



Universidade
do Porto

Faculdade de
Engenharia

FEUP

DEMEC

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Exemplos de Programas em CNC

João Manuel R. S. Tavares
Joaquim Oliveira Fonseca

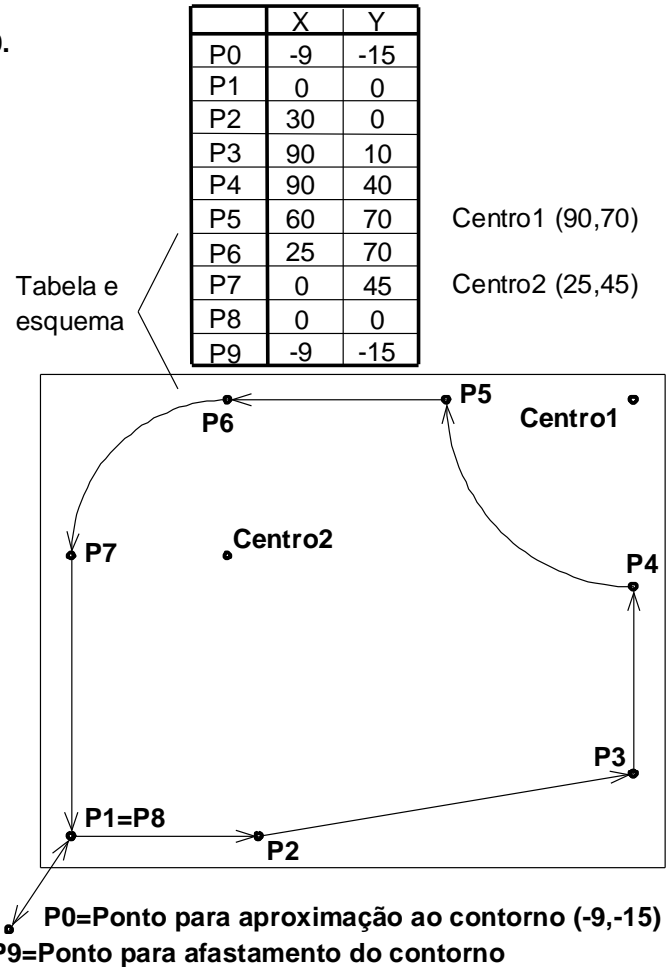
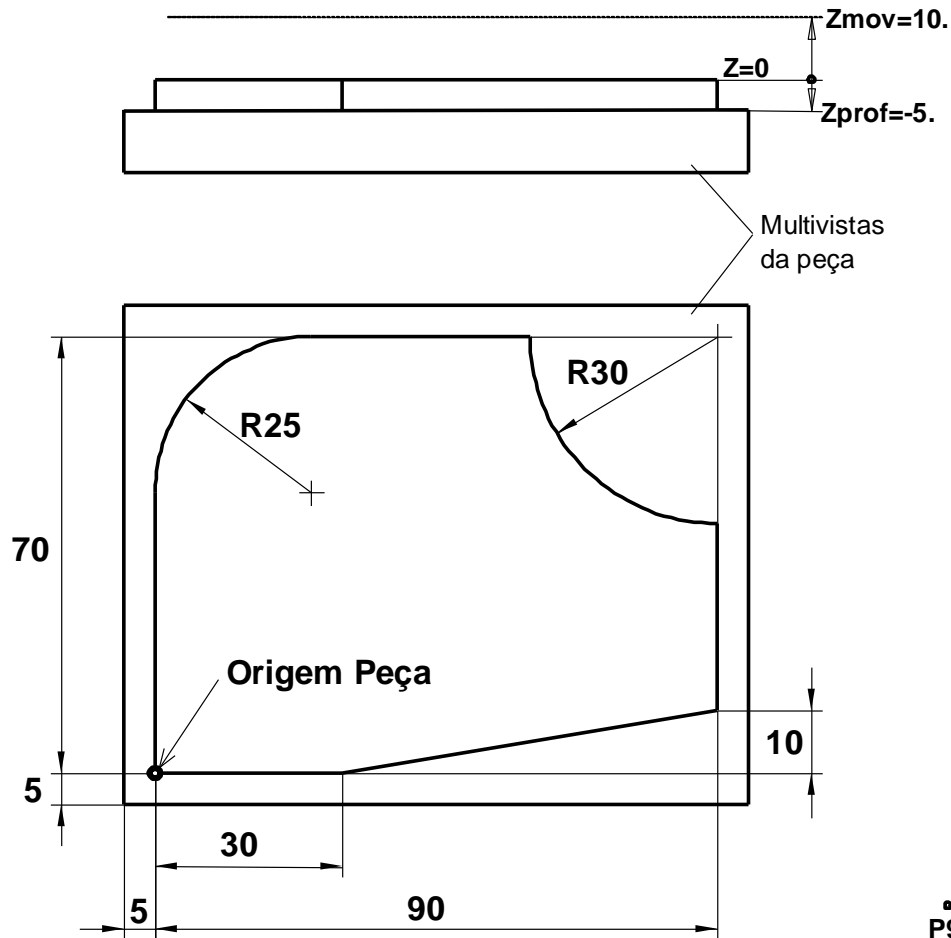
1º Exemplo

Trata-se de uma peça paralelepipedica, sobre a qual se pretende realizar o contorno apresentado, numa máquina fresadora.

Considera-se que a peça já se apresenta desbastada e somente se pretende fazer o acabamento do contorno. Para facilitar, não é tido em conta o raio da ferramenta.

A ferramenta tem o seu eixo de rotação paralelo ao eixo Z e a altura, livre de qualquer contacto com a peça $Z_{mov}=10$, o ponto para aproximação ao contorno (-9,-15). A velocidade de avanço é de 600 mm/min, a velocidade de corte 1800 rpm e a trajetória sobre o contorno, inicia-se no zero peça e desenvolve-se no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio.

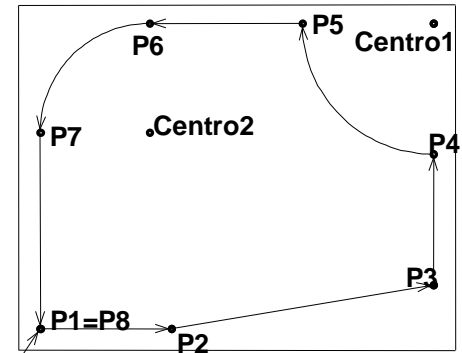
1º Exemplo



1º Exemplo

Programa com o contorno em coordenadas absolutas:

```
%
:22
N10 S1800
N20 G90 G17
N30 G00 Z10.
N40 X-9. Y-15.
N50 G01 Z-5. F600 M03
N60 X0. Y0.
N70 X30.
N80 X90. Y10.
N90 Y40.
N100 G02 X60. Y70. I0. J30.
N110 G01 X25.
N120 G03 X0. Y45. I0. J-25.
N130 G01 Y0.
N140 X-9. Y-15.
N150 G00 Z10. M05
N160 M30
%
```



- : Endereço para o número do programa;
- N10** Define a velocidade de rotação da árvore;
- N20** Coordenadas absolutas e plano XY para interpolação;
- N30** Movimento rápido para Z=10;
- N40** Movimento rápido para X=-9 e Y=-15;
- N50** Mov. de interpolação linear para Z=-5 à velocidade de 600mm/min e liga a árvore no sentido retrógrado;
- N60...N90** Mov. interpolação linear (quando não há alteração numa coordenada não é necessário designá-la);
- N100** Mov. de interpolação circular no sentido retrógrado;
- N110** Mov. de interpolação linear;
- N120** Mov. de interpolação circular no sentido directo;
- N130 e N140** Mov. de interpolação linear;
- N150** Mov. rápido para Z=10 e paragem da árvore;
- N160** Fim do programa.

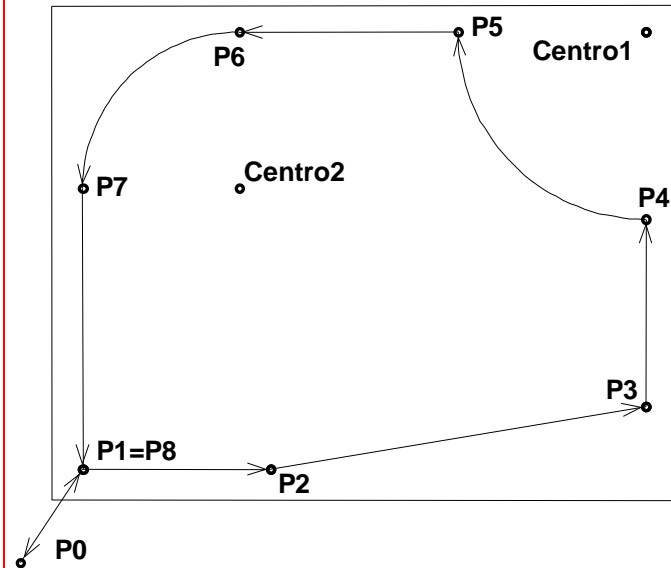
1º Exemplo

Programa com o contorno em coordenadas relativas:

```
%  
:23  
N10 S1800  
N20 G90 G17  
N30 G00 Z10.  
N40 X-9. Y-15.  
N50 G91  
N60 G01 Z-15. F600 M03  
N70 X9. Y15.  
N80 X30.  
N90 X60. Y10.  
N100 Y30.  
N110 G02 X-30. Y30. I0. J30.  
N120 G01 X-35.  
N130 G03 X-25. Y-25. I0. J-25.  
N140 G01 Y-45.  
N150 X-9. Y-15.  
N160 G00 Z15. M05  
N170 G90 M30  
%
```

Somatórios de X e Y iguais a 0,
já que volta ao mesmo ponto.
 $X = 9+30+60-30-35-25-9 = 0$
 $Y = 15+10+30+30-25-45-15 = 0$

(G17 – Plano de interpolação XY)
(1º mov. deve ser em coord. absolutas)
(deve-se garantir X, Y e Z em absoluto)

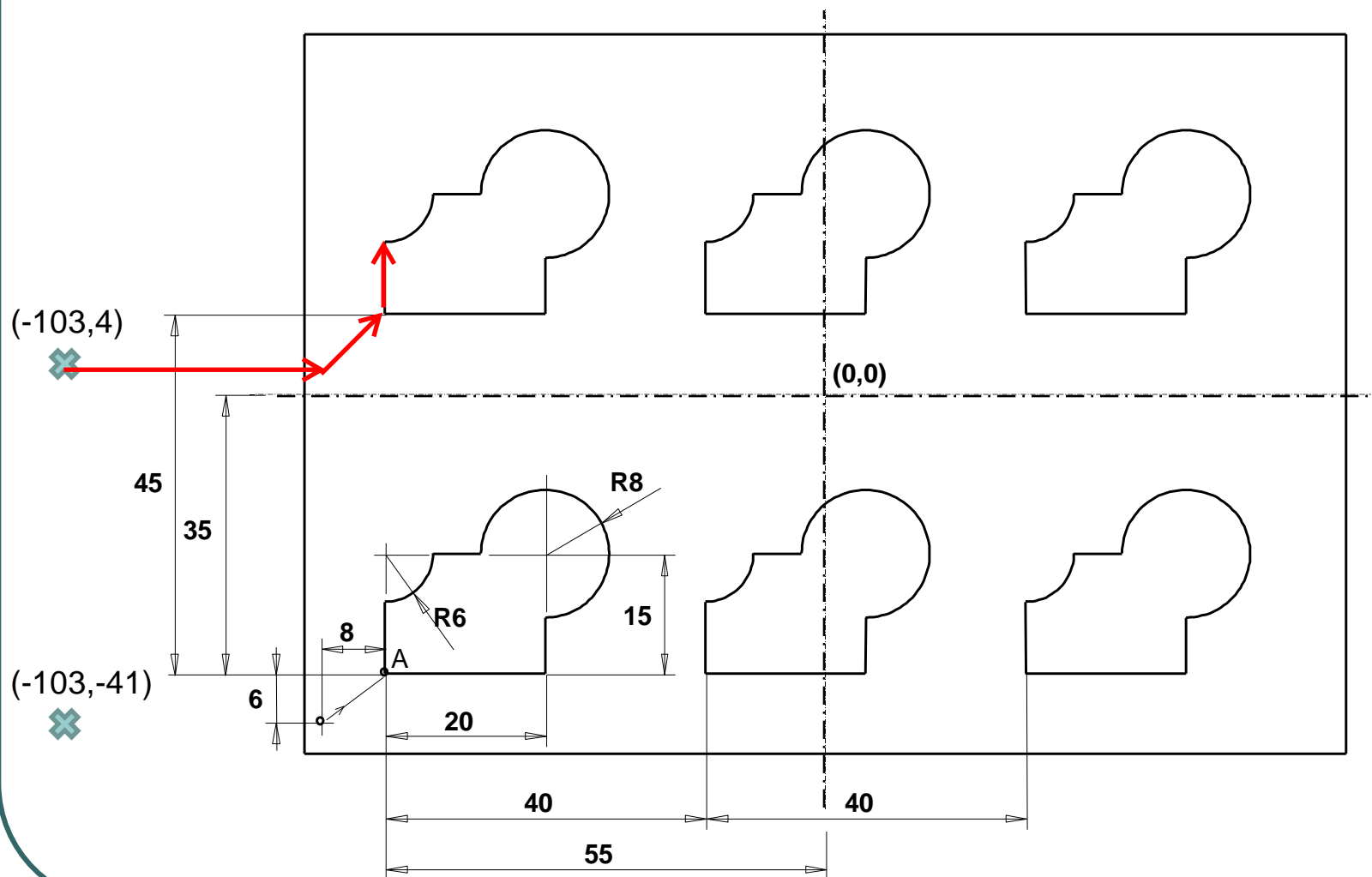


2º Exemplo

Considere-se um caso semelhante ao anterior a menos de ser necessário repetir o contorno seis vezes. Neste caso, vai-se utilizar uma estrutura de programação com utilização de subprogramas, pelo que o contorno será definido em coordenadas relativas e em subprograma, de modo a que a sua localização se torne dependente da posição em que a ferramenta é deixada antes de cada chamada.

Trata-se de uma peça paralelepípedica, sobre a qual se pretende definir os contornos (saliências), numa máquina fresadora. Considera-se que a peça já se apresenta desbastada e somente se pretende fazer o acabamento. Será tido em conta o raio da ferramenta através da função de correção automática. A ferramenta terá o seu eixo de rotação paralelo ao eixo Z e a altura, livre de qualquer contacto da ferramenta com a peça ou qualquer dispositivo da sua fixação à mesa da máquina, será $Z_{mov}=15$. Considera-se também, uma posição para afundamento ($Z_{prof}=-6$) da ferramenta, como sendo (-8,-6) relativamente ao canto de início do contorno (ponto A). A velocidade de avanço é de 600 mm/min, a velocidade de corte 1800 rpm e a trajetória inicia-se no canto A do contorno e desenvolve-se no sentido horário. É também considerado que o contorno é executado, cortando a ferramenta 1 mm de profundidade em cada passagem, obrigando deste modo que seja repetido para cada saliência 6 vezes.

2º Exemplo

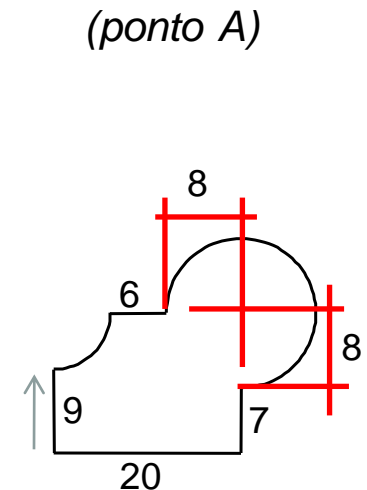


2º Exemplo

Programa, constituído por dois subprogramas (8 e 12):

```
%  
:10          altura livre de contacto  
N10 G90 G00 Z15.  
N20 S1800   iniciar rotação árvore  
1ª linha | N30 X-103. Y4. M03  
          | N40 M98 P12 L3  
2ª linha | N50 G00 X-103. Y-41.  
          | N60 M98 P12 L3  
          | N70 M05  
          | N80 M30   repetir o subprog 12, 3 vezes  
          | %   terminar programa  
          | %   repetir o subprog 8, 6 vezes  
:12 faz 1 contorno completo  
N10 G91 G00 X40.  
N20 G90 G01 Z0. F600  
N30 M98 P8 L6  
N40 G90 G00 Z15.  
N50 M99  
%   terminar subprograma
```

```
%  
:8 faz as 6 passagens  
N10 G91 G01 Z-1.  
N20 G41 X8. Y6. D01  
N30 Y9.  
N40 G03 X6. Y6. I0. J6.  
N50 G01 X6.  
N60 G02 X8. Y-8. I8. J0.  
N70 G01 Y-7.  
N80 X-20.  
N90 G40 X -8. Y-6.  
N100 M99  
%   terminar subprograma
```



Em que G41 é correção automática da ferramenta à esquerda e D01 é o endereço da posição da tabela onde está definido o diâmetro ou o raio da ferramenta.

2º Exemplo

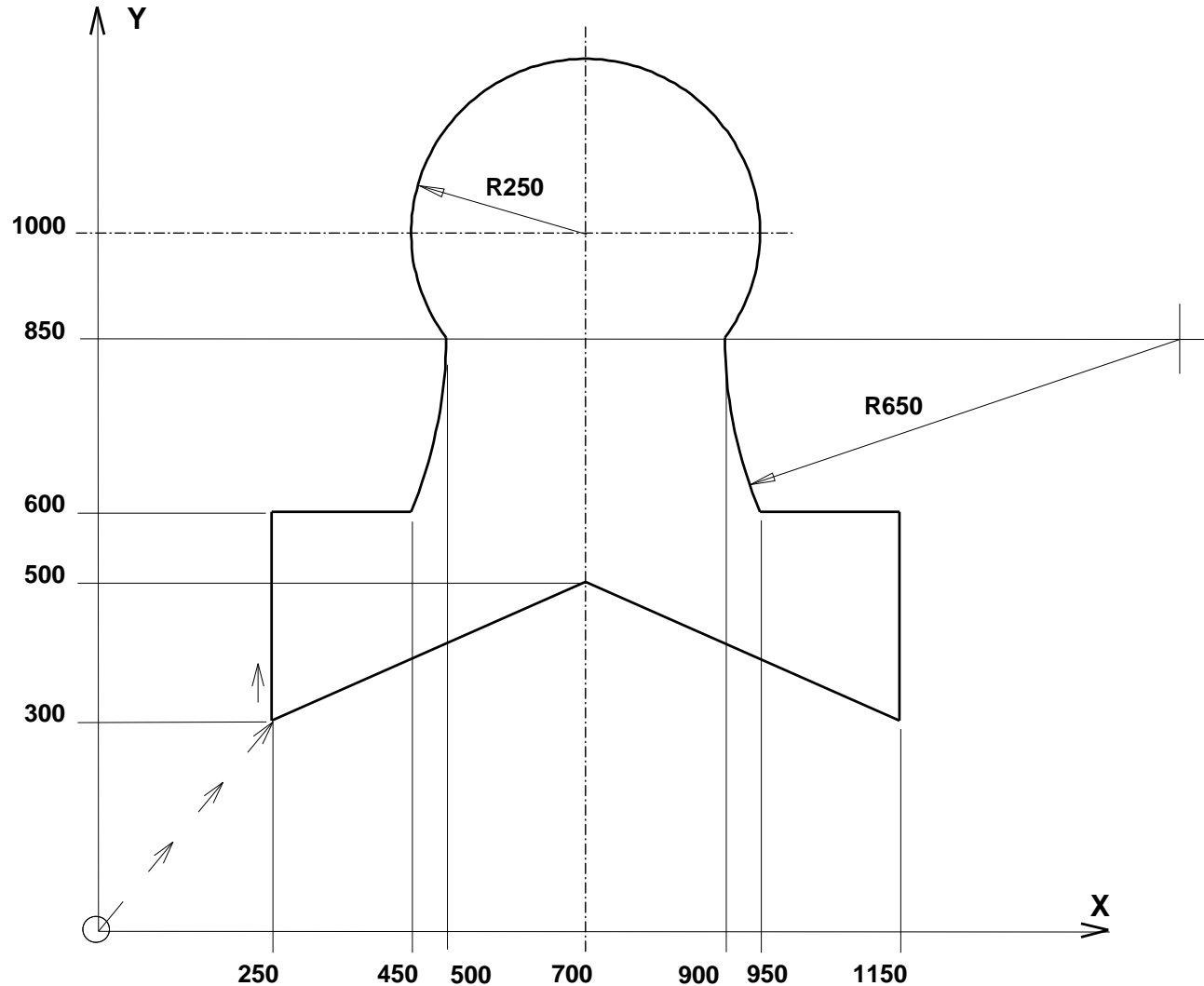
Observações:

- **G41** – Correção automática da ferramenta à esquerda, D01 é o endereço da posição da tabela onde está definido o diâmetro ou o raio da ferramenta.
- **G40** – Anular G41.
- $(-103+40 = 63 = 55+8, \quad -41 = -35-6)$
- **M98** – Chamada de subprograma Pxx Lx vezes (equivalente a G20).
- **M99** – Fim de subprograma (equivalente a G24).
- O subprograma 8 realiza o contorno (uma passagem).
- Para cada linha de saliências, o subprograma 12 é chamado três vezes para realizar as 3 saliências da linha em questão.
- O programa começa por realizar a linha superior e depois a linha inferior (sendo a ordem de maquinagem em cada linha da esquerda para a direita).
- Cada saliência é sujeita a 6 passagens.

3º Exemplo

Definição de uma trajetória com $Z=0$. para o contorno apresentado, considerando que esta se desenvolve a partir da origem $(0,0)$, com chamada da correção automática da ferramenta. A ferramenta coloca-se do lado de fora do contorno e este é seguido no sentido indicado pela seta (sentido horário).

3º Exemplo



3º Exemplo

Solução possível:

% opcional: G31 p/ guardar origem e no fim por
: 10 G32

N1 G92 X0. Y0. Z0.

N2 G90 G17 G41 G01 X250. Y300. D07

N3 Y600. *correção à esq.*

N4 X450.

N5 G03 X500. Y850. I-600. J250.

N6 G02 X900. I200. J150.

N7 G03 X950. Y600. I650. J0.

N8 G01 X1150.

N9 Y300.

N10 X700. Y500.

N11 X250. Y300.

N12 G40 G00 X0. Y0.

N13 M30

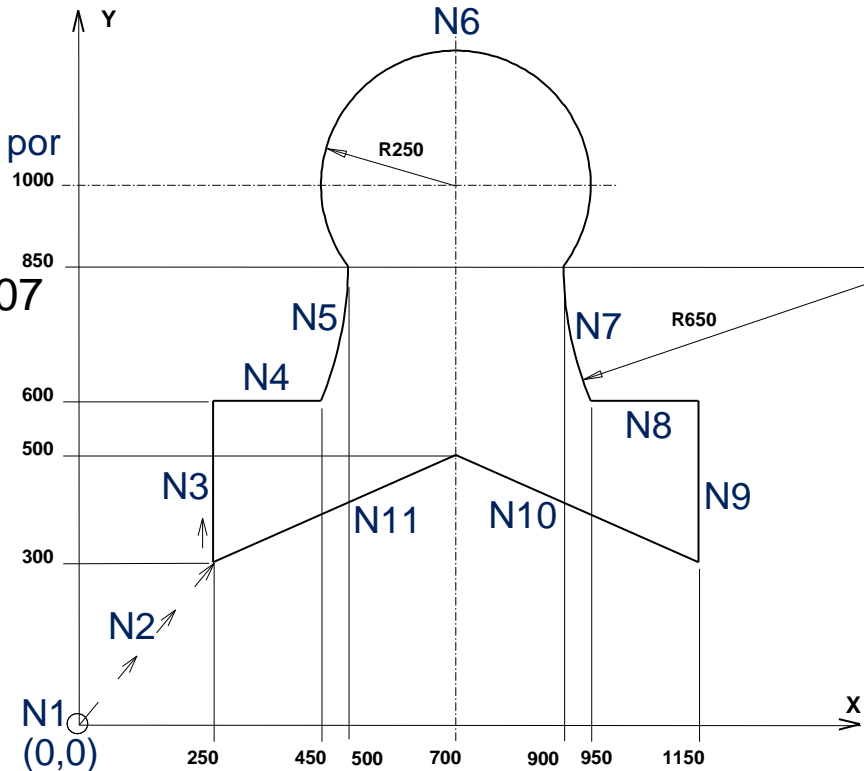
% termina programa

(G17 – Plano de interpolação XY.

G92 – Definição da posição atual como origem.

G41 – Correção autom. da ferramenta, valor em D07, à esquerda.

G40 – Anular G41.)



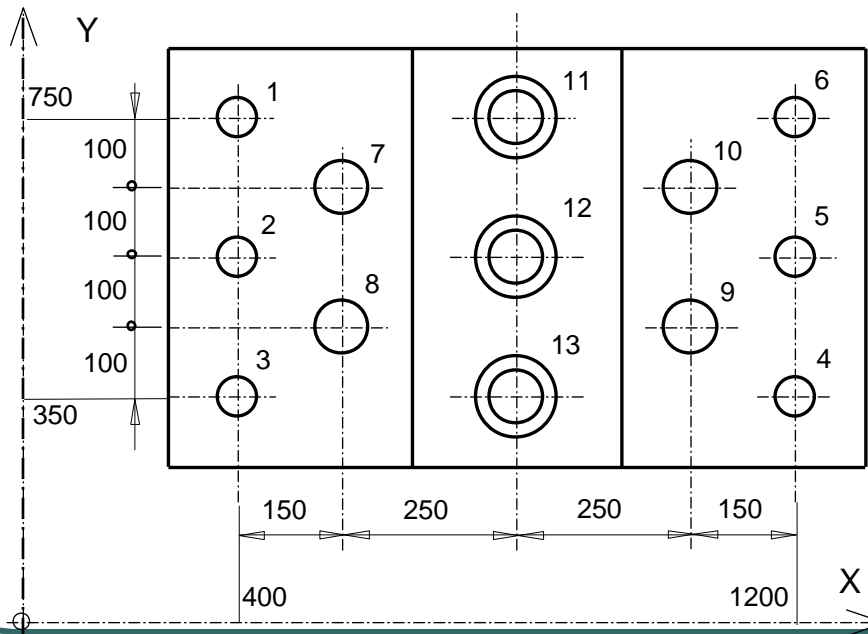
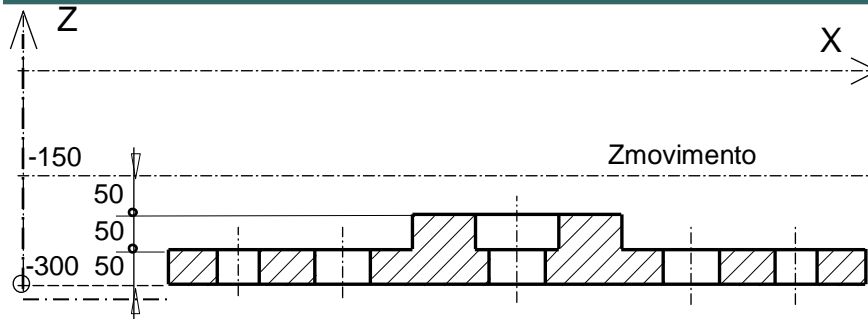
4º Exemplo

Definição de uma trajetória para ciclos fixos de furação (G81, G82 e G86) pela ordem definida pela numeração, com mudança de ferramenta e respetiva correção em comprimento.

(Ver o esquema de cada uma das ferramentas.)

Supõe-se que a mudança de ferramenta é manual e que o posicionamento na origem permite a sua execução sem problemas.

4º Exemplo



H11 = 200 mm; Furos de 1 a 6 de $\text{Ø}10$ mm – G81

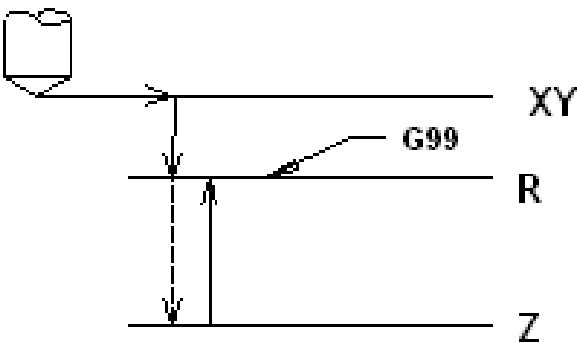
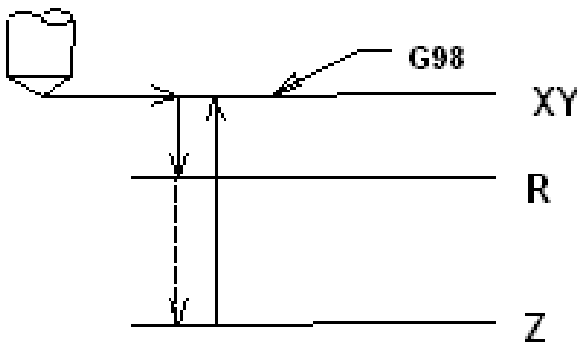
H15 = 190 mm; Furos de 7 a 10 de $\text{Ø}20$ mm – G82

H31 = 150 mm; Furos de 11 a 13 de $\text{Ø}95$ mm – G86

4º Exemplo

Observações:

- G81/G82/G86 – Chamada do ciclo fixo de furação; X, Y coordenadas do centro; R plano de início do contacto da ferramenta com a peça; P temporização (pausa); com:
 - G98 – Retorno da ferramenta ao plano de início do ciclo;
 - G99 – Retorno da ferramenta ao plano de início do corte.

Chamada do ciclo	Seqüência esquemática do ciclo	Chamada do ciclo	Seqüência esquemática do ciclo
G81		G81	

4º Exemplo

%
:20

N10 G92 X0. Y0. Z0.

N20 T11 M06

altura sem contacto

N30 G90 G46 G00 Z-150. H11 S30 M03 *rotação da árvore à dª*

furo 1 N40 G99 G81 X400. Y750. Z-303. R-247. F120

furo 2 N50 Y550. *ciclo de furação p/ fresadora*

furo 3 N60 G98 Y350.

furo 4 N70 G99 X1200.

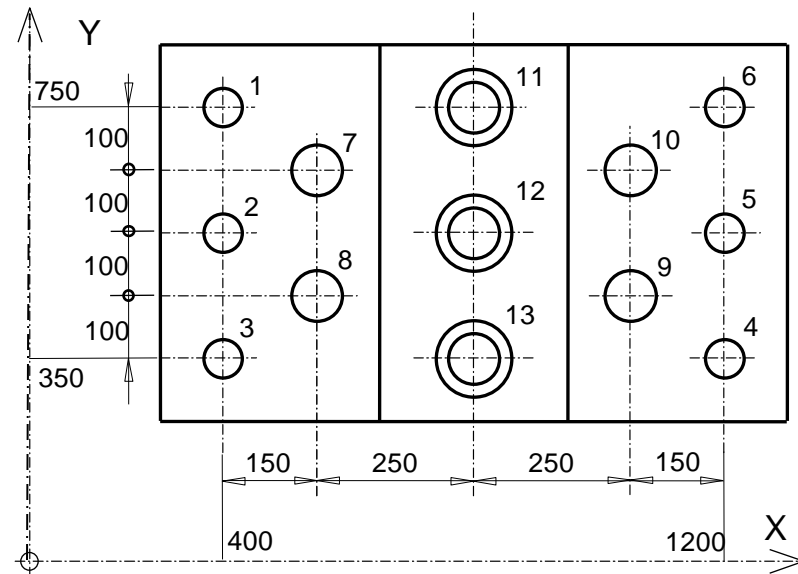
furo 5 N80 Y550.

furo 6 N90 G98 Y750. *pára árvore*

N100 G00 X0. Y0. M05

N110 G46 Z0. T15 M06

N120 G43 Z-150. H15 S40 M03



*(G92 – Posição atual como origem.
T11 – Seleção da ferramenta.
M06 – Mudança da ferramenta.
G46 – Aumentar a correção da ferramenta.
Hxx – Corretor da ferramenta xx.
G43 – Compensação do comprimento da ferramenta.)*

4º Exemplo

furo 7 N130 G99 G82 X550. Y650. Z-303. R-247. P300. F70

furo 8 N140 G98 Y450.

furo 9 N150 G99 X1050.

furo 10 N160 G98 Y650.

N170 G00 X0. Y0. M05

N180 G49 Z0. T31 M06

N190 G43 Z-150. H31 S50 M03

N200 G99 G86 X800. Y750. Z-250. R-197. P300. F50

N210 G91 Y-200. L2

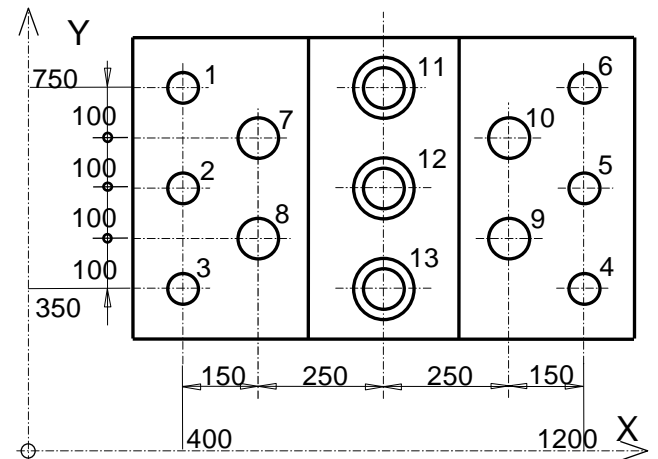
N220 G90 G00 X0. Y0. M05

N230 G49 Z0.

N240 M30

% termina programa

(G49 – Anular G43.
L2 – Executar 2 vezes.
Pxxx – Temporização.)

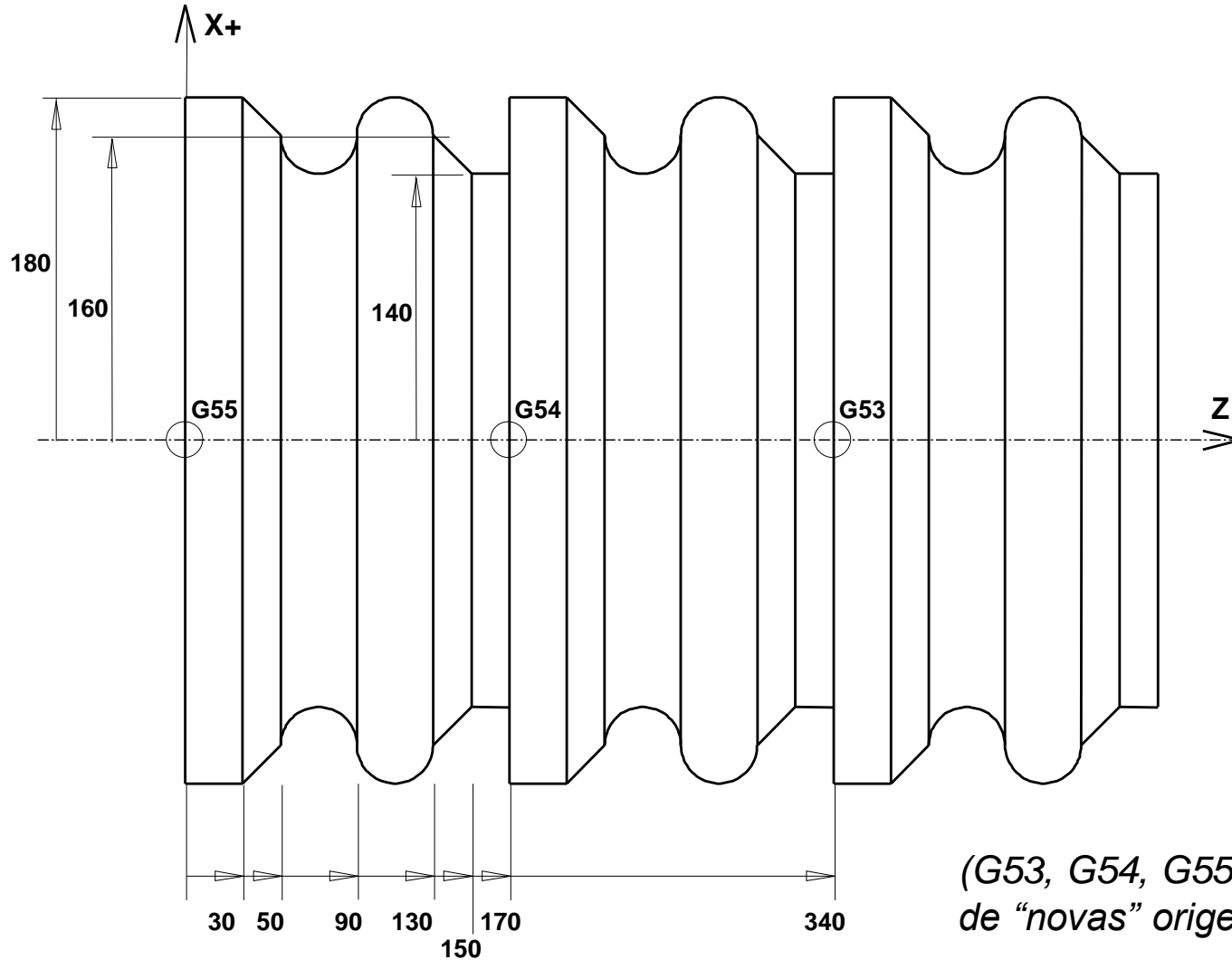


5º Exemplo

Definição de uma trajetória para a geratriz da forma apresentada, considerando que esta se desenvolve do Z maior para o menor, com repetição de parte da trajetória associada a uma mudança de referencial (evita-se assim as coordenadas relativas).

No início, supõe-se que a ferramenta se encontra em $X=200$ $Z=530$.

5º Exemplo



5º Exemplo

Programa em linguagem FAGOR.

Na tabela do CNC para os G53 a G59 tem-se de introduzir:

G53 X0. Z340.

G54 X0. Z170.

G55 X0. Z0.

A programação da trajetória teórica será:

%

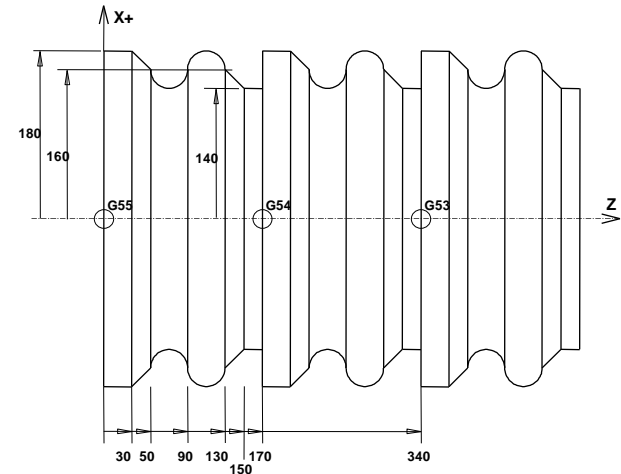
:22

N10 G90 G01 F250

N20 G53

N30 X140. Z170.

N40 Z150.



(Seleciona o referencial G53)

5º Exemplo

N50 X160. Z130.

N60 G03 X160. Z90. I0. K-20.

N70 G02 Z50. I0. K-20.

N80 G01 X180. Z30.

N90 Z0.

N100 X140.

N110 G54

N120 G25 N30.100.1

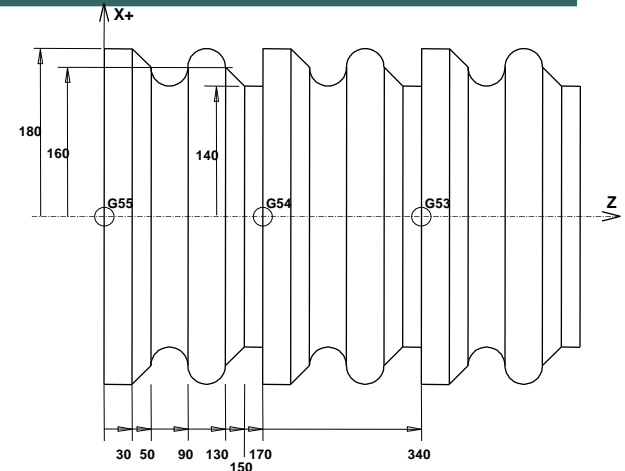
N130 G55

N140 G25 N30.90.1

N150 G00 X200. Z530.

N160 M30

%



(Selecciona o referencial G54)

(Repetir de N30 ao N100 uma vez)

(Selecciona o referencial G55)

(Repetir de N30 ao N90 uma vez)

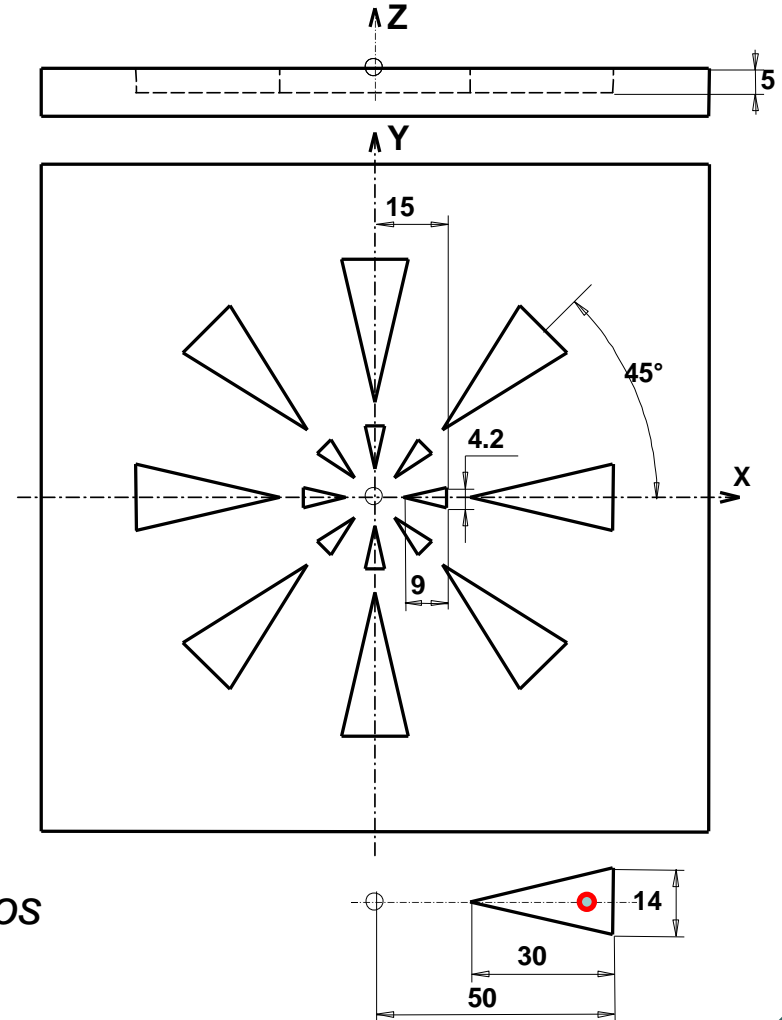
(G25 – Salto incondicional de Nxx a Nyy, i vezes.)

6º Exemplo

Programa, para aplicação de rotação e fator de escala, estruturado com subprogramas.

Observações:

- G17 – Plano de interpolação XY.
- G69 – Anula rotação.
- G50 – Anula escala.
- M98 – Chamada de subprograma.
- G51 – Define a origem e fator de escala a utilizar.
- Primeiro o programa vai fazer os triângulos de maior tamanho e depois os menores (escala 30%).



6º Exemplo

Programa, para aplicação de rotação e fator de escala, estruturado com subprogramas.

%

:100

N5 G92 X0. Y0. Z10.

(G92 - Posição atual como origem)

N8 G17 G69 G50

(G69 - Anula rotação, G50 - Anula escala)

N10 G01 Z10. F200 D01

(G68 - Definir uma rotação e o centro

N15 M98 P120

respetivo)

N18 G90

N20 M98 P110 L7

(M98 - Chamada de subprograma ⇔ G20)

N25 G69 G51 I0. J0. P0.3

(G51 - Define um fator de escala e

N30 M98 P120

o centro respetivo)

N34 G90

N35 M98 P110 L7

N40 G69 G50 G00 X0. Y0.

N45 M30

(G17 - Seleção do plano XY)

%

6º Exemplo

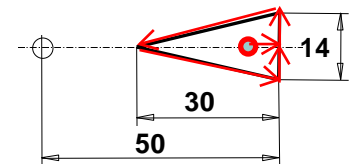
```
%  
      Manda fazer 1 triângulo e roda  
:110  
N3 G90  
N5 G68 X0. Y0. G91 R45.  
N10 G90 M98 P120  
N15 M99  
%
```

(No subprograma 120 é realizado o contorno de um triângulo.

No subprograma 110 são realizados os restantes 7 triângulos por aplicação de rotações incrementais de 45°.

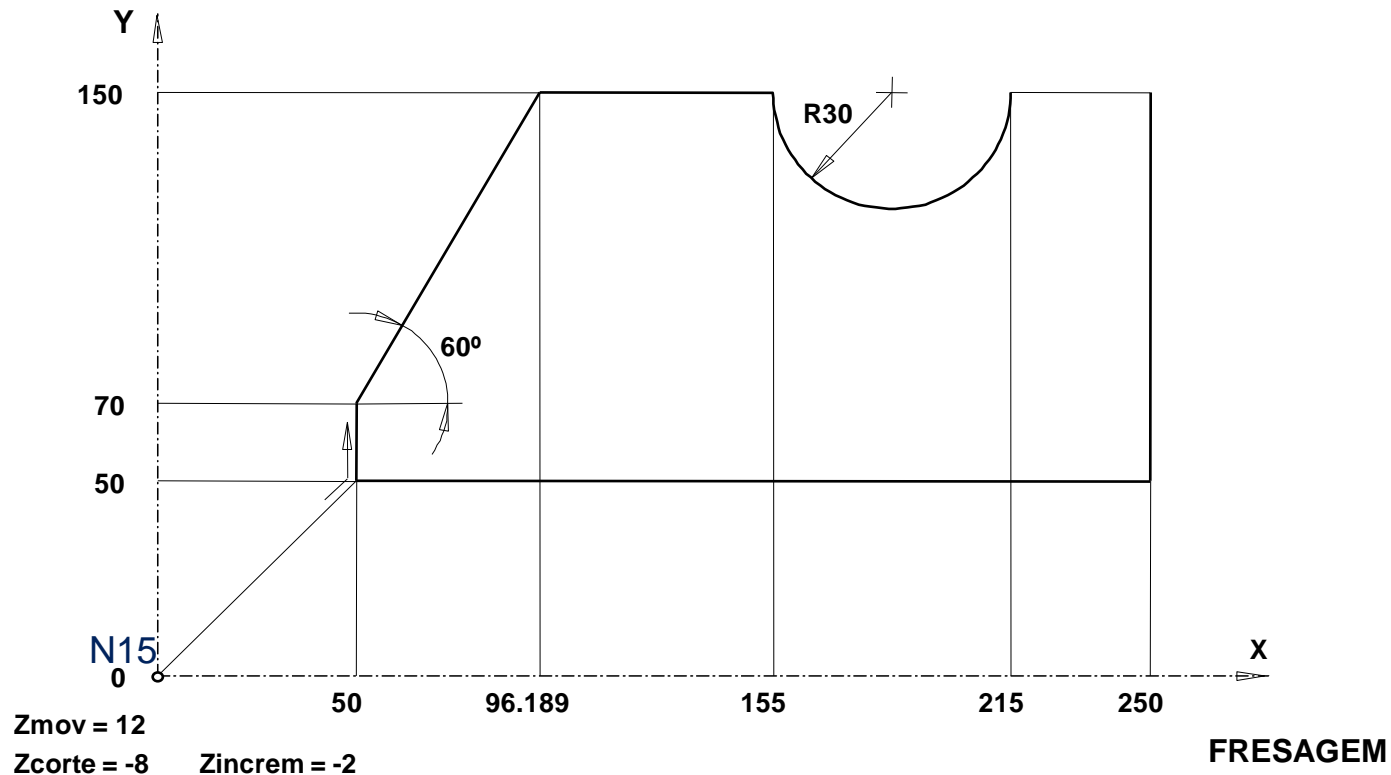
G68 – Definição da rotação dados o centro e o ângulo.)

```
%  
      Faz 1 triângulo  
:120  
N5 G90 G00 X45. Y0. Vai para o ponto  
      central do triângulo  
N10 G01 Z-0.5  
N15 G41 X50.  
N20 Y7.  
N25 X20. Y 0.  
N30 X50. Y-7.  
N35 Y0.  
N40 G40 X45.  
N45 G00 Z10.  
N50 M99  
%
```



7º Exemplo

Executar o programa em linguagem CNC/ISO para a seguinte maquinagem (4 passagens de 2 mm cada):



7º Exemplo

```

%
:50 ou G31
N5 G92 X0. Y0. Z10.
anular correção ferramenta, coord. absolutas
N10 G00 G40 G90 Z10.
N15 X0. Y0.
N20 Z0. S1500 M03
xama programa 51 repete 4xs
N25 M98 P51 L4
N30 G00 G40 G90 Z10. M05
N35 X0. Y0.
N40 M30
% manda a ferramenta de volta p/ origem

```

```

%
:51 avanço trab. coord relativas, descer 2, avanço de
600mm/min
N 5 G91 G01 Z-2. F600
N10 G90
N15 G41 X50. Y50. D11
correção à esq
N20 X50. Y70.
N25 X96.188 Y150.
N30 X155. Y150.
N35 G03 X215. Y150. I30. J0.
N40 G01 X250. Y150.
N45 X250. Y50.
N50 X50. Y50.
N55 G40 X0. Y0.
N60 M99
% fim subprograma

```

