

TECNOLOGIA DE CONTROLE NUMÉRICO

*PROGRAMAÇÃO DE
FRESADORAS CNC
(PEÇAS PRISMÁTICAS)*

Programação em APT

- APT (“*Automaticaly Programmed Tools*”) ⇒ utiliza palavras em inglês, maiúsculas ou minúsculas, com significados específicos.
- O processador do programa APT suporta mais de uma 100 palavras.
- Vocabulário foi desenvolvido para ser aberto, tanto que novas palavras representam novas funções que foram incorporadas dentro da linguagem ao longo do tempo.
- Diferentes versões do APT foram escritas para utilização em diferentes computadores tanto para utilização em grandes como em pequenas máquinas.

Programação em APT

- O processador do programa APT e a linguagem APT foram concebidos para possibilitar a máxima flexibilidade para o programador CNC.
- As funções principais do APT são:
 - Definições geométricas;
 - Definição de ferramentas e de movimentos;
 - Funções da máquina-ferramenta;
 - Comandos do sistema computacional.
- Funções da linguagem \Rightarrow colocadas juntas em uma seqüência que descrevem a geometria da peça, os movimentos da ferramenta ao longo de uma superfície, ativam várias funções da máquina e definem as exigências para o sistema.

Programação em APT

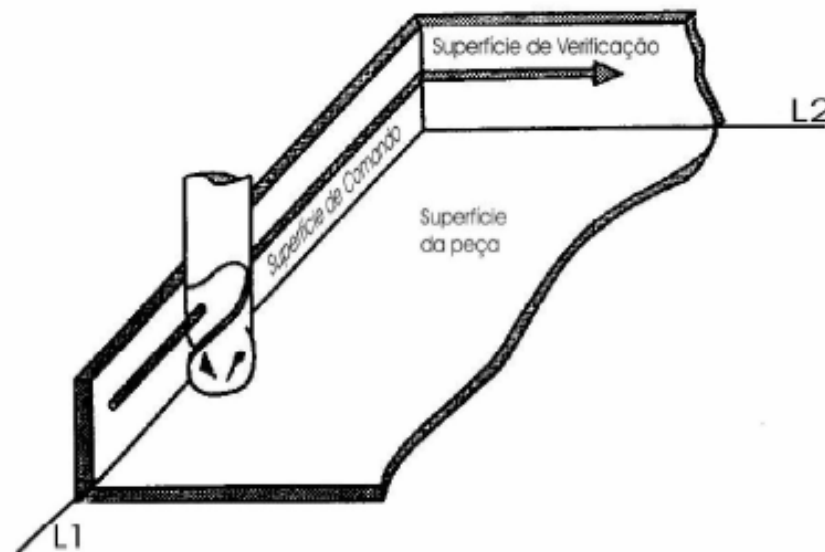
- A linguagem APT fornece os seguintes elementos geométricos: pontos, conjuntos de pontos ou percursos, linhas, planos, vetores, cilindros, cones, esferas, superfícies quádricas (elipsóides, parabolóides, etc), curvas splines, e em algumas versões do APT, uma função para superfícies esculpidas (p.ex. Bézier).
- Comandos de movimento no APT são especificados em coordenadas absolutas ou incrementais.
- Comandos:
 - GOTO/ (posição absoluta)
 - GODLTA/ (movimento incremental)referem-se a estes tipos de movimentos.

Programação em APT

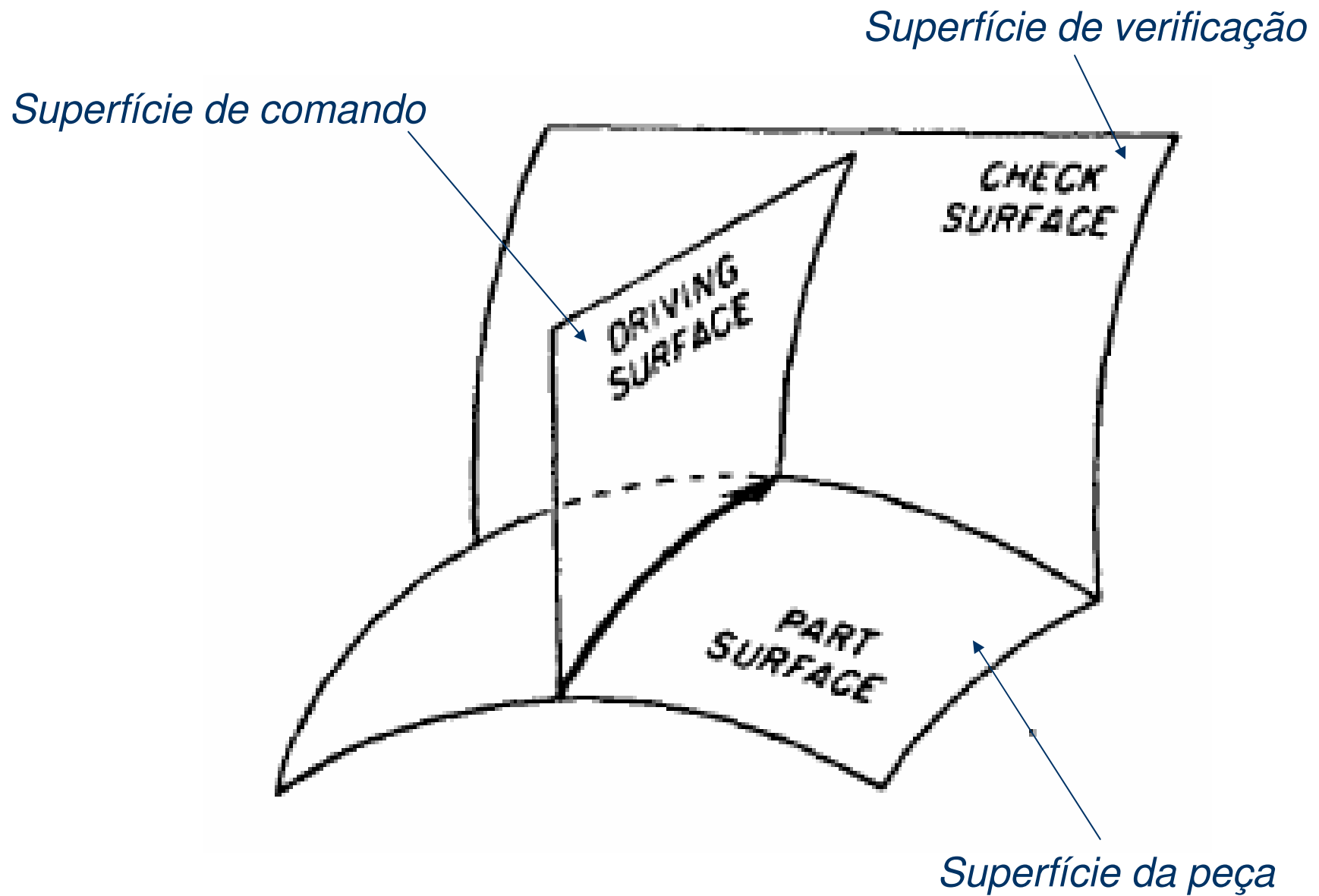
- Comando “GO” não controla somente a direção do movimento da ferramenta (para cima – up, para baixo – down, para a direita – right, para a esquerda – left, para trás – back, para frente – forward), mas a orientação da ferramenta com a respectiva superfície de comando.
- Comandos TLLFT, TLRGT e TLON indicam a posição do eixo da ferramenta em relação à respectiva superfície de comando.

Programação em APT

- Figura \Rightarrow superfície de comando e a superfície de verificação são planos contendo as linhas L1 e L2 respectivamente, e paralelos aos eixos da ferramenta.
- Superfície da peça \Rightarrow plano contendo ambas as linhas L1 e L2 \Rightarrow os movimentos de comando APT são:
GOFWD/TLRGT, L1, O, L2
GORGT/TLRGT, L2, ...



Programação em APT



Exemplo de Programa em APT

PTA = POINT/3,4,5

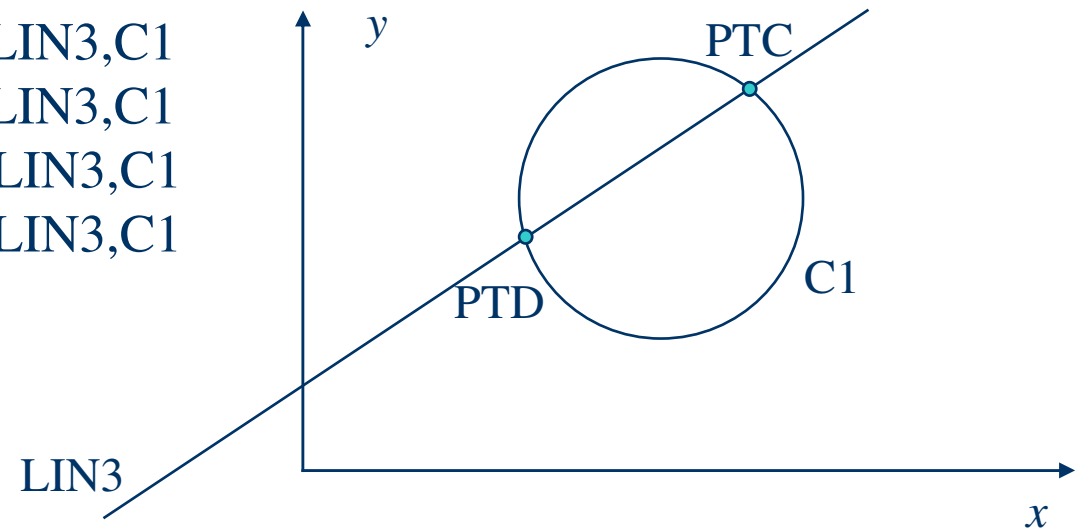


PTC = POINT/YLARGE, INTOF, LIN3,C1

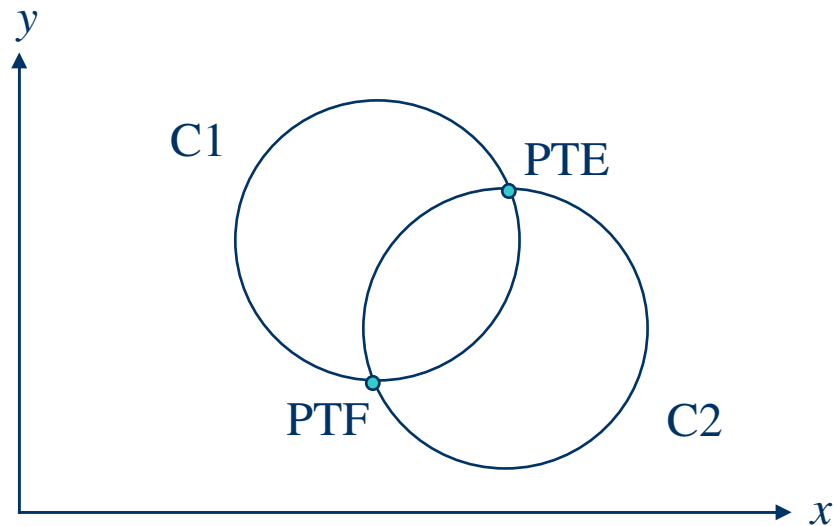
PTC = POINT/XLARGE, INTOF, LIN3,C1

PTD = POINT/YSMALL, INTOF, LIN3,C1

PTD = POINT/XSMALL, INTOF, LIN3,C1



Exemplo de Programa em APT



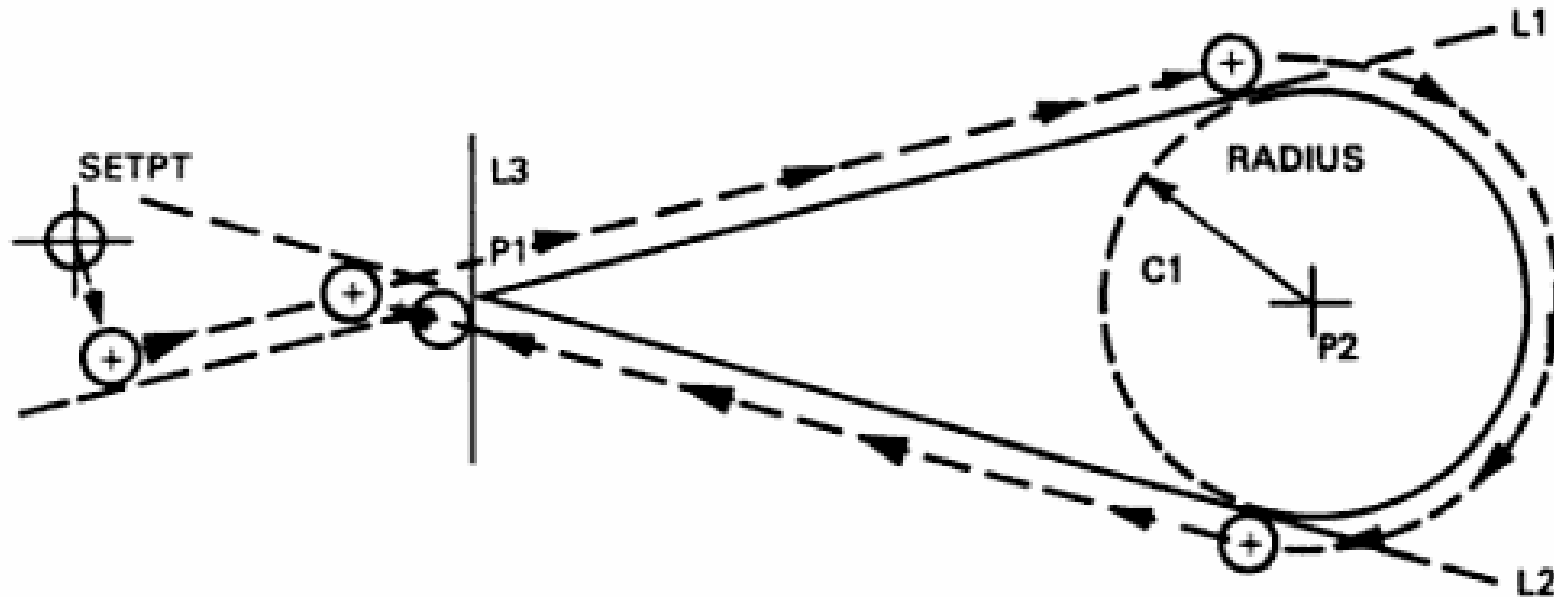
PTE = POINT/YLARGE, INTOF, C1,C2

PTE = POINT/XLARGE, INTOF, C1, C2

PTF = POINT/YSMALL, INTOF, C1, C2

PTF = POINT/XSMALL, INTOF,C1, C2

Exemplo de Programa em APT



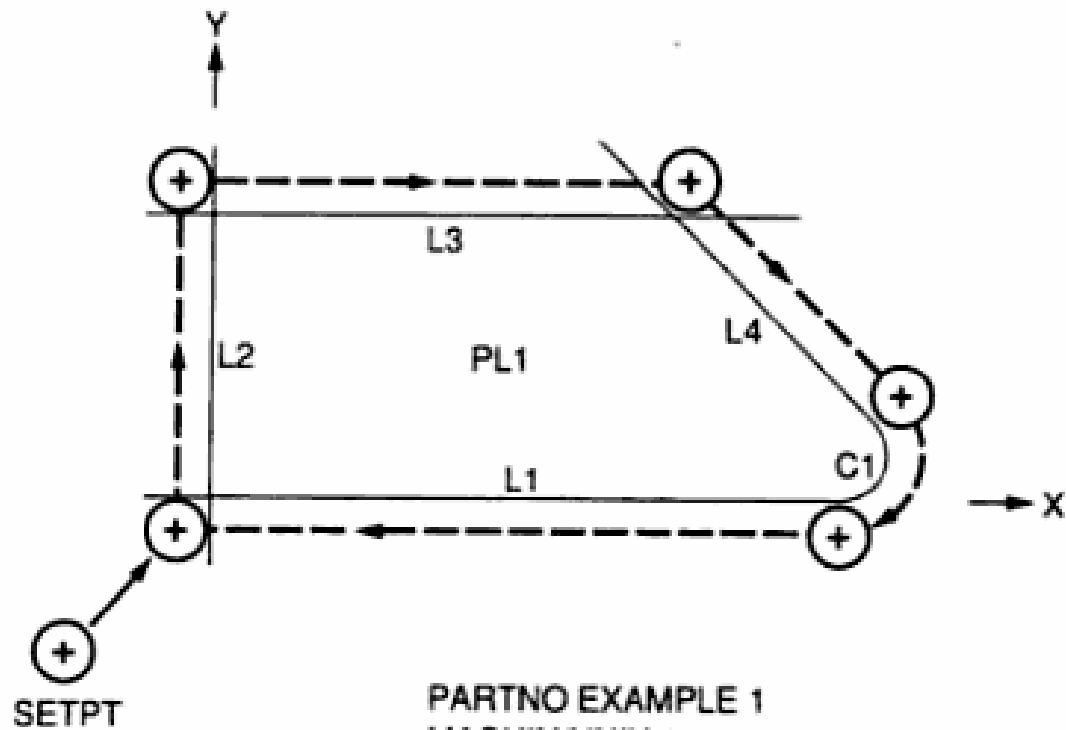
APT GEOMETRY STATEMENTS

SETPT = POINT/X, Y, Z
P1 = POINT/X, Y, Z
P2 = POINT/X, Y, Z
C1 = CIRCLE/CENTER, P2, RADIUS, R
L1 = LINE/P1, LEFT, TANTO, C1
L2 = LINE/P1, RIGHT, TANTO, C1
L3 = LINE/P1, ATANGL, 90
CUTTER/.5

Em um ângulo
medido na
direção positiva
de X

APT MOTION STATEMENTS

FROM/ SETPT
RAPID
GO/ TO, L1
FEDRAT/20
TLLFT, GOLFT/L1, TANTO, C1
GOFWD/C1, TANTO, L2
GOFWD/L2, PAST, L3
GOTO/SETPT
FINI



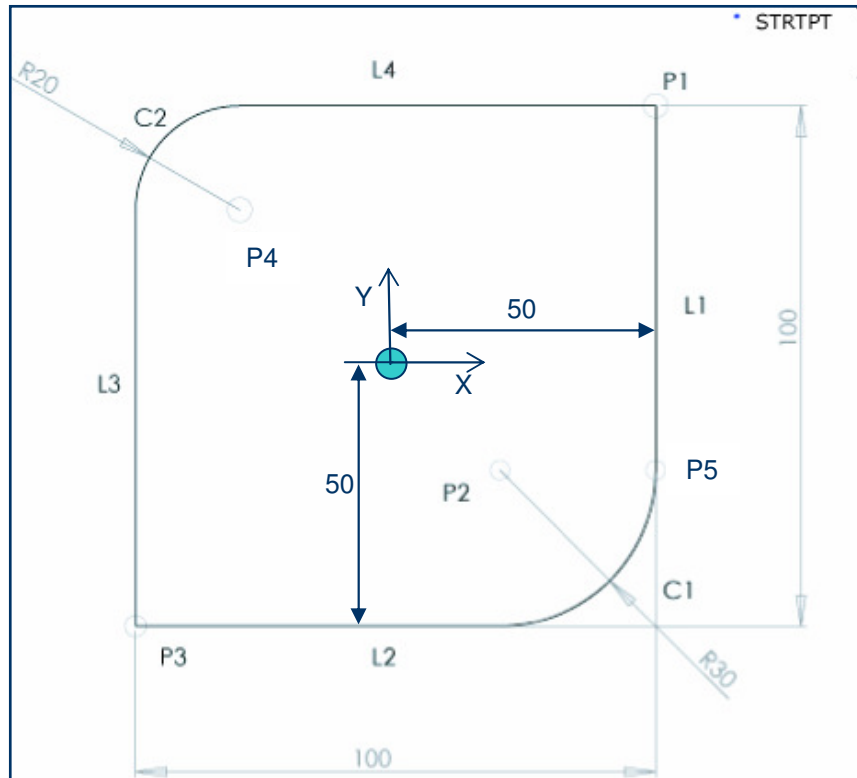
PARTNO EXAMPLE 1
MACHIN/UNIV 1



```

CUTTER/1.0
FROM/SETPT
GO/TO, L2, TO PL1, TO, L1
TLLFT, GOLFT/L2, PAST, L3
GORGT/L3, PAST, L4
GORGT/L4, TANTO, C1
GOFWD/C1, TANTO, L1
GOFWD/L1, PAST, L2
GOTO/SETPT
FINI
  
```

Programação em APT (Automatically Programmed Tools)



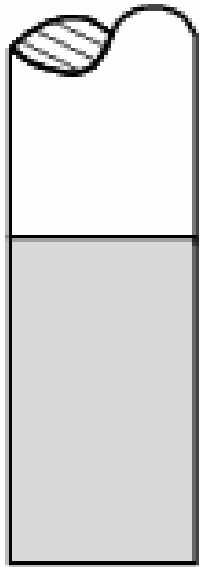
```

FEDRAT / 100, 0
FROM / STRPT
GO/TO L1, TO, PLAN2, TO, L4
TLLFT, GOFWD / L1, TANTO, C1
GOFWD / C1, TANTO, L2
GOFWD / L2, PAST, L3
GORGT / L3, TANTO, C2
GOFWD / C2, TANTO, L4
GOFWD / L4, PAST, L1
NOPS    $$ Sem superfície da peça
GOTO / STRPT
FINI
  
```

```

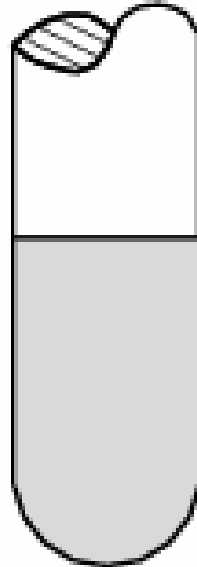
PARTNO / APT-1
CLPRNT    $$ Criar uma listagem CL
UNITS / MM
NOPOST    $$ Não pós-processamento
CUTTER / 10.0
$$$GEOMETRY DEFINITION
SETPT = POINT / 0.0, 0.0, 0.0
STRPT = POINT / 70,70,0
P1 = POINT / 50, 50, 0
P2 = POINT / 20, -20, 0
C1 = CIRCLE / CENTER, P2, RADIUS, 30
P3 = POINT / -50, -50, 0
P4 = POINT / -30, 30, 0
C2 = CIRCLE / CENTER, P4, RADIUS, 20
P5 = POINT / 50, -20, 0
L1 = LINE / P1, P5
L2 = LINE / P3, PERPTO, L1
L3 = LINE / P3, PARLEL, L1
L4 = LINE / P1, PERPTO, L1
PLAN1 = PLANE / P1, P2, P3
PLAN2 = PARLEL, PLAN1, ZSMALL, 16
$$$MOTION COMMANDS
SPINDL / 3000, CW
  
```

Exemplos de Geometrias de Fresas



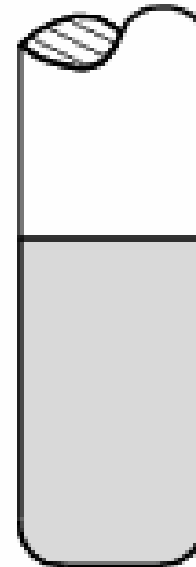
(a)

Fresa Plana



(b)

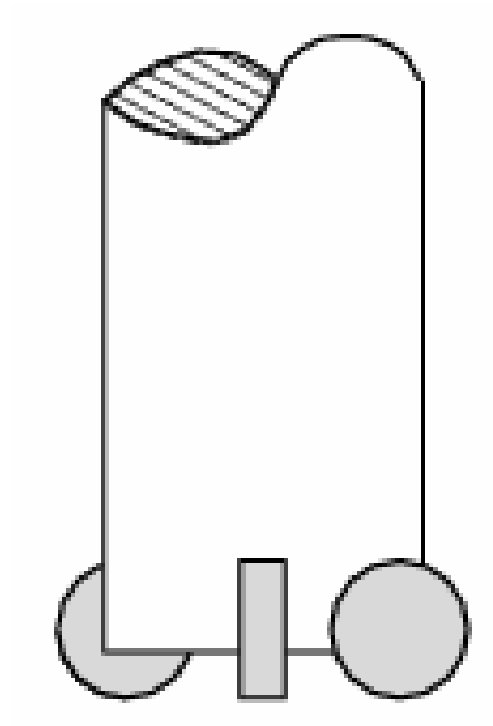
Fresa Esférica



(c)

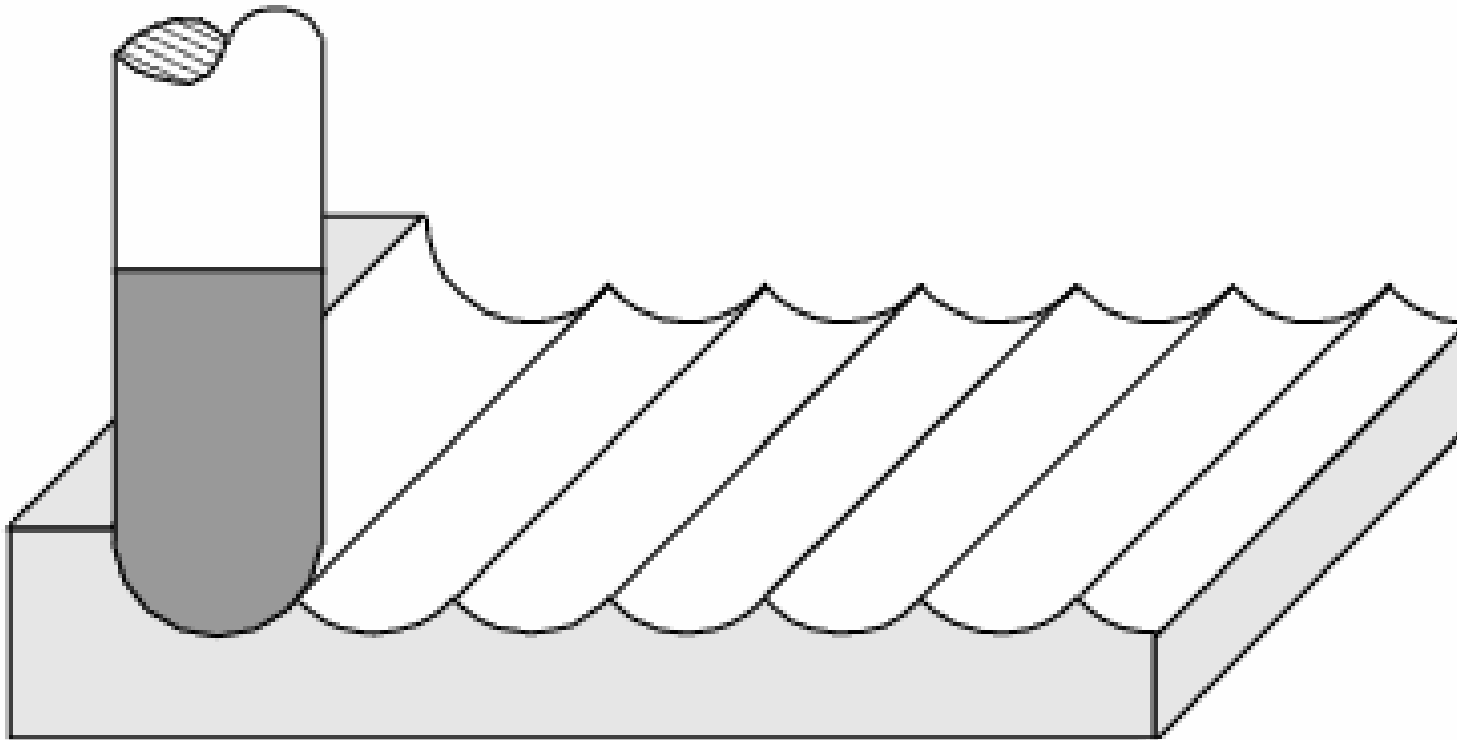
***Fresa Plana
com raio de
concordância***

Exemplos de Geometrias de Fresas



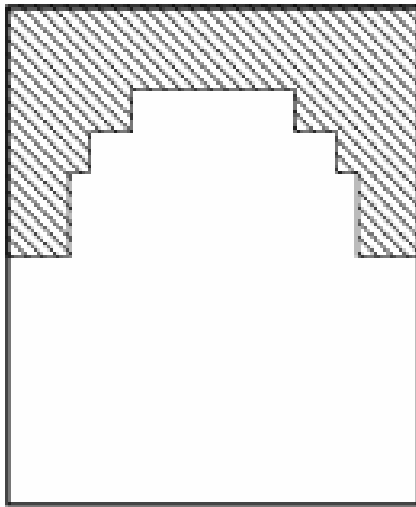
Fresa com Pastilhas

Exemplos de Geometrias de Fresas

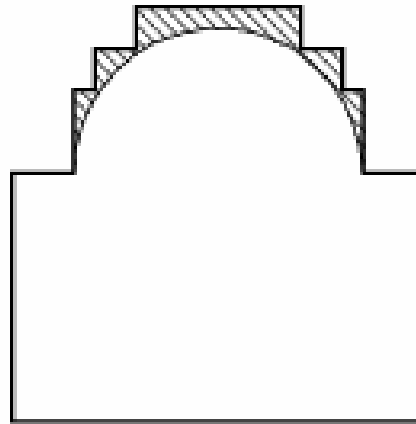


*Protuberâncias deixadas por
fresa esférica*

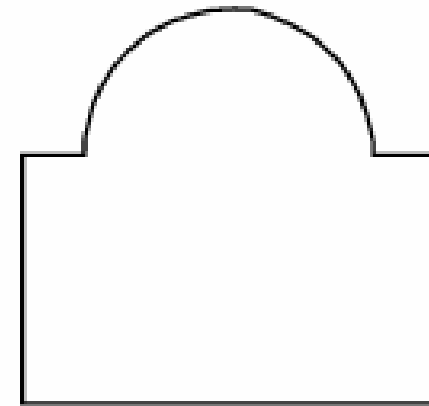
Exemplos de Estratégias de Fresamento



(a)



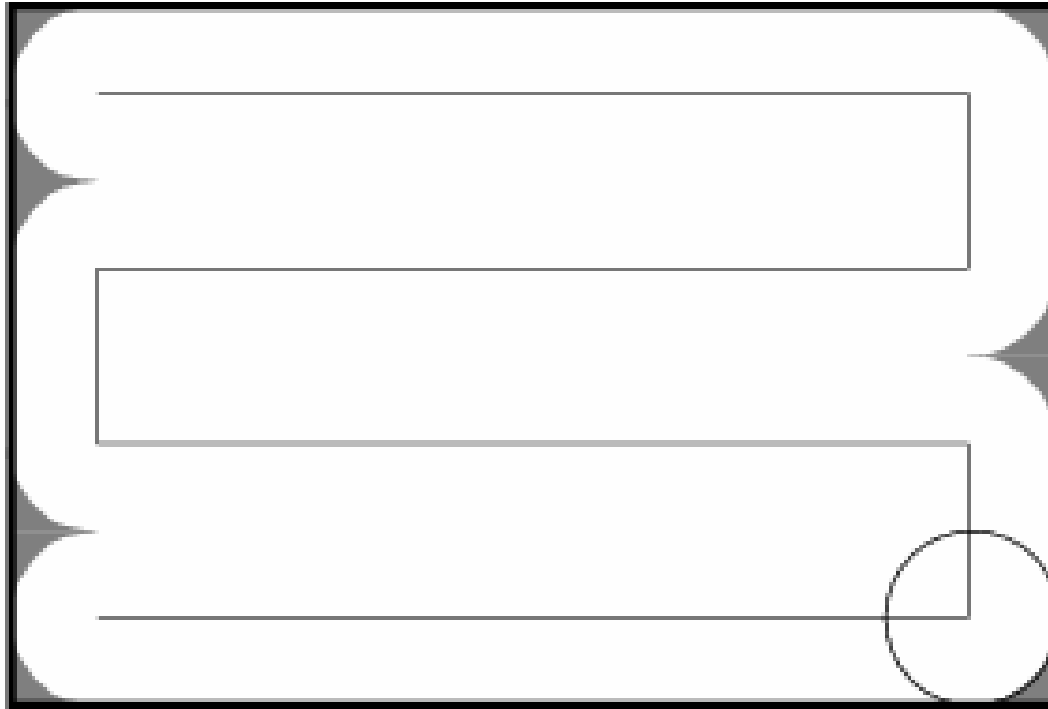
(b)



(c)

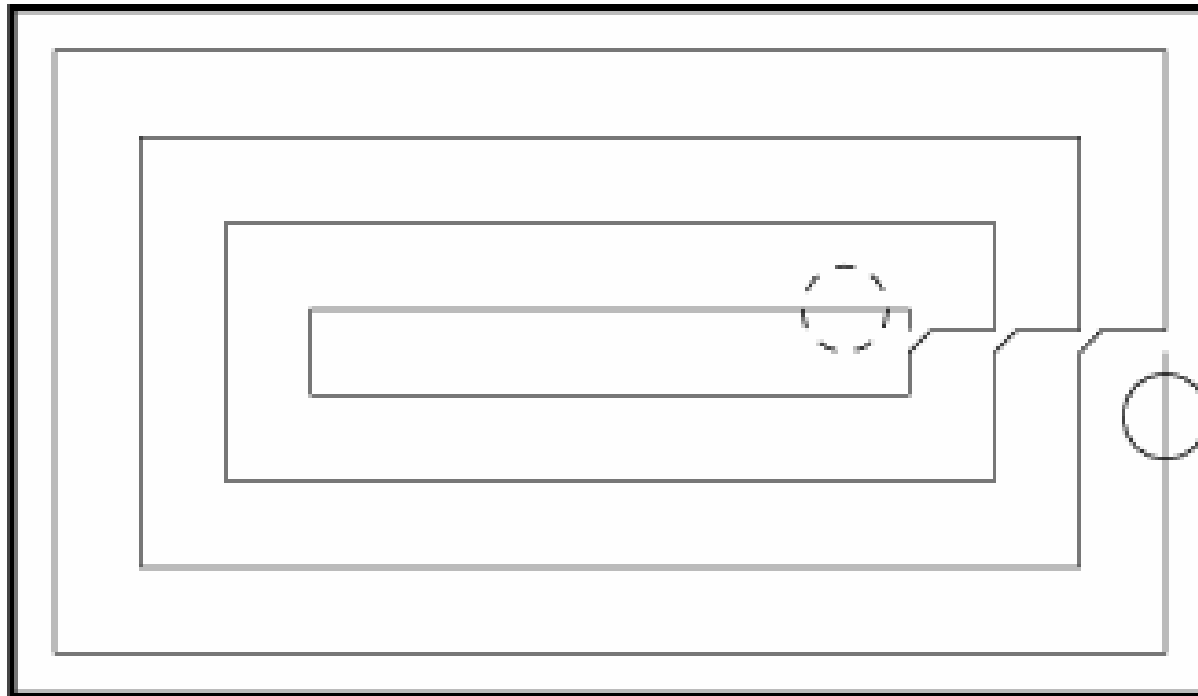
Estratégias de fresamento de superfície

Exemplos de Estratégias de Fresamento



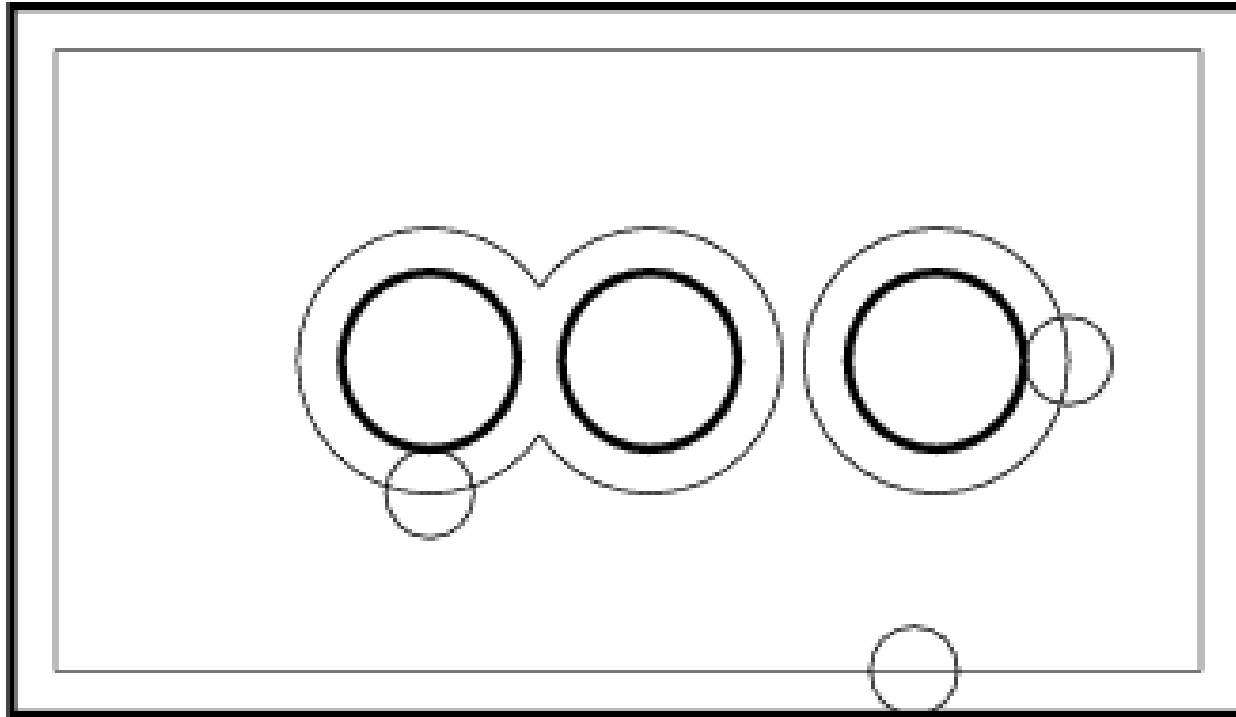
Estratégia de fresamento em zigue-zague, e o material não removido

Exemplos de Estratégias de Fresamento



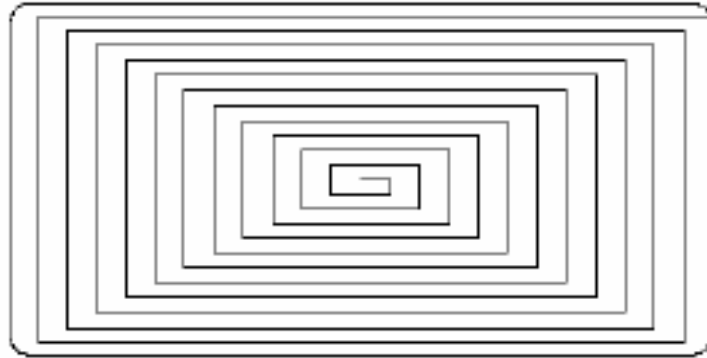
*Estratégia de fresamento em
espiral*

Exemplos de Estratégias de Fresamento

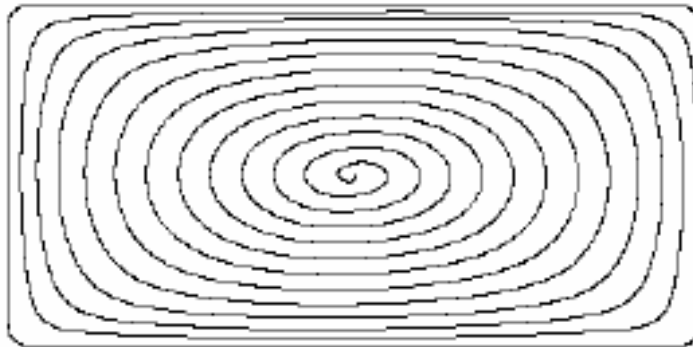
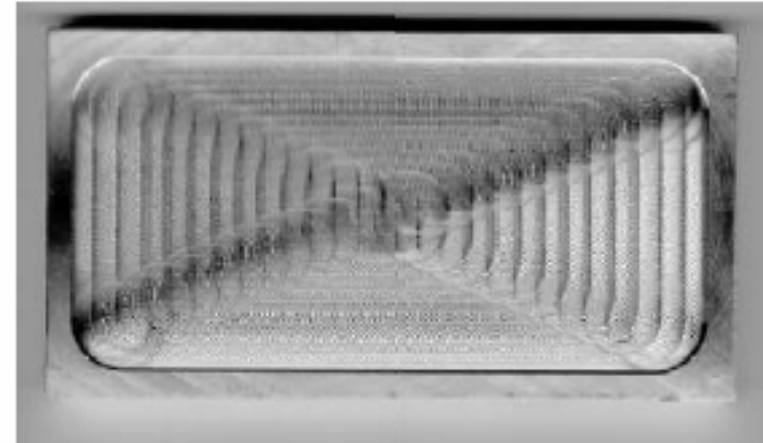


*Estratégia de fresamento de
uma cavidade com
protuberâncias*

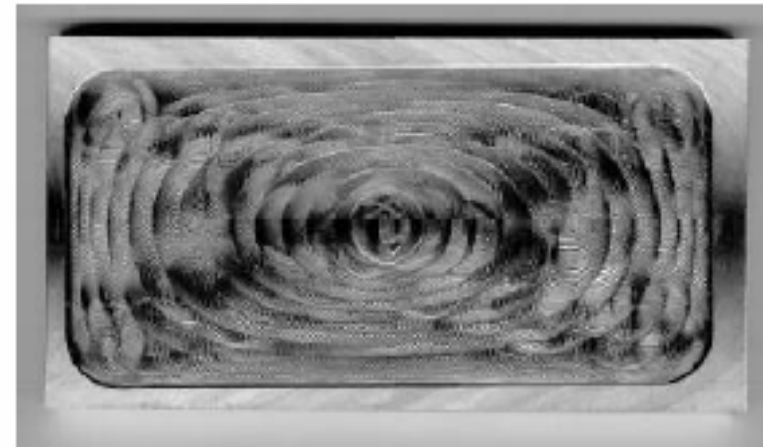
Exemplos de Estratégias de Fresamento



Rectilinear

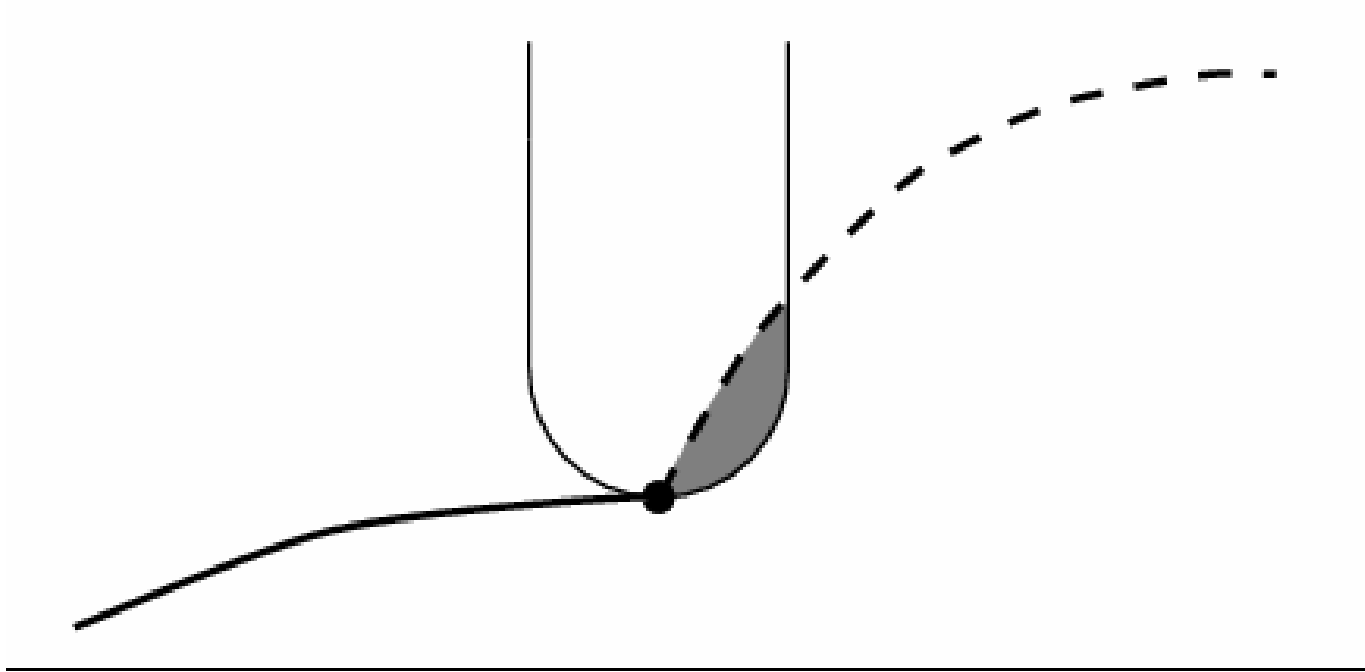


Curvilinear



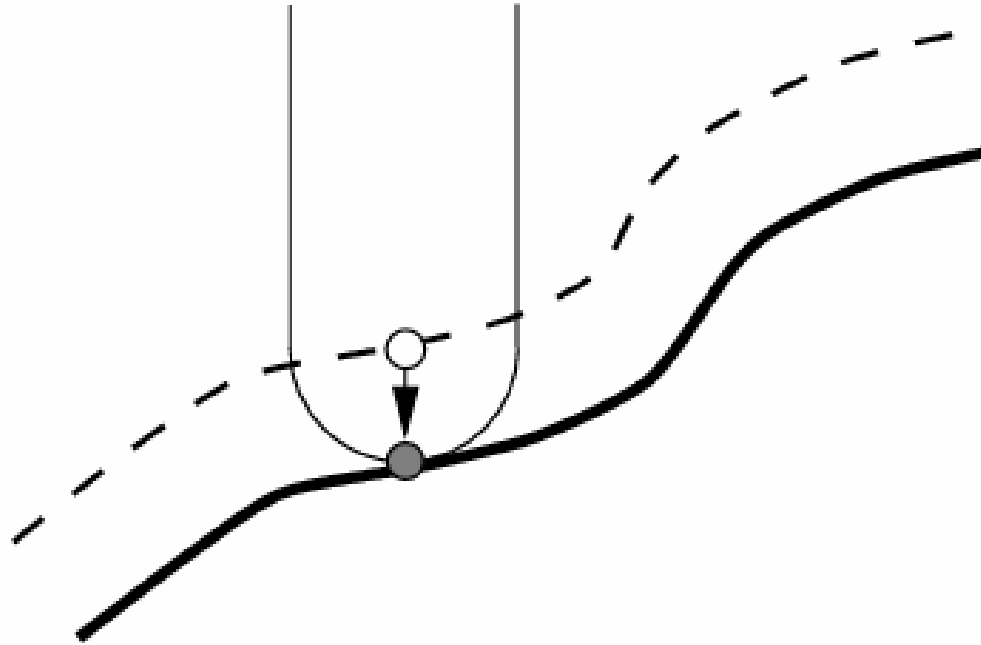
Curvilinear path saved 25% machining time.

Exemplos de Estratégias de Fresamento



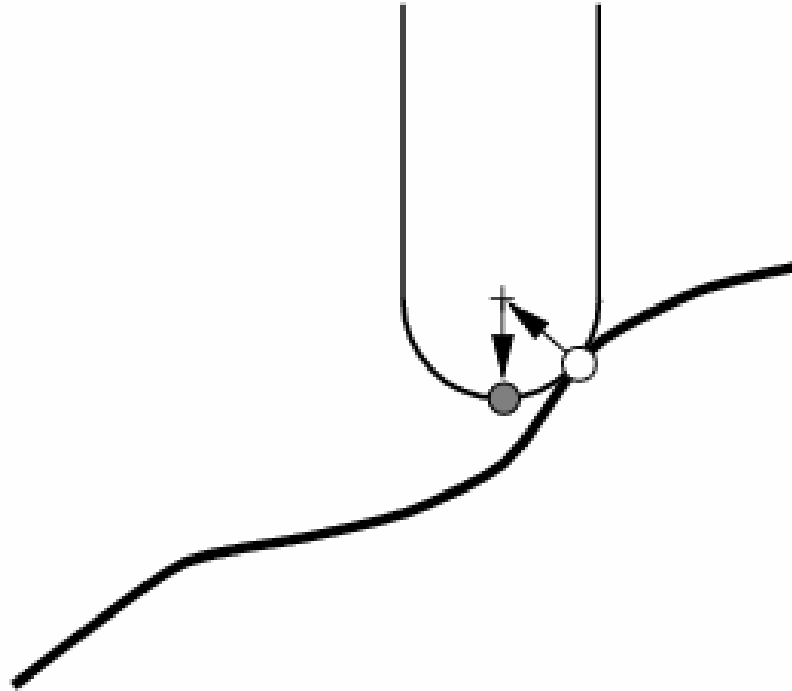
Fresamento de uma superfície com uma fresa esférica, e erro na remoção de material

Exemplos de Estratégias de Fresamento



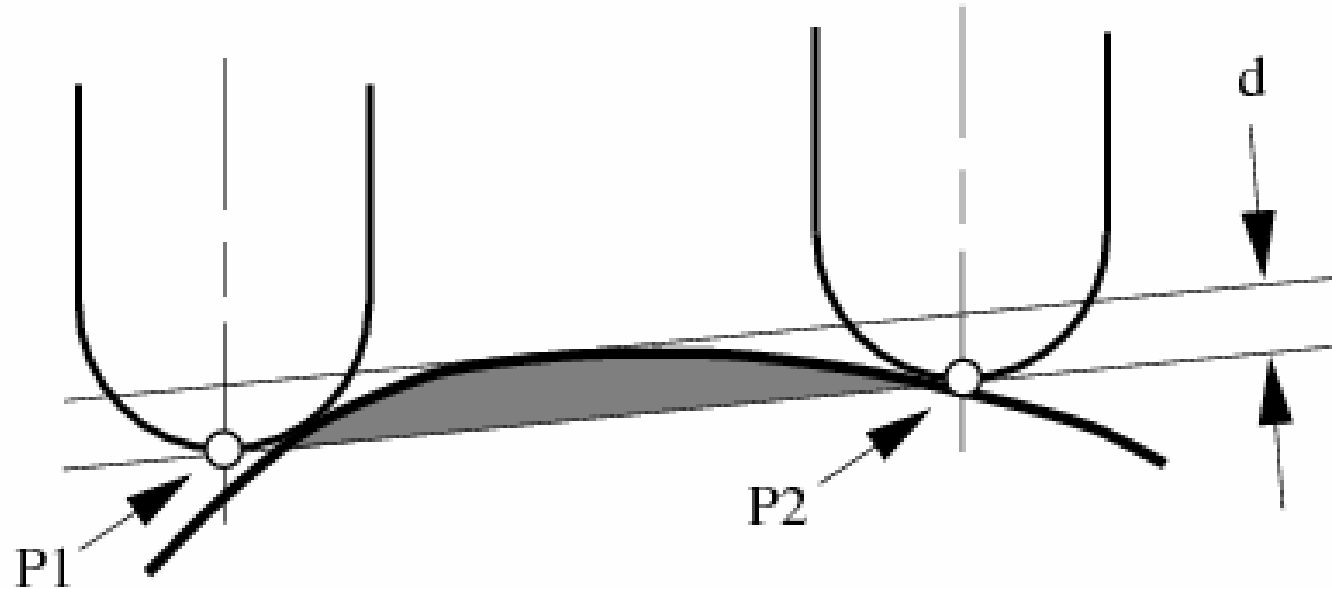
Fresamento de uma superfície com uma fresa esférica, com estratégia de offset uniforme da superfície

Exemplos de Estratégias de Fresamento



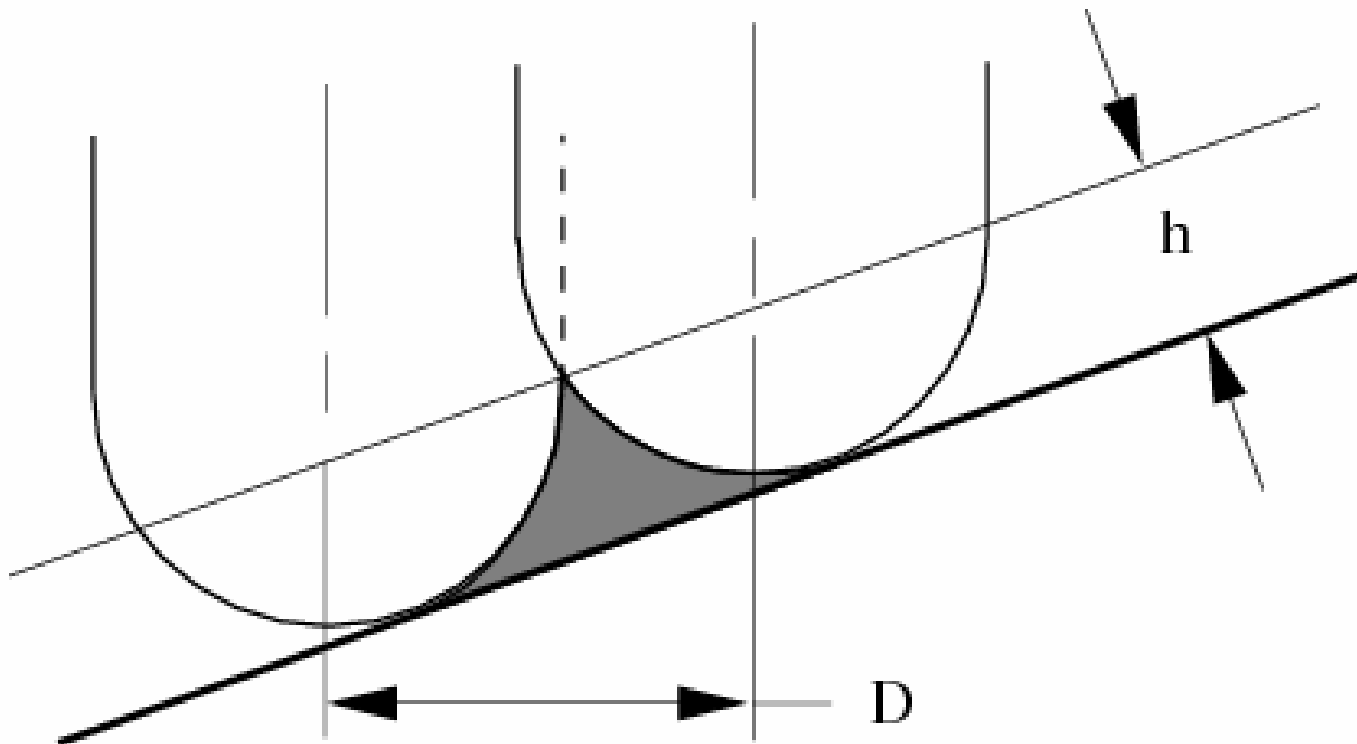
Fresamento de uma superfície com uma fresa esférica, com estratégia de offset baseada no contato da ferramenta com a superfície – este método pode ser aplicado a outras geometrias de ferramentas

Exemplos de Estratégias de Fresamento



Fresamento de uma superfície com uma fresa esférica, ilustrando-se a mudança do ponto de contato ao longo da trajetória

Exemplos de Estratégias de Fresamento



Fresamento de uma superfície com uma fresa esférica, ilustrando-se como se pode obter a altura da protuberância entre as passadas

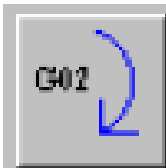
Exemplo de Interface para Programação CNC



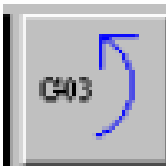
Movimento de interpolação linear de posicionamento em rápido. (G00)



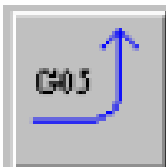
Movimento de posicionamento linear com avanço de trabalho. (G01)



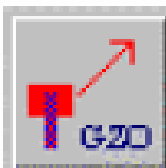
Movimento de interpolação circular no sentido horário. (G02)



Movimento de interpolação circular no sentido anti-horário. (G03)



Movimento de concordância de duas retas tangentes a um arco. (G05)



Movimento em rápido para o "zero máquina" abortando o corretor de ferramentas. (G20)

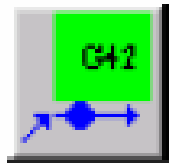
Exemplo de Interface para Programação CNC



cancela compensação de raio de ferramenta. (G40)

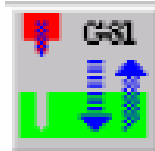


Compensa raio de ferramenta à esquerda do contorno.
(G41)



Compensa raio de ferramenta à direita do contorno. (G42)

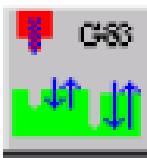
Exemplo de Interface para Programação CNC



Ciclo de furação. (G81)



Ciclo de rebaixamento. (G82)



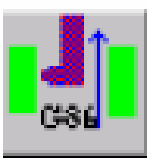
Ciclo de furação com descarga. (G83)



Ciclo de roscamento. (G84)

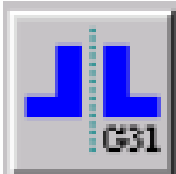


Mandrilamento. (G85)

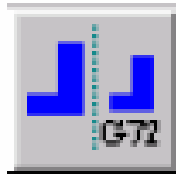


Ciclo de mandrilamento com parada de ferramenta. (G86)

Exemplo de Interface para Programação CNC



Liga função espelho. (G31)



Liga função escala. (G72)



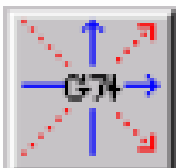
Aciona corretor de fixação. (G45)



Tempo de permanência (dwell). (G04)



Ciclo de cavidades retangulares, quadradas ou circulares.
(G26)



Rotação de eixos. (G74)

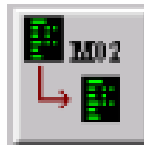
Exemplo de Interface para Programação CNC



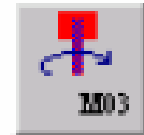
Parada do programa. (M00)



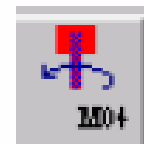
Parada opcional. (M01)



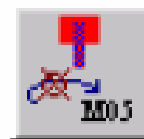
Fim de sub-programa. (M02)



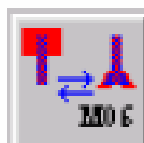
Rotação do eixo árvore à direita. (M03)



Rotação do eixo árvore à esquerda. (M04)

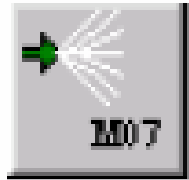


Parada do eixo árvore. (M05)



Troca de ferramenta. (M06)

Exemplo de Interface para Programação CNC



Liga refrigeração alta pressão. (M07)



Liga refrigeração pressão normal. (M08)



Desliga refrigeração. (M09)



Fim de programa. (M30)

Exemplo de Interface para Programação CNC



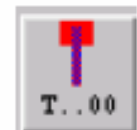
Número de seqüência



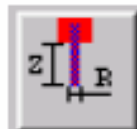
Desvio para sub-programa



Desvio de programa



Definição de ferramentas



Corretor de ferramentas



Envio de programas

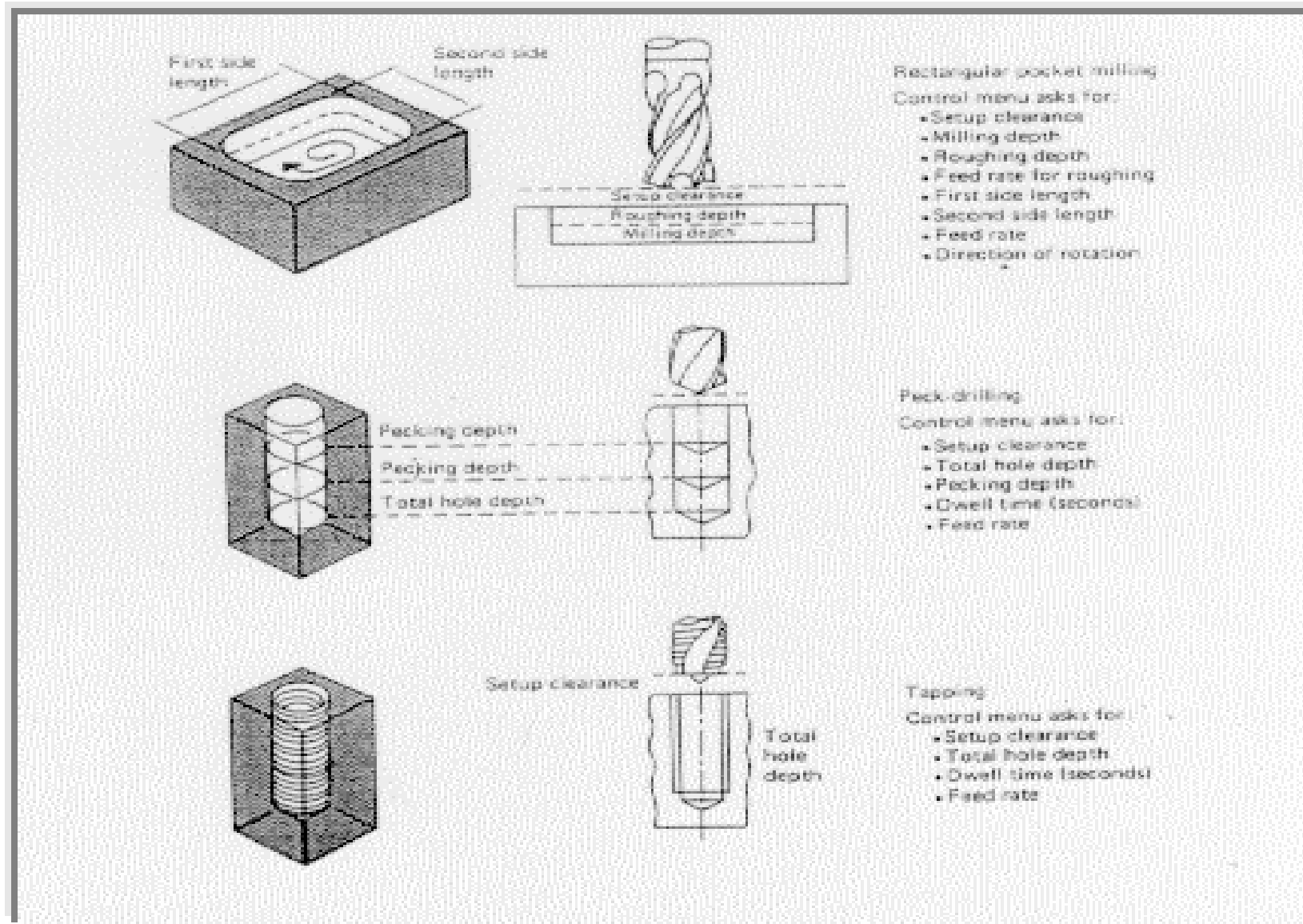


Recepção de programas



Quebra de conexão

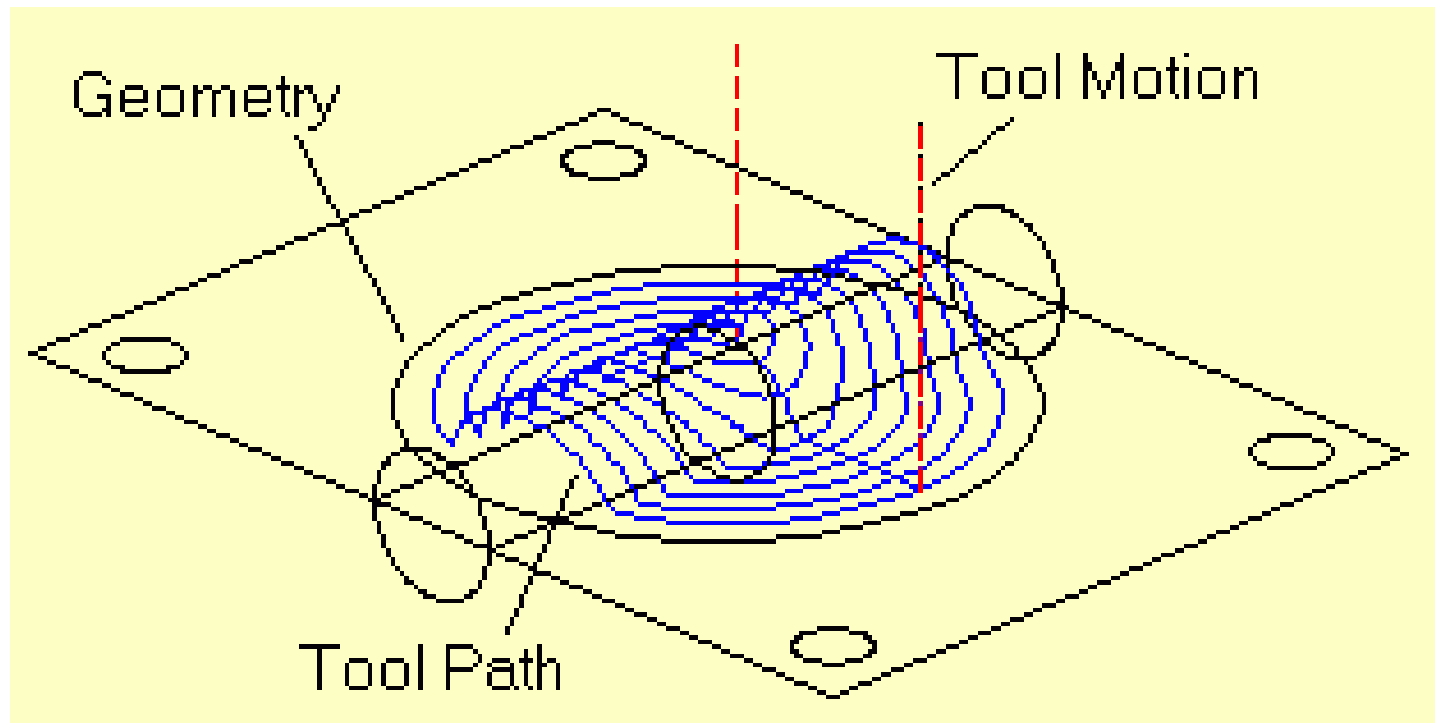
Exemplo de Interface para Programação CNC



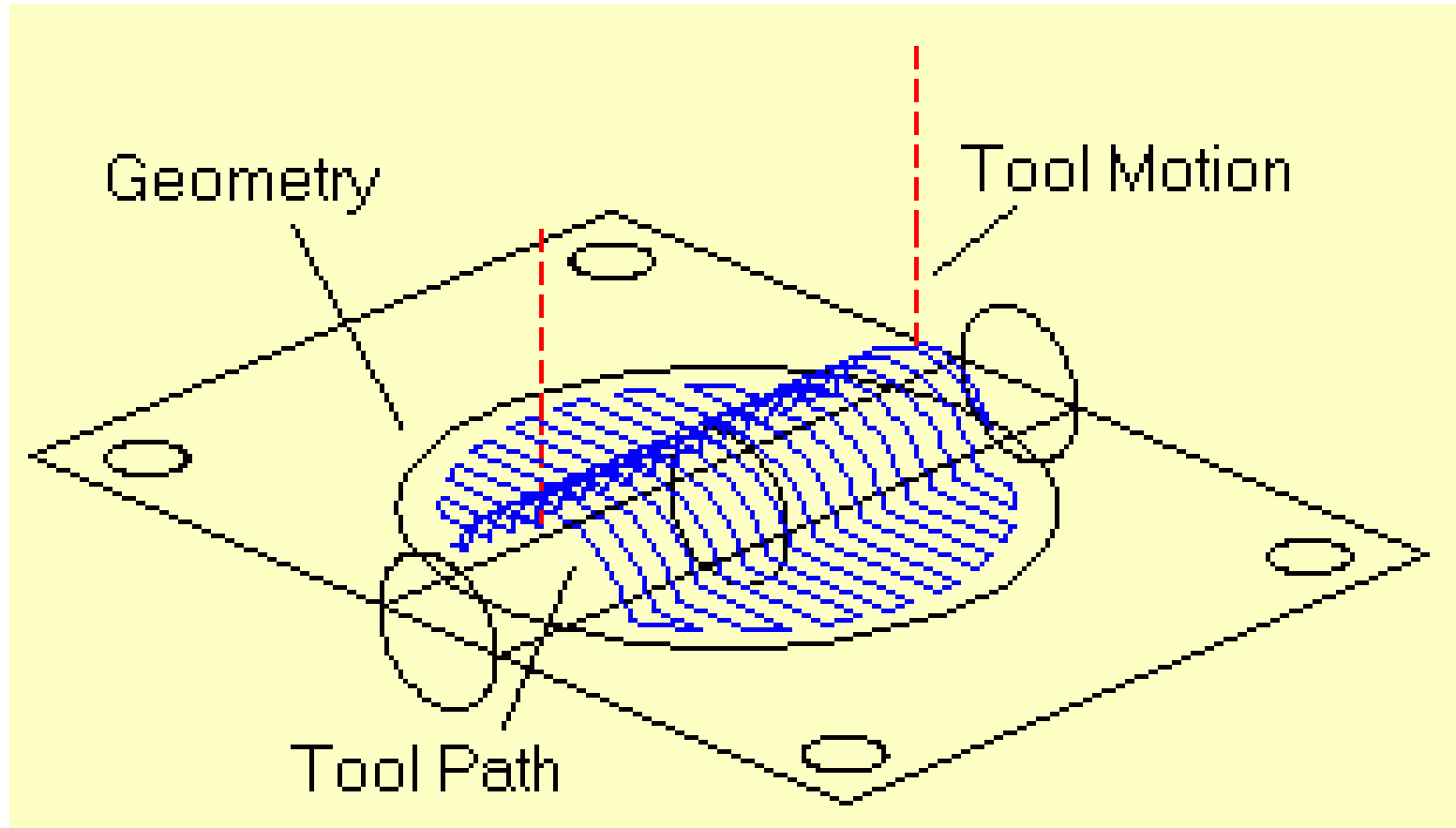
Exemplo de Interface para Programação CNC



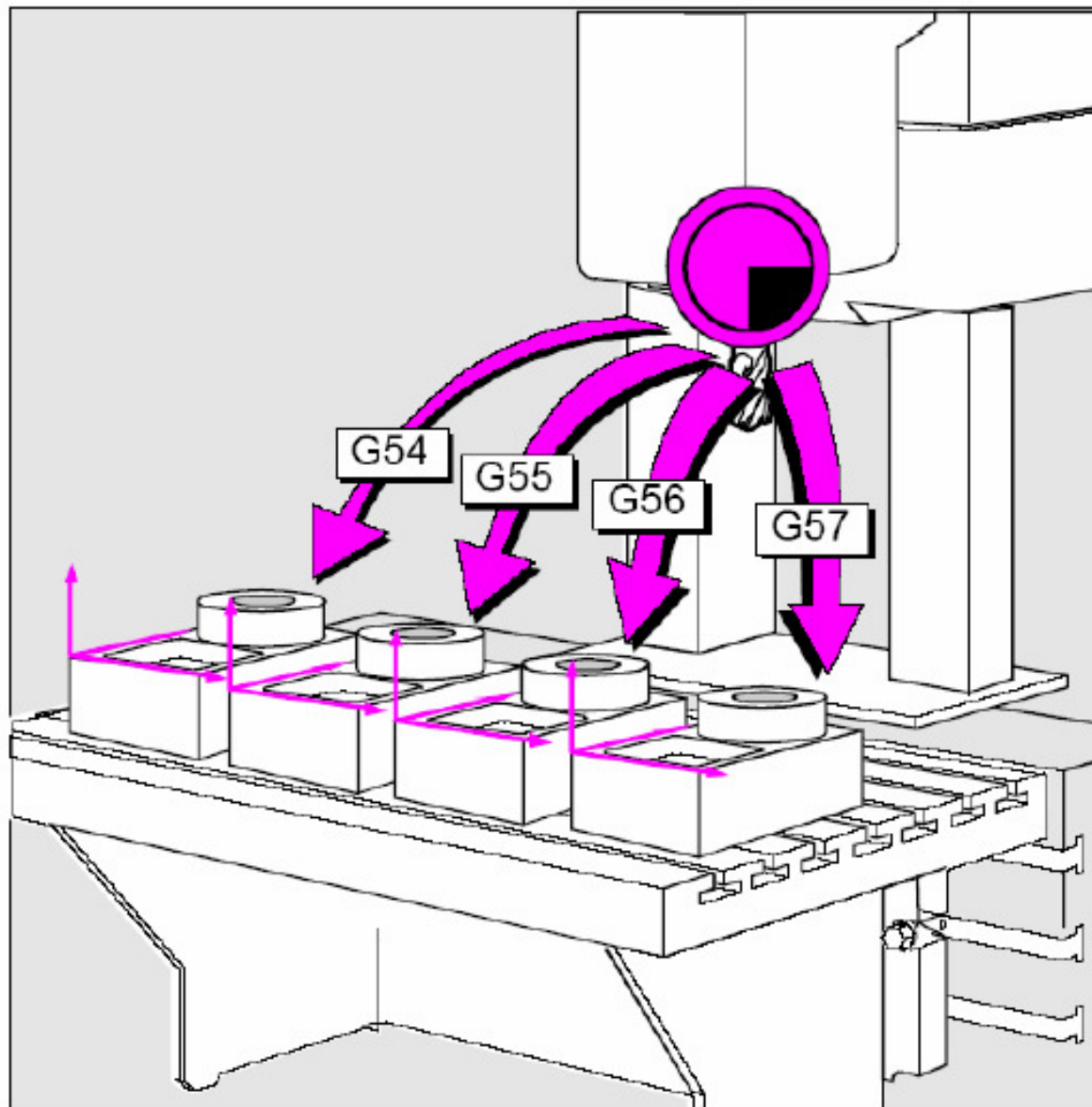
Usinagem em Espiral



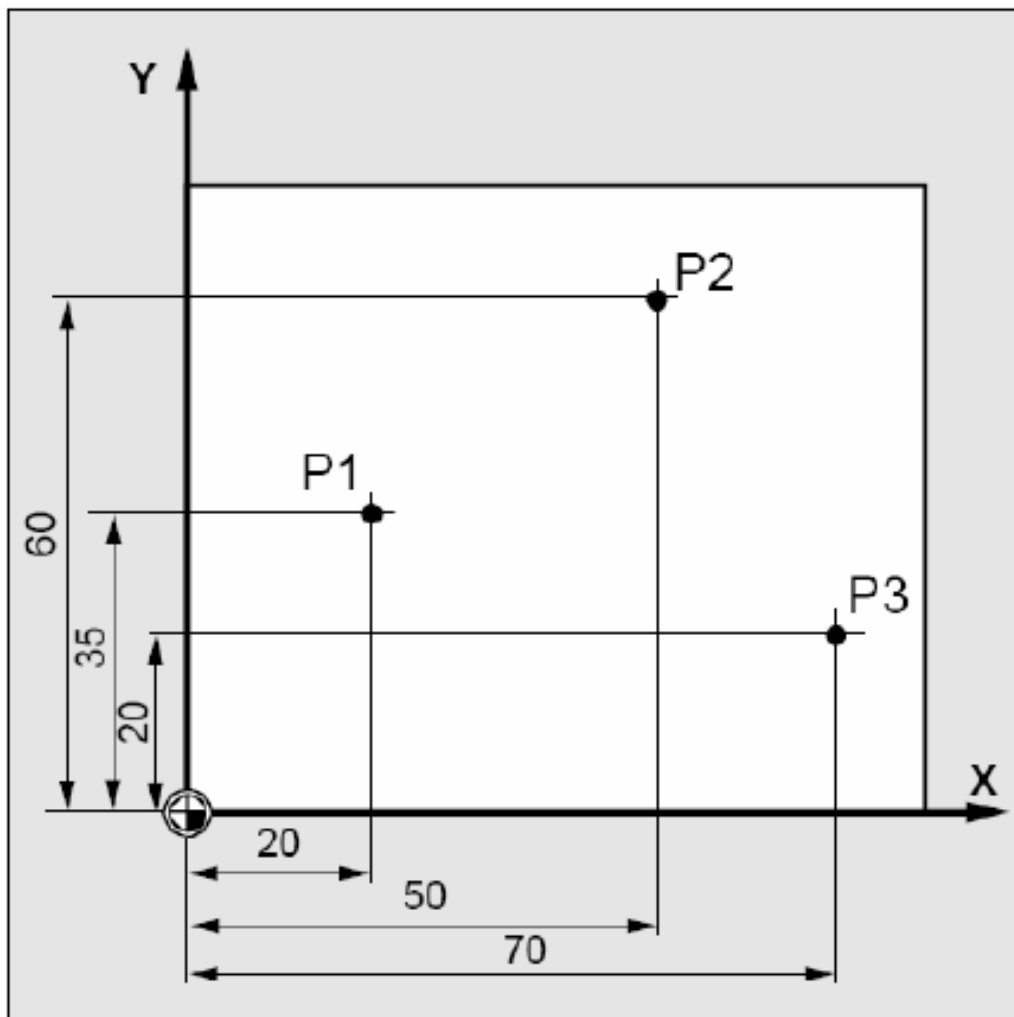
Usinagem em Zigue-Zague



Alteração do Zero da Peça durante a execução do Programa (offset)



Sistema de Referência da Peça



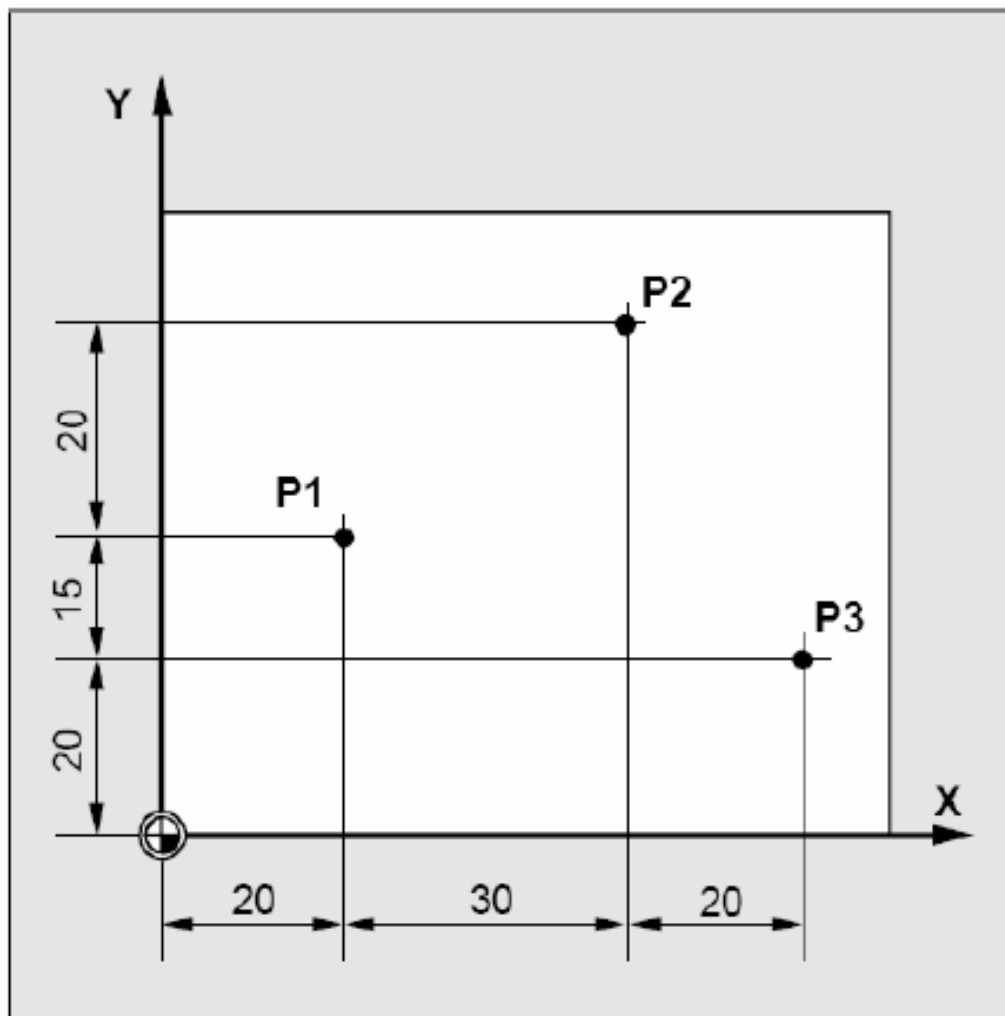
**COORDENADAS
ABSOLUTAS**

P1: X20 Y35

P2: X50 Y60

P3: X70 Y20

Sistema de Referência da Peça



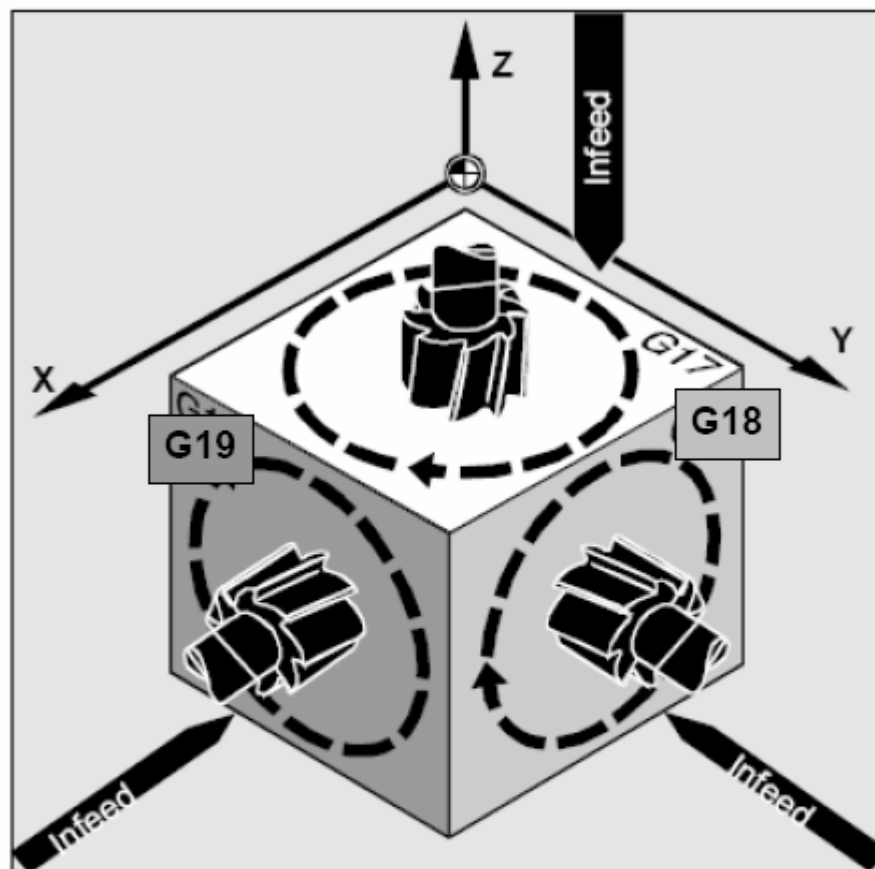
COORDENADAS INCREMENTAIS

P1: X20 Y35 ; rel. zero

P2: X30 Y20; rel. P1

P3: X20 Y-35; rel. P2

Planos de Trabalho

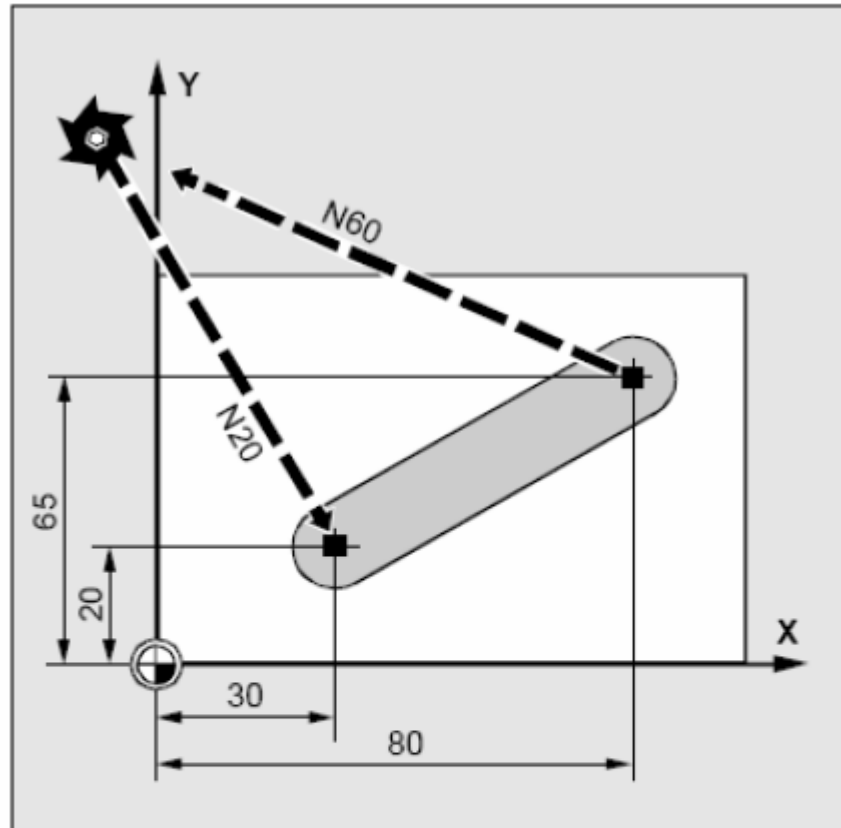


G17 PLANO X-Y

G18 PLANO X-Z

G19 PLANO Y-Z

Interpolação Linear



N10 G90 S400 M3

;Coordenadas Absolutas,
Rotação, Fuso Horário

N20 G0 X30 Y20 Z2

;Aproximação da Posição de
Início

N30 G1 Z-5 F1000

;Avanço à Profundidade

N40 X80 Y65

;Interpolação Linear

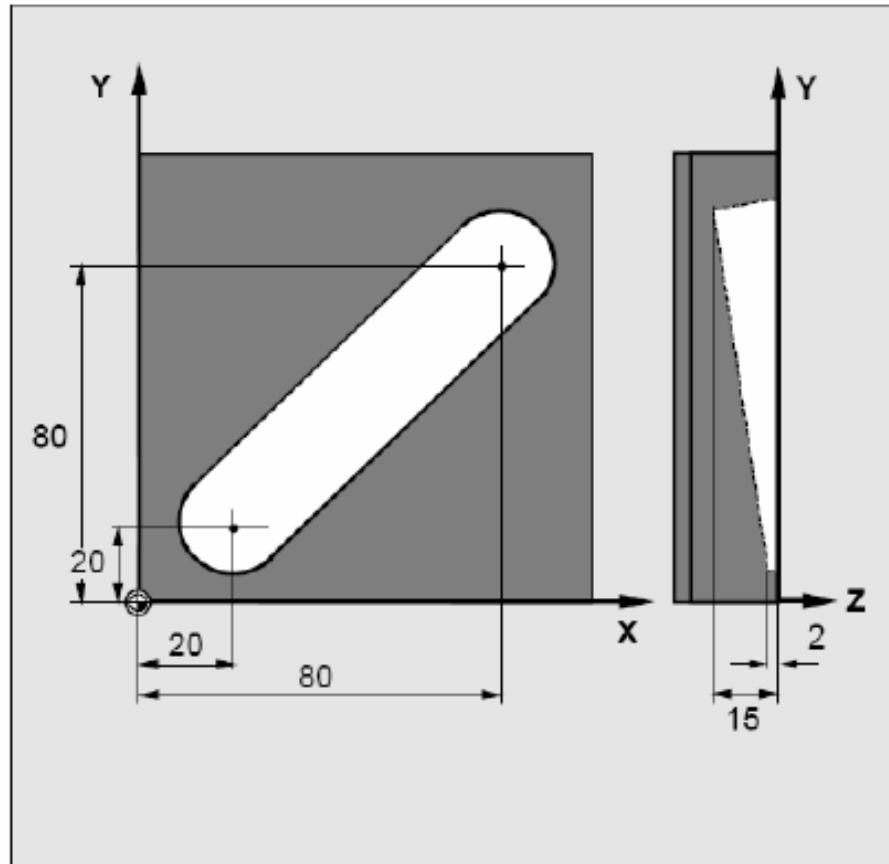
N50 G0 Z2

;Retrai Ferramenta

N60 G0 X-20 Y100 Z100 M30

;Retrai para Troca, Fim de
Programa e Retorno ao Início

Interpolação Linear 3D



N10 G17 S400 M3

N20 G0 X20 Y20 Z2

N30 G1 Z-2 F40

N40 X80 Y80 Z-15

N50 G0 Z100 M30

**;Plano de Trabalho, Rotação,
Horário**

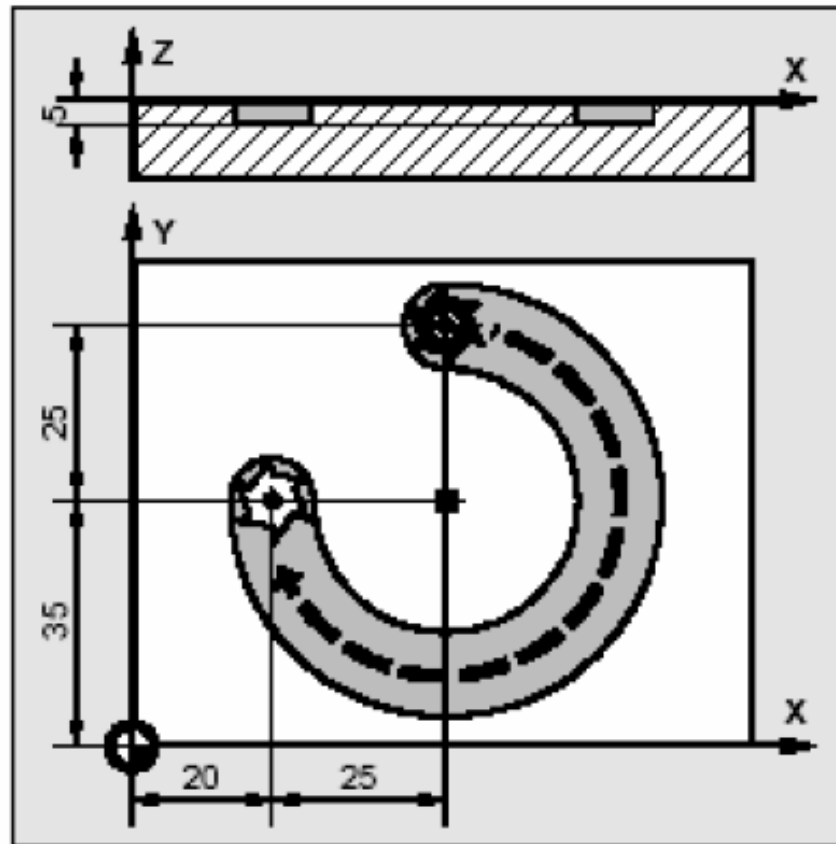
;Posição de Início

;Avanço à Profundidade

**;Trajetória Reta Inclinada em
3 D**

**;Retrai para Posição de
Troca, Fim e Retorno**

Interpolação Circular G02



N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3 ; Coordenadas Absolutas,
Avanço Rápido, Ferramenta,
Rotação, Fuso no Sentido
Horário

N20 G1 Z-5 F500 ; Avanço à Profundidade

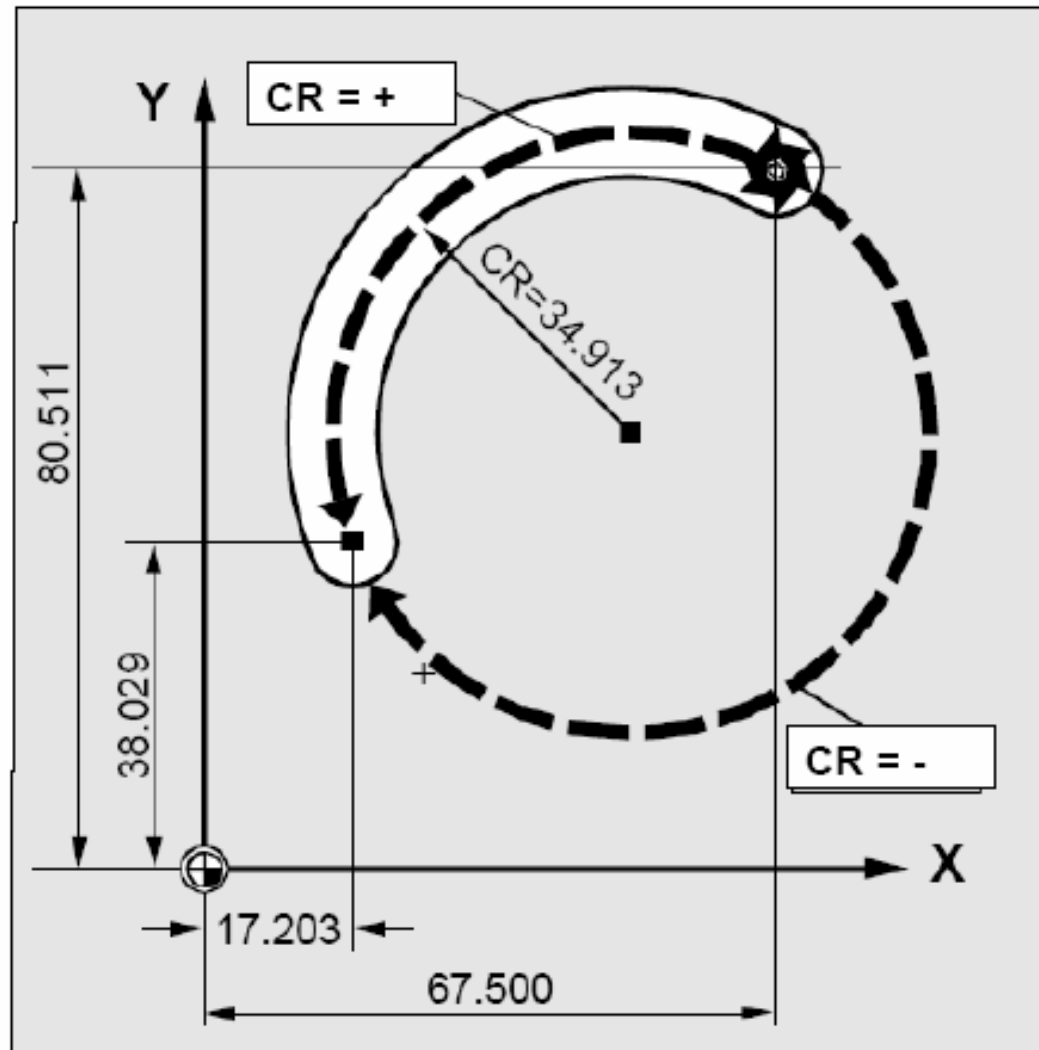
N30 G2 X20 Y35 I=AC(45) J=AC(35) ; Centro em Coordenadas
Absolutas ou

N30 G2 X20 Y35 I0 J-25 ; Centro em Coordenadas
Incrementais

N40 G0 Z2 ; Retrair

N50 M30 ; Fim do Programa

Interpolação Circular G03



N10 G0 X67.5 Y80.211

N20 G3 X17.203 Y38.029 CR=34.913 F500

Exemplo de Programa

```
N010 G90 G71 G94 G17
N020 T1 ; FRESA DE TOPO DE DIAMETRO 10 MM
N030 M6
N040 G54 D1 S1000 M3
N050 G64
N060 MSG("FRESANDO A ALTURA DE 15MM")
N070 G0 G1 F G2 ou G3 G4 G41 ou G42
...
N990 M30
```

Descrição das Funções

Função G90

- Programação em coordenadas absolutas
- Sintaxe:
 - G90 (Modal) ou
 - X=AC(...), Y=AC(...), Z=AC(...)

Função G91

- Programação em coordenadas incrementais
- Sintaxe:
 - G91 (Modal) ou
 - X=IC(...), Y=IC(...), Z=IC(...)

Função G71

- Unidade: milímetro
- Sintaxe:
 - G71 (Modal)

Função G70

- Unidade: polegadas
- Sintaxe:
 - G70 (Modal)

Função G94

- Programação de avanço em mm/min ou pol/min
- Sintaxe:
 - G94 (Modal)

Função G95

- Programação de avanço em mm/rot ou pol/rot
- Sintaxe:
 - G95 (Modal)

Descrição das Funções

Funções G17, G18 e G19

- **Seleção do plano de trabalho**
- **Sintaxe:**
 - G17 Plano de trabalho XY
 - G18 Plano de trabalho XZ
 - G19 Plano de trabalho YZ
- **Parâmetro da altura da ferramenta D1:**
 - G17 – COMP1
 - G18 – COMP3
 - G19 – COMP2

Descrição das Funções

Função T

- Número da ferramenta
- Varia de T1 à T22
(Discovery – Romi)

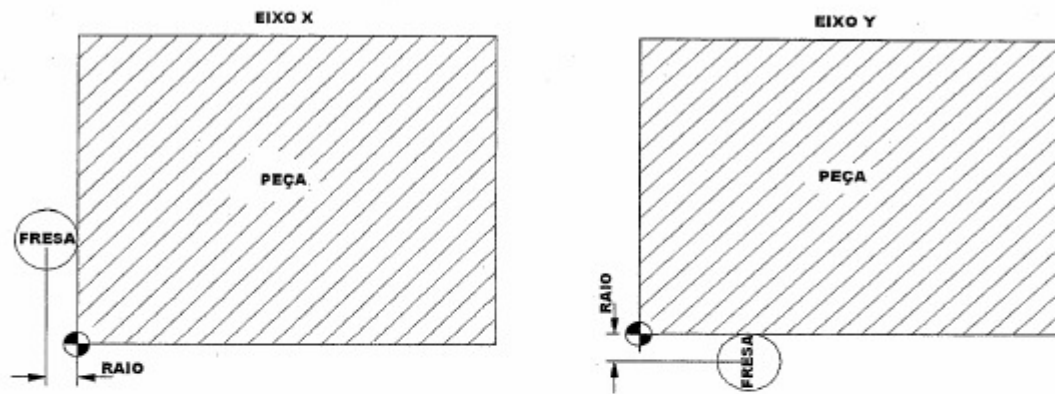
Função M6

- Troca de Ferramenta

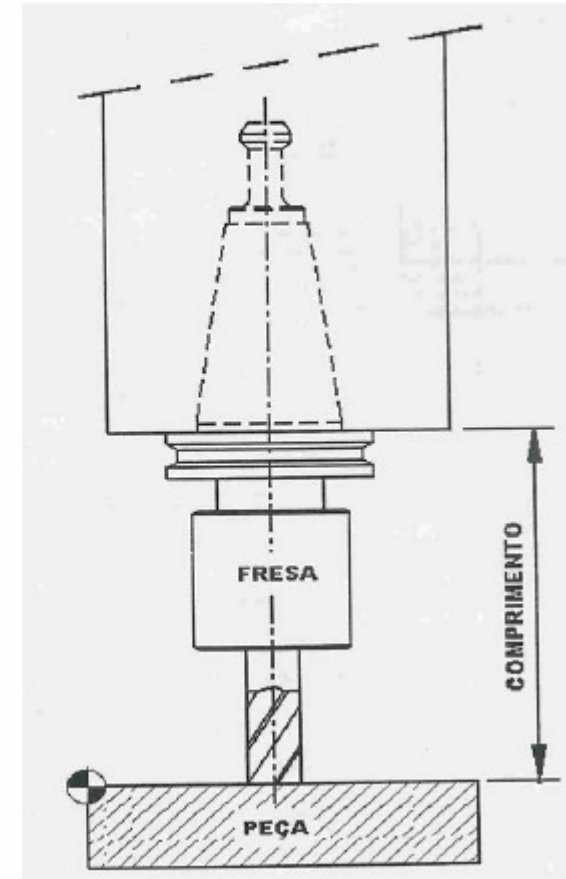


Descrição das Funções

Zeramento da Peça – G54



Zeramento da Ferramenta – D1



FUNÇÃO G54 à G57

- Ativa sistema de coordenadas de trabalho (Zero Peça)
- Sintaxe:
G54, ou G55, ou G56, ou G57

Descrição das Funções

● Rotação da Ferramenta (n)

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D}$$

Onde:

V_c = Velocidade de Corte (m/min)

D = Diâmetro da Ferramenta (mm)

n = Rotação da Ferramenta (rpm)

● Velocidade de Avanço (V_a)

$$V_a = f_z \times z \times n$$

Onde:

V_a = Velocidade de avanço (mm/min)

f_z = Avanço por Aresta de Corte (mm)

z = Número de Arestas de Corte

n = Rotação da Ferramenta (rpm)

Descrição das Funções

- M00 – Parada obrigatória do Programa
- M01 – Parada opcional do Programa
- M02 – Fim do Programa
- M03 – Rotação sentido horário
- M04 – Rotação sentido anti-horário
- M05 – Desliga eixo árvore
- M06 – Troca de Ferramenta
- M08 – Liga refrigeração de corte
- M09 – Desliga Refrigeração de corte
- M17 – Fim de Subprograma
- M30 – Fim do Programa
- M31 – Avança Magazine de Ferram.
- M32 – Recua Magazine de Ferram.
- M36 – Abre porta automática
- M37 – Fecha porta automática
- M45 – Liga Limpeza das Proteções
- M46 – Desliga Limpeza das Proteções

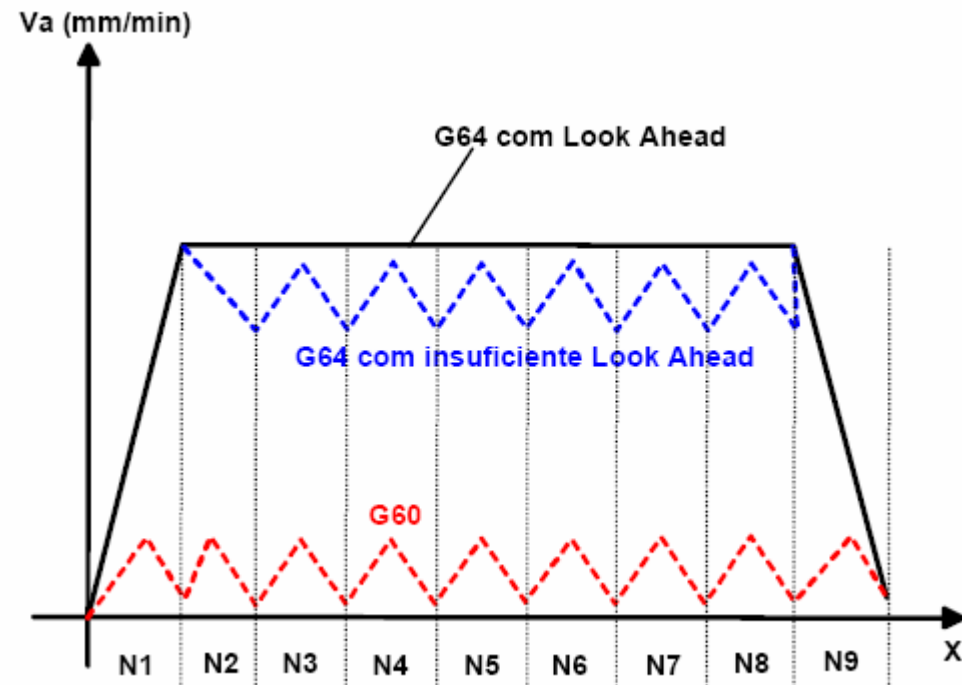
Função Look-Ahead

- Efetua a leitura prévia e analisa o caminho de ferramenta contido nos blocos de programa antes de serem executados.
- Durante análise, o algoritmo de software mapeia o contorno e gera um novo caminho de ferramenta com instruções completas de posição dos eixos, aceleração, desaceleração e taxas de avanço.
- Sem a função Look-Ahead, o CNC não conseguiria prever as desacelerações seguidas de acelerações, necessárias ao bom desempenho da máquina durante o trajeto da ferramenta.
- A função Look Ahead permite a leitura prévia de:
 - 100 blocos no CNC SIEMENS Sinumerik 810D
 - 120 blocos no CNC GE FANUC 21i - MB

Descrição das Funções

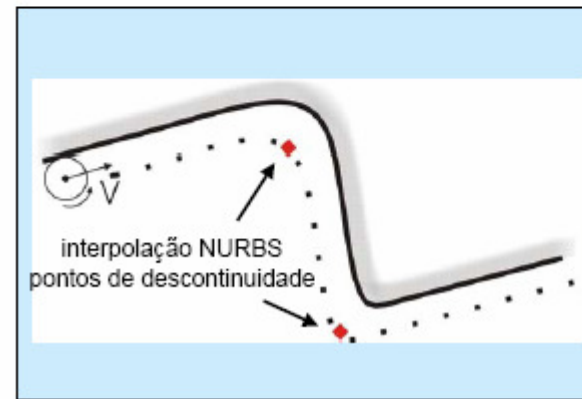
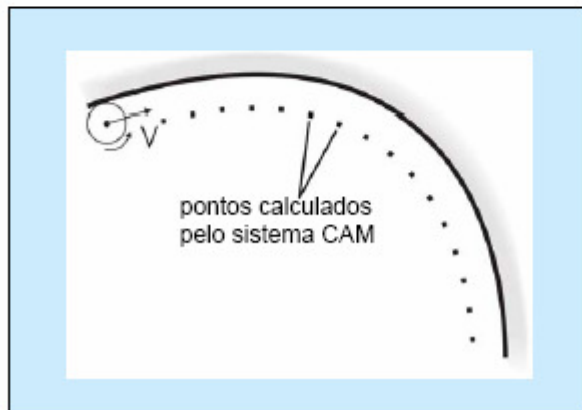
FUNÇÃO G64

- Ativa Look Ahead
- Resulta na trajetória contínua do perfil



Descrição das Funções

- análise de ângulos e curvaturas
- controle da velocidade de avanço
- monitoramento do percurso ao longo do contorno
- função “look ahead” com capacidade para processamento de até 10.000 linhas de programa



Descrição das Funções

FUNÇÃO G00

- Interpolação Linear com avanço rápido
- Sintaxe:
G00 XYZ ou G0 XYZ

FUNÇÃO G01

- Interpolação Linear com avanço programável
- Sintaxe:
G01 XYZ F ou G1 XYZ F

FUNÇÃO G02/G03

- Interpolação Circular:
G02 - Sentido Horário
G03 - Sentido Anti-Horário
- Sintaxe:
G2/G3 XYZ CR=(raio) ou
G2/G3 XYZ IJK(Centro do raio incremental) ou
G2/G3 XYZ I=AC() J=AC()
K=AC() (centro do raio absoluto)
- Usinagem externa – CFTCP
Usinagem Interna – CFIN
Avanço constante

FUNÇÃO G04

- Tempo de Permanência
- Sintaxe:
G04/G4 F (segundos) ou
G04/G4 S (Nº de rotações)

FUNÇÃO G40/G41/G42

- Compensação do raio da ferramenta:
 - Usinagem externa:
 - G41 – Sentido Horário
 - G42 – Sentido Anti Horário
 - Usinagem interna:
 - G41/G42 – Inverso

Exemplo de Programação

Programação sem a função REPEAT

```
N010 G90 G71 G94 G17
N020 T06; Fresa de topo dia. 20 mm
N030 M6
N040 G54 D1 S1440 M3
N050 G64
N060 G0 X-20 Y0; PTO A
N070 G0 Z0
N080 G1 Z-2,5 F432
N090 G1 X100 Y0; PTO B
N100 G1 X100 Y10; PTO C
N110 G1 X-20 Y10; PTO D
N120 G1 X-20 Y20; PTO E
N130 G1 X100 Y20; PTO F
N140 G1 X100 Y30; PTO G
N150 G1 X-20 Y30; PTO H
N160 G1 X-20 Y40; PTO I
N170 G1 X100 Y40; PTO J
N180 G1 X100 Y50; PTO K
N190 G1 X-20 Y50; PTO L
N200 G0 X-20 Y0; PTO A
N210 G1 Z-5
N220 G1 X100 Y0; PTO B
N230 G1 X100 Y10; PTO C
N240 G1 X-20 Y10; PTO D
N250 G1 X-20 Y20; PTO E
N260 G1 X100 Y20; PTO F
N270 G1 X100 Y30; PTO G
N280 G1 X-20 Y30; PTO H
N290 G1 X-20 Y40; PTO I
N300 G1 X100 Y40; PTO J
N310 G1 X100 Y50; PTO K
N320 G1 X-20 Y50; PTO L
N330 G0 Z100
N340 M30
```

Exemplo de Programação

Programação com a função REPEAT

N010 G90 G71 G94 G17

N020 T06; Fresa de topo dia. 20 mm

N030 M6

N040 G54 D1 S1440 M3

N050 G64

N060 G0 X-20 Y0; PTO A

N070 G0 Z0

N080 INICIO: G1 Z=IC(-2,5) F432

N090 G1 X100 Y0; PTO B

N100 G1 X100 Y10; PTO C

N110 G1 X-20 Y10; PTO D

N120 G1 X-20 Y20; PTO E

N130 G1 X100 Y20; PTO F

N140 G1 X100 Y30; PTO G

N150 G1 X-20 Y30; PTO H

N160 G1 X-20 Y40; PTO I

N170 G1 X100 Y40; PTO J

N180 G1 X100 Y50; PTO K

N190 G1 X-20 Y50; PTO L

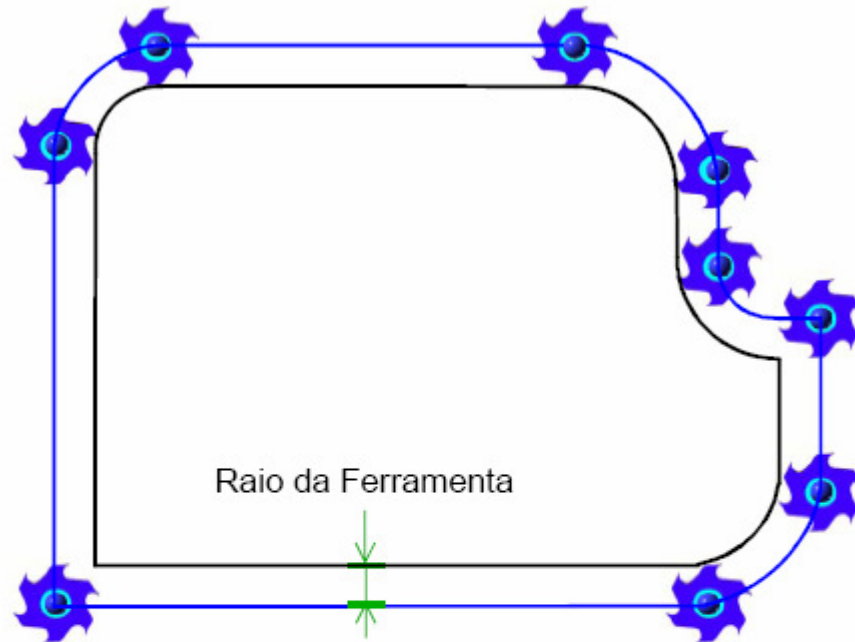
N200 FIM: G0 X-20 Y0; PTO A

N210 REPEAT INICIO FIM P1

N220 G0 Z100

N230 M30

Exemplo de Programação – sem a compensação de raio

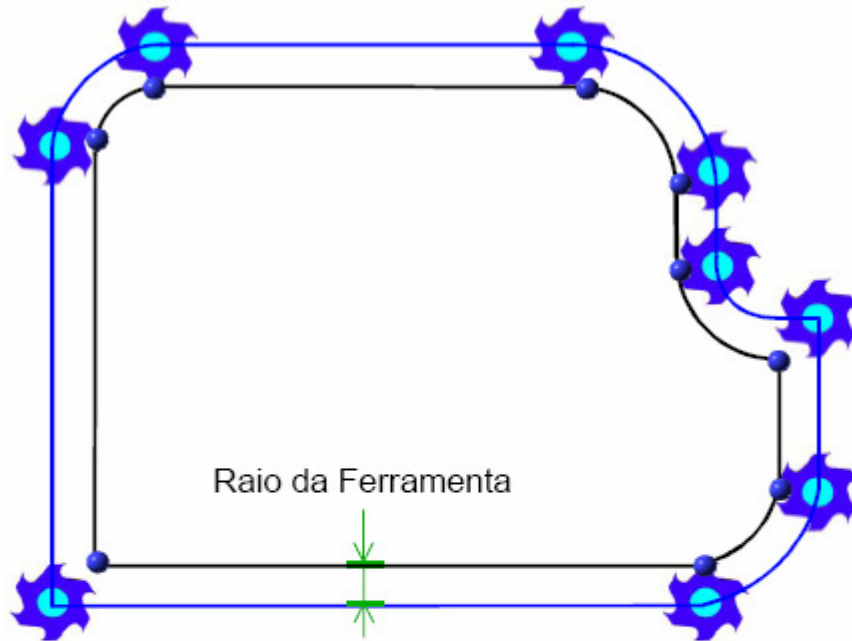


- Geometria CAD
- Trajetória da ferramenta (considerando raio da Ferramenta)

Considerações

- CNC comanda o Centro da Ferramenta;
- Programação deve levar em consideração coordenadas do contorno considerando o raio da ferramenta e não a geometria CAD;

Exemplo de Programação – com a compensação de raio



- Geometria CAD
- Trajetória da ferramenta (gerada automaticamente pelo CNC)

FUNÇÃO G40/G41/G42

Usinagem externa

G41 – Sentido Horário

G42 – Sentido Anti Horário

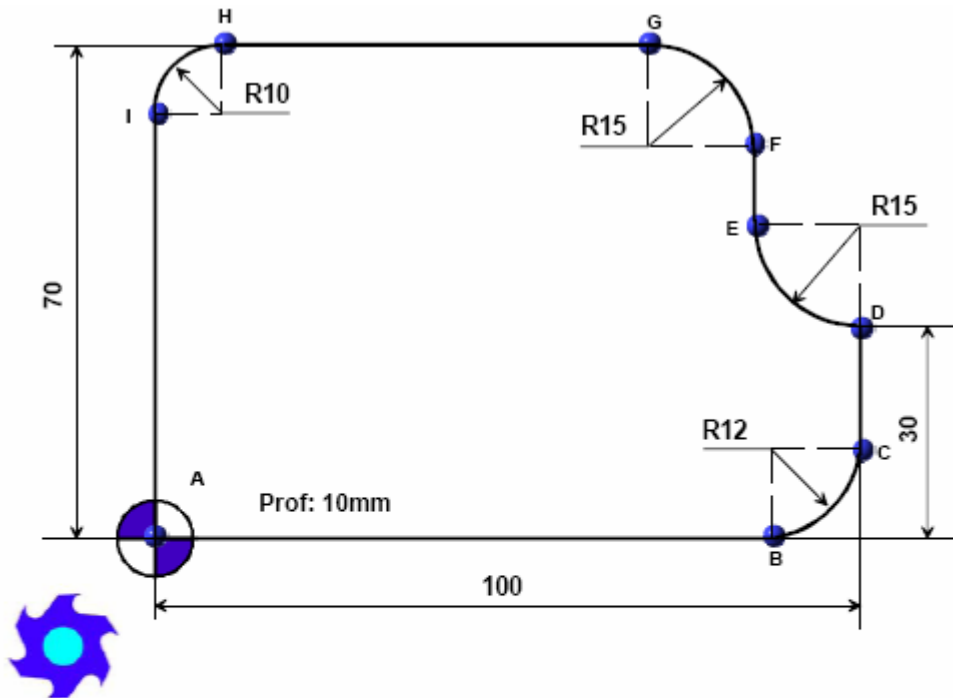
Usinagem interna

G41/G42 – Inverso

G40 – Cancela G41/G42

➤ Programação leva em consideração coordenadas da geometria CAD e CNC gera automaticamente a trajetória da ferramenta considerando o raio da ferramenta;

Exemplo de Programação – Fresamento do Contorno



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

Cálculo dos Parâmetros de Corte

Rotação da Ferramenta $n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \Rightarrow n = \frac{100 \times 1000}{\pi \times 10} \Rightarrow 3200$ rpm

Velocidade de Avanço $V_a = f_z \times z \times n \Rightarrow V_a = 0,2 \times 2 \times 3200 \Rightarrow 1280$ mm/min

Exemplo de Programação – Fresamento do Contorno

PROGRAMA NC

N010 G90 G71 G94 G17

N020 T05; Fresa de topo dia. 10 mm

N030 M6

N040 G54 D1 S3200 M3

N050 G64

N060 G0 X-10 Y-10; APROXIMAÇÃO (FOLGA \geq RAIOS DA FERRAMENTA)

N070 **G0** Z0 CFTCP; (CFTCP – AVANÇO CONSTANTE NOS ARCOS EXTERNOS)

N080 **INICIO:** G1 **Z=IC(-2)** F1280

N090 G42; ATIVA COMPENSAÇÃO DO RAIOS DA FERRAMENTA

N100 G1 X0 Y0; PTO A

N110 **G1** X88 **Y0**; PTO B

N120 G3 X100 Y12 CR=12 OU G3 X100 Y12 I0 J12 OU G3 X100 Y12 I=AC(88) J=AC(12); PTO C

N130 G1 **X100** Y30; PTO D

N140 G2 X85 Y45 CR=15 OU G2 X85 Y45 I0 J15 OU G2 X85 Y45 I=AC(100) J=AC(45); PTO E

N150 G1 **X85** Y55; PTO F

N160 G3 X70 Y70 CR=15 OU G3 X70 Y70 I-15 J0 OU G3 X70 Y70 I=AC(70) J=AC(55); PTO G

N170 G1 X10 **Y70**; PTO H

N180 G3 X0 Y60 CR=10 OU G3 X0 Y60 I0 J-10 OU G3 X0 Y60 I=AC(10) J=AC(60); PTO I

N190 G1 **X0** Y0; PTO A

N200 **FIM:** G40 X-10 Y-10; POSIÇÃO INICIAL

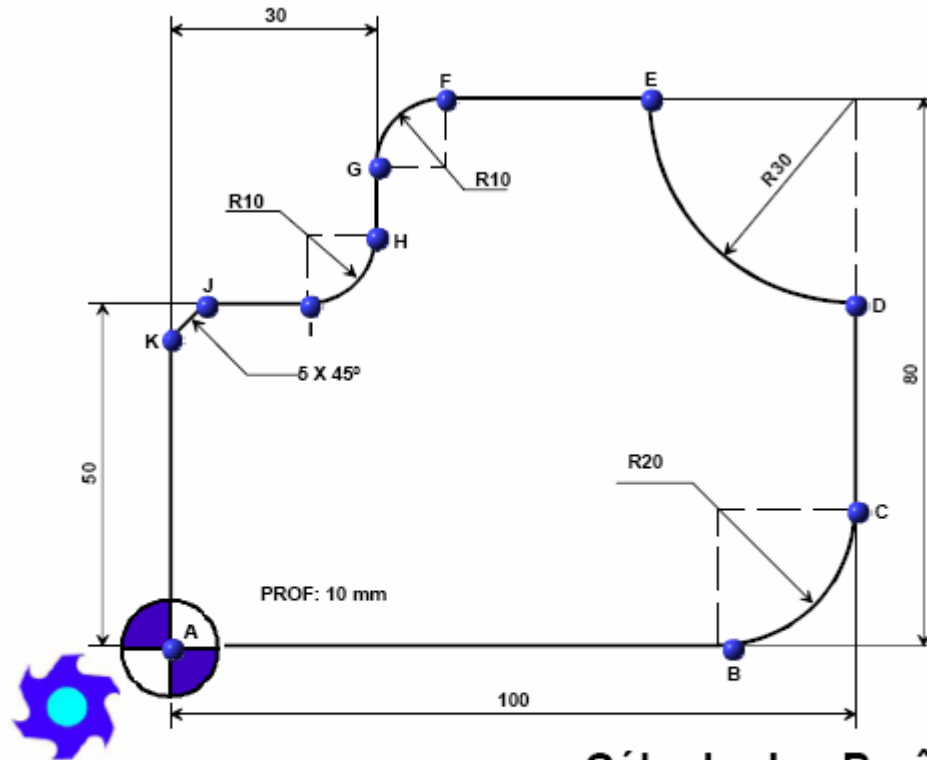
N210 **REPEAT INICIO FIM P4**

N220 G0 Z100

N230 M30

OBSERVAÇÃO: Não é necessário a programação dos itens em vermelho, decorrente de funções modais e repetição de coordenadas.

Exemplo de Programação – Fresamento do Contorno



Fresa de topo Ø 15mm
3 Arestas de corte
 $V_c = 120$ m/min
 $f_z = 0,15$ mm
Executar em 5 Passes

Cálculo dos Parâmetros de Corte

Rotação da Ferramenta

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D}$$

Velocidade de Avanço

$$V_a = f_z \times z \times n$$

Exemplo de Programação – Fresamento do Contorno

PROGRAMA NC

N010 G90 G71 G94 G17
N020 T02; Fresa de topo dia. 15 mm
N030 M6
N040 G54 D1 S2560 M3
N050 G64
N060 G0 X-15 Y-15; APROXIMAÇÃO (FOLGA ≥ RAIOS DA FERRAMENTA)
N070 G0 Z0 CFTCP
N080 INICIO: G1 Z=IC(-2) F1152
N090 G42; ATIVA COMPENSAÇÃO DO RAIOS DA FERRAMENTA
N100 G1 X0 Y0; PTO A
N110 G1 X80 Y0; PTO B
N120 G3 X100 Y20 CR=20 OU G3 X100 Y20 I0 J20 OU G3 X100 Y20 I=AC(80) J=AC(20);PTO C
N130 G1 X100 Y50; PTO D
N140 G2 X70 Y80 CR=30 OU G2 X70 Y80 I0 J30 OU G2 X70 Y80 I=AC(100) J=AC(80);PTO E
N150 G1 X40 Y80; PTO F
N160 G3 X30 Y70 CR=10 OU G3 X30 Y70 I0 J-10 OU G3 X30 Y70 I=AC(40) J=AC(70);PTO G
N170 G1 X30 Y60; PTO H
N180 G2 X20 Y50 CR=10 OU G2 X20 Y50 I-10 J0 OU G2 X20 Y50 I=AC(20) J=AC(60);PTO I
N190 G1 X5 Y50; PTO J
N200 G1 X0 Y45; PTO K
N210 G1 X0 Y0; PTO A
N220 FIM: G40 X-15 Y-15; POSIÇÃO INICIAL
N230 REPEAT INICIO FIM P4
N240 G0 Z100
N250 M30

Rotação da Ferramenta

n = 2560 rpm

Velocidade de avanço

Va = 1152 mm/min

OBSERVAÇÃO: Não é necessário a programação dos itens em vermelho, decorrente de funções modais e repetição de coordenadas.

Tabela de Ciclos Fixos para CNCs FANUC e Siemens

JG	F^{anuc}	S^{iemens}		Description of Cycle
G80	G80	G80		Cancel Cycle
	G00			Cancel Cycle (any of this Group)
G81	G98	G81 (L81)		Spot Drilling
G82	G82	G82 (L82)		TAT Drill / Counter Bore
G83	G83 G73	G83 (L83)		Peck (HSS) Drilling
G84	G84 G74	G84 (L84)		Tapping
G85	G85	G85 (L85)		Boring (Feed In / Out)
G86	G86	G86 (L86)		Boring / Reaming (Spindle Stop, Rapid Return)
G87	G87	G87 (L87)		Boring - Type I - Manual
G87	G76	G86 (L86)		Fine Boring - Offset Retract
G87	G87			Back Boring - Type II - Automatic
G88	G88	G88 (L88)		Boring (G87 with Dwell)
G89	G89	G89 (L89)		Boring (G85 with Dwell at Bottom)
	G98			Returns to the Clearance Position
	G99			Returns to the Start Point Only

Ciclo Fixo G81 - FURAÇÃO SIMPLES OU FURAÇÃO DE CENTRO

N090 T07

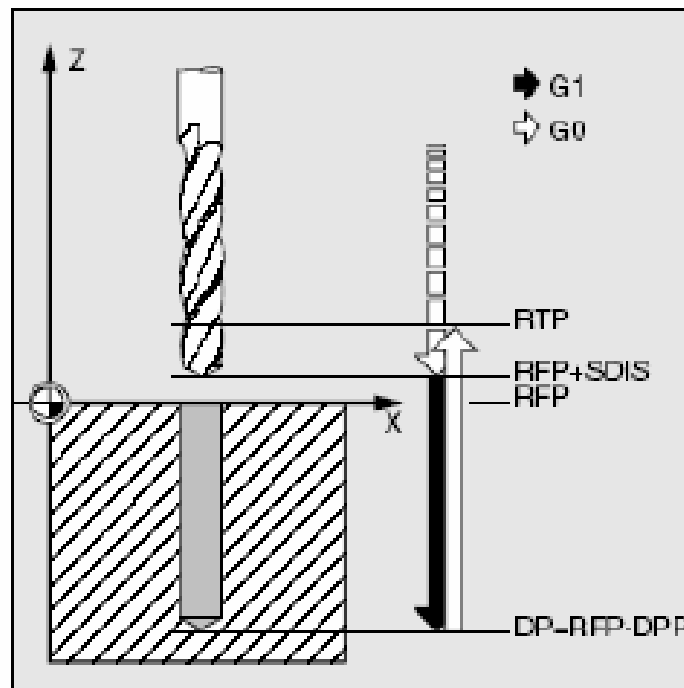
N100 M06

N110 G0 G54 T07 S300 M03 F400

N120 R2=200 R3=180 R10=210

N130 G81

N140 X... Y... Z...



Ciclo Fixo G81 - FURAÇÃO SIMPLES OU FURAÇÃO DE CENTRO

JG	F^{fanuc}	S^{siemens}		Definition
G81	G98	G81		Cycle Call Code
X	X	X		X-axis Start Point
Y	Y	Y		Y-axis Start Point
Z	Z	R3		Z-axis Final Position
	R	R2		Z-axis Start Position
	Prior Z	R10		Clearance Plane
F	F	F		Feedrate
	L			No of Repeat Cycles (X & Y incremental)

Ciclo Fixo G81 - FURAÇÃO SIMPLES OU FURAÇÃO DE CENTRO

The operation would be as follows:-

1. Move to X - Y Position at Rapid
2. Move to Start Position in Z at Rapid
3. Drill to Depth at Feed
4. No Action
5. Return to Start Position at Rapid (G99)
6. Return to Clearance Position at Rapid (G98)

JG

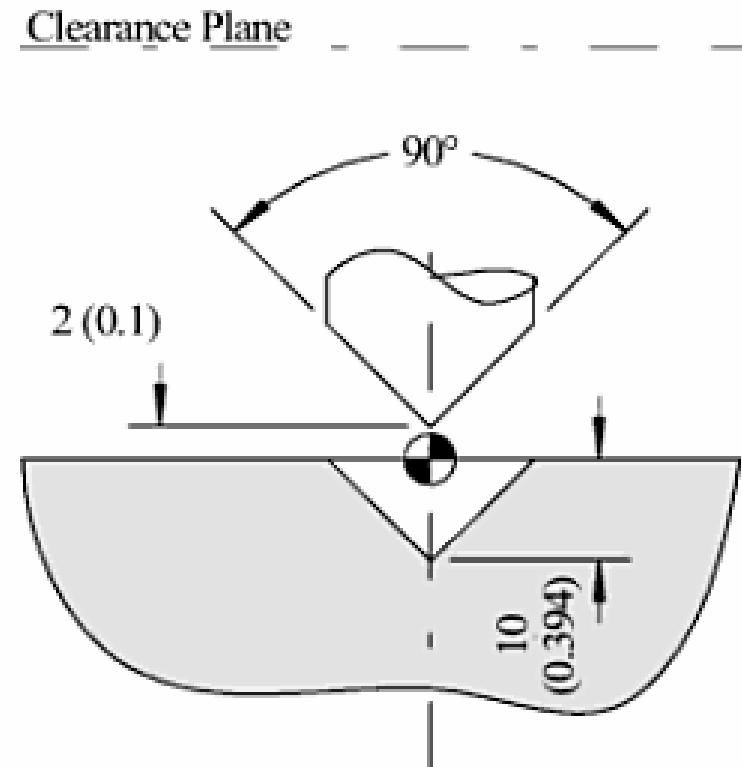
```
N#### G00 X80.0 Y70.0 Z2.0 S800 M03  
N#### G81 Z-10.0 F120.0  
N#### G80
```

GE Fanuc

```
N#### G00 Z30.0 H10 S800 M03  
N#### G98 G81 X80.0 Y70.0 Z-10.0 R2.0  
F120.0  
N#### G00 X#### Y#### M05
```

Siemens

```
N#### G00 X80.0 Y70.0 F120.0 S800 M03  
N#### G81 R2=2.0 R3=-10.0 R10=30.0  
N#### G80
```



Ciclo Fixo G83 - FURAÇÃO PICA-PAU

N090 T 07

N100 M06

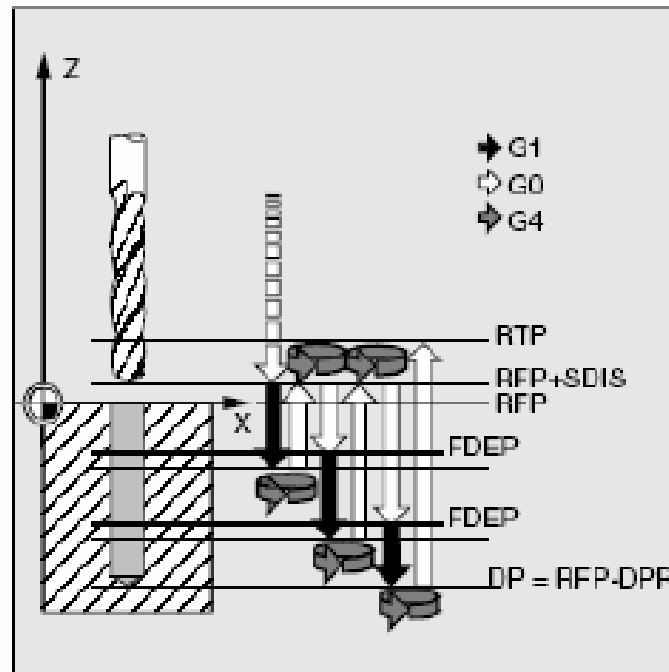
N110 G0 G54 T07 S300 M03 F400

N120 R0=0 R01=20 R2=30 R3=200

R4=0.5 R5=10 R10=32 R11=1

N130 G83

N140 X... Y... Z...



Ciclo Fixo G83 - FURAÇÃO PICA-PAU

JG	F^{anuc}	S^{iemens}		Definition
G83	G83/G73	G83		Cycle Call Code
X	X	X		X-axis Start Point
Y	Y	Y		Y-axis Start Point
		R0		Dwell at Z-axis Start Point
Z	Z	R3		Z-axis Final Position
	R	R2		Z-axis Start Position
Q1	Q	R1		1 st Peck Depth
		R4		Dwell at Bottom of Peck
Q2		R5		Peck Reducer
Q6				Minimum Peck
	Prior Z	R10		Clearance Plane
		R11		R11=1 - Retract to Start Point, 0 - Retract 1mm
F	F	F		Feedrate
	L			No of Repeat Cycles (X & Y incremental)

The operation would be as follows:-

1. Move to X - Y Position at Rapid
2. Move to Start Position in Z at Rapid
3. Drill to Depth at Feed
4. No Action
5. Return to Start Position at Rapid (G99)
6. Return to Clearance Position at Rapid (G98)

Ciclo Fixo G83 - FURAÇÃO PICA-PAU

JG

The depth reduces by multiplying by the reducer until less than the minimum at that point that value is the minimum up to the final peck; the remainder to take the drill to the final depth.

GE Fanuc

Use the 1st peck value for all pecks up to the penultimate.

G73 the retract value (d) is set by machine parameter.

G83 the drill retracts to Point R for each peck.

Siemens

Each peck reduces by the depth reducer until less than that value at which point the value is the minimum. When the remainder is less than 2×the minimum value then two pecks of equal length take the drill to the final depth.

JG

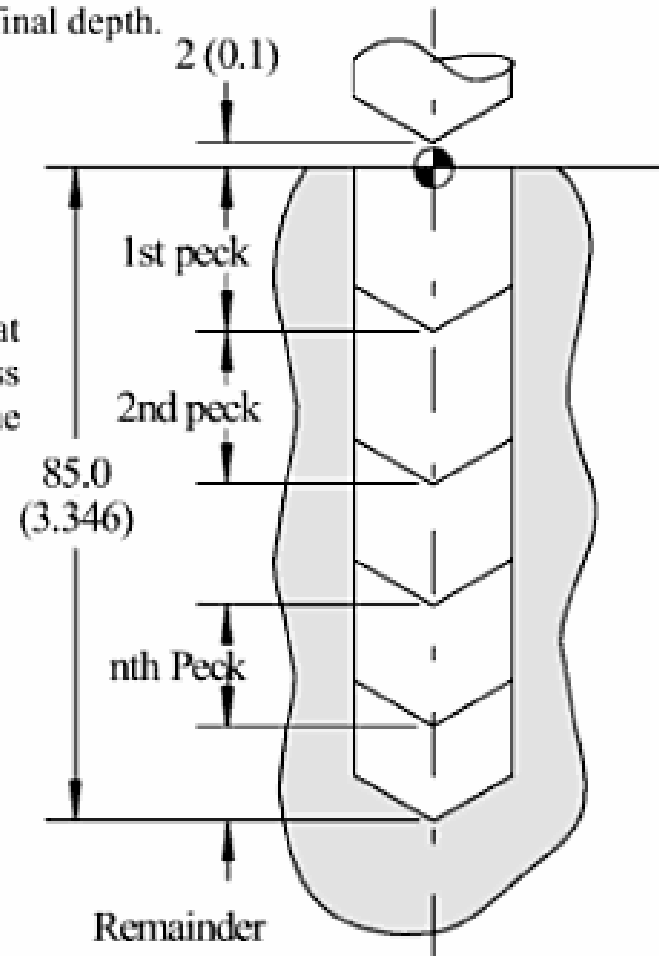
```
N#### G00 X80.0 Y70.0 Z2.0 S800 M03  
N#### G83 Z-85.0 Q1=30.0 Q2=0.7 Q6=10.0  
F120.0  
N#### G00 X#### Y#### M05
```

GE Fanuc

```
N#### G00 Z30.0 H10  
N#### G98 G83 X80.0 Y70.0 Z-85.0 R2.0 Q30.0  
F120.0  
N#### G00 X#### Y#### M05
```

Siemens

```
N#### G00 X80.0 Y70.0 F120.0 S800 M03  
N#### G83 R0=1 R1=32.0 R2=2.0 R3=-85.0 R4=0 R5=10 R10=30.0 R11=1  
N#### G80
```



Ciclo Fixo G84 - ROSQUEAMENTO COM MACHO

N090 T 07

N100 M06

N110 G0 G54 T07 S300 M03 F400

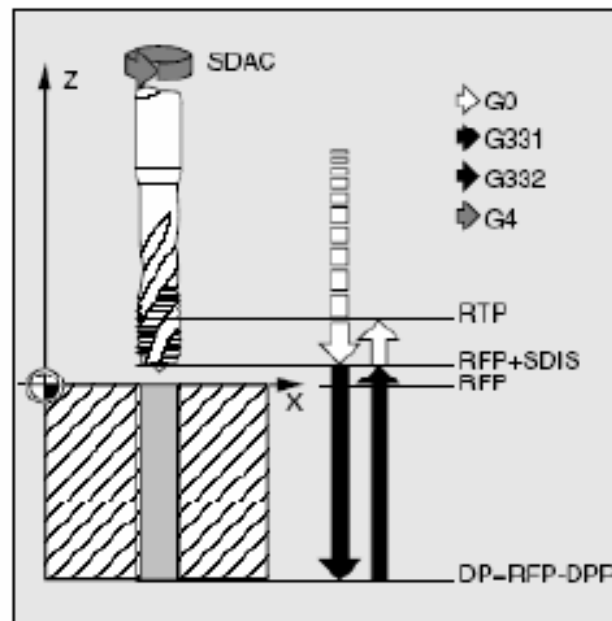
N120 R2=250 R3=230 R4=0.5

R7=100

R09=1.25 R10=270 R12=8

N130 G84

N140 X... Y... Z...



Ciclo Fixo G84 - ROSQUEAMENTO COM MACHO

JG	F^{anuc}	S^{iemens}		Definition
G84	G84	G84		Cycle Call Code - RH Tapping
G84	G74	G84		Cycle Call Code - LH Tapping
X	X	X		X-axis Start Point
Y	Y	Y		Y-axis Start Point
Z	Z	R3		Z-axis Final Position
	R	R2		Z-axis Start Position
		R4		Dwell at Final Position
		R6		Reverse Direction of Spindle for Retraction (3 / 4)
		R7		Original Direction of Spindle for Tapping (3 / 4)
		R8		R08=1 (With Encoder) R08=0 (Without Encoder)
	Prior Z	R10		Clearance Plane
F	F	R9		Feedrate (Thread Pitch / Lead)
	L			No of Repeat Cycles (X & Y incremental)

Ciclo Fixo G84 - ROSQUEAMENTO COM MACHO

The operation would be as follows:-

1. Move to X - Y Position at Rapid
2. Move to Start Position in Z at Rapid
3. Tap to Depth at Feed
4. Reverse Spindle
5. Return to Start Position at Feed (G99)
6. Return to Clearance Position at Rapid (G98)

Before tapping, it is important to drill the hole to the correct diameter & depth. A Guide to drill size for metric threads: - Drill \varnothing = Thread O/Dia - Pitch. The depth is dependant on the required depth of full thread plus the chamfer lead of the tap.

The depth to programme for a tapping operation is as follows:

Depth = Depth of full form thread + chamfer lead of tap - tap holder extension

Programming a lead (Feedrate) less than the lead of the tap causes tap holder extension, this allows the tap to control the operation.

Extension = $(\% \text{ Lead Reduction} \times \text{Programmed Depth}) / \% \text{ Lead Programmed}$

JG

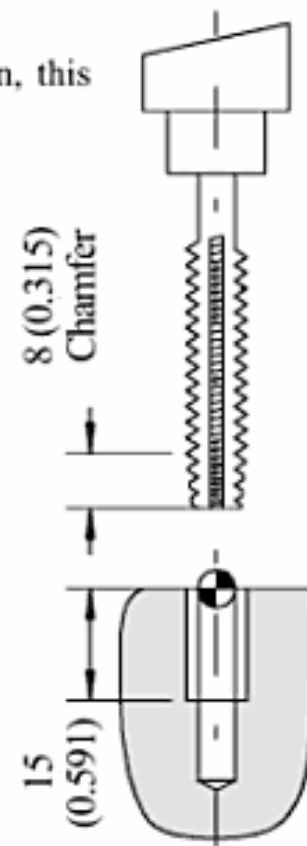
```
N#### G00 X80.0 Y70.0 Z2.00 S110 M03  
N#### G84 Z-22.231 F1.95  
N#### G80
```

GE Fanuc

```
N#### G00 G95 Z30.0 H10  
N#### G98 G84 X80.0 Y70.0 Z-22.231 R2.0 F1.95  
N#### G00 X#### Y#### M05
```

Siemens

```
N#### G00 X80.0 Y70.0 S110 M03  
N#### G84 R2=2.0 R3=-22.231 R4=0 R6=4 R7=3 R8=1 R9=1.95  
R10=30.0  
N#### G80
```



Ciclo Fixo G87 - MANDRILAMENTO COM INDEXAÇÃO DA FERRAMENTA

N090 T 07

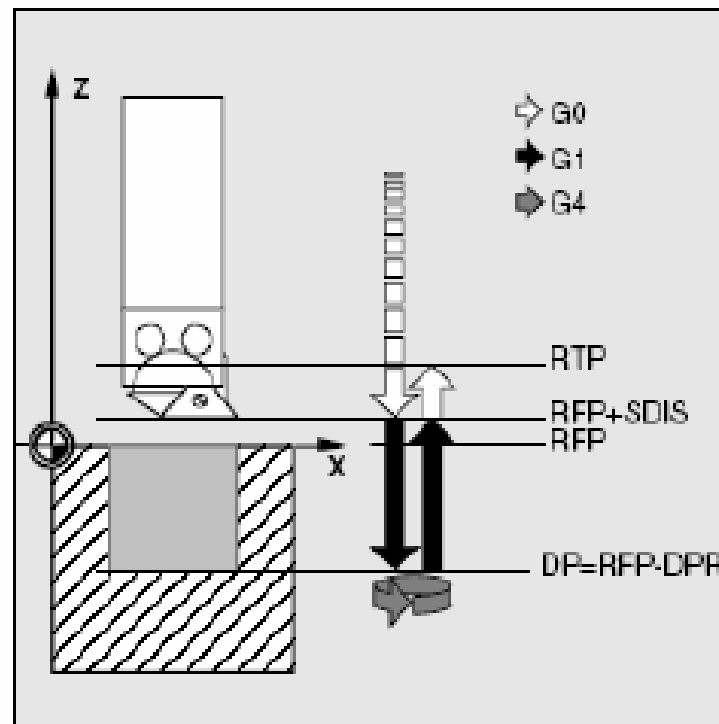
N100 M06

N110 G0 G54 T07 S500 M03 F 100

N120 R2=250 R3=240 R10=320

N130 G87

N140 X... Y... Z...



Ciclo Fixo G87 - MANDRILAMENTO COM INDEXAÇÃO DA FERRAMENTA

JG	F_{FANUC}	S_{SIEMENS}			Definition
G87	G87	G87			Cycle Call Code
X	X	X			X-axis Start Point
Y	Y	Y			Y-axis Start Point
	Z	R3			Z-axis Final Position
Z	R	R2			Z-axis Start Position
		R7			Direction of Spindle for Boring (3 / 4)
	Prior Z	R10			Clearance Plane
F	F	F			Feedrate

Ciclo Fixo G87 - MANDRILAMENTO COM INDEXAÇÃO DA FERRAMENTA

The operation would be as follows:-

1. Move to X - Y Position at Rapid
2. Move to Start Position in Z at Rapid
3. Bore to Depth at Feed
4. Spindle / Programme Stop - Operator Intervention, Restart.
5. Return to Start Position at Rapid (G99) - Spindle Restart
6. Return to Clearance Position at Rapid (G98) - Spindle Restart

JG

```
N#### G00 X80.0 Y70.0 Z2.0 S300 M03  
N#### G87 Z-27.0 F120.0  
N#### G80
```

GE Fanuc

```
N#### G00 Z30.0 H10 S300 M03  
N#### G98 G87 X80.0 Y70.0 Z-27.0 R2.0  
F120.0  
N#### G00 X#### Y#### M05
```

Siemens

```
N#### G00 X80.0 Y70.0 F120.0 S300 M03  
N#### G87 R2=2.0 R3=-27.0 R7=3  
R10=30.0  
N#### G80
```

