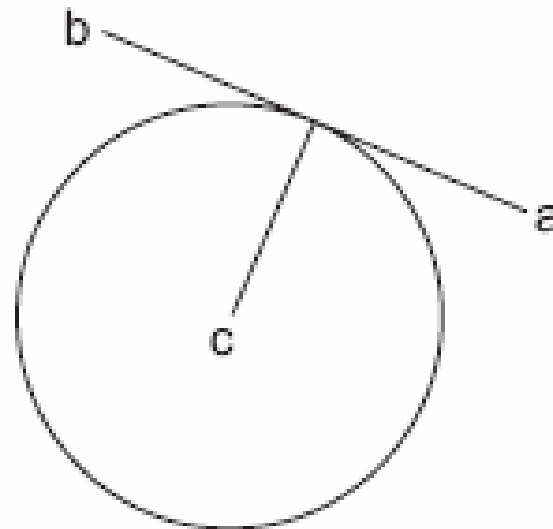
F1 for alternate solution

CNC com funções de Ajuda

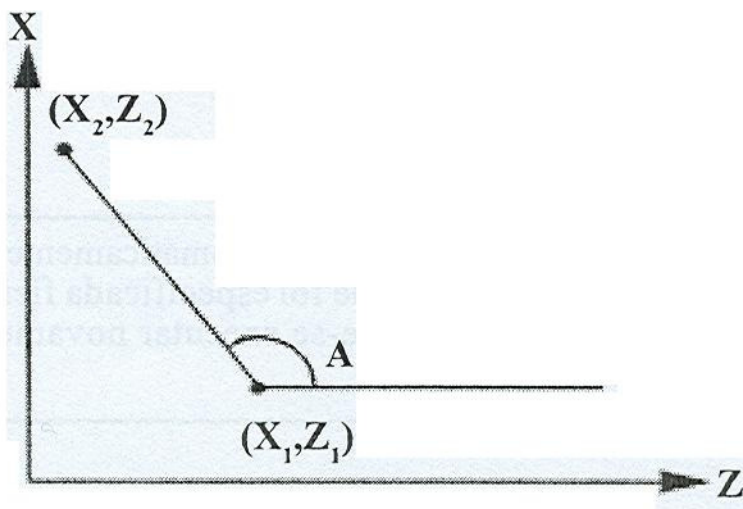
CIRCLE-LINE TANGENT

POINT A	X	5.0000
	Y	3.0000
POINT B	X	1.0000
	Y	4.0000
POINT C	X	0.0000
	Y	0.0000

RADIUS	4.1231
TANGT PT X	1.0000
TANGT PT Y	4.0000



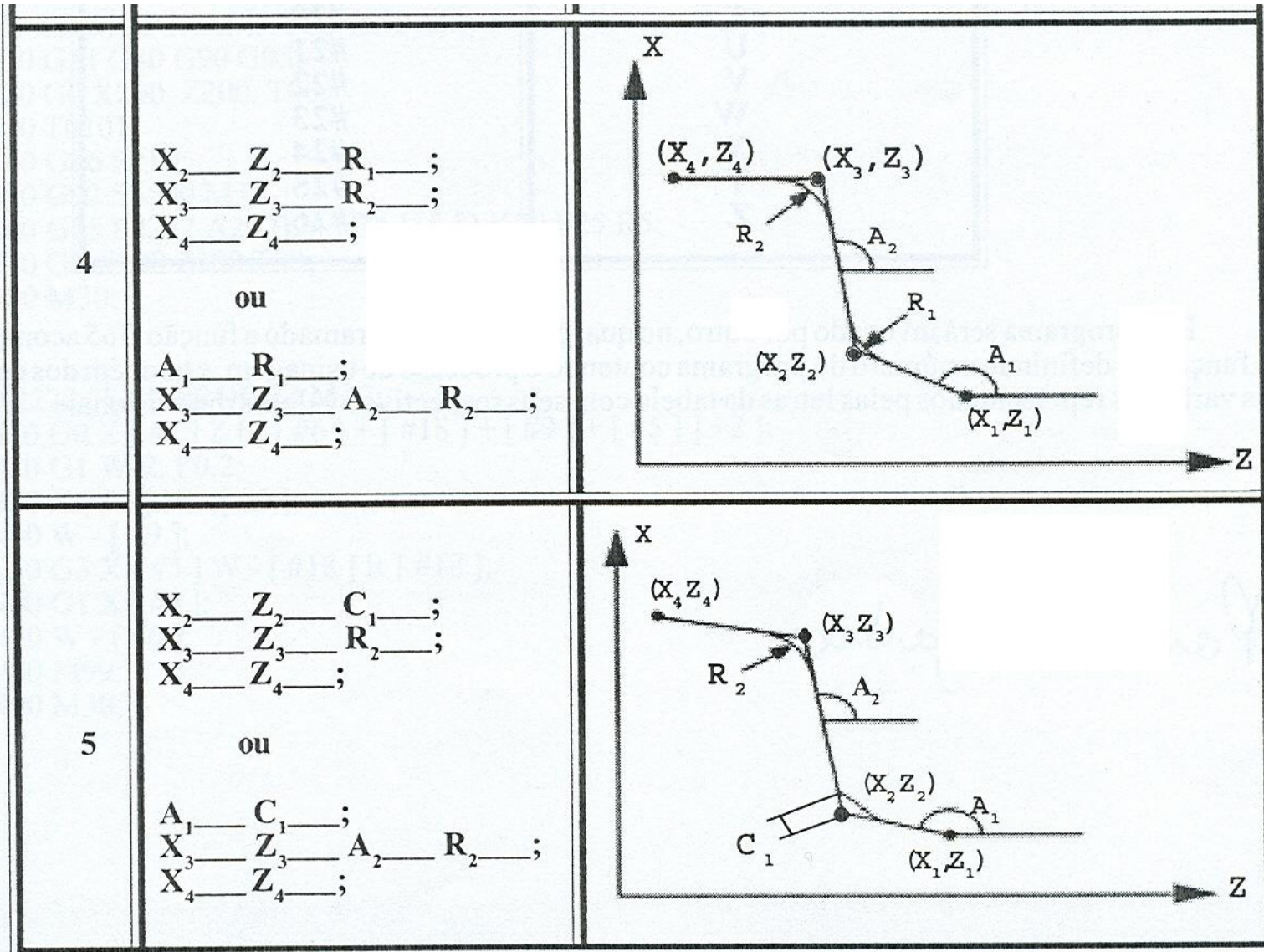
Comandos Diretos para Introdução de Perfis

	COMANDOS	MOVIMENTO DA FERRAMENTA
1	X_2 ____(Z_2 ____)A__;	

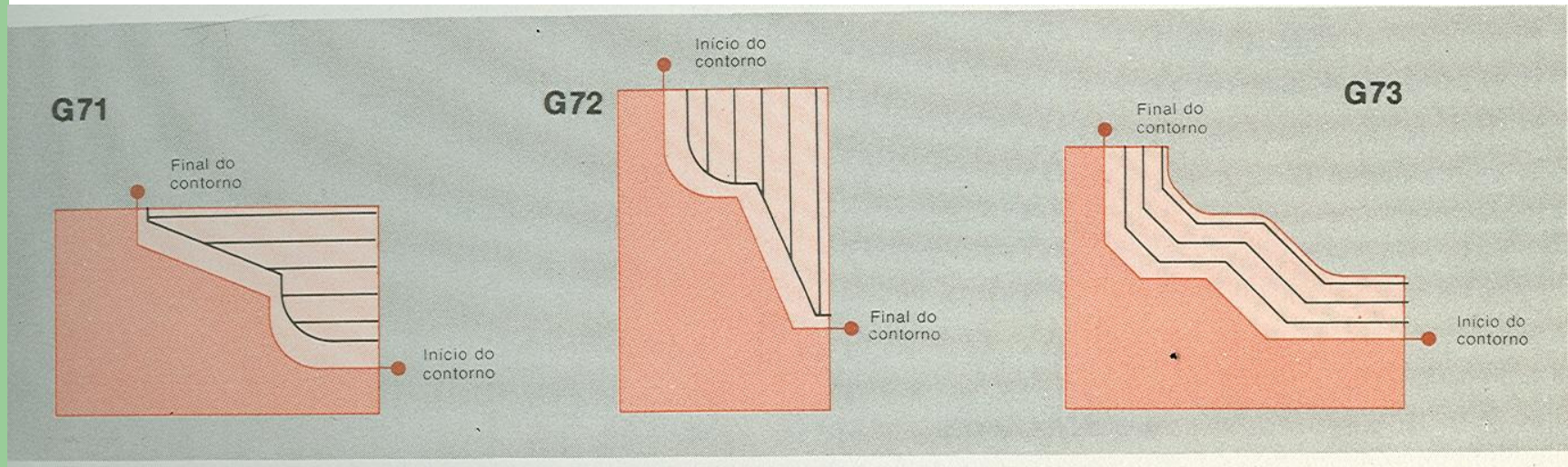
Comandos Diretos para Introdução de Perfis

	COMANDOS	MOVIMENTO DA FERRAMENTA
2	$X_2 \text{---} Z_2 \text{---} R_1 \text{---};$ $X_3 \text{---} Z_3 \text{---};$ ou $A_1 \text{---} R_1 \text{---};$ $X_3 \text{---} Z_3 \text{---} A_2 \text{---};$	
3	$X2 \text{---} Z2 \text{---} C1 \text{---};$ $X3 \text{---} Z3 \text{---};$ ou $A1 \text{---} C1 \text{---};$ $X3 \text{---} Z3 \text{---} A2$	

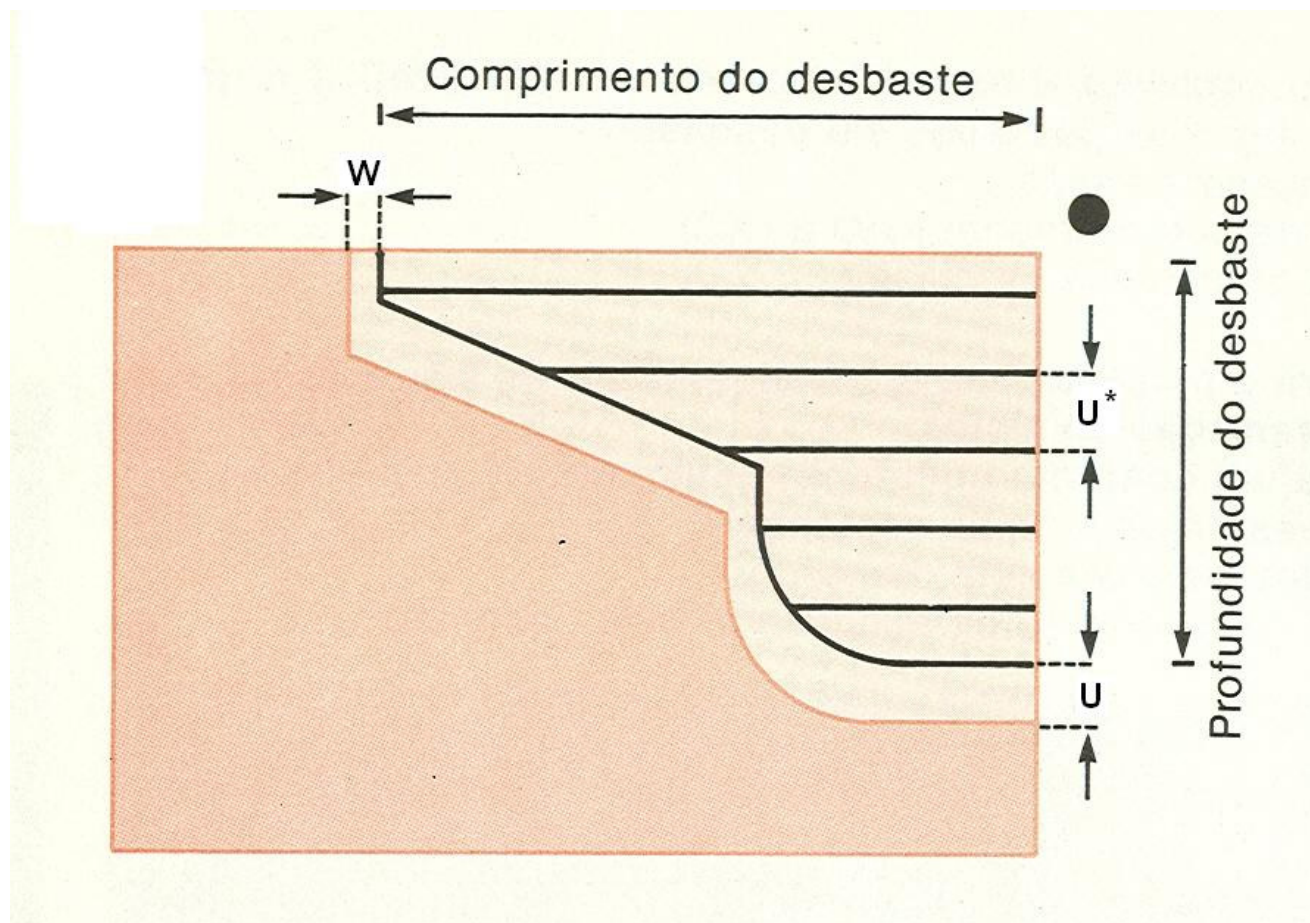
Comandos Diretos para Introdução de Perfis



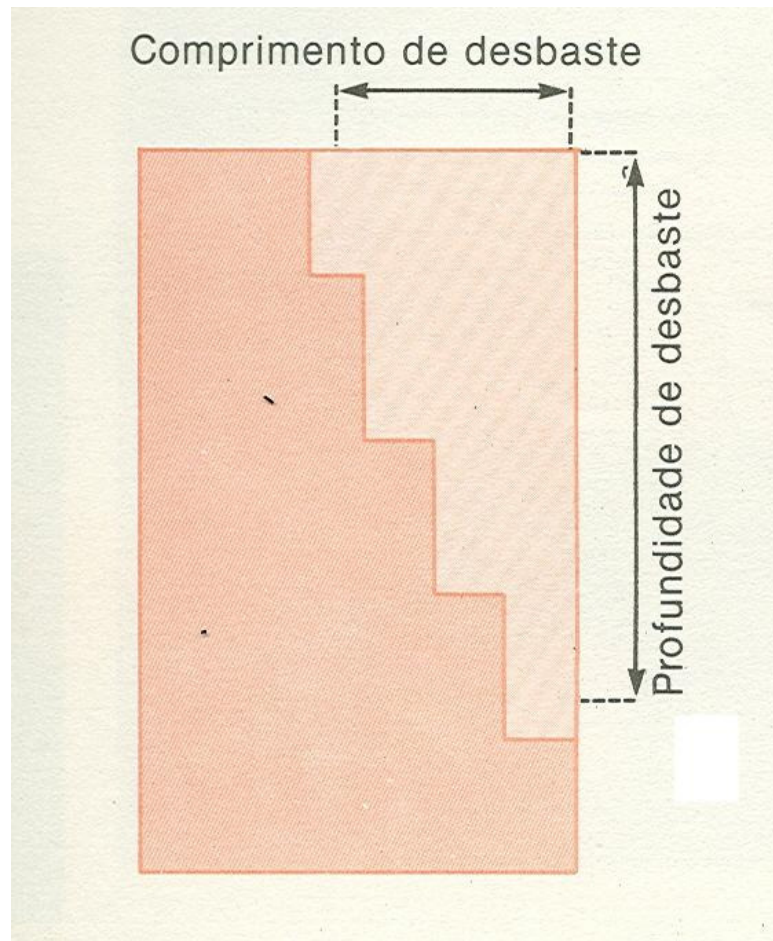
Ciclos Fixos – G71, G72, G73



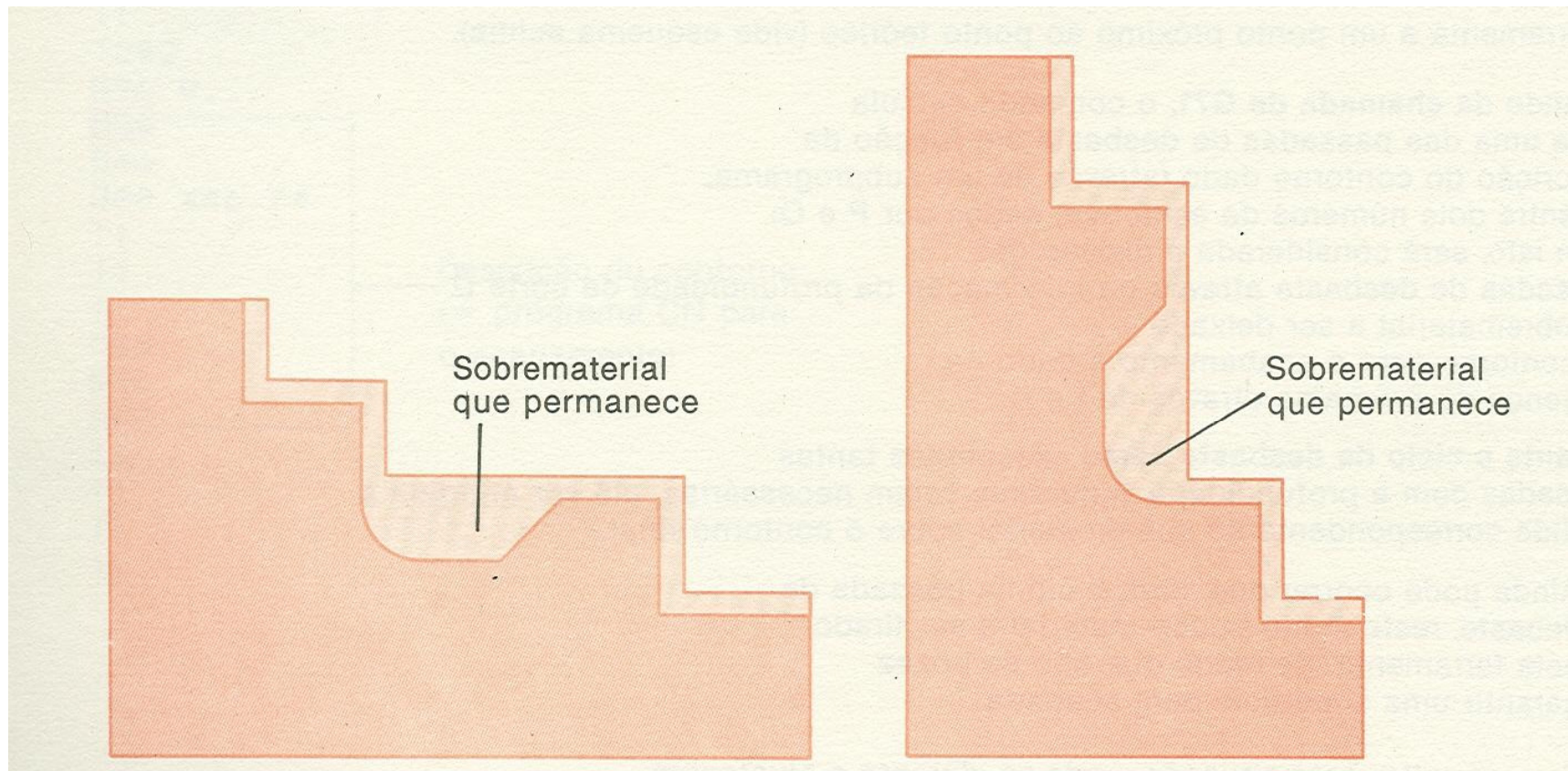
Ciclo Fixo G71 – Torneamento Desbaste Longitudinal



Ciclo Fixo G72 – Faceamento Desbaste



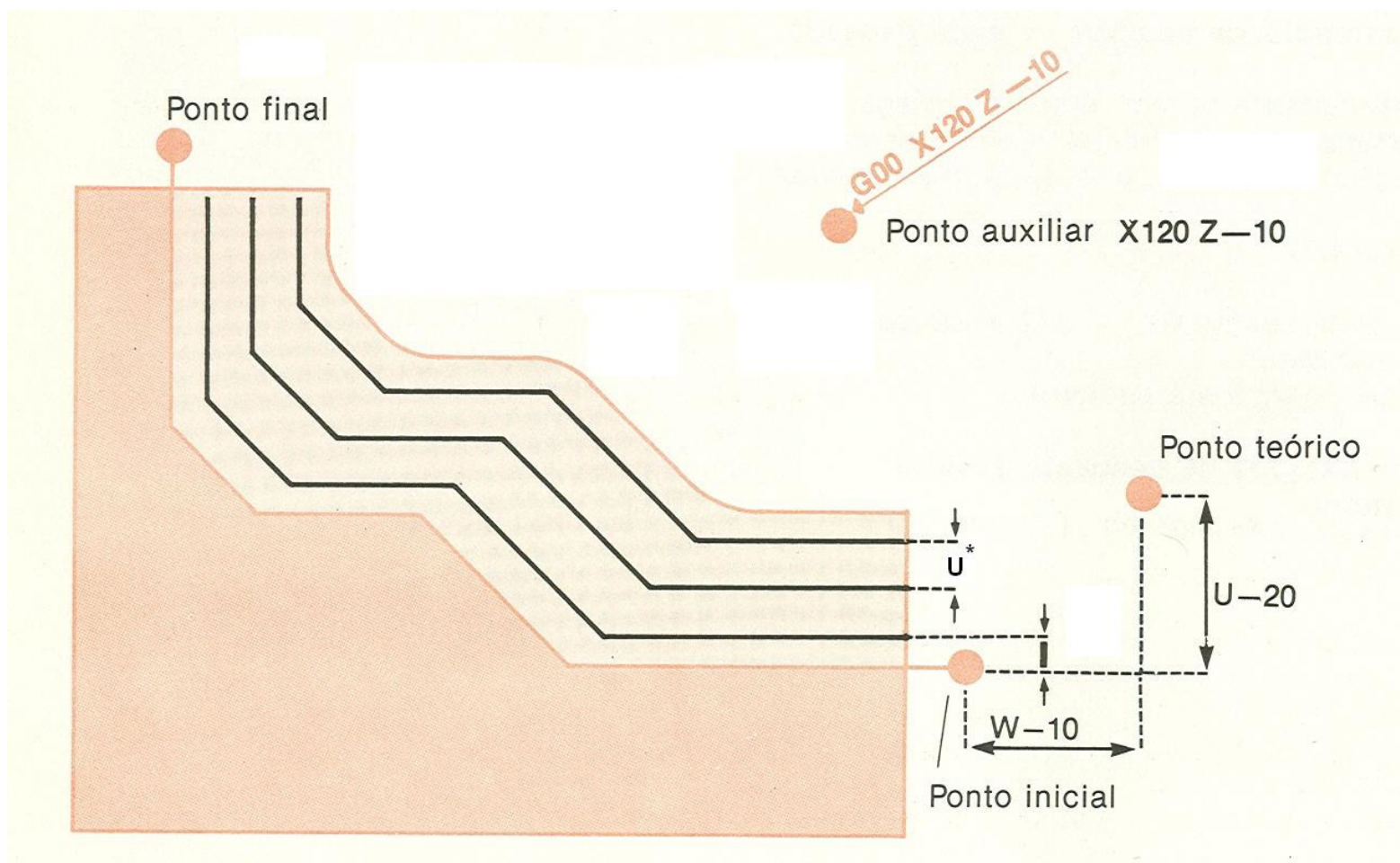
Ciclos Fixos – Sobremateriais que Permanecem



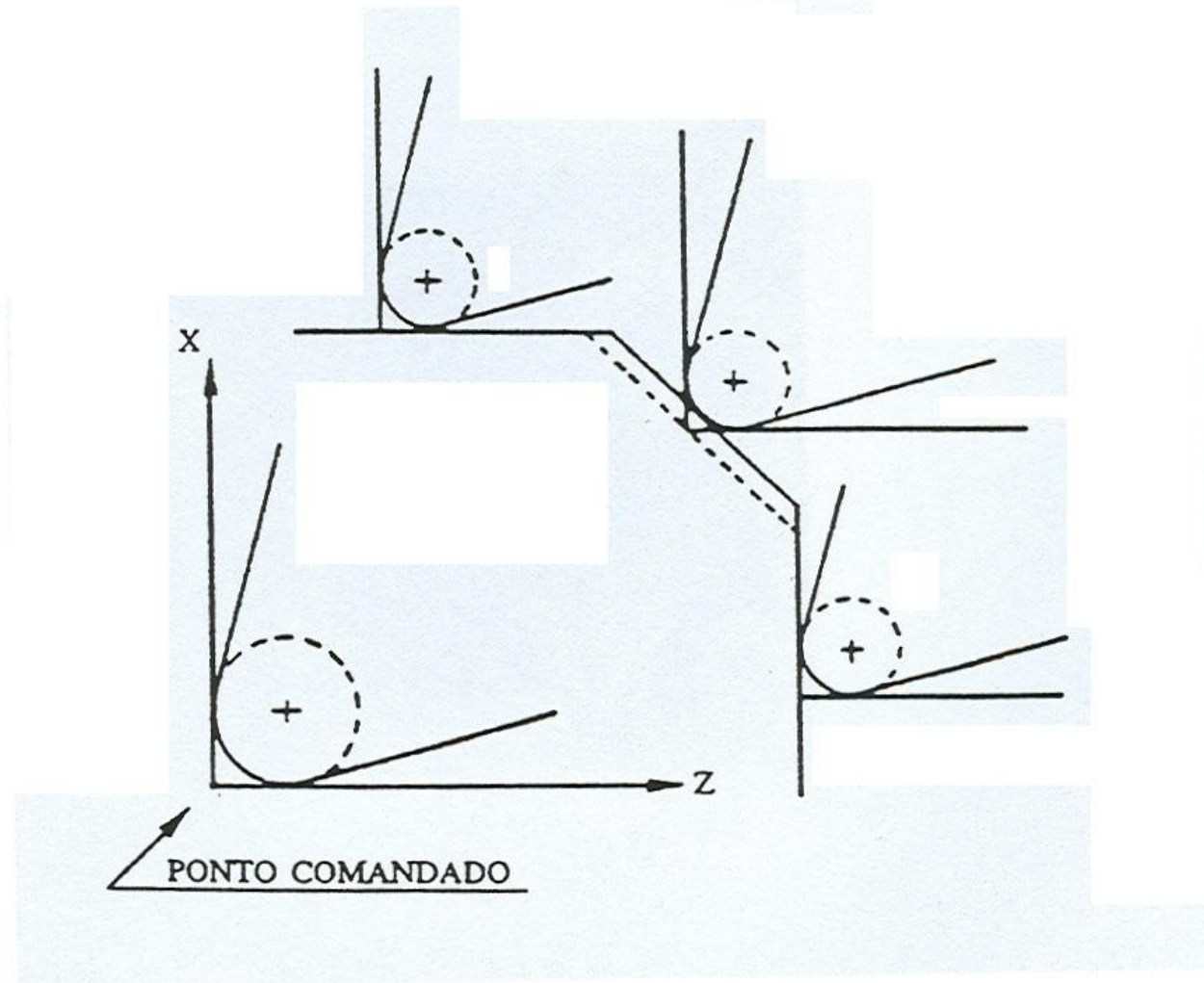
*Após ciclo fixo de desbaste
G71*

*Após ciclo fixo de desbaste
G72*

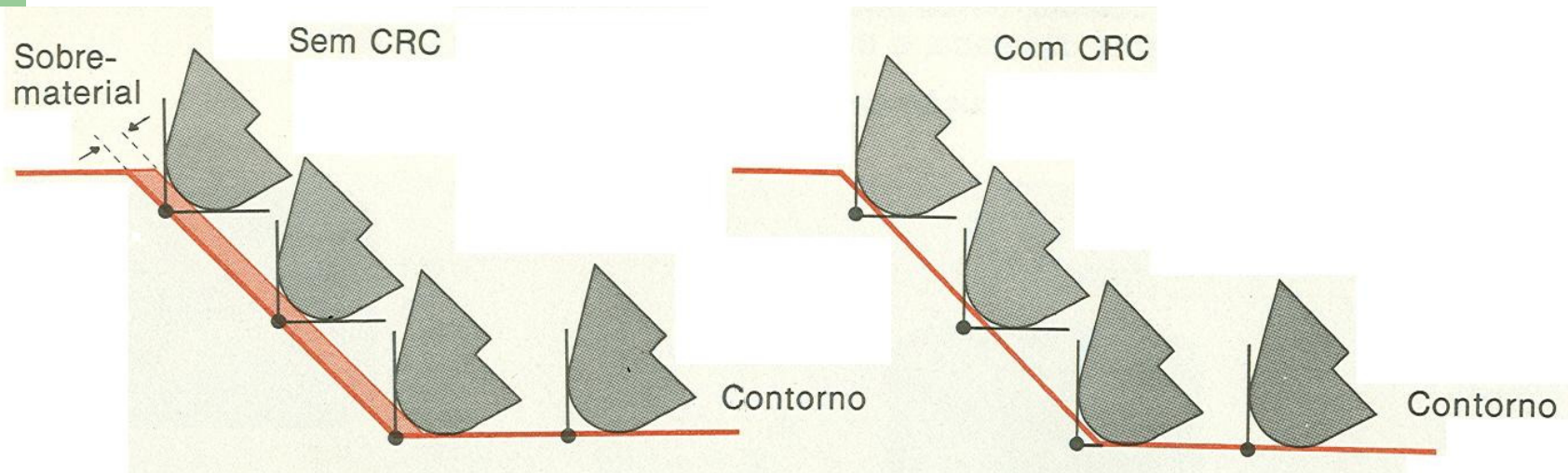
Ciclo Fixo G73 – Desbaste Paralelo ao Contorno



Necessidade da Compensação do Raio da Ferramenta

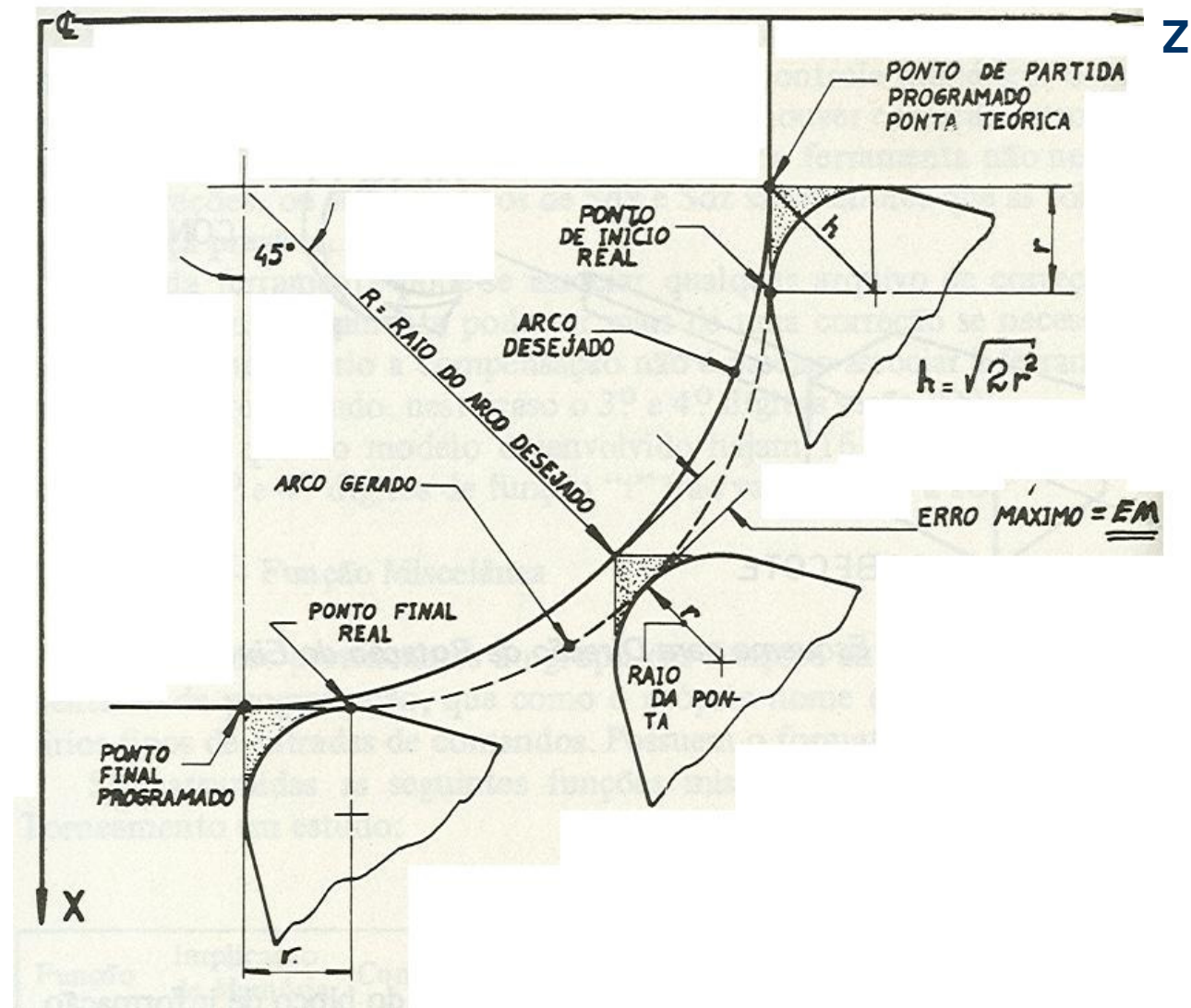


Necessidade da Compensação do Raio da Ferramenta

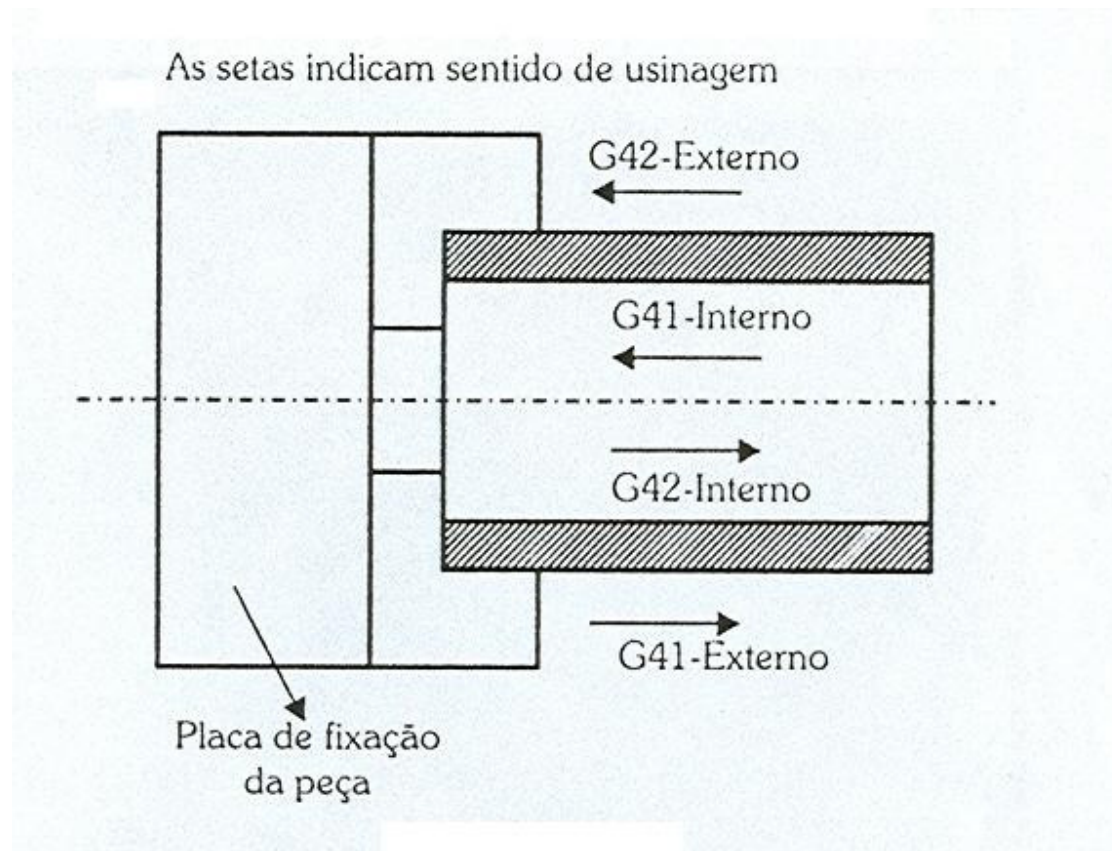


Mais usada para operações de acabamento

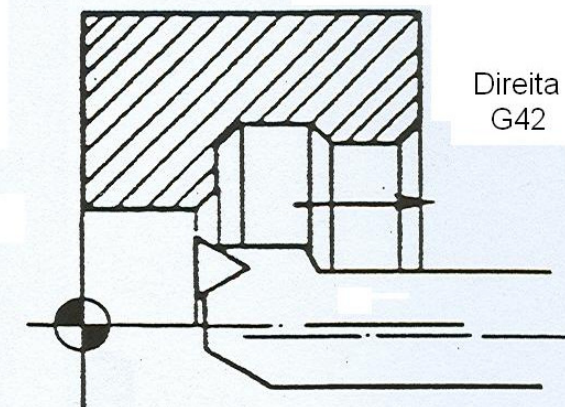
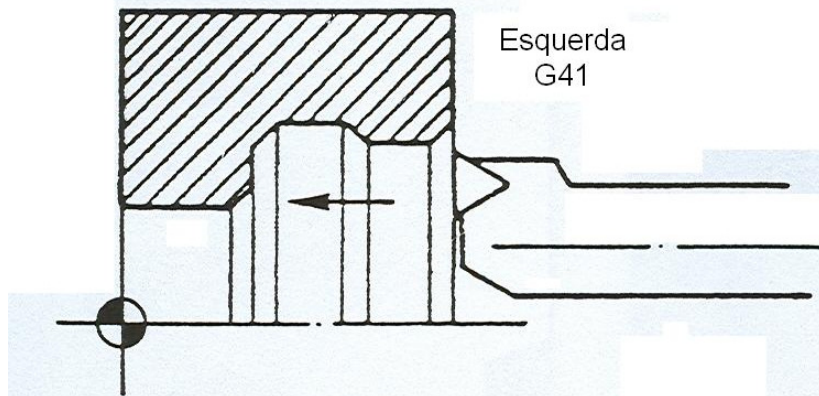
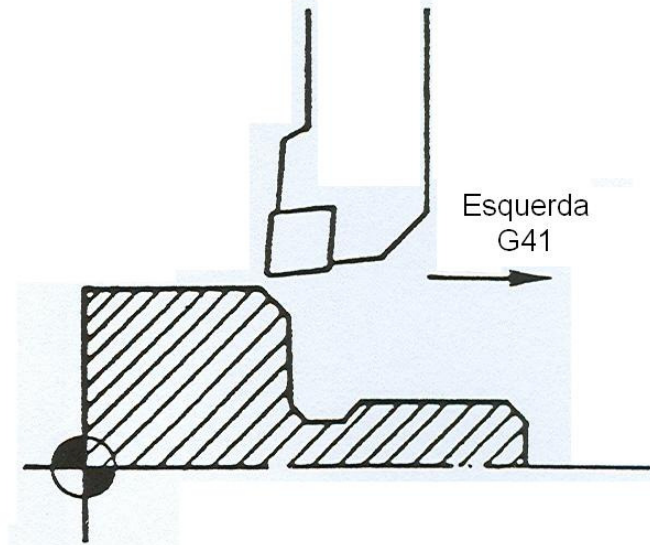
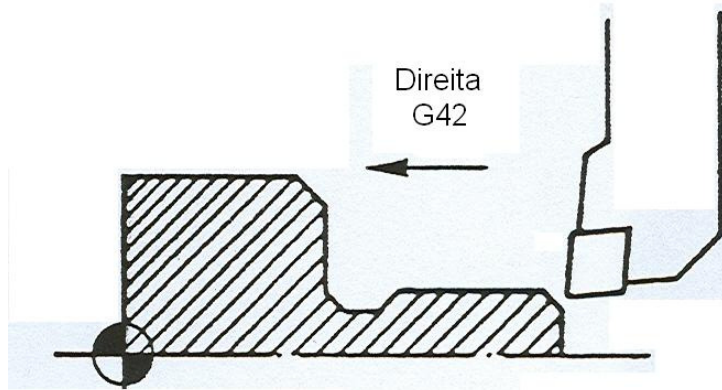
Erro esperado sem considerar o raio da ferramenta



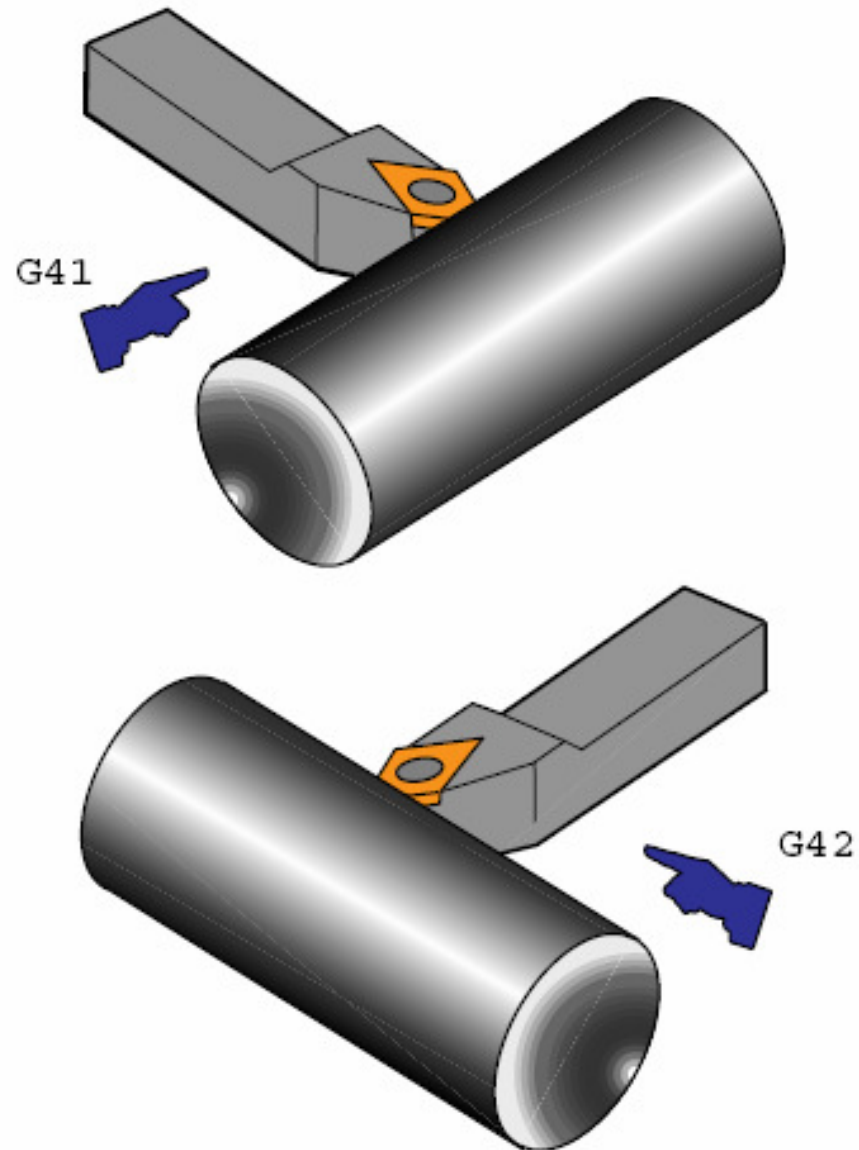
Compensação do Raio da Ferramenta



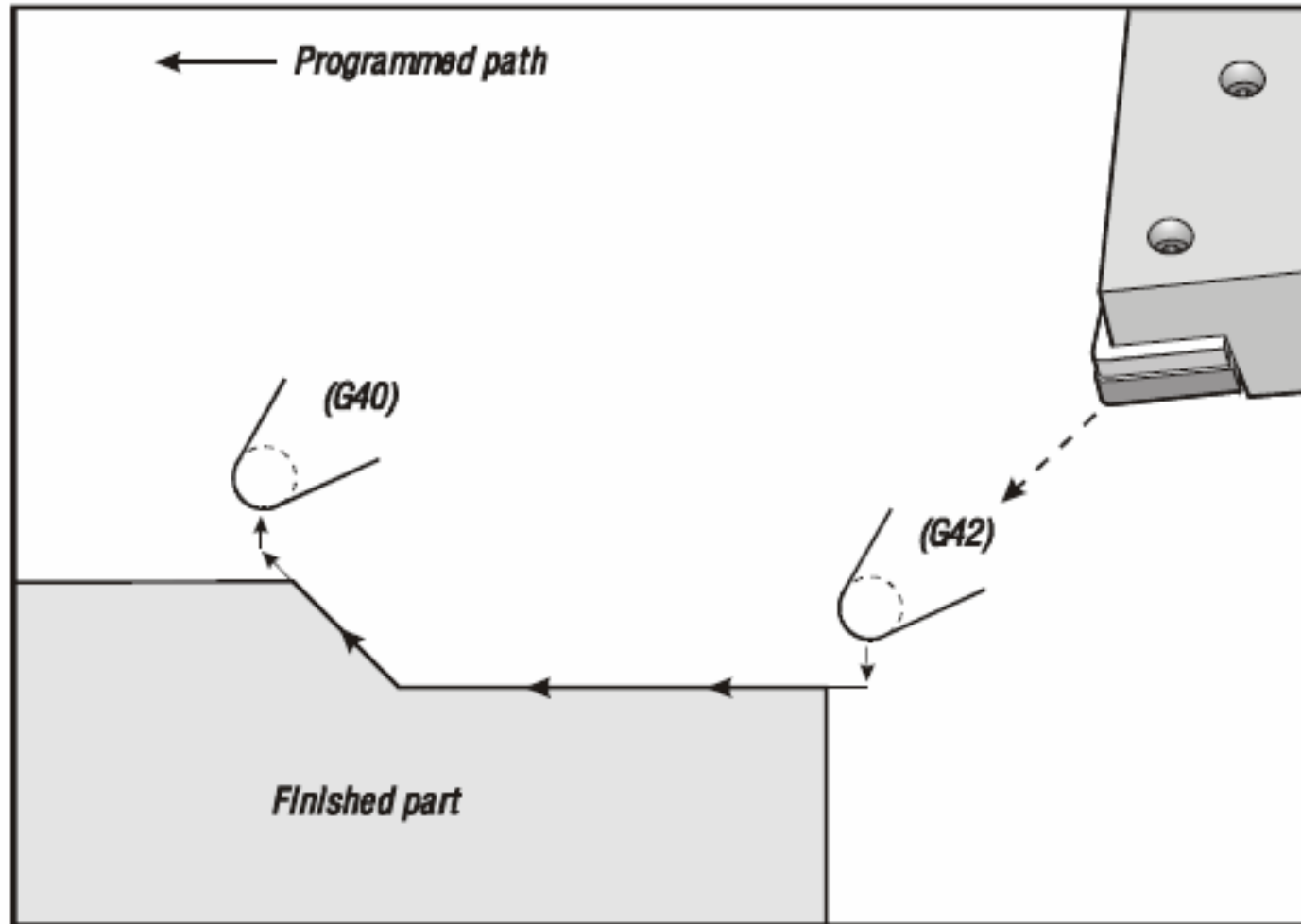
Compensação do Raio da Ferramenta



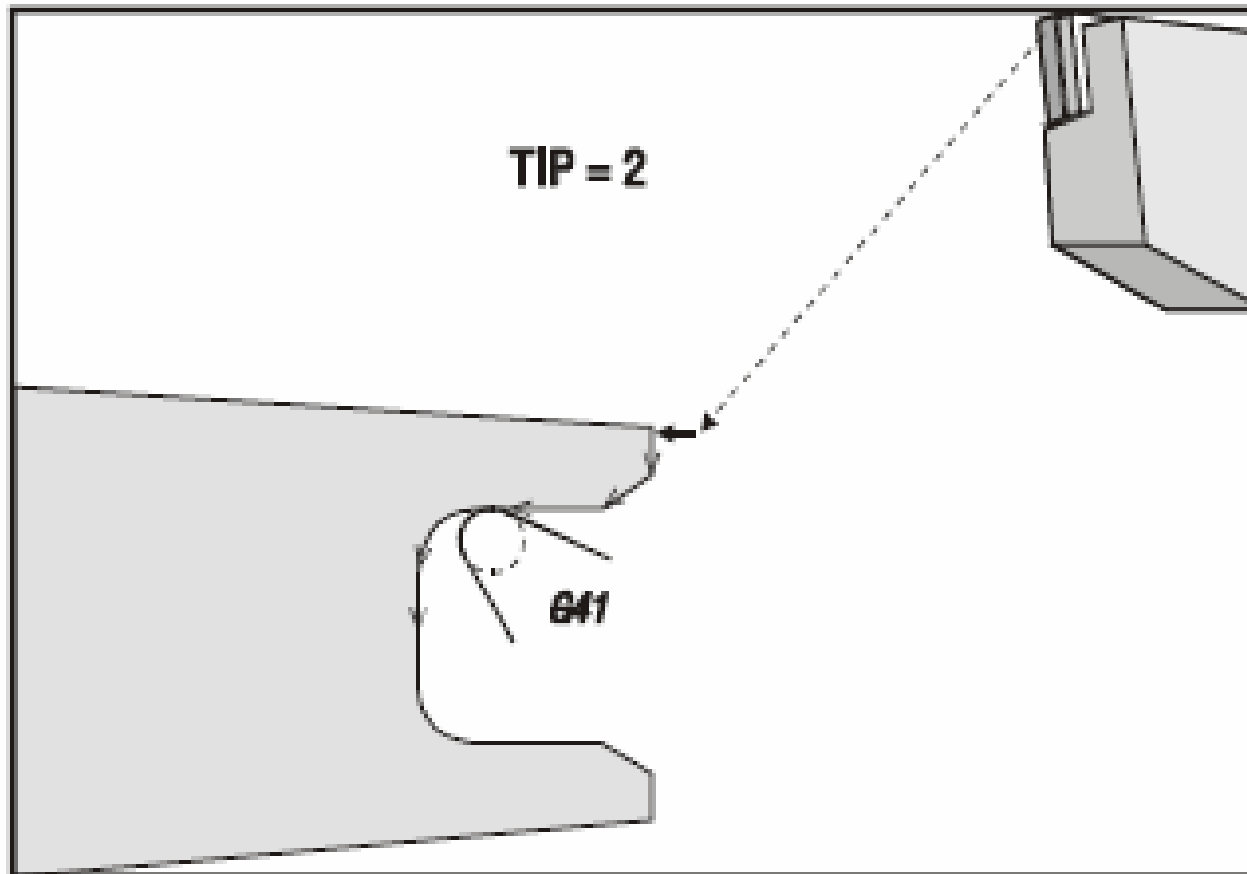
Compensação do Raio da Ferramenta



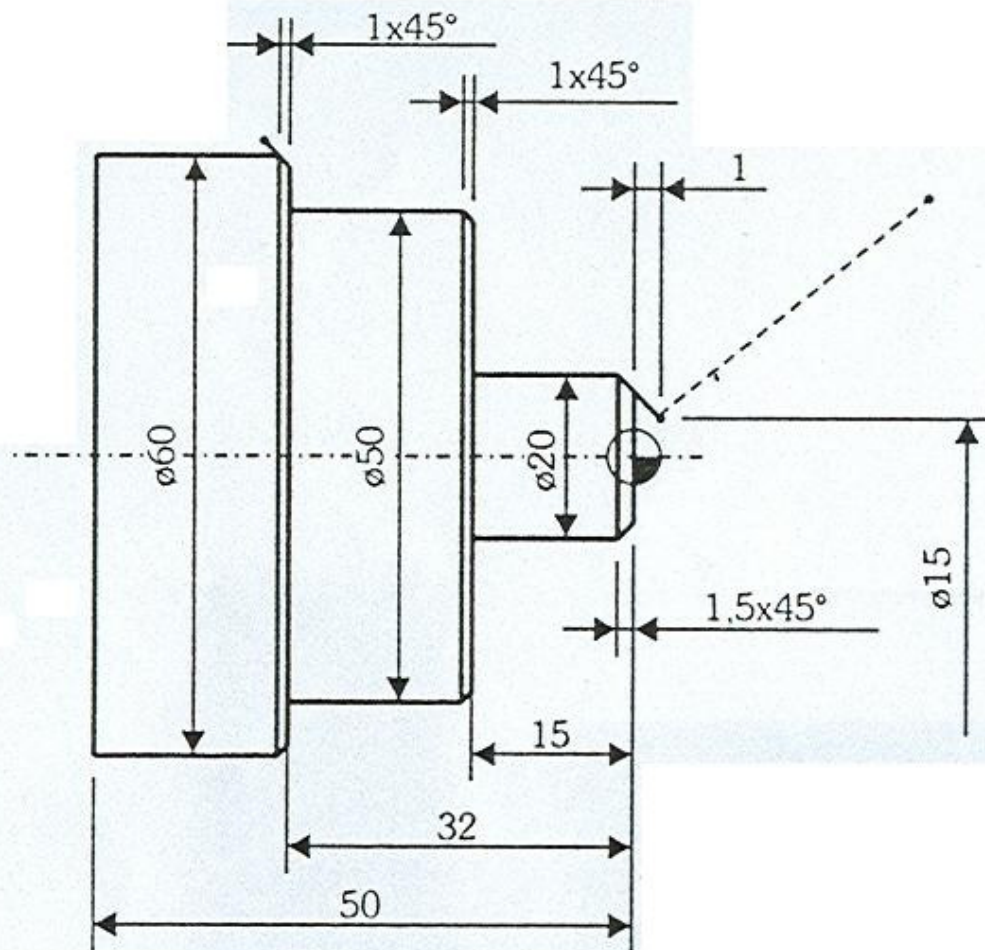
Compensação do Raio da Ferramenta



Compensação do Raio da Ferramenta

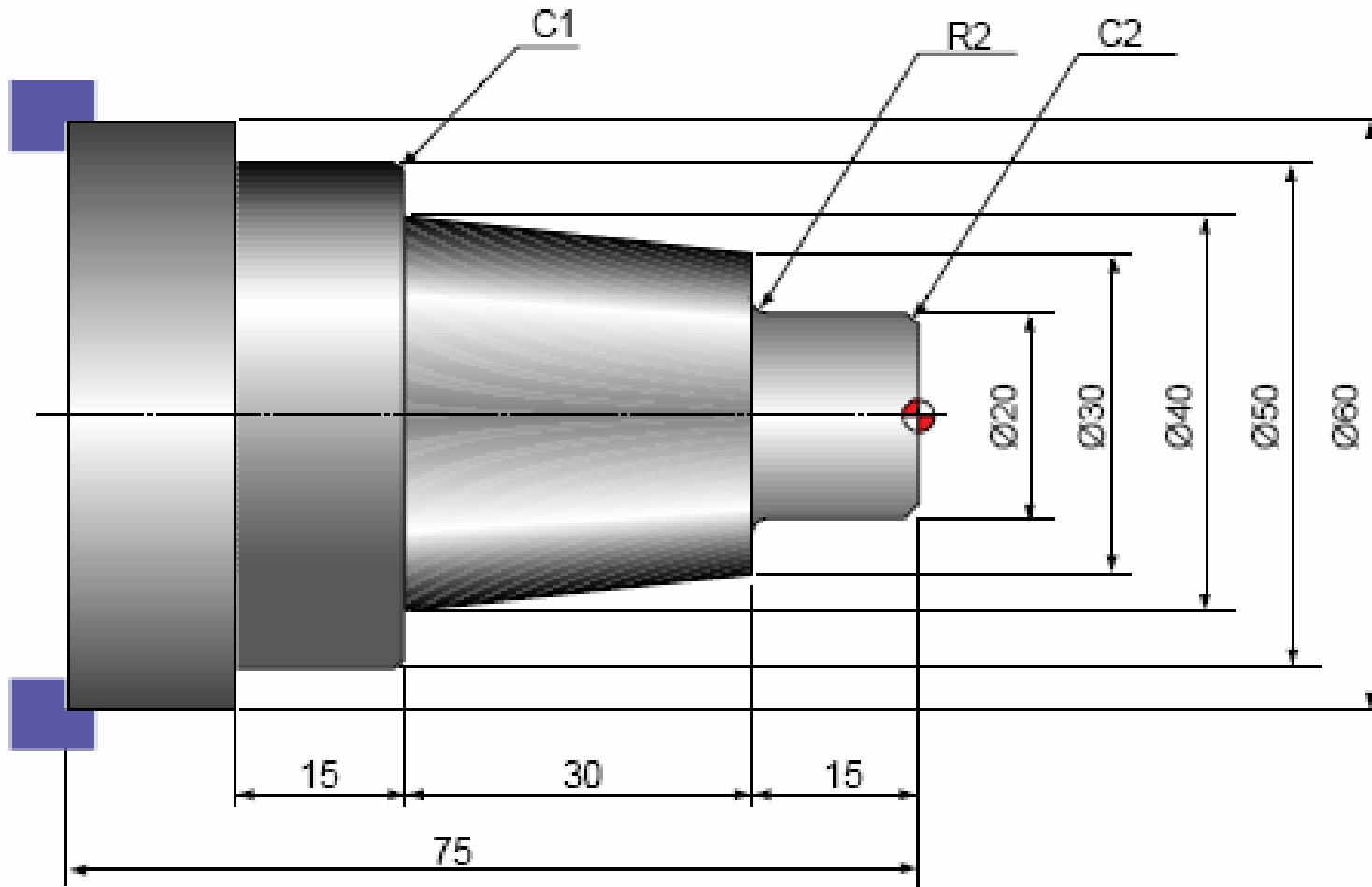


Exemplo sobre Compensação do Raio da Ferramenta

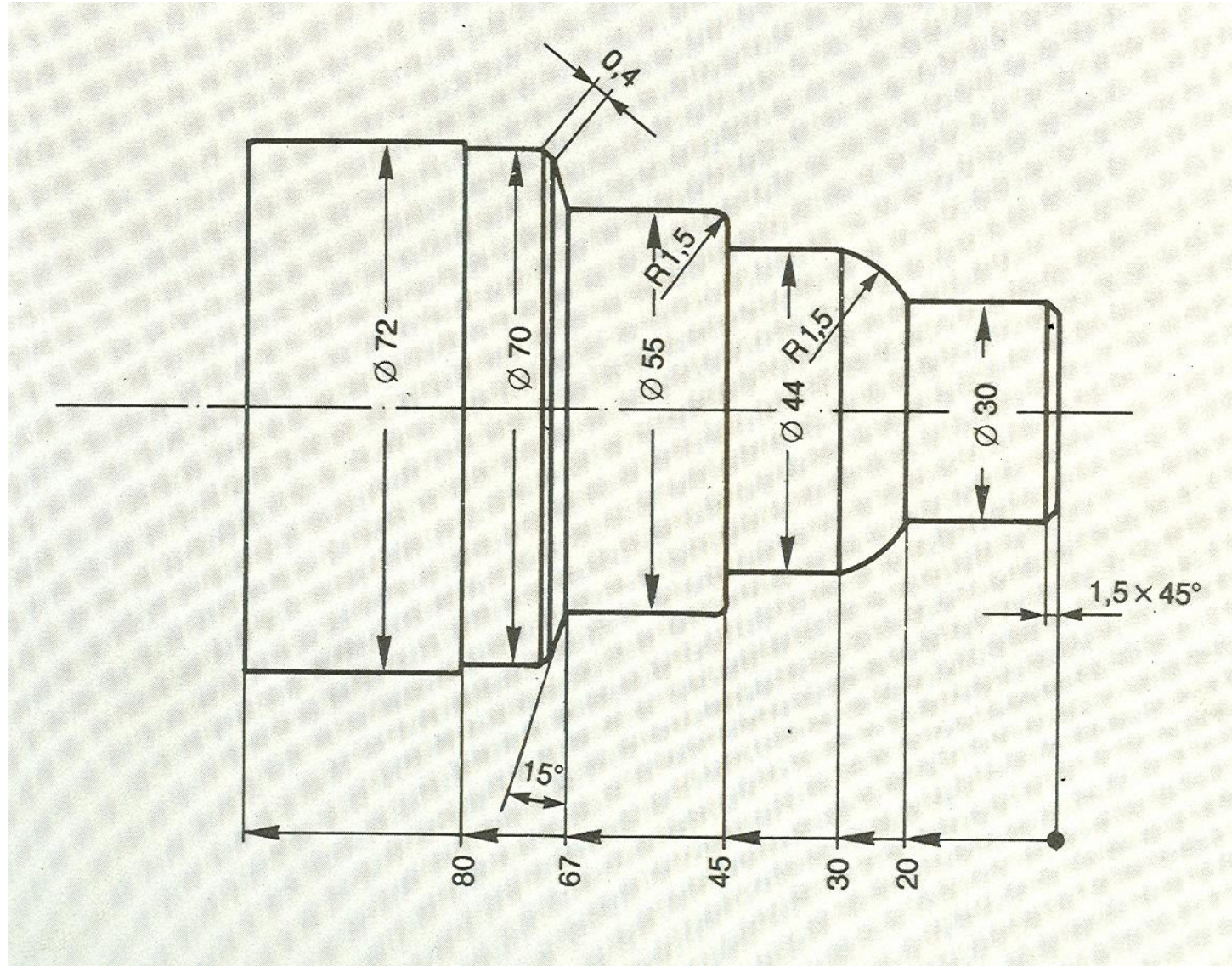


N010 G42
N020 G00 X15. Z1. M08
N030 G01 X20. Z-1.5 F.15
N040 Z-15.
N050 X50. C-1.
N060 Z-32.
N070 X58.
N080 X62. Z-34.
N090 G00 X65.
N100 G40

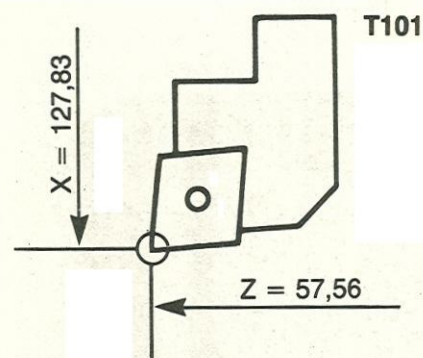
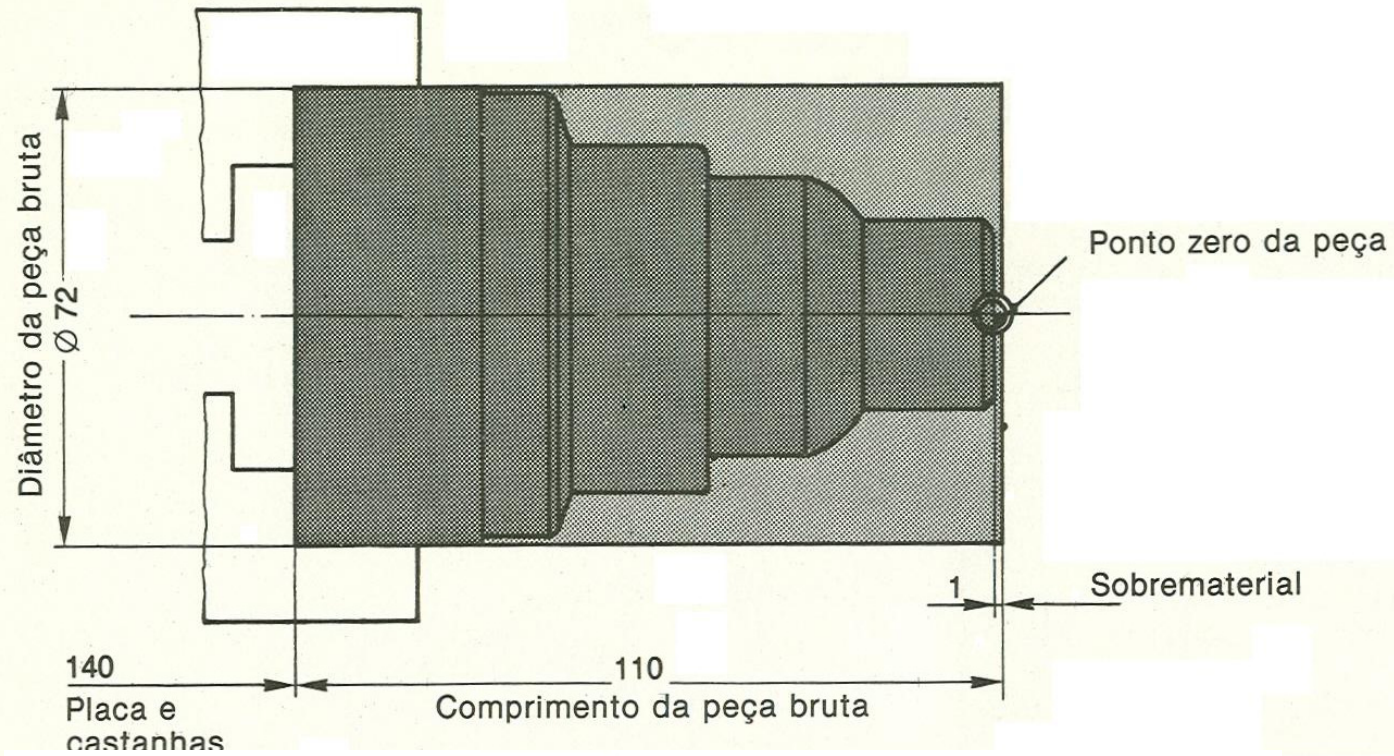
Exercício



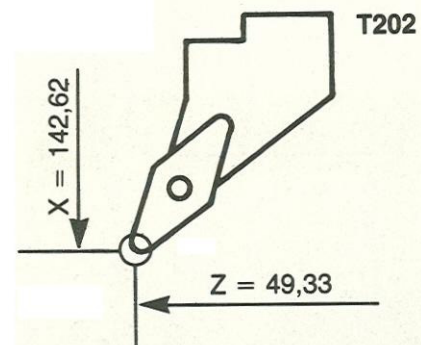
Exercício



Exercício

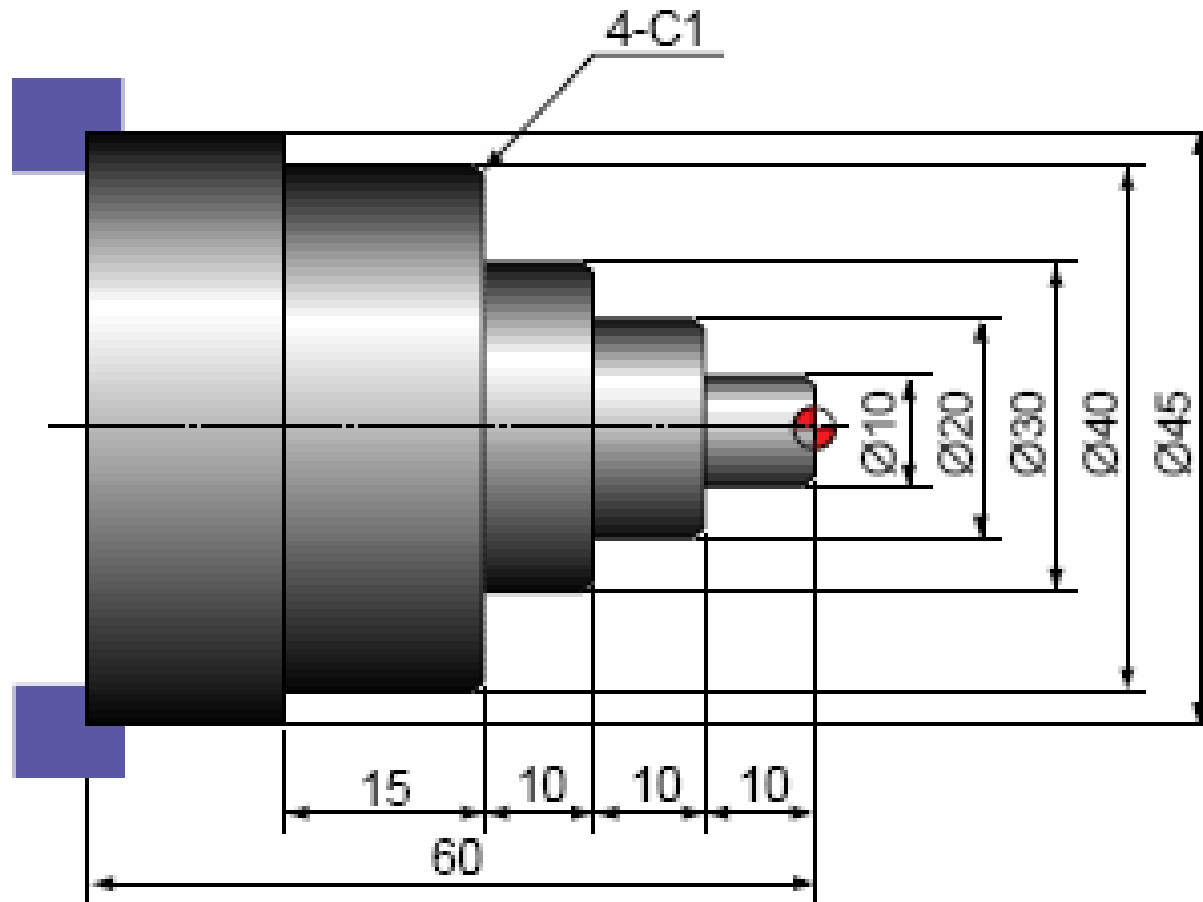


Ferramenta de desbaste

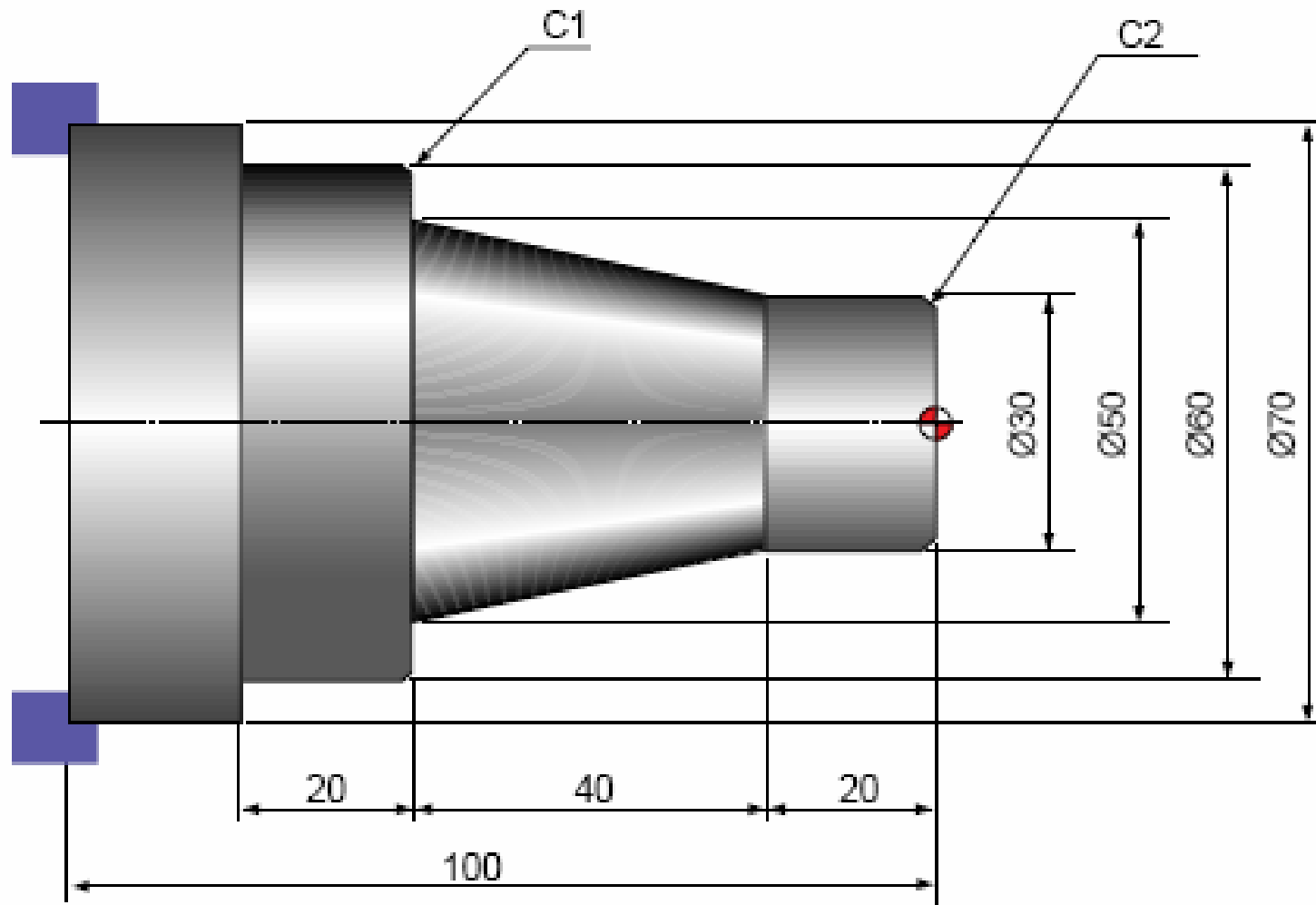


Ferramenta de acabamento

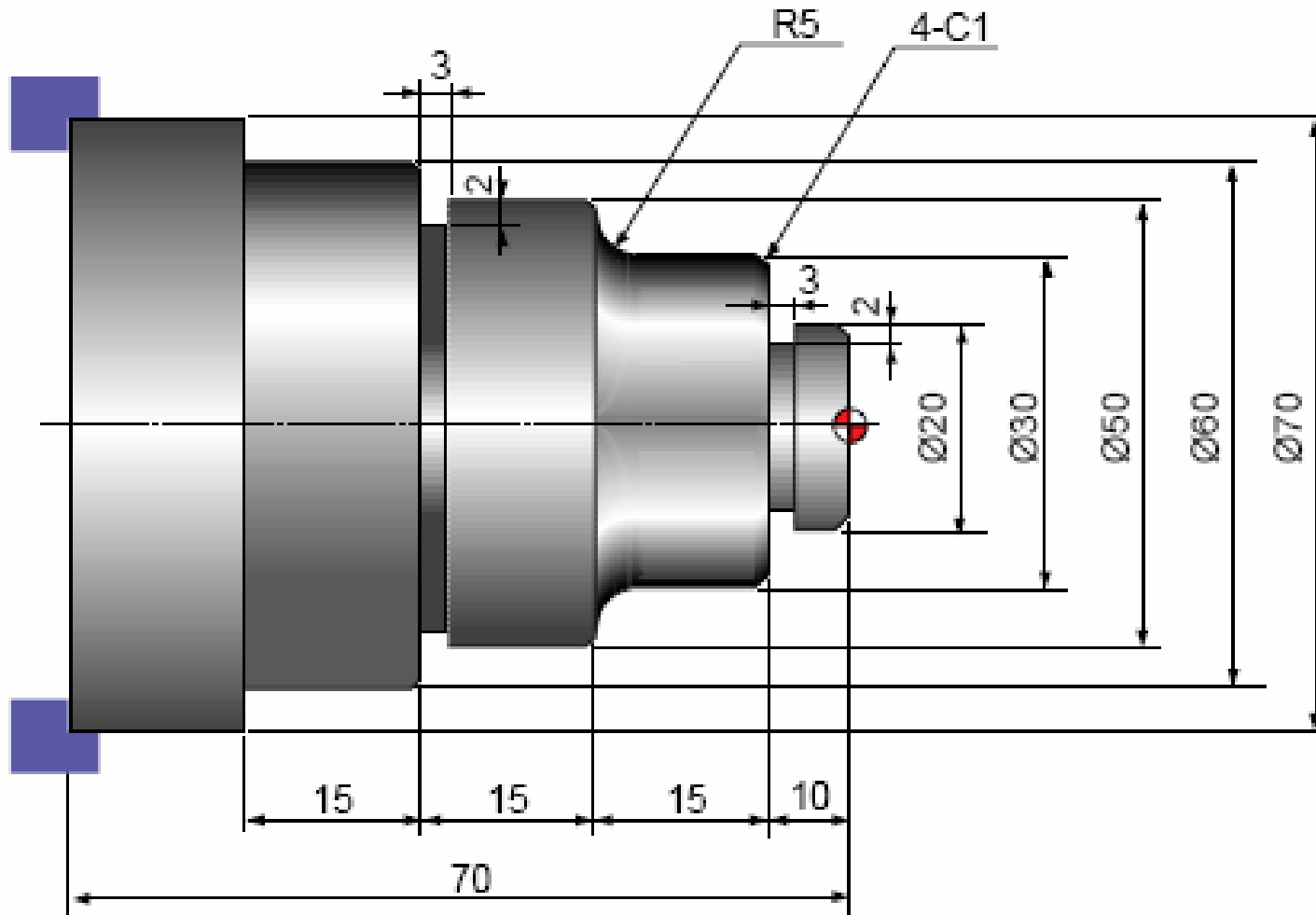
Exercício



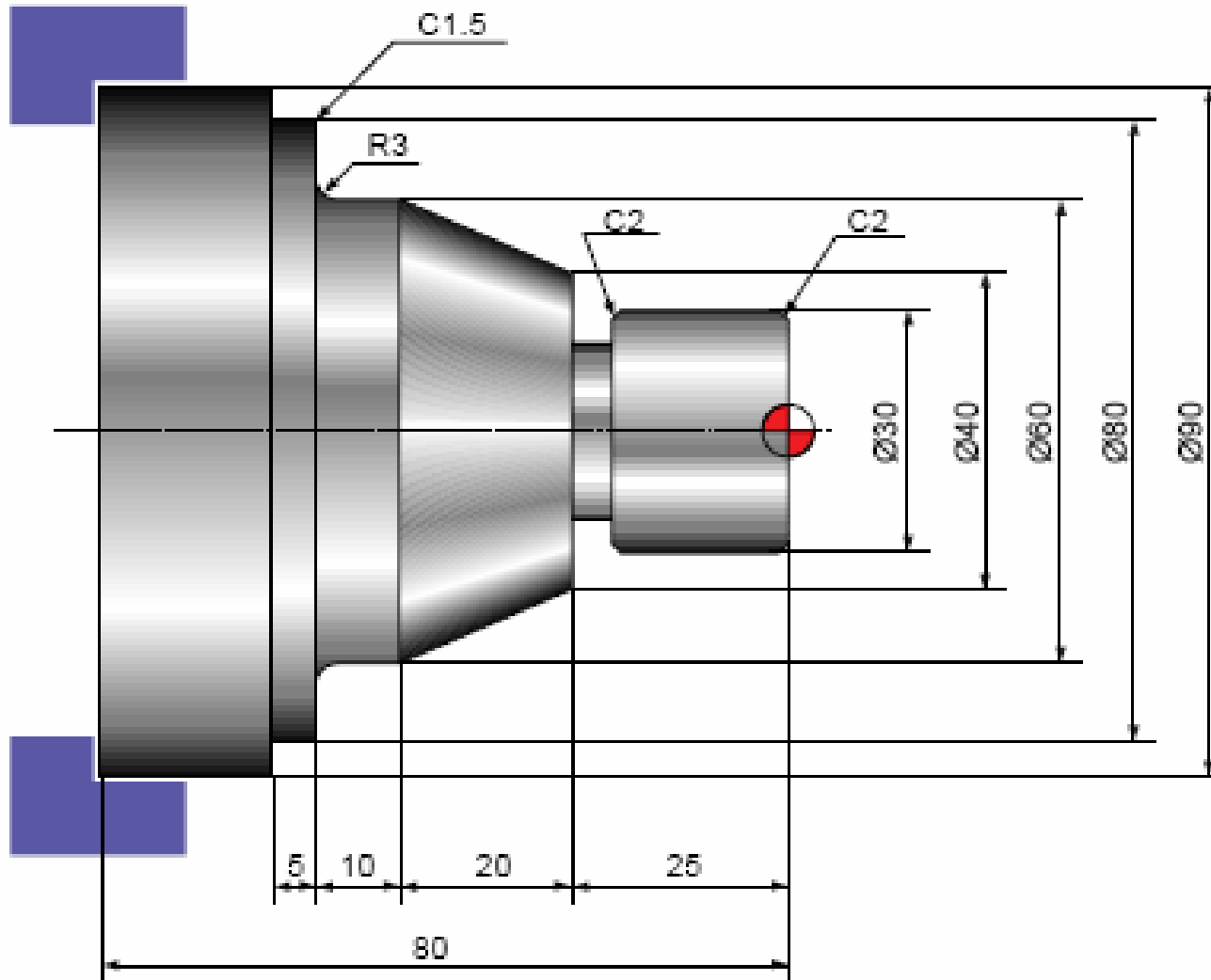
Exercício



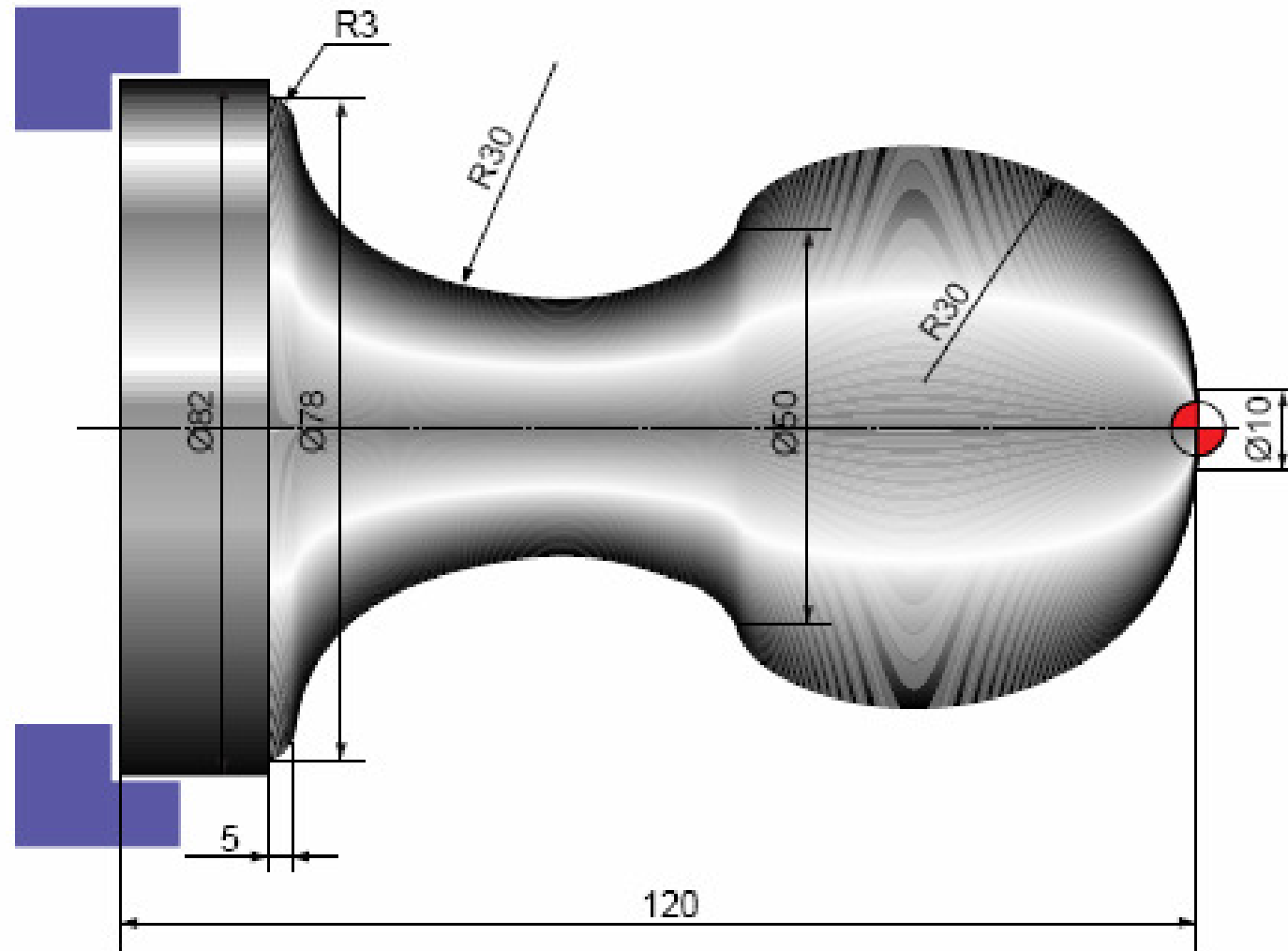
Exercício



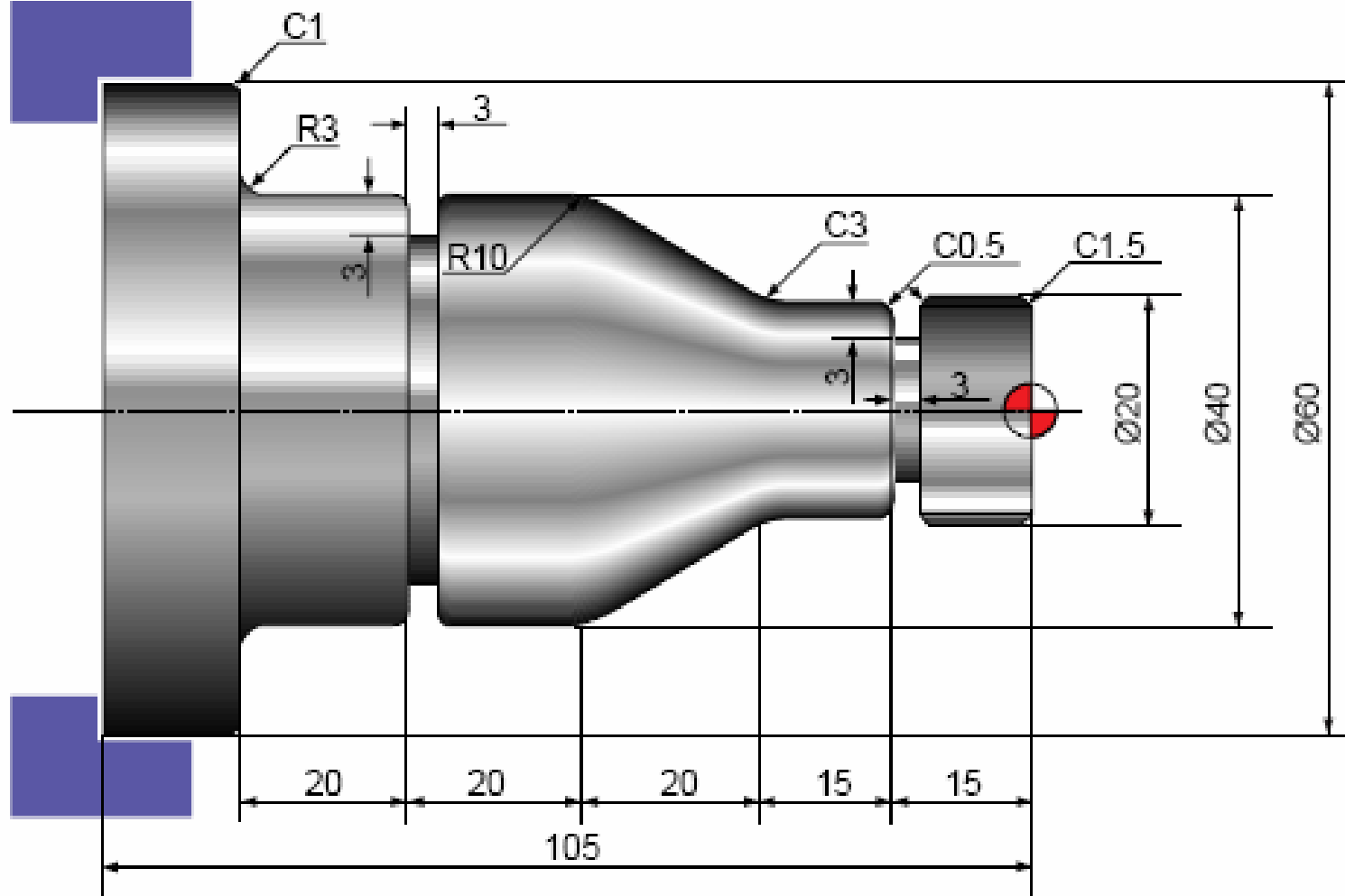
Exercício



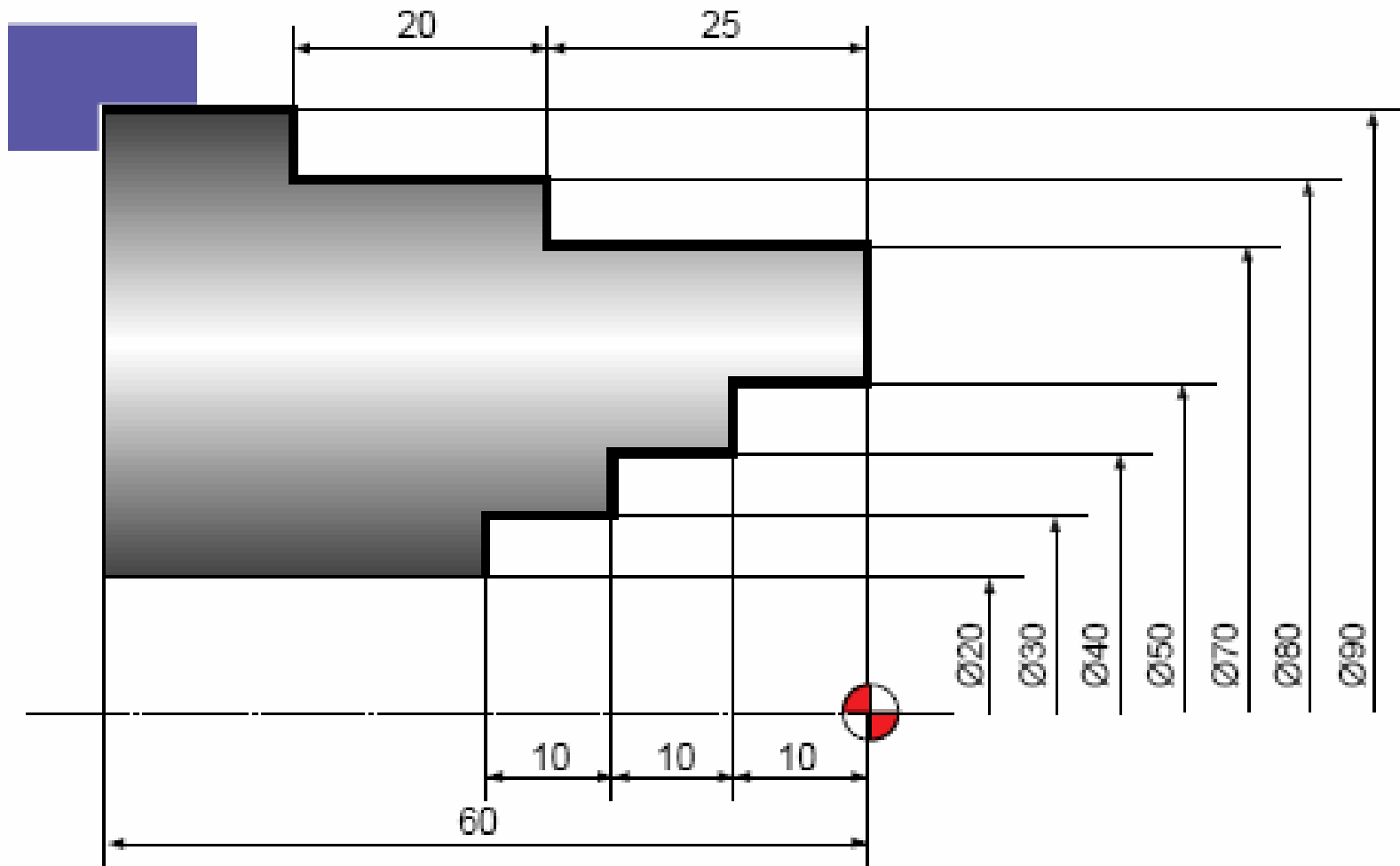
Exercício



Exercício

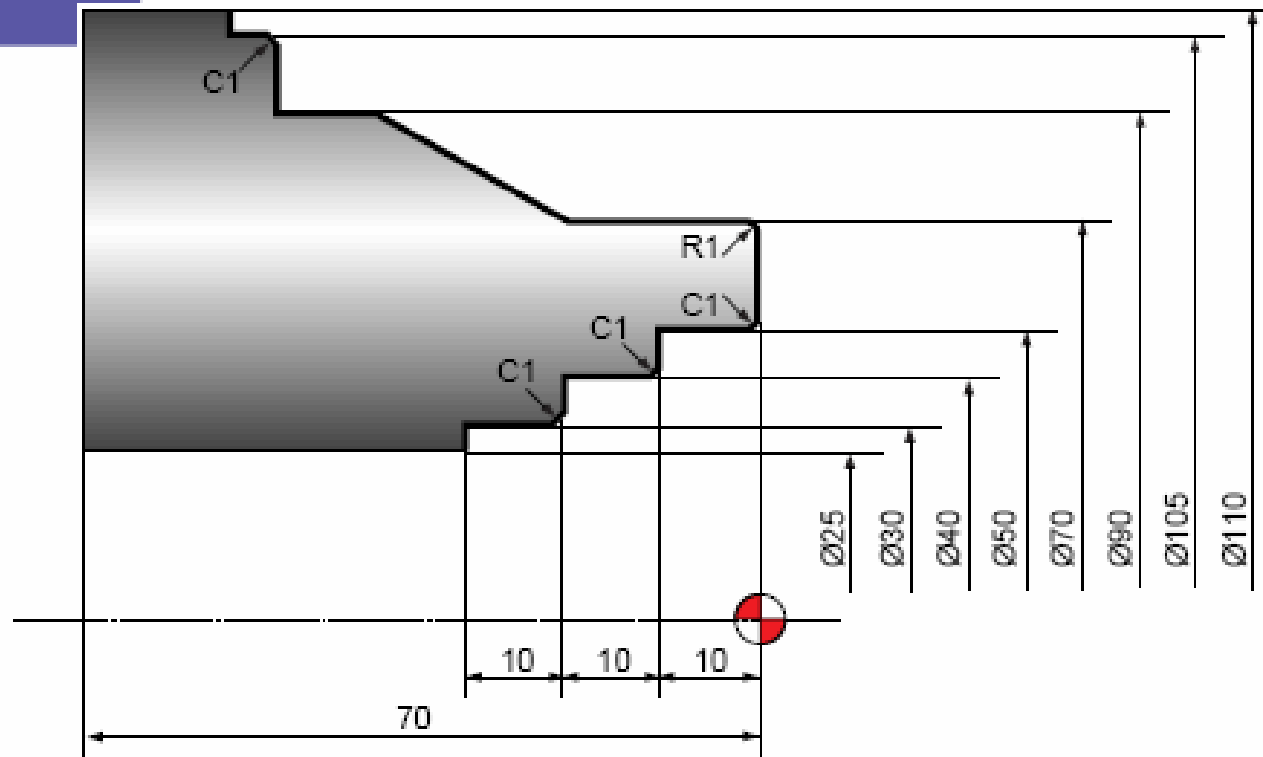


Exercício



Exercício

Process	Outside diameter process, Inside diameter process
Dimension	ø110 x 75L x ø25(Pipe)
Material	S45C

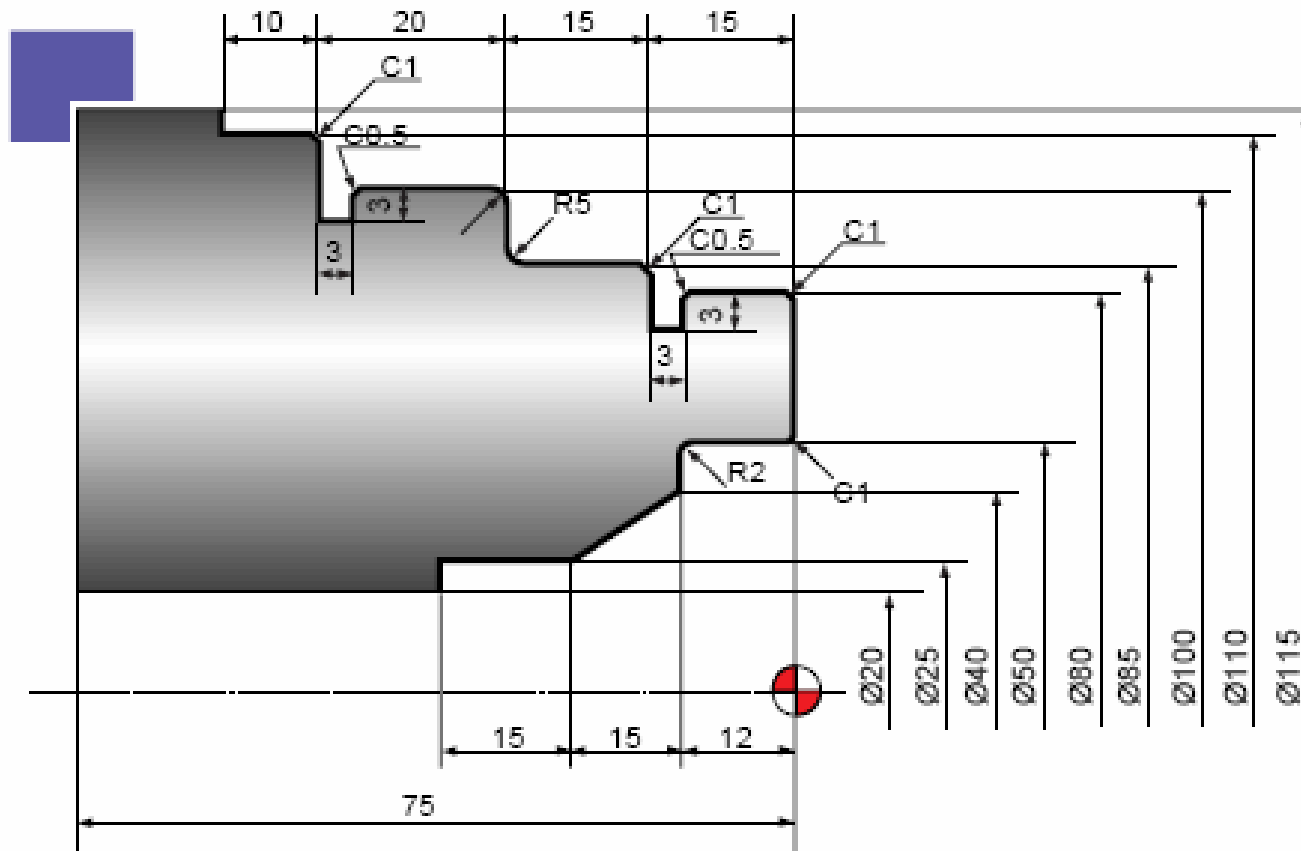


Problem 1) Program when the material is pipe

Problem 2) Program when the material is a round bar

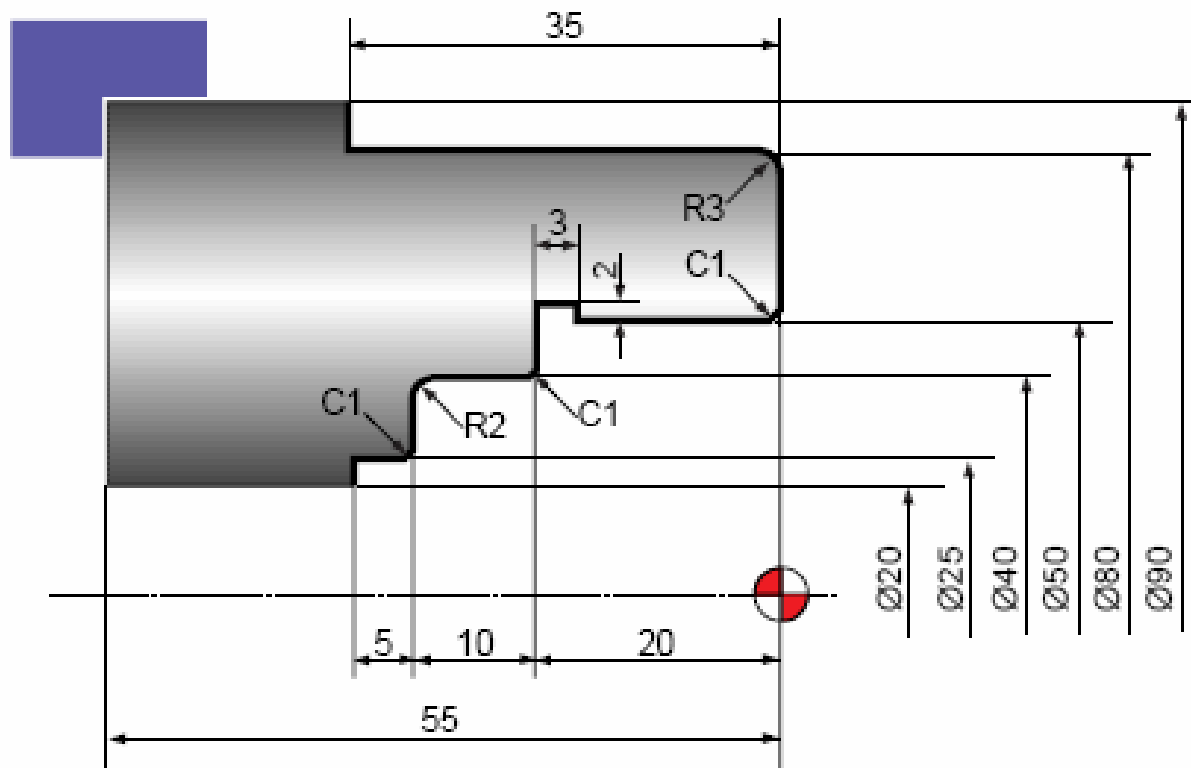
Exercício

Process	Outside diameter process, Inside diameter process
Dimension	ø 110 x 75L x ø 25(Pipe)
Material	S45C



Exercício

Process	Outside diameter process, Inside diameter process(Chamfering, R, Groove)
Dimension	ø90 x 60L x ø20(Pipe)
Material	S45C



Problem 1) Program when the material is pipe

Problem 2) Program when the material is a round bar