

# **CURSO DE PROGRAMAÇÃO CNC TORNO**

**HELMO DA RÓS**

# ÍNDICE

|                                                 |         |
|-------------------------------------------------|---------|
| HISTÓRICO .....                                 | pág. 03 |
| MATEMÁTICA APLICADA .....                       | pág. 04 |
| EIXOS CARTESIANOS .....                         | pág. 04 |
| TRIGONOMETRIA E GEOMETRIA PLANA BÁSICA.....     | pág. 12 |
| PRÉ-REQUISITOS PARA O CURSO .....               | pag. 19 |
| TÓPICOS IMPORTANTES P/ UMA BOA PROGRAMAÇÃO .... | pág. 20 |
| SISTEMA DE COORDENADAS .....                    | pág. 22 |
| COORDENADAS ABSOLUTAS.....                      | pág. 23 |
| COORDENADAS INCREMENTAIS.....                   | pág. 24 |
| TIPOS DE FUNÇÕES.....                           | pág. 25 |
| FUNÇÕES PREPARATÓRIAS ( G).....                 | pág. 28 |
| FUNÇÕES ESPECIAIS ( G).....                     | pág. 61 |
| FUNÇÕES AUXILIARES (M).....                     | pág. 64 |
| EXERCÍCIOS .....                                | pág. 69 |

## HISTÓRICO

As primeiras idéias sobre COMANDO NUMÉRICO, surgiram durante e após a segunda guerra mundial, impulsionadas pela necessidade de se reduzir os tempos e garantir a precisão na fabricação de peças, principalmente na área aeronáutica, reduzindo assim os custos e os desgastes físicos com operações nas máquinas..

Estas idéias fazem parte do desenvolvimento industrial. Um exemplo disso é o caso do torno. A evolução do torno universal, levou a criação do torno revolver, do torno copiador e do torno automático, com programação elétrica ou mecânica, com o emprego de cames.

Isto só foi possível após 1940 quando foi desenvolvido o primeiro computador pela IBM.

Porém, só em 1949 que o Instituto de Tecnologia de Massachusetts começou realmente a desenvolver uma máquina equipada com CN. Uma fresadora de três eixos da Cincinnati que teve sua demonstração prática em 1952.

Em 1953 começaram a desenvolver os sistemas de programação e em 1957 foi criado as bases da linguagem APT para CN.

Somente em 1957 iniciou a comercialização de máquinas CN.

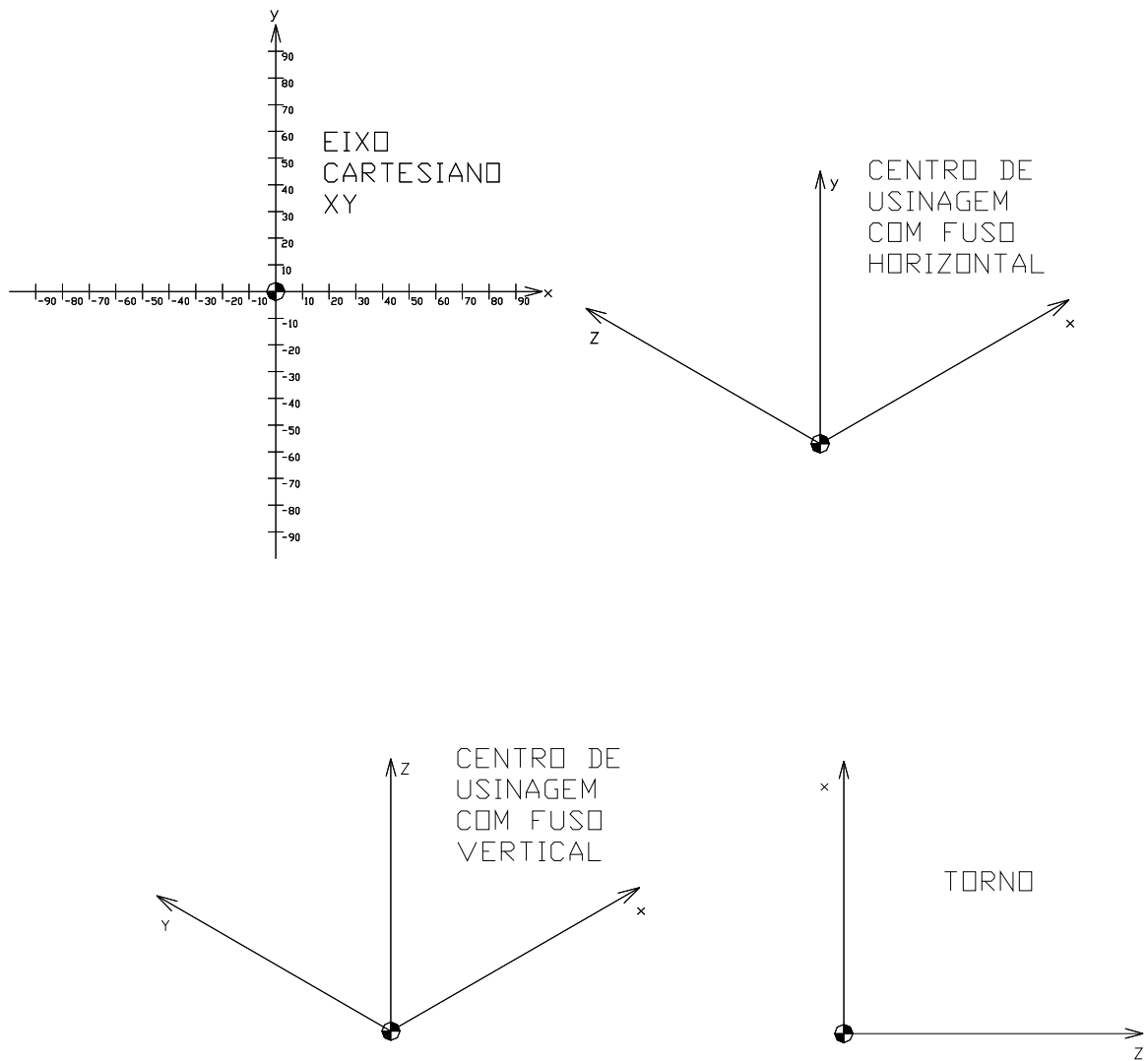
Aqui no Brasil, as primeiras aplicações de CN surgiram em 1967.

## **MATEMÁTICA APLICADA**

Os assuntos de matemática que veremos a seguir são requisitos básicos para o entendimento e a execução de uma boa programação cnc.

### **EIXOS CARTESIANOS**

Toda a geometria da peça que vai ser usinada é transmitida para o comando com o auxílio de um sistema de coordenadas cartesianas.

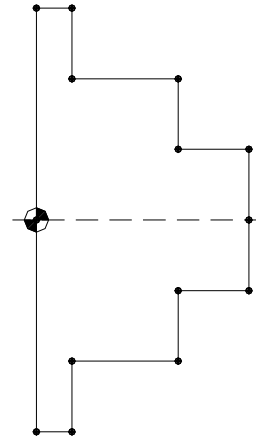
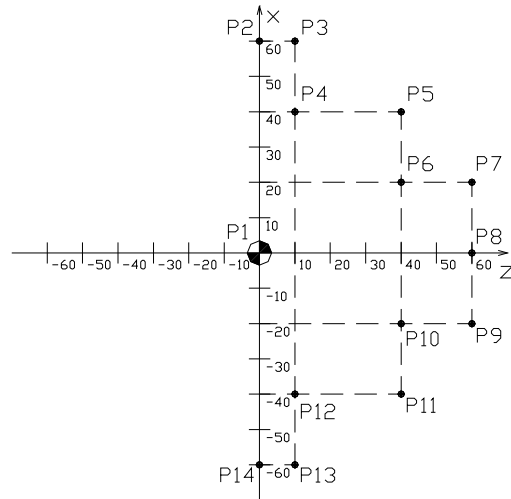


O sistema de coordenadas é definido no plano formado pelo cruzamento de uma linha paralela ao movimento transversal com uma linha paralela ao movimento longitudinal.

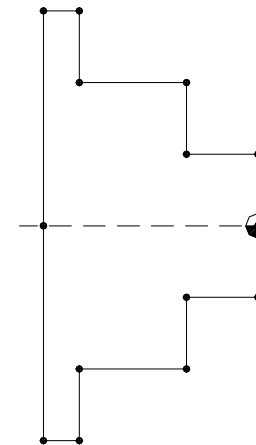
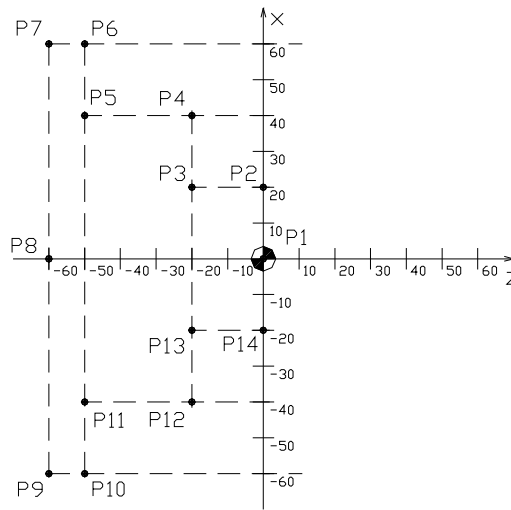
Toda movimentação da ferramenta é descrito neste plano em relação a uma origem pré-estabelecida.

Para entendermos melhor vamos prestar atenção nos exemplos abaixo:

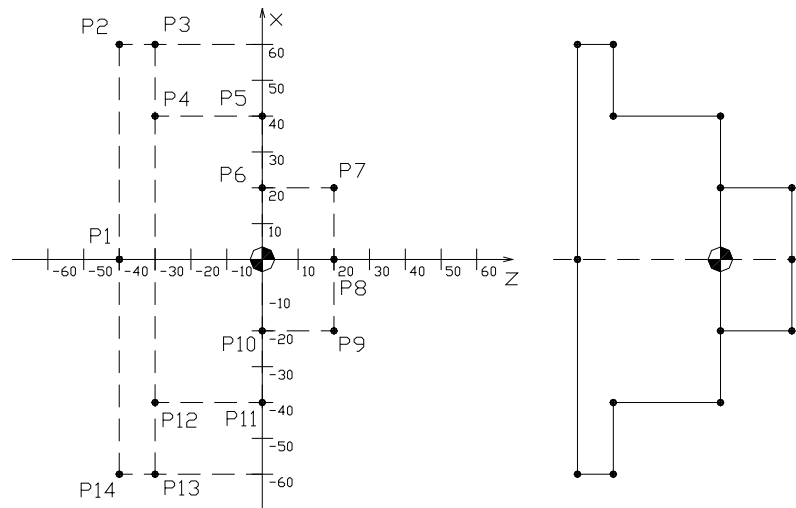
|     | Z  | X   |
|-----|----|-----|
| P1  | 0  | 0   |
| P2  | 0  | 60  |
| P3  | 10 | 60  |
| P4  | 10 | 40  |
| P5  | 40 | 40  |
| P6  | 40 | 20  |
| P7  | 60 | 20  |
| P8  | 60 | 0   |
| P9  | 60 | -20 |
| P10 | 40 | -20 |
| P11 | 40 | -40 |
| P12 | 10 | -40 |
| P13 | 10 | -60 |
| P14 | 0  | -60 |



|     | Z   | X   |
|-----|-----|-----|
| P1  | 0   | 0   |
| P2  | 0   | 20  |
| P3  | -20 | 20  |
| P4  | -20 | 40  |
| P5  | -50 | 40  |
| P6  | -50 | 60  |
| P7  | -60 | 60  |
| P8  | -60 | 0   |
| P9  | -60 | -60 |
| P10 | -50 | -60 |
| P11 | -50 | -40 |
| P12 | -20 | -40 |
| P13 | -20 | -20 |
| P14 | 0   | -20 |



|     | Z   | X   |
|-----|-----|-----|
| P1  | -40 | 0   |
| P2  | -40 | 60  |
| P3  | -30 | 60  |
| P4  | -30 | 40  |
| P5  | 0   | 40  |
| P6  | 0   | 20  |
| P7  | 10  | 20  |
| P8  | 10  | 0   |
| P9  | 10  | -20 |
| P10 | 0   | -20 |
| P11 | 0   | -40 |
| P12 | -30 | -40 |
| P13 | -30 | -60 |
| P14 | -40 | -60 |



Podemos notar que nos três exemplos as peças torneadas são iguais, porém como o ponto de referência muda em cada exemplo, a posição da peça no eixo cartesiano também muda.

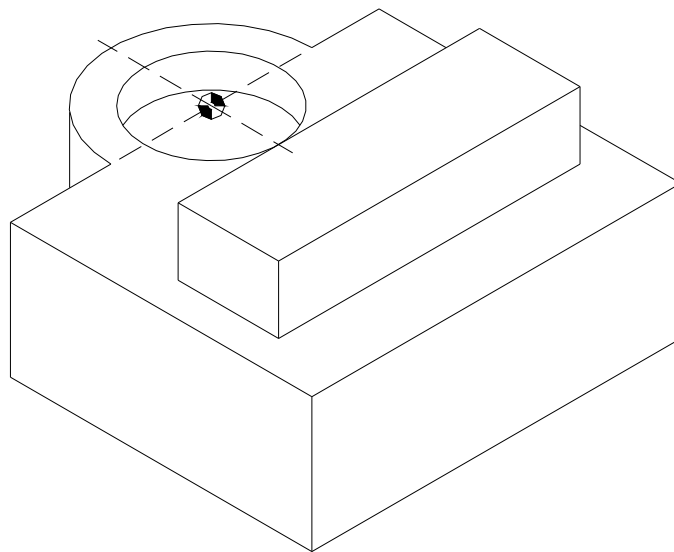
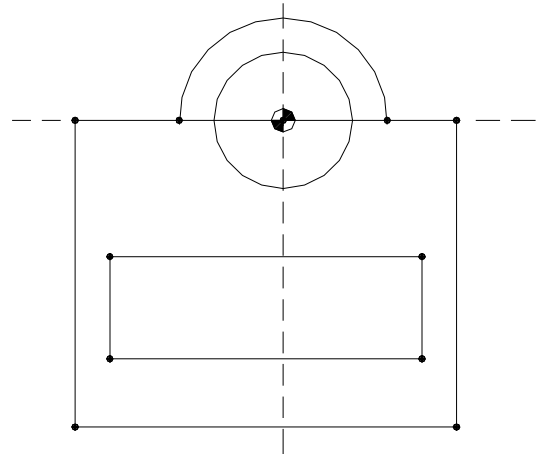
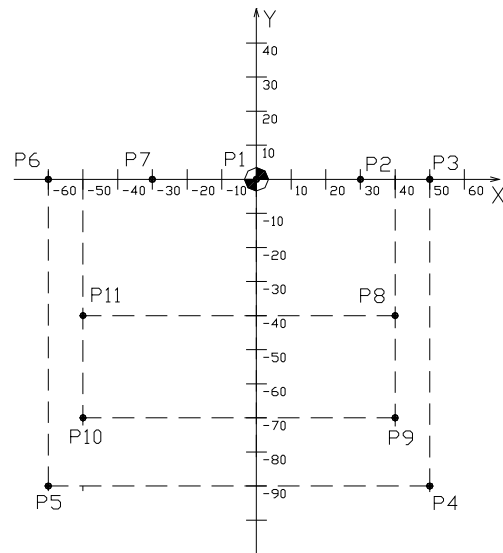
Sempre o ponto referência da peça é a origem do eixo cartesiano. Por isso a referência da peça tem que ser definida antes de se fazer o programa, pois os pontos no eixo cartesiano vão seguir esta mesma referência.

Em geral, nas operações de torneamento, o ponto de referência da peça é no encosto da castanha com a peça ou na face usinada da própria peça, como nos exemplos 1 e 2.

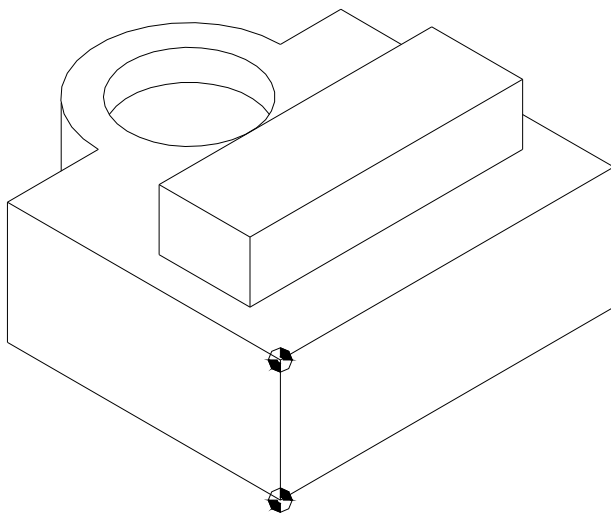
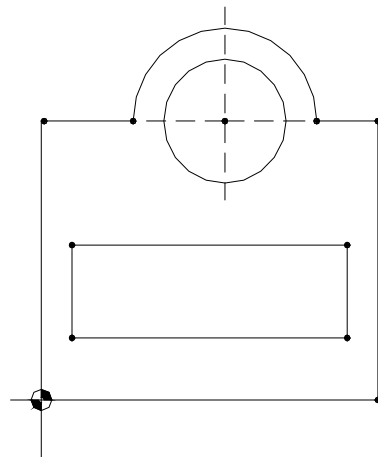
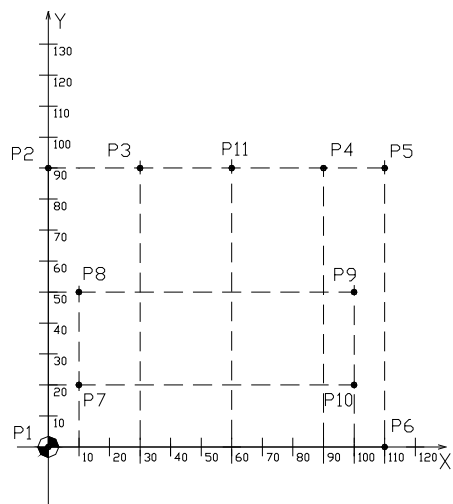
Lembrem que se a referência estiver no encosto da castanha com a peça, na usinagem do primeiro lado da peça, tem que se levar em consideração a matéria prima excedente na face do segundo lado da mesma.

A seguir veremos exemplos de pontos marcados no eixo cartesiano para centros de usinagem.

|     | X   | Y   |
|-----|-----|-----|
| P1  | 0   | 0   |
| P2  | 30  | 0   |
| P3  | 50  | 0   |
| P4  | 50  | -90 |
| P5  | -60 | -90 |
| P6  | -60 | 0   |
| P7  | -30 | 0   |
| P8  | 40  | -40 |
| P9  | 40  | -70 |
| P10 | -50 | -70 |
| P11 | -50 | -40 |



|     | X   | Y  |
|-----|-----|----|
| P1  | 0   | 0  |
| P2  | 0   | 90 |
| P3  | 30  | 90 |
| P4  | 60  | 90 |
| P5  | 110 | 90 |
| P6  | 110 | 0  |
| P7  | 10  | 20 |
| P8  | 10  | 50 |
| P9  | 100 | 50 |
| P10 | 100 | 20 |
| P11 | 60  | 90 |



Nos exemplos anteriores podemos notar que, diferentemente do torno, no centro de usinagem o ponto de referência da peça pode estar em qualquer lugar da mesma.

O programador pode escolher este ponto de acordo com as cotas do desenho ou como melhor lhe convier para aproveitar melhor os recursos da máquina e facilitar a programação.

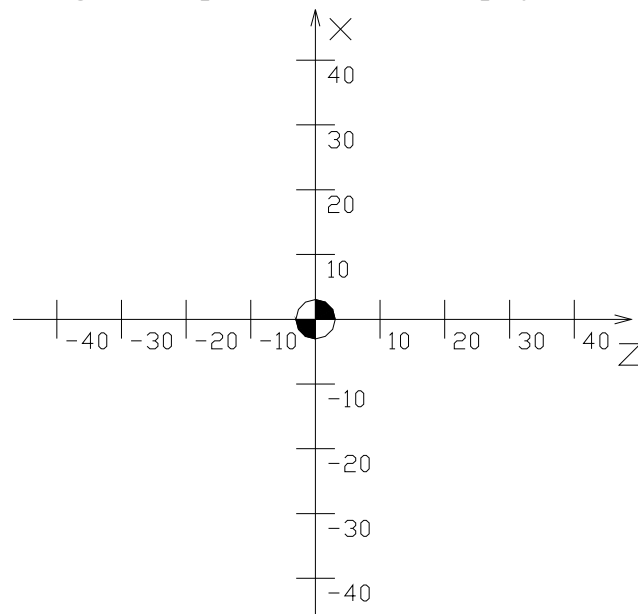
Como foi dito anteriormente, sempre o ponto de referência é a origem do eixo cartesiano.

Outro detalhe é que a profundidade do furo, a altura do ressalto no meio da peça e a espessura da peça não está marcado no eixo cartesiano do plano XY. Estas medidas são marcadas no terceiro eixo onde são determinadas todas as alturas da peça.

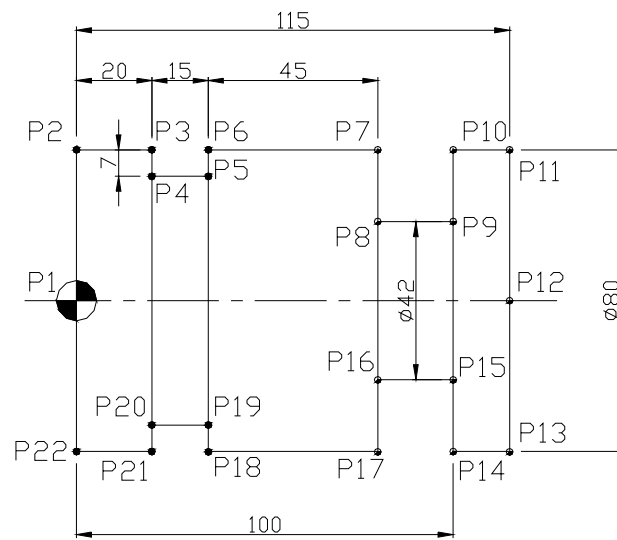
No segundo exemplo existem dois pontos de referência. É o mesmo ponto marcado no eixo cartesiano, porém o programador precisa definir se é na face da peça ou se na mesa da máquina, pois isto influi no setup da ferramenta e no sinal das cotas.

Vamos exercitar. No primeiro exercício marque os pontos no eixo cartesiano a partir do quadro de pontos e no segundo a partir das cotas da peça.

|     | Z   | X   |
|-----|-----|-----|
| P1  | 0   | 0   |
| P2  | 0   | 15  |
| P3  | -2  | 17  |
| P4  | -18 | 17  |
| P5  | -29 | 30  |
| P6  | -40 | 30  |
| P7  | -40 | 0   |
| P8  | -40 | -30 |
| P9  | -29 | -30 |
| P10 | -18 | -17 |
| P11 | -2  | -17 |
| P12 | 0   | -15 |

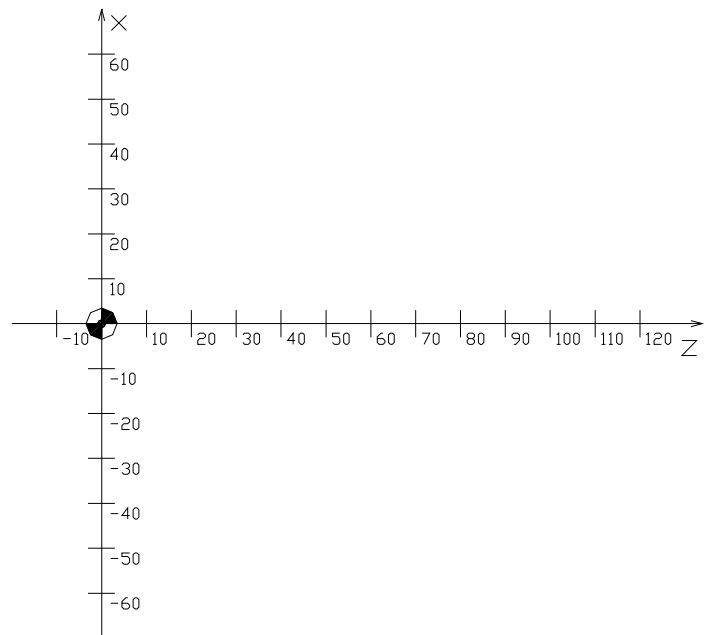


Exemplo 1 p/ torno



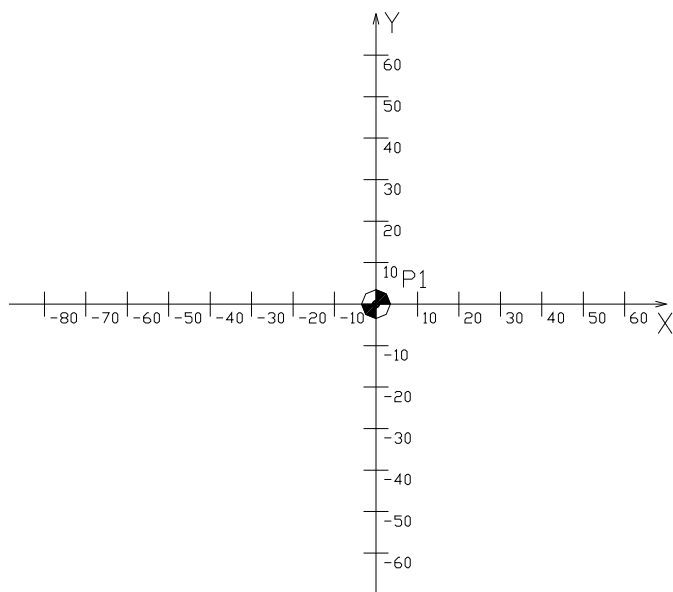
|     | Z | X |
|-----|---|---|
| P1  |   |   |
| P2  |   |   |
| P3  |   |   |
| P4  |   |   |
| P5  |   |   |
| P6  |   |   |
| P7  |   |   |
| P8  |   |   |
| P9  |   |   |
| P10 |   |   |
| P11 |   |   |

|     | Z | X |
|-----|---|---|
| P12 |   |   |
| P13 |   |   |
| P14 |   |   |
| P15 |   |   |
| P16 |   |   |
| P17 |   |   |
| P18 |   |   |
| P19 |   |   |
| P20 |   |   |
| P21 |   |   |
| P22 |   |   |

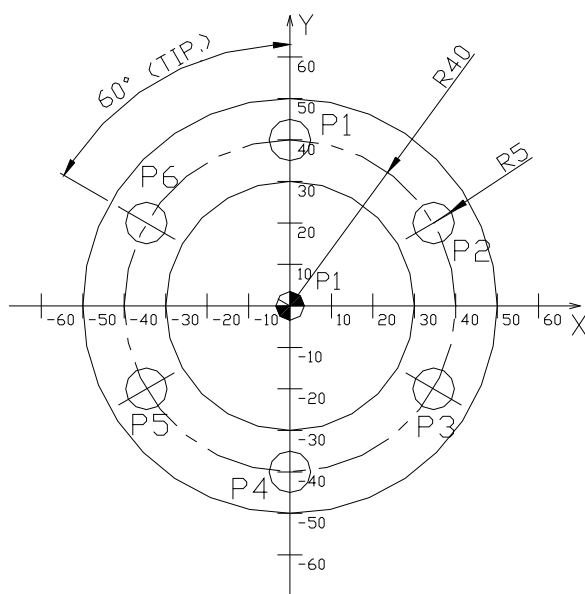


Exemplo 2 p/ torno

|    | X   | Y   |
|----|-----|-----|
| P1 | 0   | 0   |
| P2 | 0   | -40 |
| P3 | -80 | -40 |
| P4 | -80 | 0   |
| P5 | -50 | -15 |
| P6 | -20 | -15 |
| P7 | -20 | -25 |
| P8 | -50 | -25 |



Exemplo 1 p/ centro de usinagem

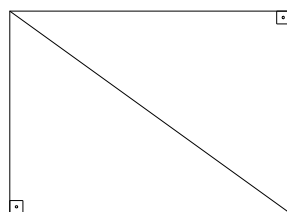


Exemplo 2 p/ centro de usinagem

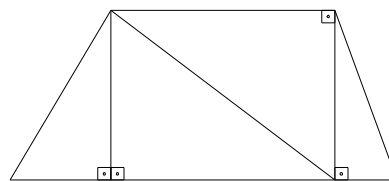
## TRIGONOMETRIA E GEOMETRIA PLANA BÁSICA

Nas programações CNC além dos cálculos normais para transferir as cotas da peça a ser fabricada para os eixos cartesianos, outros cálculos precisam ser feitos. Entre eles, principalmente, está o cálculo de ângulos, e comprimento de arestas de formas geométricas.

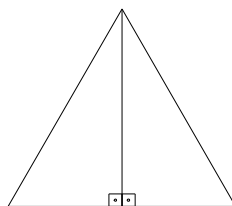
A forma geométrica que iremos estudar é o triângulo retângulo pois quase todas as outras formas podemos transformar em triângulos. Veja os exemplos abaixo:



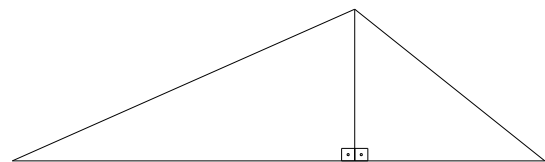
RETÂNGULO



TRAPÉZIO



TRIÂNGULO  
EQUILÁTERO

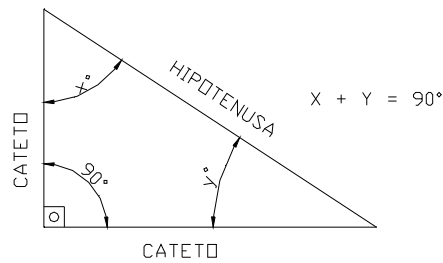


TRIÂNGULO  
ESCALENO

Triângulo retângulo é aquele que contém um ângulo de 90 gr.

Os lados que formam o ângulo reto são chamados de catetos e o lado maior de hipotenusa.

A soma dos ângulos internos de um triângulo retângulo é 180 gr. Como um deles é 90 gr, a soma dos outros dois também é 90 gr.



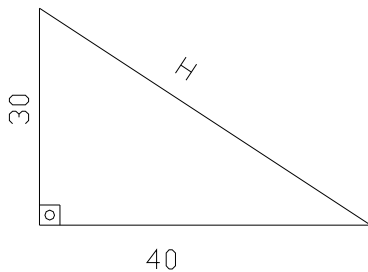
O Teorema de Pitágoras diz que o quadrado da hipotenusa é igual a soma dos quadrados dos catetos. Este teorema se resume na fórmula abaixo:

$$H^2 = C1^2 + C2^2$$

O Teorema de Pitágoras só pode ser usado quando conhecemos o valor de dois lados do triângulo e queremos achar o valor do terceiro lado.

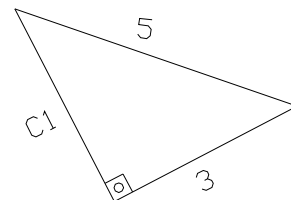
Nos exemplos abaixo veremos algumas utilizações do Teorema de Pitágoras:

### Exemplo 1



$$\begin{aligned} H^2 &= C1^2 + C2^2 \\ H^2 &= 30^2 + 40^2 \\ H^2 &= 900 + 1600 \\ H^2 &= 2500 \\ H &= \sqrt{2500} \\ H &= 50 \end{aligned}$$

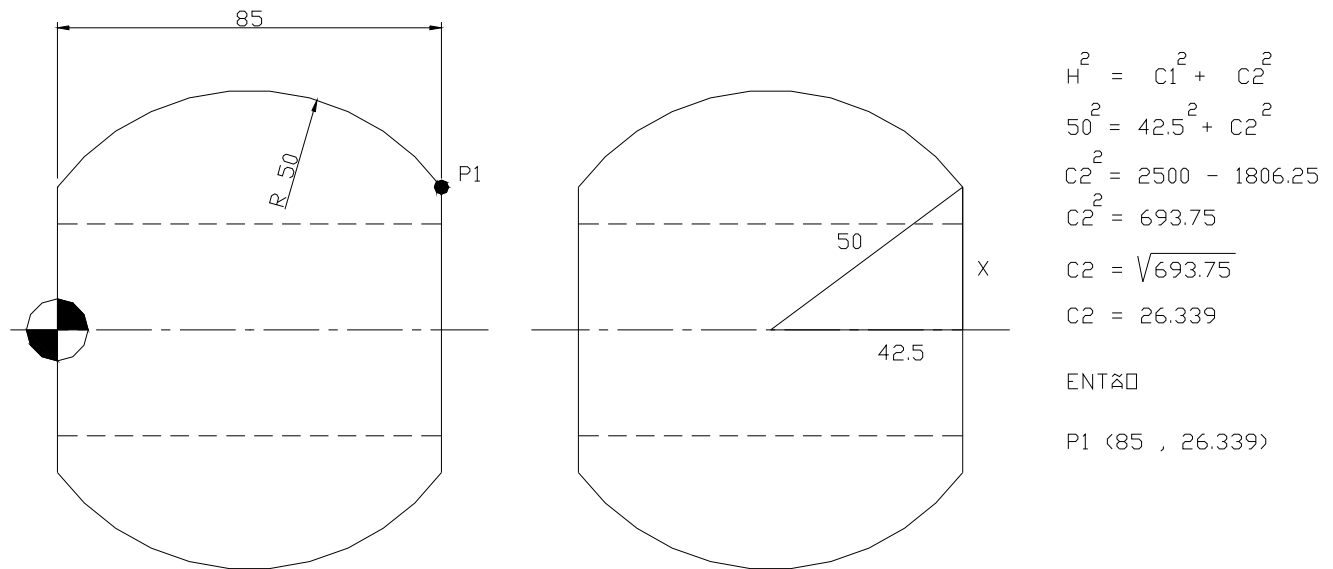
### Exemplo 2



$$\begin{aligned} H^2 &= C1^2 + C2^2 \\ C1^2 &= H^2 - C2^2 \\ C1^2 &= 5^2 - 3^2 \\ C1^2 &= 25 - 9 \\ C1^2 &= 16 \\ C1 &= \sqrt{16} \\ C1 &= 4 \end{aligned}$$

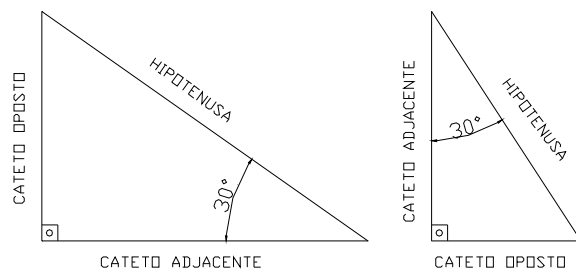
O exemplo a seguir mostra onde podemos utilizar o Teorema em uma peça a ser fabricada.

Vamos calcular a cota da borda de uma esfera que vai ser torneada.



Se as informações que temos não contém o valor de pelo menos dois dos lados a outra opção é saber o valor de um dos lados e um dos ângulos (diferente de 90 gr) internos do triângulo.

Com estas informações conseguiremos calcular os dois outros lados do triângulo através das fórmulas abaixo:



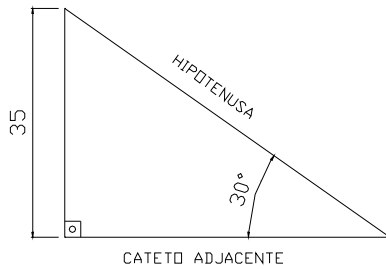
$$\text{SENO DO ÂNGULO} = \frac{\text{CATETO OPOSTO}}{\text{HIPOTENUSA}}$$

$$\text{COSENO DO ÂNGULO} = \frac{\text{CATETO ADJACENTE}}{\text{HIPOTENUSA}}$$

$$\text{TANGENTE DO ÂNGULO} = \frac{\text{CATETO OPOSTO}}{\text{CATETO ADJACENTE}}$$

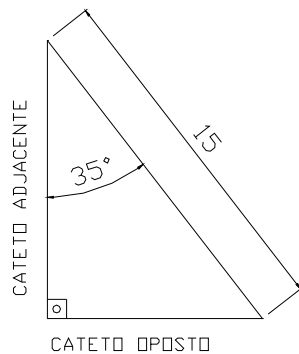
Podemos notar que o cateto oposto, como o nome já diz, é o lado oposto ao ângulo, diferente de 90 gr, que conhecemos e o cateto adjacente é o lado que forma este mesmo ângulo com a hipotenusa.

Nos exemplo abaixo veremos com mais clareza estes cálculos:



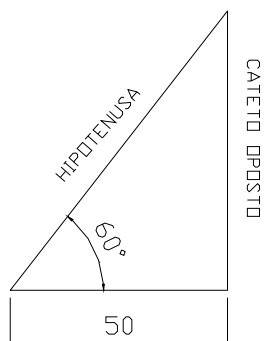
$$\begin{aligned}\text{SEN } X &= \frac{\text{CA OP}}{\text{HIP}} \\ \text{HIP} &= \frac{\text{CA OP}}{\text{SEN } X} \\ \text{HIP} &= \frac{35}{0.5} \\ \text{HIP} &= 70\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{TAN } X &= \frac{\text{CA OP}}{\text{CA AD}} \\ \text{CA AD} &= \frac{\text{CA OP}}{\text{TAN } X} \\ \text{CA AD} &= \frac{35}{0.577} \\ \text{CA AD} &= 60.658\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{COS } X &= \frac{\text{CA AD}}{\text{HIP}} \\ \text{CA AD} &= \text{HIP} * \text{COS } X \\ \text{CA AD} &= 15 * 0.819 \\ \text{CA AD} &= 12.285\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{SEN } X &= \frac{\text{CA OP}}{\text{HIP}} \\ \text{CA OP} &= \text{HIP} * \text{SEN } X \\ \text{CA OP} &= 15 * 0.573 \\ \text{CA OP} &= 8.595\end{aligned}$$

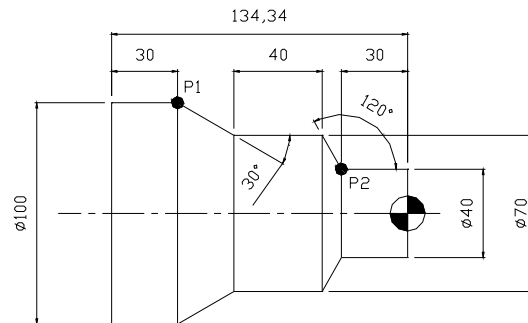


$$\begin{aligned}\text{COS } X &= \frac{\text{CA AD}}{\text{HIP}} \\ \text{HIP} &= \frac{\text{CA AD}}{\text{COS } X} \\ \text{HIP} &= \frac{50}{0.5} \\ \text{HIP} &= 100\end{aligned}$$

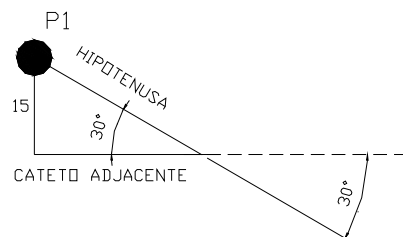
$$\begin{aligned}\text{TAN } X &= \frac{\text{CA OP}}{\text{CA AD}} \\ \text{CA OP} &= \text{CA AD} * \text{TAN } X \\ \text{CA OP} &= 50 * 1.732 \\ \text{CA OP} &= 86.6\end{aligned}$$

No exemplo abaixo veremos onde podemos utilizar estas fórmulas em peça a ser fabricada.

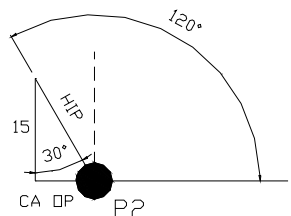
Vamos calcular o valor P1 e P2 no comprimento e no diâmetro.



Primeiro temos que transferir os triângulos para fora da peça para melhor visualização dos mesmos

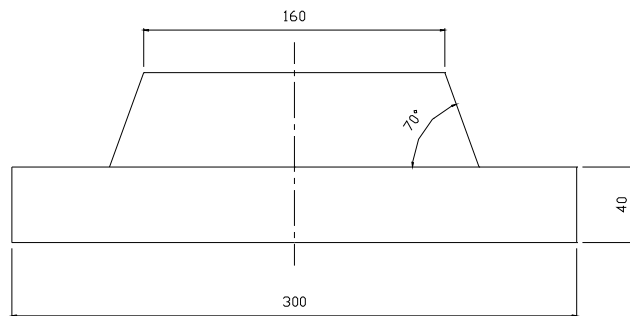


$$\begin{aligned} \text{SEN } X &= \frac{\text{CA OP}}{\text{HIP}} & \text{TAN } X &= \frac{\text{CA OP}}{\text{CA AD}} \\ \text{HIP} &= \frac{\text{CA OP}}{\text{SEN } X} & \text{CA AD} &= \frac{\text{CA OP}}{\text{TAN } X} \\ \text{HIP} &= \frac{15}{0.5} & \text{CA AD} &= \frac{15}{0.577} \\ \text{HIP} &= 30 & \text{CA AD} &= 25.996 \end{aligned}$$

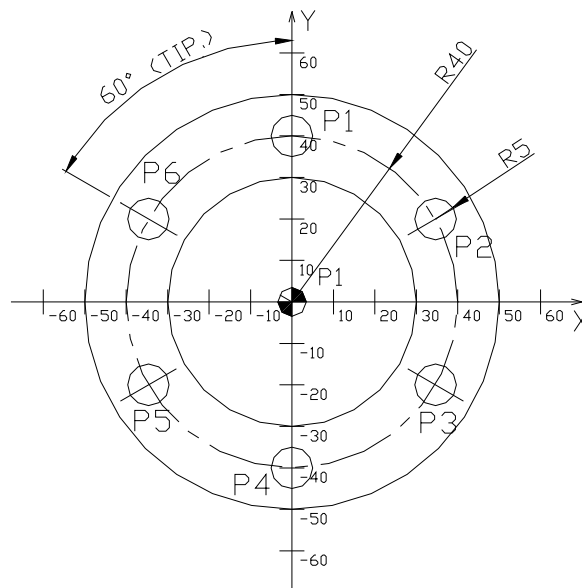


$$\begin{aligned} \text{COS } X &= \frac{\text{CA AD}}{\text{HIP}} & \text{TAN } X &= \frac{\text{CA OP}}{\text{CA AD}} \\ \text{HIP} &= \frac{\text{CA AD}}{\text{COS } X} & \text{CA OP} &= \text{CA AD} * \text{TAN } X \\ \text{HIP} &= \frac{15}{0.866} & \text{CA OP} &= 15 * 0.577 \\ \text{HIP} &= 17.321 & \text{CA OP} &= 8.655 \\ \text{ENTÃO} & & & \\ P1 &= (-104.651, 50) & P2 &= (-30, 20) \end{aligned}$$

No exercício abaixo vamos calcular o comprimento total da peça e o diâmetro do final do ângulo.



No exercício abaixo vamos calcular as coordenadas de todos os furos.



## **PRÉ- REQUISITOS P/ UMA BOA ASSIMILAÇÃO DO CURSO**

- **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE DESENHO MECÂNICO**
- **CONHECIMENTOS BÁSICOS DE METROLOGIA**
- **NOÇÕES DE CÁLCULOS TRIGONOMÉTRICOS, TRIÂNGULOS RETÂNGULOS E CÍRCULOS.**
- **CONHECIMENTO BÁSICO DE USINAGEM**
- **NOÇÕES DE GEOMETRIA DE FERRAMENTAS DE CORTE**
- **CONHECIMENTO BÁSICO DE TORNO CNC**

**NOTA: ESTA APOSTILA É BASEADA NOS MANUAIS DAS MÁQUINAS INDEX GU800 E GALAXY 30 EQUIPADOS COM COMANDO FANUC.**

## **TÓPICOS IMPORTANTES P/ UMA BOA PROGRAMAÇÃO**

O programador não pode apenas saber usar os códigos para fazer um programa em uma sequência lógica. Ele precisa ter consciência de todos os processos envolvidos na usinagem de cada peça, como descritos abaixo:

- **Estudo do desenho da peça bruta e final.**

O programador deve ter conhecimento para comparar o desenho da peça pronta com as dimensões desejadas com a máquina cnc.

Há necessidade do estudo quanto a viabilidade da execução da peça, levando em conta dimensões, sobre-metal, ferramental, etc.

- **Processo a utilizar**

É necessário haver uma definição das fases de usinagem para cada peça a ser executada, estabelecendo assim o sistema de fixação adequado para a operação.

- **Ferramental voltado ao CNC**

É muito importante a escolha do ferramental e a sua disposição na torre, para que não haja interferências entre elas com o restante da máquina.

- **Conhecimentos da capacidade da máquina e do comando do CNC**

Visando reduzir tempos e garantir qualidade do produto, é necessário utilizar todos os recursos da máquina e do comando de programação.

- **Definição em função do material dos dados de corte**

Em função do material, dureza, acabamento final, ferramenta escolhida, o programador deve utilizar avanços e velocidades de cortes adequados para que não haja prejuízos com ferramental, máquina e peças e para garantir a segurança do operador. Os cálculos básicos necessários para obtenção de tais parâmetros são os seguintes:

## VELOCIDADE DE CORTE

A velocidade de corte é diretamente proporcional ao diâmetro e a rotação do eixo árvore dada pela fórmula:

$$V_c = \frac{PI \times D \times N}{1000}$$

onde:

$V_c$  = Velocidade de corte (m/min.)

$D$  = Diâmetro (mm)

$N$  = Rotação do eixo árvore (rpm)

Na determinação da velocidade de corte para uma ferramenta efetuar uma usinagem, a rotação é dada pela fórmula:

$$N = \frac{V_c \times 1000}{PI \times D}$$

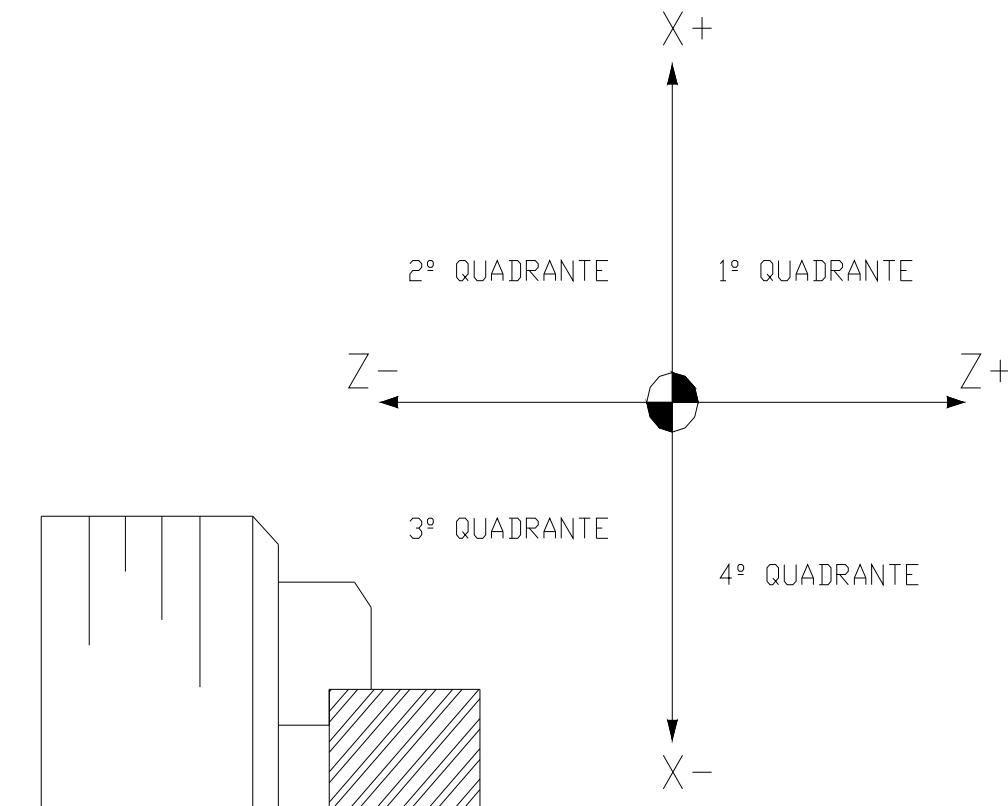
## AVANÇO

O avanço é determinado de acordo com o acabamento final necessário da peça, material e ferramenta escolhida pelo programador.

Geralmente, nos tornos, o avanço é utilizado em mm/rot. Mas também pode ser determinado em mm/min.

## 1. SISTEMA DE COORDENADAS

Toda geometria da peça é transmitida ao comando com o auxílio de um sistema de coordenadas cartesianas.



O sistema de coordenadas é definido no plano formado pelo cruzamento de uma linha paralela ao movimento longitudinal (Z), com uma linha paralela ao movimento transversal (X).

Todo movimento da ponta da ferramenta é descrito neste plano XZ, em relação a uma origem pré-estabelecida (X0, Y0 ). Lembrar que X é sempre a medida do diâmetro.

### Observação:

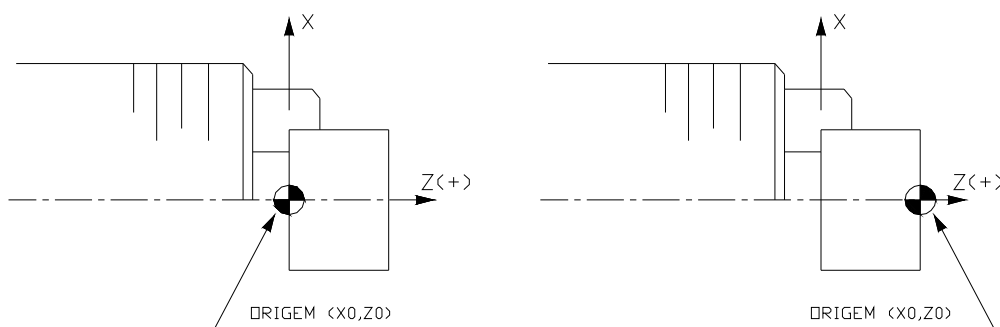
O sinal positivo ou negativo introduzido na dimensão a ser programada é dado pelo quadrante onde a ferramenta esta situada.

## 1.1 – SISTEMA DE COORDENADAS ABSOLUTAS

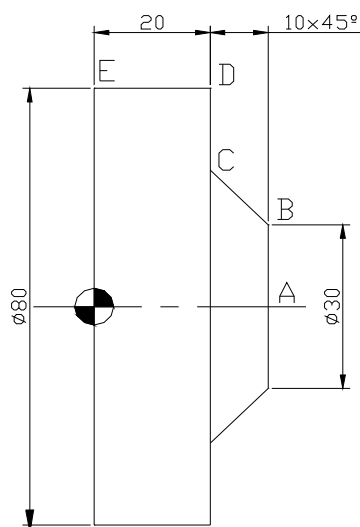
Neste sistema, a origem é estabelecida em função da peça a ser executada, ou seja, podemos estabelecê-la em qualquer ponto do espaço para facilidade de programação. Este processo é denominado **Zero Flutuante**.

Como vimos, a origem do sistema foi fixada como sendo os pontos **X0, Y0**. O ponto **X0** é definido pela linha de centro do eixo-árvore. O ponto **Z0** é definido por qualquer linha perpendicular a linha de centro do eixo-árvore.

Durante a programação, normalmente a origem (X0 , Y0) é pré-estabelecida no encosto da peça com a castanha ou na face da peça, conforme ilustração abaixo:



### EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO



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

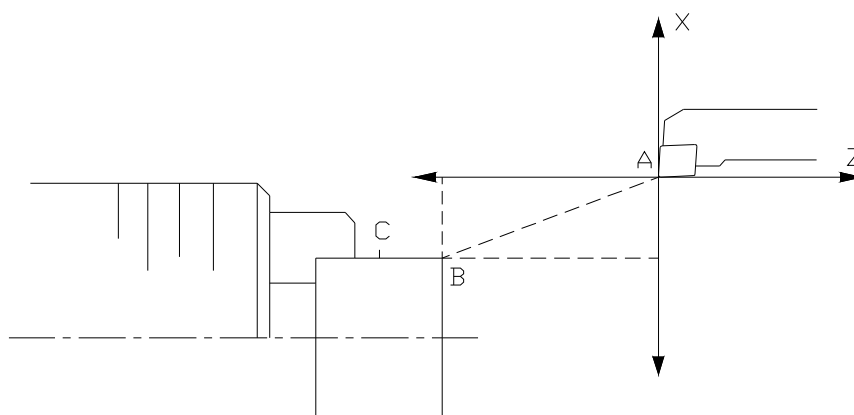
## 1.2 – SISTEMA DE COORDENADAS INCREMENTAIS

A origem deste sistema é estabelecida para cada movimento da ferramenta.

Após qualquer movimento da ferramenta o sistema assumirá como nova origem o ponto final deste movimento.

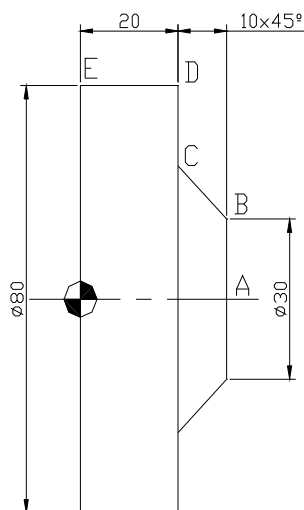
Todas as medidas são feitas através da distância a ser deslocada.

Se a ferramenta desloca-se de um ponto A até B (dois pontos quaisquer), as coordenadas a serem programadas serão as distâncias entre os dois pontos. Medidas projetadas e X e Z.



Nota-se que o ponto A é a origem do deslocamento para o ponto B e B será a 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 |

## **2. TIPOS DE FUNÇÕES**

### **2.1 - FUNÇÕES DE POSICIONAMENTO:**

#### **Função X:**

**Aplicação: Posição no eixo transversal (absoluta)**

Formato: X +- 5.3 (milímetro)

#### **Função Z:**

**Aplicação: Posição no eixo longitudinal (absoluta)**

Formato: Z +- 5.3 (milímetro)

#### **Função U:**

**Aplicação: Deslocamento no eixo transversal (incremental)**

Formato: U +- 5.3 (milímetro)

#### **Função W:**

**Aplicação: Deslocamento no eixo longitudinal (incremental)**

Formato: W +- 5.3 (milímetro)

## **2.2 – FUNÇÕES ESPECIAIS**

### **Função N:**

#### **Aplicação: Número seqüencial de blocos.**

Cada bloco de informação é definido pela função N, seguida de até 4 dígitos, que o comando lança automaticamente no programa mantendo um incremento de 10 em 10.

Formato: N 4

### **Função: O**

#### **Aplicação: Identificação do programa.**

Todo programa ou sub-programa na memória do comando é definido através de um único número com 4 dígitos.

Formato: O 4

### **Função: Barra /**

#### **Aplicação: Inibir a execução de blocos.**

Utilizamos a função barra, na frente do bloco, quando queremos inibir a execução do mesmo. A função só funciona se a chave BLOCK DELETE, no painel de comando da máquina, estiver ativo.

## **Função: GOTO**

### **Aplicação: Inibir a execução de uma sequência de blocos**

Quando queremos inibir uma sequência de blocos colocamos antes do primeiro bloco a ser inibido GOTO seguido do número do próximo bloco que queremos executar.

Exemplo: N10 X100 Z150

N20 Z120

N30 X 110 Z110

GOTO70 (Os blocos 40, 50 e 60 não serão executados.)

N40 X115

N50 Z100

N60 X120

N70 X125 Z80

## **Função: F**

### **Aplicação: Informa o avanço da ferramenta**

Geralmente nos tornos CNC utiliza-se o avanço em mm/rotação, porém pode-se programar utilizando mm/min.

O avanço é modificado de acordo com o tipo de operação, material, acabamento e ferramenta.

## **Função: T**

### **Aplicação: Informa o número da ferramenta e o seu corretor**

A função T é utilizada para selecionar as ferramentas informando a máquina o seu número e corretores.

Após definir o número da ferramenta o operador informa nas páginas específicas o seu pré-set, raio do inserto e geometria da ferramenta.

Formato: T 2 2

### 3. FUNÇÕES PREPARATÓRIAS – “G”

**Aplicação:** este grupo de funções definem à máquina o que fazer, preparando-a para executar um tipo de operação, ou para receber uma determinada informação.

As funções podem ser MODAIS ou NÃO MODAIS.

**MODAIS:** São funções que uma vez programadas permanecem na memória do comando, valendo para todos os blocos posteriores, a menos que sejam modificadas por outra função ou a mesma.

**NÃO MODAIS:** São as funções que todas as vezes que requeridas, devem ser programadas, ou seja, são válidas somente nos blocos que as contém.

#### 3.1- FUNÇÃO: G0

**Aplicação:** Posicionamento rápido.

Os eixos movem-se para a meta programada com a maior velocidade de avanço disponível na máquina.

A função G0 é modal e cancela as funções G1, G2, G3.

**Obs:** Este deslocamento, dependendo do fabricante da máquina, pode ser constante em um só ângulo até o ponto programado ou pode ser a 45° até atingir uma das cotas “X” ou “Z” programadas, para depois se deslocar em um só eixo até a posição final programada.

#### 3.2– FUNÇÃO: G1

**Aplicação:** Interpolação linear.

Com esta função obtém-se movimentos retilíneos com qualquer ângulo, calculado através de coordenadas e com um avanço (F) pré-definido pelo programador.

A função G1 é modal e cancela as funções G0, G2, G3.

### 3.3 - FUNÇÃO: G2 e G3

#### **Aplicação: Interpolação circular.**

Tanto G2 como G3 executam operações de usinagem de arcos pré-definidos através de uma movimentação apropriada e simultânea dos eixos.

A função G2 ou G3 requer:

X (U) = Posição final do arco

Z (W) = Posição final do arco

I = Coordenada do centro do arco

K = Coordenada do centro do arco

R = Valor do raio

(F) = Valor do avanço

Na programação de um arco deve-se seguir regras como:

O ponto de partida do raio é a posição da ferramenta no movimento anterior.

Programa-se o sentido de interpolação G2 (horário) ou G3 (anti-horário).

Juntamente com o sentido da interpolação programa-se as coordenadas do ponto final do arco com X e Z ou então U e W que determinam um deslocamento incremental.

Para completar programa-se as funções I e K (coordenadas do centro do arco), ou então, a função R (valor do raio).

- **FUNÇÃO: R**

**Aplicação: Arco definido por raio**

Deve ser menor ou igual a  $180^\circ$  sempre com o sinal positivo.

- **FUNÇÃO: I e K**

**Aplicação: Arco definido por centro polar.**

As funções I e K definem a posição do centro do arco onde:

I é paralelo ao eixo X.

K é paralelo ao eixo Z.

**Notas:**

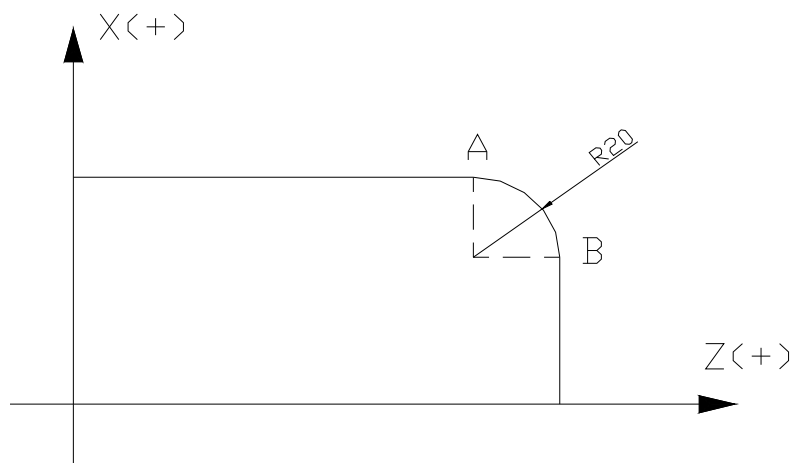
**As funções I e K são programadas tomando-se como referência a distância do ponto de início do arco ao centro do mesmo, dando o sinal correspondente ao movimento.**

**A função I deve ser programada em raio.**

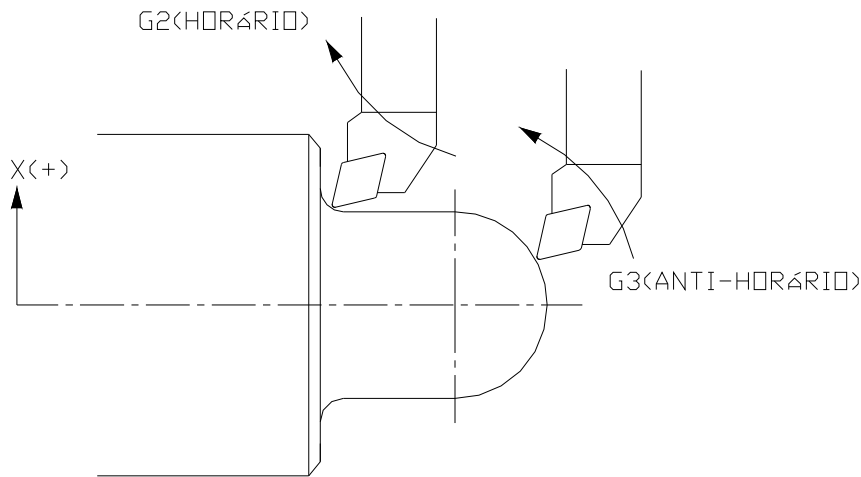
**EXEMPLO:**

SENTIDO A-B: I-20 K0

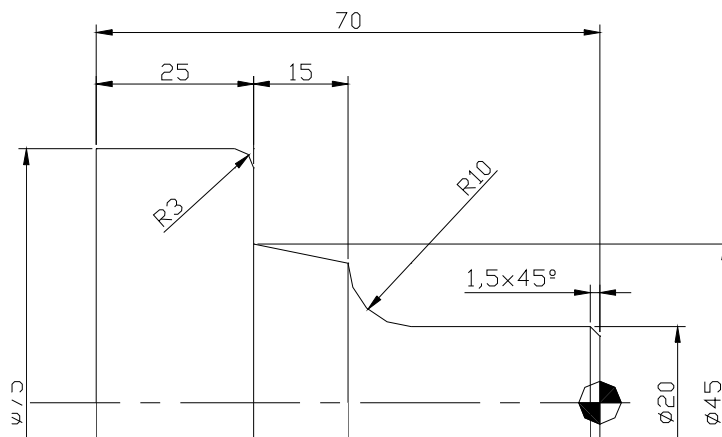
SENTIDO B-A: I0 K-20



O sentido da execução da interpolação circular é horário ou anti-horário, conforme o exemplo abaixo:



### EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO



```

N30 G0 X17 Z2
N40 G1 Z0 F.25
N50 X20 Z-1.5
N60 Z-20
N70 G2 X40 Z-30 R10 ou N70 G2 X40 Z-30 I10K0
N80 G1 X45 Z-45
N90 X64
N100 G3 X70 Z-48 R3 ou N100 G3 X70 Z-48 I0 K-3
N110 G1 Z-70

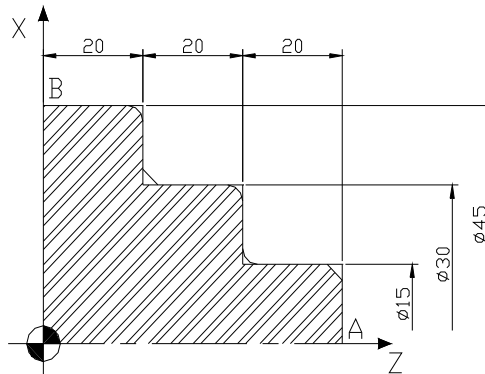
```

As funções G2 e G3 não são modais, e após sua utilização, deveremos confirmar o próximo código G a ser utilizado nos blocos seguintes.

- **FUNÇÃO: C, R**

**Aplicação: Chanfros e arredondamentos de cantos.**

Um chanfro ou um canto arredondado pode ser inserido automaticamente entre dois movimentos lineares. Através das funções C ou R no bloco que gera o primeiro segmento, indicando o sinal (direção do próximo movimento) e a dimensão do chanfro ou raio desejado.



Obs: No exemplo foram considerados raios e chanfros de 3 mm.

Em máquinas que possuam o eixo “C” (orientação do eixo árvore), a função de chanfro deve ser substituída por I ou K, observando os sentidos do próximo movimento se longitudinal ou transversal, respectivamente.

**PERFIL EXTERNO**

**A --- B**

N40 G1 X0 Z60 F.3  
N50 X30 C-3  
N60 Z40 R3  
N70 X60 R-3  
N80 Z20 C3  
N90 X90 R-3  
N100 Z0

N40 G1 X0 Z60 F.3  
N50 X30 K-3  
N60 Z40 R3  
N70 X60 R-3  
N80 Z20 I3  
N90 X90 R-3  
N100 Z0

**B --- A**

N40 G1 X90 Z0 F.3  
N50 Z20 R-3  
N60 X60 C3  
N70 Z40 R-3  
N80 X30 R3  
N90 Z60 C-3  
N100 X0

N40 G1 X90 Z0 F.3  
N50 Z20 R-3  
N60 X60 K3  
N70 Z40 R-3  
N80 X30 R3  
N90 Z60 I-3  
N100 X0

### **3.4– FUNÇÃO: G4**

#### **Aplicação: Tempo de espera (DWELL)**

Entre um deslocamento e outro da ferramenta, pode-se programar um tempo de permanência da mesma no final do primeiro movimento, cuja duração é definida por um valor “P”, “U” ou “X”.

A função G4 requer:

G4 (X) (U) (P)

(X) (U) (P) = valor do tempo em segundos

EXEMPLO: TEMPO DE 2 SEGUNDOS

G4 X0.2

G4 U2

G4 P2000

### **3.5 - FUNÇÃO: G20**

**Aplicação: Referência unidade de medida – Polegada**

### **3.6 – FUNÇÃO: G21**

**Aplicação: Referência unidade de medida – Métrico**

Esta função prepara o comando para computar todas as entradas de valores em milímetros. Esta função já está ativa toda vez que ligamos o comando, não sendo obrigado a sua programação.

As funções G20 e G21 são modais.

### 3.7– FUNÇÃO: G33

#### Aplicação: Ciclo de roscamento passo a passo

A função G33 executa o roscamento no eixo X e Z onde cada profundidade é programada em bloco separado.

Há possibilidade de abrir roscas em diâmetros internos e externos, como roscas paralelas e cônicas, simples ou de múltiplas entradas.

A função requer:

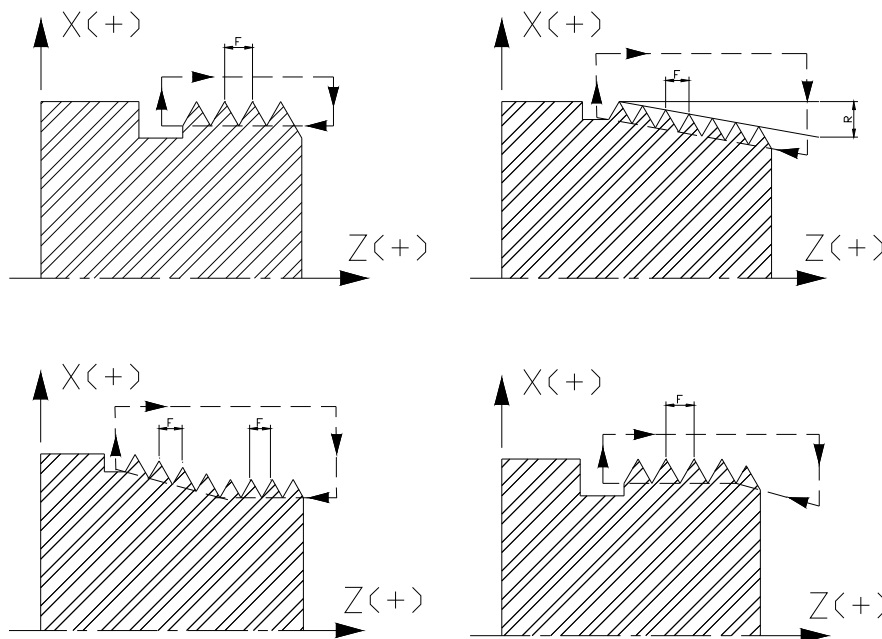
X (U) = Diâmetro final do roscamento

Z (W) = Posição final do comprimento da rosca

F = Passo da rosca

R = Valor da conicidade incremental no eixo X

**Obs. Não há necessidade de repetirmos o valor de (F) em todos os blocos G33, apenas no primeiro.**



## EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO:

### ROSCA MÉTRICA M30 X 1.5

Relação de fórmulas:

P (Altura do filete)

$P = (0.65 \times \text{passo})$

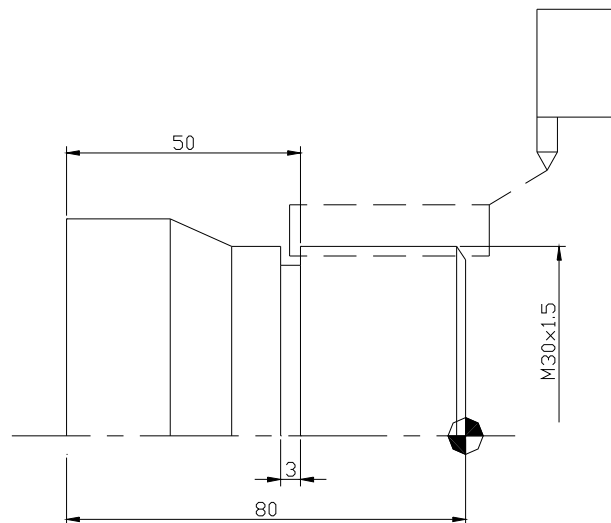
$P = 0.975$

X (Diâmetro final rosca)

$X = \text{Diâmetro inicial} - 2 \times (P)$

$X = 30 - 1.95$

$X = 28.05$



N20 G0 X35 Z5

N30 X29.35

N40 G33 Z-32 F1.5

N50 G0 X35

N60 Z5

N70 X28.95

N80 G33 Z-32

N90 G0 X35

N100 Z5

N110 X28.55

N120 G33 Z-32

N130 G0 X35

N140 Z5

N150 X28.15

N160 G33 Z-32

N170 G0 X35

N180 Z5

N190 X28.05

N200 G33 Z-32

N210 G0 X35

N220 Z5

## **CORTE DE ROSCA MÚLTIPLA**

Utilizando o endereço Q para especificar o ângulo entre um sinal de rotação do fuso e o início do roscamento.

Modificando o ângulo de início da rosca, torna-se possível a execução de rosca com múltiplas entradas com facilidade.

**EXEMPLO:**

```
G0 X29.35  
G33 Z-32 F1.5 Q0  
G0 X35  
Z5  
X29.35  
G33 Z-32 F1.5 Q180000  
G0 X35
```

### **3.8 – FUNÇÃO: G34**

**Aplicação: Corte de rosca com passo variável**

Especificando um valor de incremento ou de decremento do passo por volta do fuso, é possível usinar uma rosca com passo variável.

**EXEMPLO:**

```
G0 X29.35  
G34 Z-32 F1.5 K0.3  
G0X35
```

### 3.9 – FUNÇÃO: G76

#### Aplicação: Ciclo de rosca automático

A função G76 requer:

G76 P (m) (r) (a) Q R; onde:

(m) = Número de repetições do último passe

(r) = Comprimento de saída angular da rosca  
Valor programado =  $[(r / \text{passo}) \times 10]$

(a) = Ângulo da ferramenta ( $0^\circ$ ,  $29^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $55^\circ$ ,  $60^\circ$ )

Q = Mínima profundidade de corte (raio/milésimos de milímetro)

R = Profundidade do último passe (raio/milésimo de milímetro)

G76 X (U) Z (W) R P Q F; onde:

X = Diâmetro final do roscamento

(U) = Dist. incremental do ponto posicionado até o diam. final da rosca (raio)

Z = Comprimento final do roscamento

(W) = Distância incremental no eixo longitudinal.

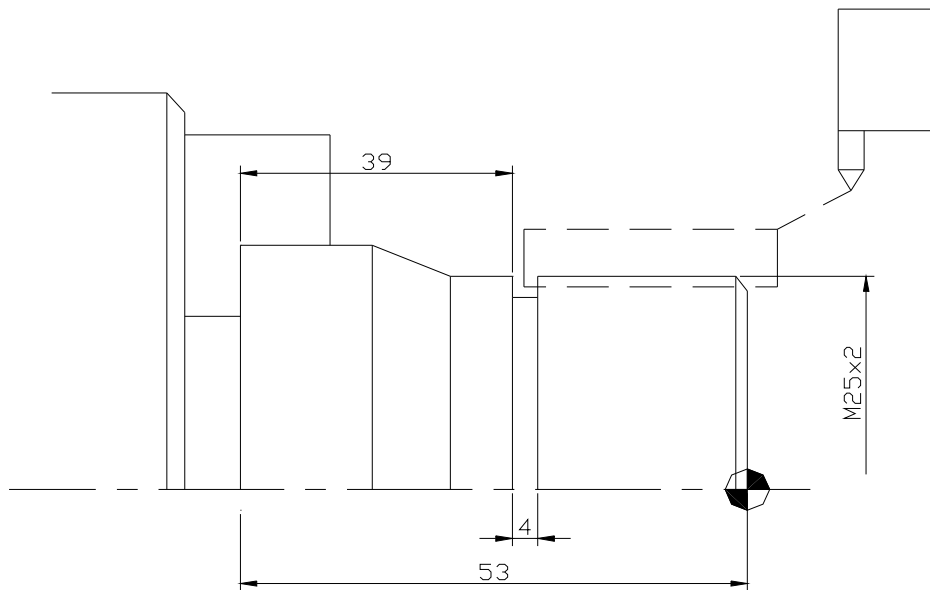
R = Valor da conicidade incremental no eixo X (raio/negativo para externo e Positivo para interno)

P = Altura do filete da rosca (raio/milésimo de milímetro)

Q = Profundidade do 1º passe (raio/milésimo de milímetro)

F = Passo da rosca

## EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO



### Cálculos

Altura do Filete

$$P = (0.65 \times \text{passo})$$

$$P = (0.65 \times 2)$$

$$P = 1.3$$

.

.

N50 G0 X29 Z5

N60 G76 P010000 Q00 R0.02

N70 G76 X22.4 Z-12 P1300 Q392 F2

.

.

$$\text{Diâmetro final (X)} = \text{Diâm. Inicial} - 2 \times (P)$$

$$\text{Diâmetro final (X)} = 25 - (1.3 \times 2)$$

$$\text{Diâmetro final (X)} = 22.4$$

Cálculo p/ prof. 1º passe (Q)

$$Q = \frac{\text{Passo da rosca}}{\text{Raiz Quad. N° passes}}$$

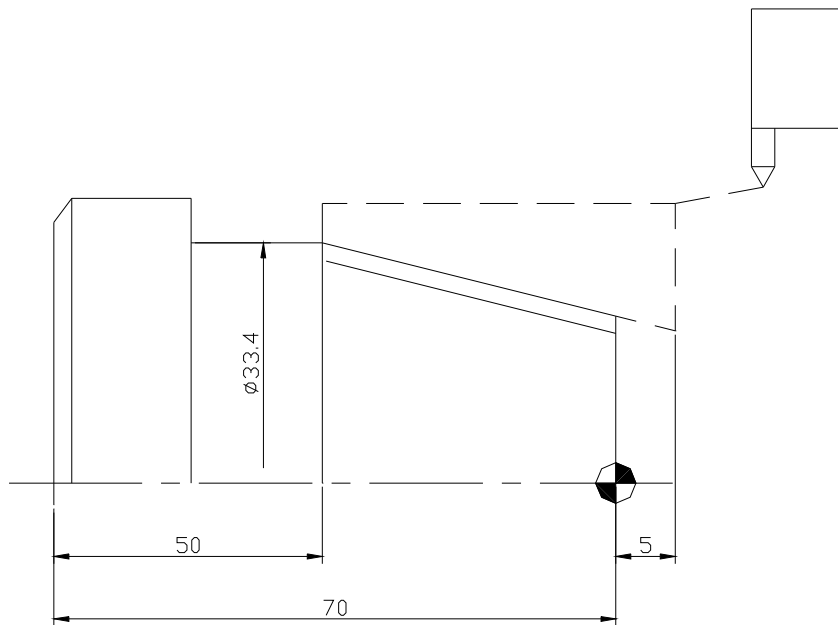
No exemplo utilizaremos 11 passadas

$$Q = 0,392$$

## ROSCA CÔNICA

### EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO

Rosca cônica NPT 11.5 fios/pol.  
Inclinação: 1 grau e 47 min.



Cálculos:

Passo:

$$F = 25.4 / 11.5$$

$$F = 2.209$$

Altura do Filete

$$P = (0.866 \times \text{passo})$$

$$P = (0.866 \times 2.209)$$

$$P = 1.913$$

Conversão do grau de inclinação  
1 grau e 47 min. = 1.78 graus

R = conicidade incremental do eixo X

$$\text{Tg ang.} = \frac{\text{conicidade}}{\text{Comp. Desl. Ferr.}}$$

$$\text{Tg ang.} = \frac{R}{25}$$

$$R = 0,777$$

Diâmetro final (X) = Diâm. Inicial – 2 x (P)

Diâmetro final (X) = 33.4 – 3.826

Diâmetro final (X) = 29.574

Cálculo p/ prof. 1º passe (Q)

$$Q = \frac{\text{Passo da rosca}}{\text{Raiz Quad. N° passes}}$$

No exemplo utilizaremos 16 passadas

$$Q = 0,479$$

.

.

.

N50 G0 X35 Z5

N60 G76 P010000 Q00 R0.02

N70 G76 X29.574 Z-20 P1913 Q479 R-0.777 F2.209

.

.

.

### 3.9 – FUNÇÃO: G78

#### Aplicação: Ciclo de roscamento semi-automático

A função G78 requer:

G78 X Z (R) F

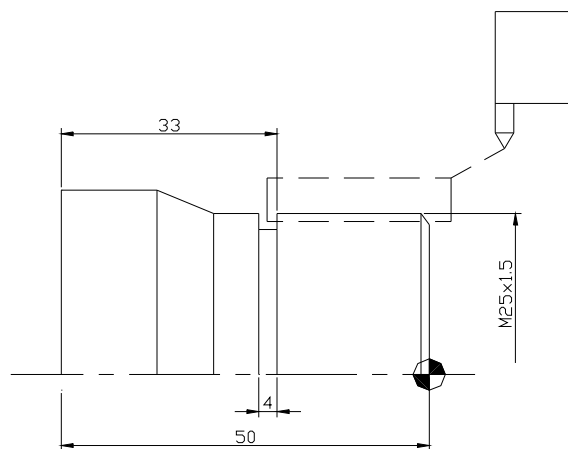
Onde:

X = diâmetro de roscamento

Z = Posição final do roscamento

R = valor da conicidade incremental no eixo X (rosca cônica)

F = passo da rosca



Altura do Filete

$$P = (0.65 \times \text{passo})$$

$$P = (0.65 \times 1.5)$$

$$P = 0.975$$

G0 X30 Z5

G78 X24.2 Z-19 F1.5

X23.6

X23.2

X23.05

G0 X--- Z--- (ponto de troca)

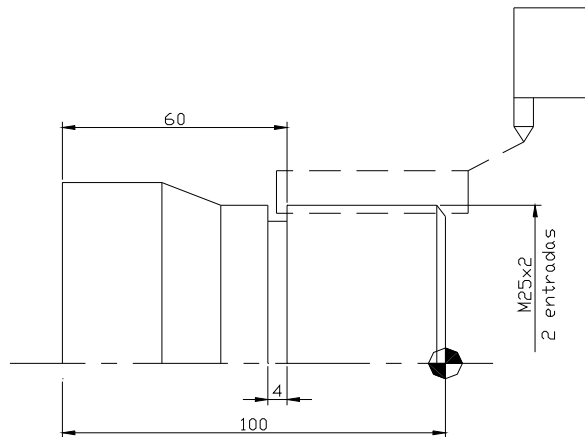
$$\text{Diâmetro final (X)} = \text{Diâm. Inicial} - 2 \times (P)$$

$$\text{Diâmetro final (X)} = 25 - (0.975 \times 2)$$

$$\text{Diâmetro final (X)} = 23.05$$

## ROSCA COM VÁRIAS ENTRADAS

Rosca: M25 x 2 c/ 2 entradas



Altura do Filete

$$P = (0.65 \times \text{passo})$$

$$P = (0.65 \times 2)$$

$$P = 1.3$$

$$\text{Diâmetro final (X)} = \text{Diâm. Inicial} - 2 \times (P)$$

$$\text{Diâmetro final (X)} = 25 - (1.3 \times 2)$$

$$\text{Diâmetro final (X)} = 22.4$$

$$\text{Passo (F)} = \text{Passo nominal} \times \text{n}^\circ \text{ de entradas}$$

$$\text{Passo (F)} = 2 \times 2$$

$$\text{Passo (F)} = 4$$

N70 G0 X28 **Z5** (1º entrada)

N80 G78 X24 Z-42 F4

N90 X23.2

N100 X22.6

N110 X22,4

N120 G0 **Z7** (2º entrada)

N130 G78 X24 Z-42 F4

N140 X23.2

N150 X22.6

N160 X22.4

## Posição do inserto:

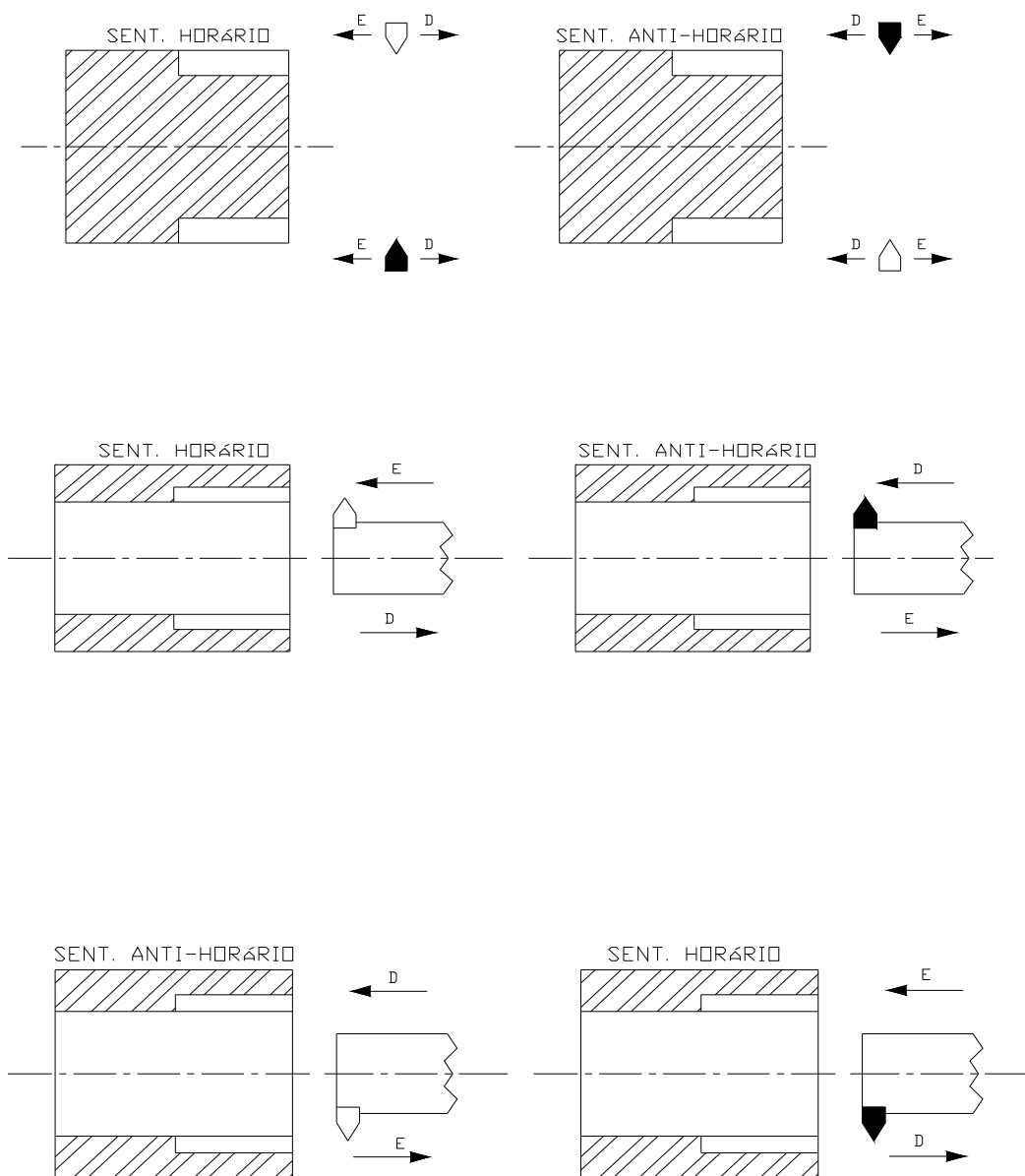
Adotar:

(E) Esquerda

(D) Direita

▽ - Face de corte p/ cima

◼ - Face de corte p/ baixo



Obs: A programação de rosca esquerda e direita deverá levar em consideração a posição de montagem do ferramental na máquina e o sentido de giro do eixo-árvore olhando-se frontalmente.

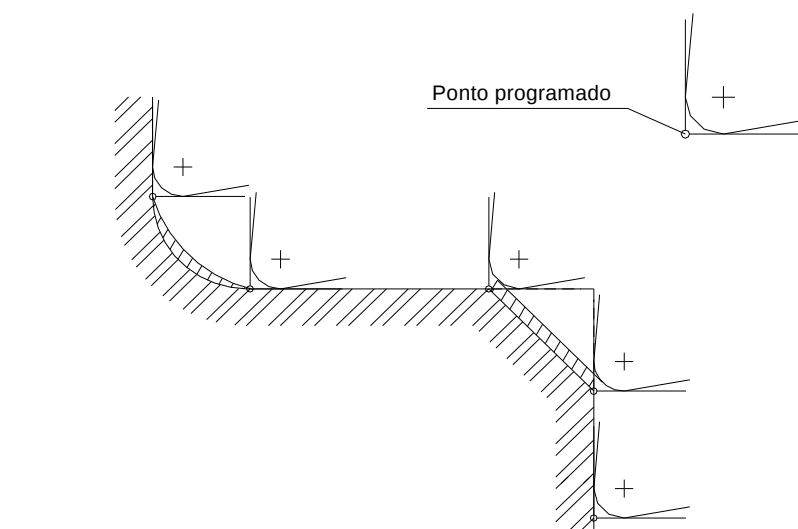
### 3.10 – FUNÇÃO: G40, G41 e G42

#### Aplicação: Ativar e desativar compensação de raio

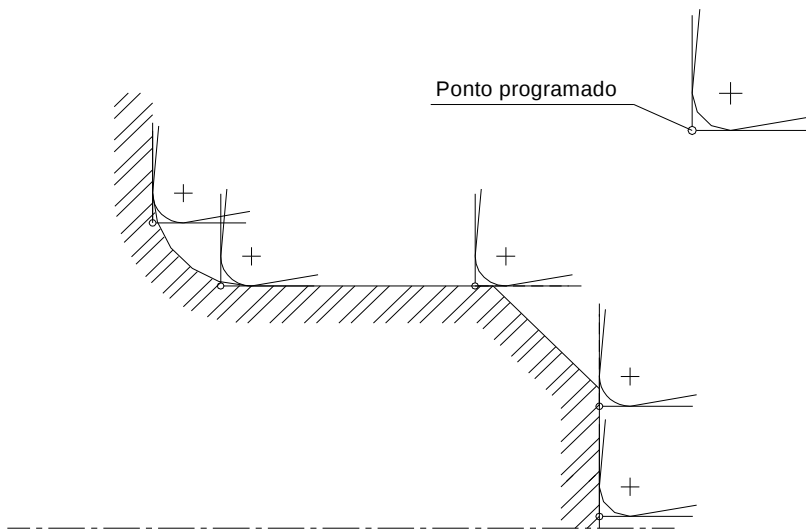
Quando o contorno de uma peça é programado simplesmente com os pontos conforme medidas dos desenhos, ocorrem nos deslocamentos oblíquos e raios (áreas do contorno que não são paralelas aos eixos) desvios de medidas. Estes desvios são provocados pelo raio de corte da ferramenta.

Quanto maior for o raio, maior será a deformação de medidas.

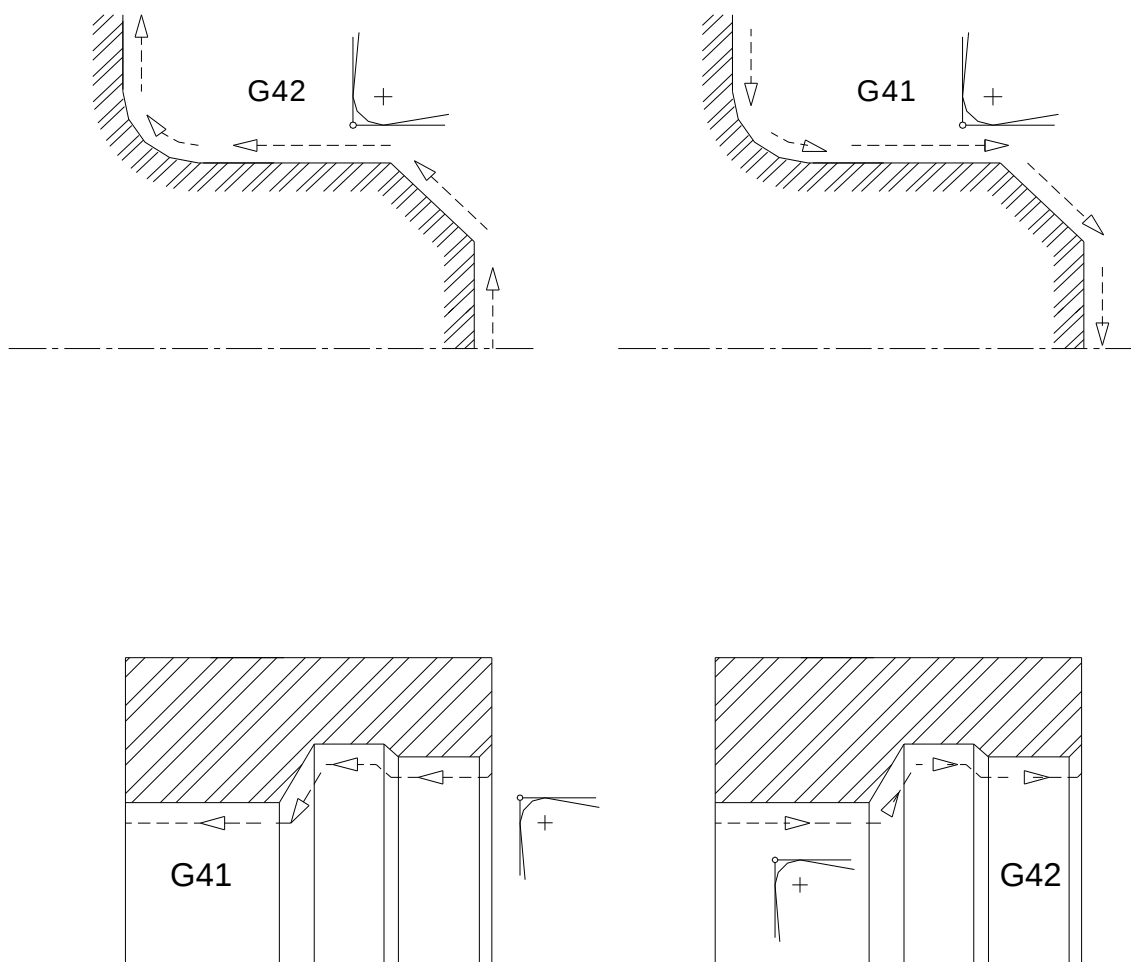
Sem considerar o raio de corte o contorno da ferramenta descreve-se como no exemplo abaixo:



Para compensar estes desvios, deve-se ativar a compensação de raio a esquerda G41 ou a direita G42.



Deve-se observar o sentido de corte para usar a compensação a direita ou a esquerda conforme exemplos abaixo:



Obs: Durante a compensação de raio os deslocamentos programados devem ser sempre maiores que o valor do raio da ferramenta.

A ferramenta não deve estar em contato com o material a ser usinado, quando as funções de compensação forem ativadas no programa.

A função G40 cancela a compensação de raio.

As funções G40, G41 e G42 são modais.

### **3.11 – FUNÇÃO: G70**

#### **Aplicação: Ciclo de acabamento**

Este ciclo é usado após os ciclos de desbastes G71, G72 e G73 para dar acabamento nas peças sem a necessidade de se programar a sequência do perfil a ser usinado.

A função G70 requer:

G70 P Q , onde:

P = número do bloco que define o início do perfil

Q = número no bloco que define o final do perfil

As funções F, S e T definidas nos blocos G71, G72 e G73 não tem efeito na função G70 e sim as especificadas entre os blocos definidos como início (P) e fim (Q) do perfil.

Obs: Após a execução do ciclo G70 a ferramenta retorna automaticamente ao ponto utilizado para o posicionamento.

### **3.12 – FUNÇÃO: G71**

#### **Aplicação: Ciclo automático de desbaste longitudinal**

A função G71 deve ser programada em dois blocos separados e subseqüentes.

A função G71 no 1º bloco requer:

G71 U R onde:

U = Valor da profundidade de corte durante o ciclo (raio)

R = Valor do afastamento no retorno da ferramenta p/ o Z inicial (raio)

A função G71 no 2º bloco requer:

G71 P Q +-U +-W F (S) (T) onde:

P = Número do bloco do indício do perfil

Q = Número do bloco do fim do perfil

U = Sobre-metal p/ acabamento no eixo X. Positivo p/ externo e negativo p/ interno. (diâmetro)

W = Sobre-metal para acabamento no eixo Z. Positivo p/ direita e negativo p/ esquerda.

F = avanço da ferramenta

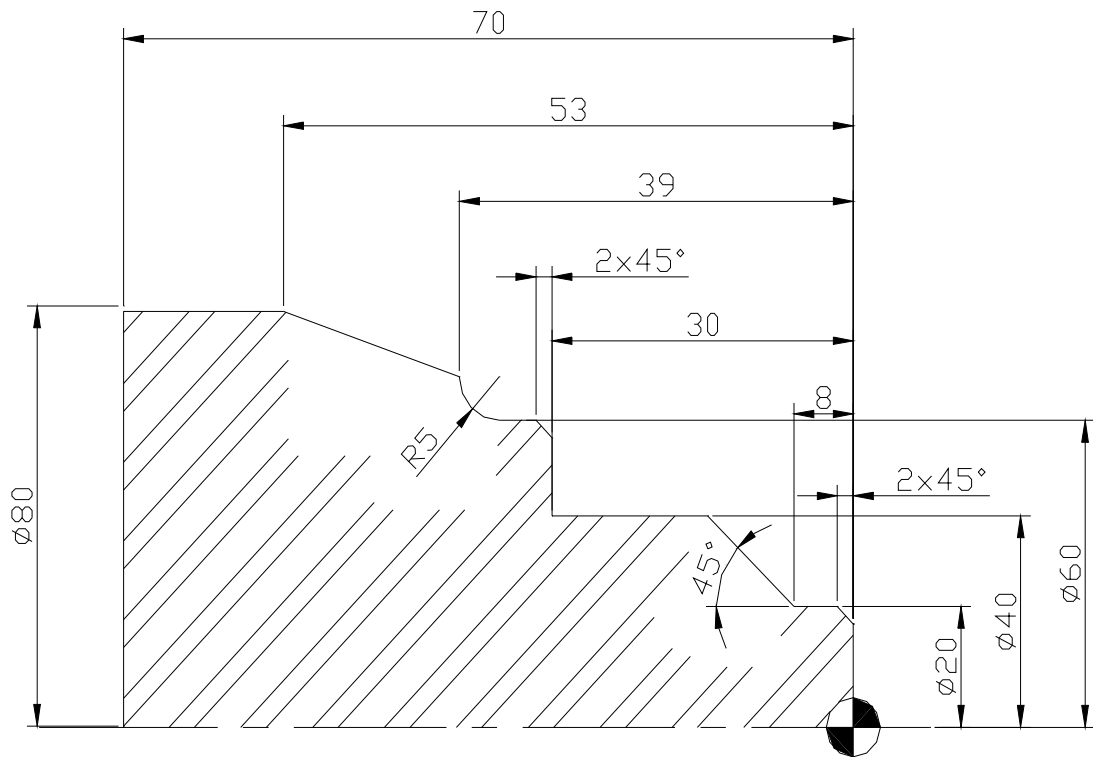
(S) = velocidade de corte ou rotação

(T) = Definição da ferramenta

Após a execução do ciclo, a ferramenta retorna ao ponto de posicionamento.

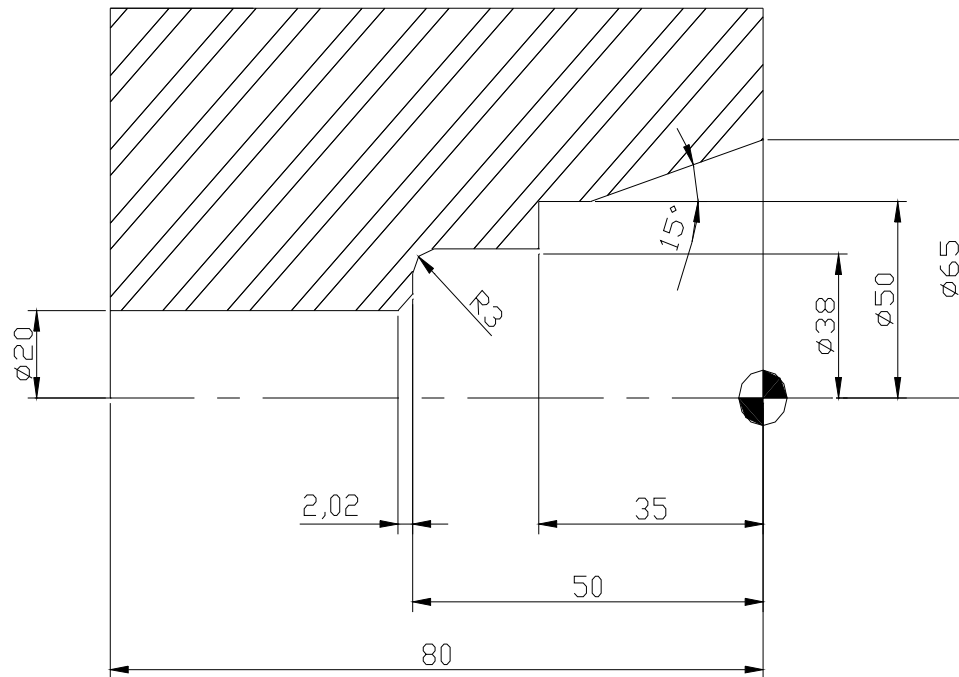
Não é permitida a programação em Z no 1º bloco que define o perfil a ser usinado.

## EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO P/ USINAGEM EXTERNA



N40 G0 X82 Z2  
 N50 G71 U3 R1  
 N60 G71 P70 Q170 U1 W.1 F.25  
 N70 G0 X16  
 N80 G1 Z0  
 N90 X20 Z-2  
 N100 Z-8  
 N110 X40 A135  
 N120 Z-30  
 N130 X60 C2  
 N140 Z-34  
 N150 G2 X70 Z-39 R5  
 N160 G1 X80 Z-53  
 N170 X82  
 N180 G0Z2  
 N190 G42  
 N200 G70 P70 Q170  
 N210 G40  
 N220 G0 X--- Z--- (PONTO DE TROCA)

## EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO P/ USINAGEM INTERNA



N40 G0 X18 Z2  
 N50 G71 U2.5 R1  
 N60 G71 P70 Q150 U-1 W.1 F.2  
 N70 G0 X65  
 N80 G1 Z0  
 N90 X50 A195  
 N100 Z-35  
 N110 X38 C1  
 N120 Z-50 R3  
 N130 X24  
 N140 X20 Z-52  
 N150 X18  
 N160 G0 Z2  
 N170 G42  
 N180 G70 P70 Q150  
 N190 G40  
 N190 G0 X--- Z--- (PONTO DE TROCA)

### **3.13 – FUNÇÃO: G72**

#### **Aplicação: Ciclo automático de desbaste transversal**

A função G72 deve ser programada em dois blocos separados e subseqüentes.

A função G72 no 1º bloco requer:

G72 W R onde:

W = Valor da profundidade de corte durante o ciclo

R = Valor do afastamento no retorno da ferramenta p/ o X inicial

A função G72 no 2º bloco requer:

G72 P Q +-U +-W F (S) (T) onde:

P = Número do bloco do indício do perfil

Q = Número do bloco do fim do perfil

U = Sobre-metal p/ acabamento no eixo X. Positivo p/ externo e negativo p/ interno. (diâmetro)

W = Sobre-metal para acabamento no eixo Z. Positivo p/ direita e negativo p/ esquerda.

F = avanço da ferramenta

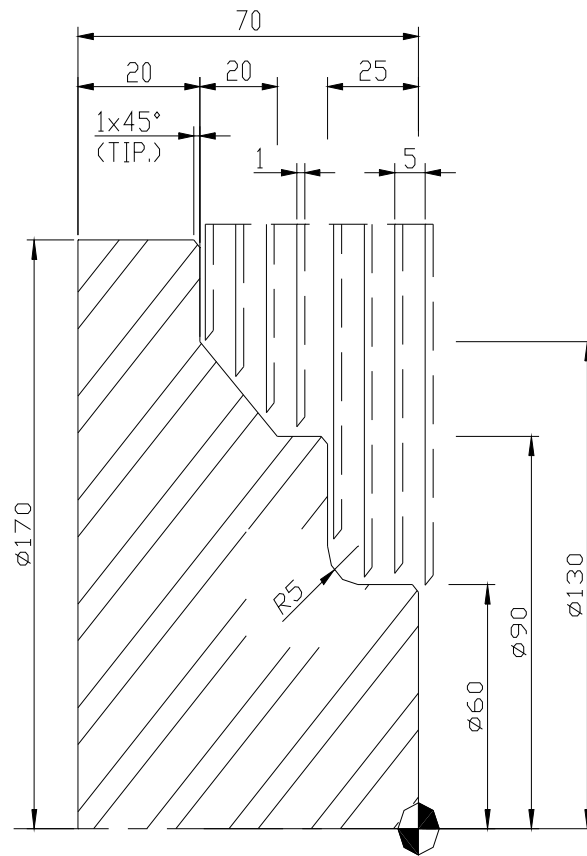
(S) = velocidade de corte ou rotação

(T) = Definição da ferramenta

Após a execução do ciclo, a ferramenta retorna ao ponto de posicionamento.

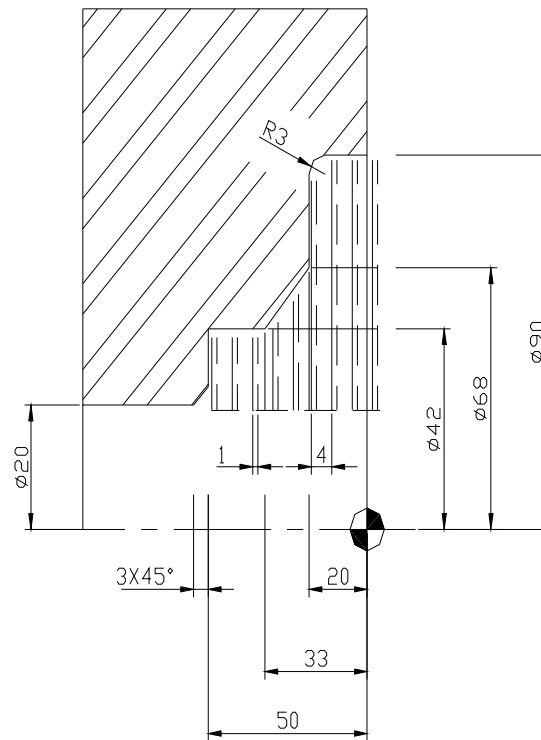
Não é permitida a programação em X no 1º bloco que define o perfil a ser usinado.

## EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO P/ USINAGEM EXTERNA



N40 G0 X172 Z2  
 N50 G72 W5 R1  
 N60 G72 P70 Q160 U1 W.1 F.15  
 N70 G0 Z-54  
 N80 G1 X170  
 N90 Z-50 C1  
 N100 X130  
 N110 X90 Z-30  
 N120 Z-25 C1  
 N130 X60 R5  
 N140 Z-1  
 N150 X58 Z0  
 N160 Z2  
 N170 G0 X172  
 N180 G41  
 N190 G70 P70 Q160  
 N200 G40  
 N210 G0 X--- Z--- (PONTO DE TROCA)

## EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO P/ USINAGEM INTERNA



N40 G0 X18 Z2  
 N50 G72 W4 R1  
 N60 G72 P70 Q140 U-1 W.1 F.2  
 N70 G0 Z-53  
 N80 G1 X20  
 N90 X24 Z-50  
 N100 Z-33  
 N110 X68 Z-20  
 N120 X84  
 N130 G2 X90 Z-17  
 N140 Z2  
 N150 G0 X18  
 N160 G42  
 N170 G70 P70 Q140  
 N180 G40  
 N190 G0 X--- Z--- (PONTO DE TROCA)

### 3.13 – FUNÇÃO: G74

#### Aplicação: Ciclo de furação e Ciclo de torneamento

A função G74 como ciclo de furação requer:

G74 R

G74 Z(W) Q F onde:

R = retorno incremental para queda de cavaco

Z = posição final (absoluto)

(W) = valor do comprimento de corte (incremental)

Q = valor do incremento (milésimo de milímetro)

F = avanço da ferramenta

Obs: Após a execução do ciclo, a ferramenta retorna ao ponto de posicionamento.

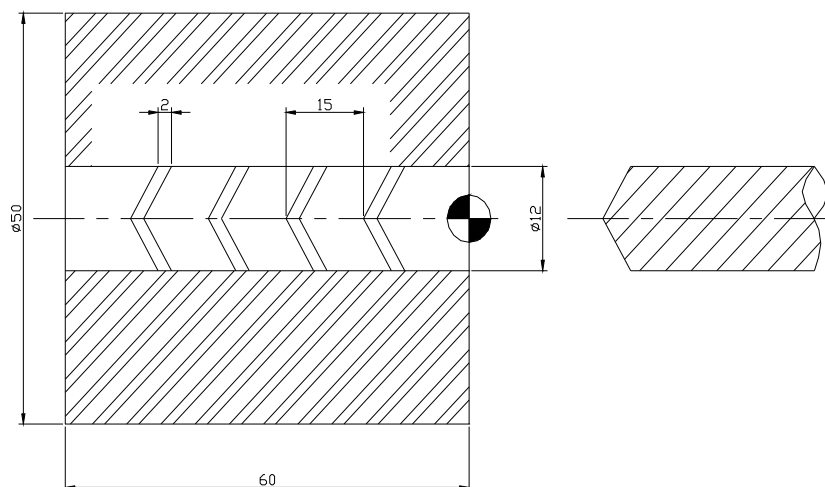
Quando utilizamos o ciclo G74 como ciclo de furação, não podemos definir as funções X e U no bloco.

N50 G0 X0 Z5

N60 G74 R2

N70 G74 Z-60 Q15000 F.1

N80 X--- Z--- (PONTO DE TROCA)



A função G74 como ciclo de torneamento requer:

G74 X(U) Z(W) P Q R F onde:

X = Diâmetro final do torneamento

(U) = Valor da profundidade de corte no eixo transversal (raio)

Z = Posição final do torneamento (absoluto)

(W) = Valor do comprimento de corte (incremental)

P = Profundidade de corte (raio/milésimo de milímetro)

Q = Comprimento de corte (incremental/milésimo de milímetro)

R = valor do afastamento no eixo transversal no retorno da ferramenta (raio)

F = Avanço da ferramenta

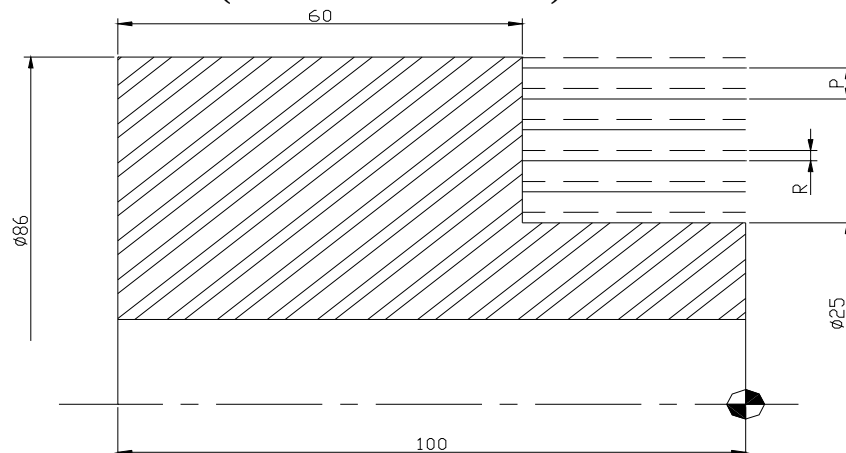
Obs: O posicionamento em X determina o diâmetro da primeira passada do ciclo.

Após o término do ciclo a ferramenta retorna para o ponto de posicionamento automaticamente.

N50 X86 Z2

N60 G74 X25 Z-40 P3000 Q42000 R1 F.25

N70 X--- Z--- (PONTO DE TROCA)



### 3.15 FUNÇÃO: G75

#### Aplicação: Ciclo de canais e Ciclo de faceamento

A função G75 como ciclo de canais requer:

G75 R

G75 X(U) Z(W) P Q F onde:

R = retorno incremental para queda de cavaco (raio)

X = diâmetro final do canal

(U) = valor do material a ser removido no eixo transversal (raio)

Z = posição final (absoluto)

(W) = valor do comprimento de corte (incremental)

P = Incremento de corte (milésimo de milímetro)

Q = distância entre os canais (milésimo de milímetro)

F = avanço da ferramenta

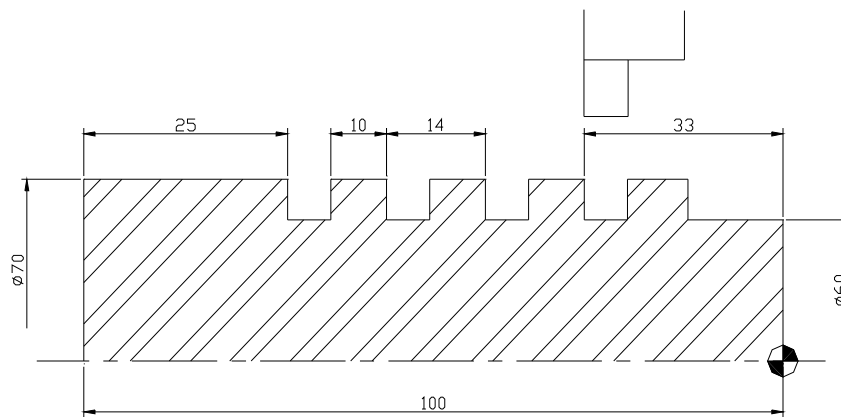
Obs: Os canais devem ser equidistantes, menos o último.

Após o ciclo a ferramenta volta para o ponto de posicionamento.

N50 G0 X75 Z-33

N60 G75 R2

N70 G75 X60 Z-75 P7500 Q14000 F.15



A função G75 como ciclo de faceamento requer:

G75 X(U) Z(W) P Q R F onde:

X = Diâmetro final do torneamento

(U) = Valor da profundidade de corte no eixo transversal (raio)

Z = Posição final do torneamento (absoluto)

(W) = Valor do comprimento de corte (incremental)

P = Incremento de corte no eixo X (raio/milésimo de milímetro)

Q = Profundidade de corte por passada no eixo Z (milésimo de milímetro)

R = valor do afastamento no eixo longitudinal no retorno da ferramenta (raio)

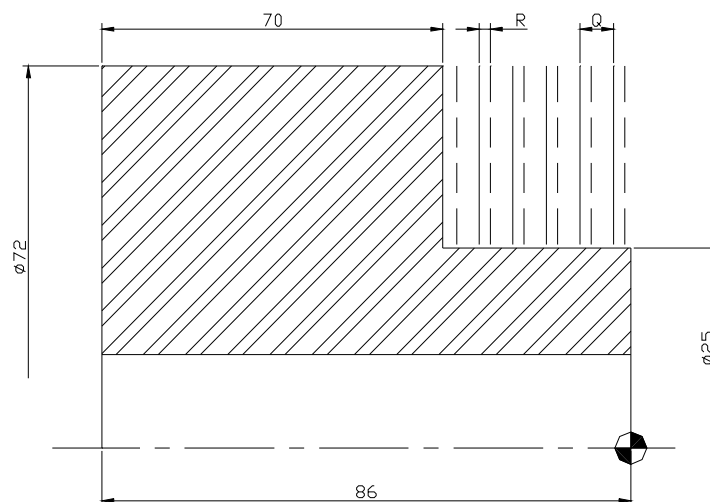
F = Avanço da ferramenta

Obs: O posicionamento em Z determina o comprimento da primeira passada do ciclo.

Após o término do ciclo a ferramenta retorna para o ponto inicial.

N50 X75 Z-2

N60 G75 X25 Z-16 P25000 Q2000 R1 F.25



### 3.16– FUNÇÃO: G77

#### Aplicação: Ciclo de torneamento paralelo.

A função G77 pode ser utilizada como ciclo de torneamento paralelo ao eixo Z, o qual usina com sucessivos passes até o diâmetro programado.

A função G77, como ciclo de torneamento, requer:

G77 X(U) Z(W) F onde:

X = Diâmetro da primeira passada

(U) = Profundidade em incremental

Z = Posição final (absoluto)

(W) = Distância incremental

F = Avanço da ferramenta

#### EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO

N50 G0 X90 Z2

N60 G77 X84 Z-40 F.3

N70 X78

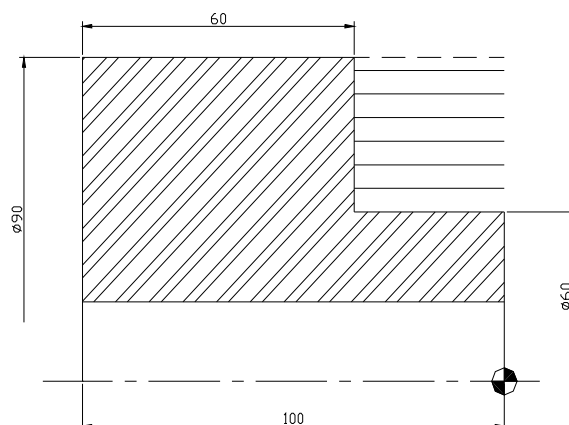
N80 X72

N90 X66

N100 X60

N110 G0 X--- Z--- (PONTO DE TROCA)

Obs: Ao final de cada passe, a ferramenta executa um faceamento em G1 até o diâmetro de posicionamento.



### 3.17 - FUNÇÃO: G79

#### Aplicação: Ciclo de faceamento paralelo.

A função G79 descreve o seu ciclo paralelo ao eixo X, o qual facea com sucessivos passes até o comprimento programado.

A função G79, como ciclo de faceamento, requer:

G79 X(U) Z(W) F onde:

X = Diâmetro final do faceamento

(U) = Quantidade de material a ser removido no eixo transversal (raio)

Z = Posição final (absoluto)

(W) = Distância incremental

F = Avanço da ferramenta

#### EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO

N50 G0 X73 Z0

N60 G77 X35 Z-2 F.3

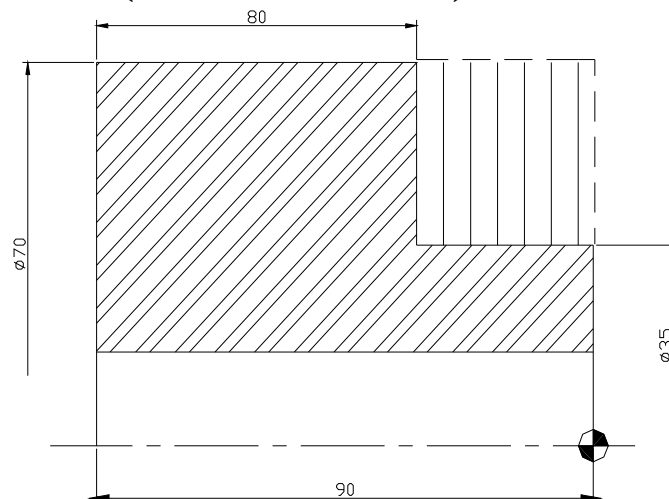
N70 Z-4

N80 Z-6

N90 Z-8

N100 Z-10

N110 G0 X--- Z--- (PONTO DE TROCA)



### **3.18– FUNÇÃO: G90**

#### **Aplicação: Sistema de coordenadas absolutas**

Com função, a máquina executa as operações em coordenadas absolutas, em relação a uma origem pré-definida pelo programador.

### **3.19– FUNÇÃO: G91**

#### **Aplicação: Sistema de coordenadas incrementais**

Com esta função a máquina executa as operações em coordenadas incrementais. Assim todas as medidas são as distâncias a serem deslocadas.

Neste caso, a origem de qualquer ponto é o ponto anterior ao deslocamento.

### **3.20– FUNÇÃO: G92**

#### **Aplicação: Limita a rotação (RPM)**

Esta função limita a máxima rotação do eixo árvore da máquina. Requer:

G92 S2500 M4 onde:

S = Valor da máxima rotação

M = Sentido de rotação do eixo

As funções G90, G91 e G92 são modais.

### **3.21– FUNÇÃO: G94**

#### **Aplicação: Estabelece avanço / minuto**

Com esta função o comando computa todos os avanços em polegadas/minuto (G20) ou milímetro/minuto (G21).

### **3.22– FUNÇÃO: G95**

#### **Aplicação: Estabelece avanço / rotação**

Com esta função o comando computa todos os avanços em polegadas/rotação (G20) ou milímetro/rotação (G21).

### **3.23– FUNÇÃO: G96**

#### **Aplicação: Estabelece programação em velocidade de corte constante.**

A função G96 aciona o modo de programação em velocidade de corte constante, onde o cálculo do RPM é programada pela função S.

A máxima RPM alcançada pela velocidade de corte constante é limitada pela função G92.

A função G96 é modal e cancela a função G97.

Exemplo:

```
N50 G96 S200  
N60 G92 S3000 M3
```

### **3.24– FUNÇÃO: G97**

#### **Aplicação: Estabelece programação em RPM**

O RPM é programado diretamente pela função S com 4 dígitos.

A função G97 é modal e cancela a função G96

Exemplo:        N70 G97 S2500 M3

## 4. FUNÇÕES ESPECIAIS

### 4.1 - FUNÇÃO: G80

**Aplicação: cancela ciclo de furação**

### 4.2 – FUNÇÃO: G83

**Aplicação: Ciclo de furação**

Este ciclo permite executar furos com quebra cavaco, com ou sem retorno ao ponto inicial depois de cada incremento de furação. Também pode ser programado um tempo de programação no ponto final de furação.

G83 Z Q (P) F

Z = Posição final do furo (absoluto)

Q = Valor do incremento (incremental/milesimal)

P = Tempo de permanência ao final de cada incremento (milésimo de segundo)

F = Avanço

R = Plano de referência para início da furação (incremental)

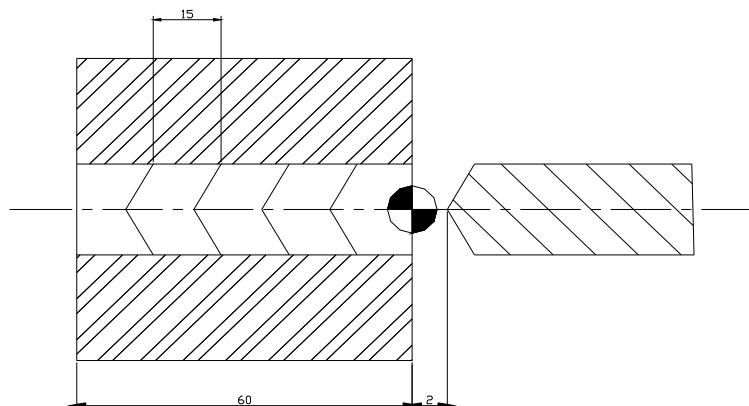
Exemplo: N80 G0 X0 Z2

N90 G83 Z-60 Q15000 P1500 R-2 F0.1

N100 G80

Obs: Após a execução do ciclo a ferramenta volta ao ponto inicial.

Se R não for programado o início da furação será executada a partir do Z de aproximação.



### **4.3 – FUNÇÃO: G84**

#### **Aplicação: Ciclo de roscamento com macho**

Com este ciclo podemos abrir roscas com machos rígidos. Para isso temos:

G84 Z F onde:

Z = Posição final da rosca

F = Passo da rosca

Exemplo:

```
N100 G97 S120 M3  
N110 G0 X0 Z5  
N120 G84 Z-20 F2  
N130 G80
```

### **4.4 – FUNÇÃO: G85**

#### **Aplicação: Ciclo de mandrilar**

Este ciclo executa operações utilizando ferramentas de mandrilar, alargadores, brunidores esféricos e etc. Para isso temos:

G85 Z F onde:

Z = Posição final

F = Avanço

Exemplo:

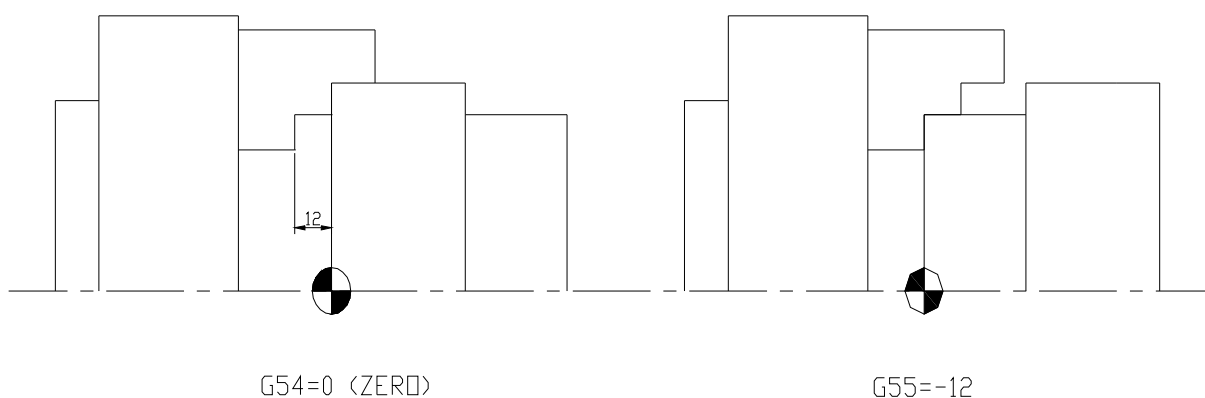
```
N100 G97 S100 M3  
N110 G0 X0 Z5  
N120 G85 Z-50 F.5  
N130 G80
```

Obs: O avanço de saída é o dobro do programado para a usinagem.

## 4.5 – REFERÊNCIA DE COORDENADAS DE TRABALHO (G54 a G59)

Podemos mudar o ponto de referência (ponto zero) para uma nova referência através dos códigos G54 a G59, normalmente ao longo do eixo Z.

Exemplos:



Os valores da família G54, devem ser digitados na página de OFFSET SETTING

## 4.6 – FUNÇÃO: C

### Aplicação: Posicionamento angular do eixo árvore

Através desta função podemos programar um determinado ângulo para o posicionamento do eixo árvore.

Antes de ativar a função C devemos programar a função M19 que é responsável pela orientação do eixo árvore.

Exemplo: N50 M19

N60 G0 C0 (o eixo árvore posiciona em zero grau)

## 5. FUNÇÕES AUXILIARES

As funções auxiliares tem formato M00. Em cada bloco só pode ser programada apenas uma função auxiliar.

### **Função M00**

#### **Aplicação: Parada de programa**

Este código causa a parada imediata do programa, refrigerante e eixo árvore.

A função M00 geralmente é usada para que o operador possa virar peça na placa, medir uma cota, trocar rotação, trocar ferramentas.

### **Função M01**

#### **Aplicação: Parada opcional de programa**

Esta função causa a interrupção da leitura do programa, porém o operador tem que acionar a tecla “OPTIONAL STOP” localizada no painel da máquina.

Neste caso a função torna-se igual a M00

Usado geralmente em pequenas paradas p/ retirar cavacos da ferramenta e da peça. Após a parada pressiona-se o botão CYCLE START e o programa é reiniciado.

### **Função M02**

#### **Aplicação: Fim de programa**

Esta função é usada para indicar o fim do programa e também quando trabalha-se com fita emendada em formato de laço.

Obs: Esta função **não** retorna o programa para o início.

### **Função M03**

#### **Aplicação: Sentido anti-horário de rotação do eixo árvore**

Com esta função o eixo árvore gira no sentido anti-horário, olhando-se a placa frontalmente.

A função M03 é cancelada pelas funções M01, M02, M04, M05, M30 e M00

### **Função M04**

#### **Aplicação: Sentido horário de rotação do eixo árvore**

Com esta função o eixo árvore gira no sentido horário, olhando-se a placa frontalmente.

A função M04 é cancelada pelas funções M01, M02, M03, M05, M30 e M00

### **Função M05**

#### **Aplicação: Desliga o eixo árvore**

Esta função para o eixo árvore imediatamente, cancelando as funções M03 e M04.

### **Função M07**

#### **Aplicação: Liga o refrigerante de corte de alta pressão**

É utilizado em ferramentas que contém refrigeração interna como brocas T-MAX

### **Função M08**

#### **Aplicação: Liga o refrigerante de corte**

Este código liga o refrigerante de corte e é cancelado por M09, M00, M01, M02 e M30

### **Função M09**

#### **Aplicação: Desliga o refrigerante de corte**

Este código desliga o refrigerante de corte e já está ativo quando se inicia o programa.

### **Função M11, M12, M13 e M14**

#### **Aplicação: Troca a faixa de rotação**

### **Função M15 (opcional)**

#### **Aplicação: Liga ferramenta rotativa no sentido horário**

### **Função M16 (opcional)**

#### **Aplicação: Liga ferramenta rotativa no sentido anti-horário**

### **Função M17 (opcional)**

#### **Aplicação: Desliga ferramenta rotativa**

### **Função M19 (opcional)**

#### **Aplicação: Orientação do eixo árvore e liga modo eixo C**

### **Função M20 (opcional)**

#### **Aplicação: Ligar alimentador de barras**

### **Função M21 (opcional)**

#### **Aplicação: Desliga alimentador de barras**

**Função M22 (opcional)**

**Aplicação: Trava o eixo árvore**

**Função M23 (opcional)**

**Aplicação: Destrava o eixo árvore**

**Função M24**

**Aplicação: Abrir placa**

**Função M25**

**Aplicação: Fechar placa**

**Função M26 (opcional)**

**Aplicação: Recuar o mangote do contra ponto**

**Função M27 (opcional)**

**Aplicação: Acionar o mangote do contra ponto**

**Função M30**

**Aplicação: Fim de programa. Esta função retorna ao início do programa**

**Função M31**

**Aplicação: Avança base contra ponto**

### **Função M32**

**Aplicação: Recua base do contra ponto**

### **Função M36**

**Aplicação: Abre a porta automática**

### **Função M37**

**Aplicação: Fecha a porta automática**

### **Função M38**

**Aplicação: Avança dispositivo aparador de peças**

### **Função M39**

**Aplicação: Recua dispositivo aparador de peças**

### **Função M50**

**Aplicação: Sobe leitor de posição de ferramenta**

### **Função M51**

**Aplicação: Desce leitor de posição de ferramenta**

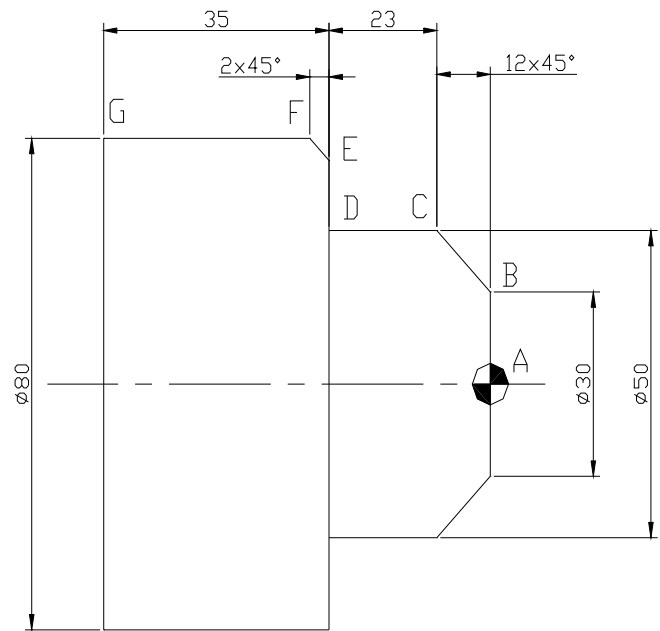
### **Função M52**

**Aplicação: Abre luneta**

### **Função M53**

**Aplicação: Fecha luneta**

# 6. EXERCÍCIOS



## COORDENADAS ABSOLUTAS

| DE | PARA | X | Z |
|----|------|---|---|
| A  | B    |   |   |
| B  | C    |   |   |
| C  | D    |   |   |
| D  | E    |   |   |
| E  | F    |   |   |
| F  | G    |   |   |

## COORDENADAS INCREMENTAIS

| DE | PARA | X | Z |
|----|------|---|---|
| A  | B    |   |   |
| B  | C    |   |   |
| C  | D    |   |   |
| D  | E    |   |   |
| E  | F    |   |   |
| F  | G    |   |   |

| DE | PARA | X | Z |
|----|------|---|---|
| G  | F    |   |   |
| F  | E    |   |   |
| E  | D    |   |   |
| D  | C    |   |   |
| C  | B    |   |   |
| B  | A    |   |   |

| DE | PARA | X | Z |
|----|------|---|---|
| G  | F    |   |   |
| F  | E    |   |   |
| E  | D    |   |   |
| D  | C    |   |   |
| C  | B    |   |   |
| B  | A    |   |   |

