



CEETEPS

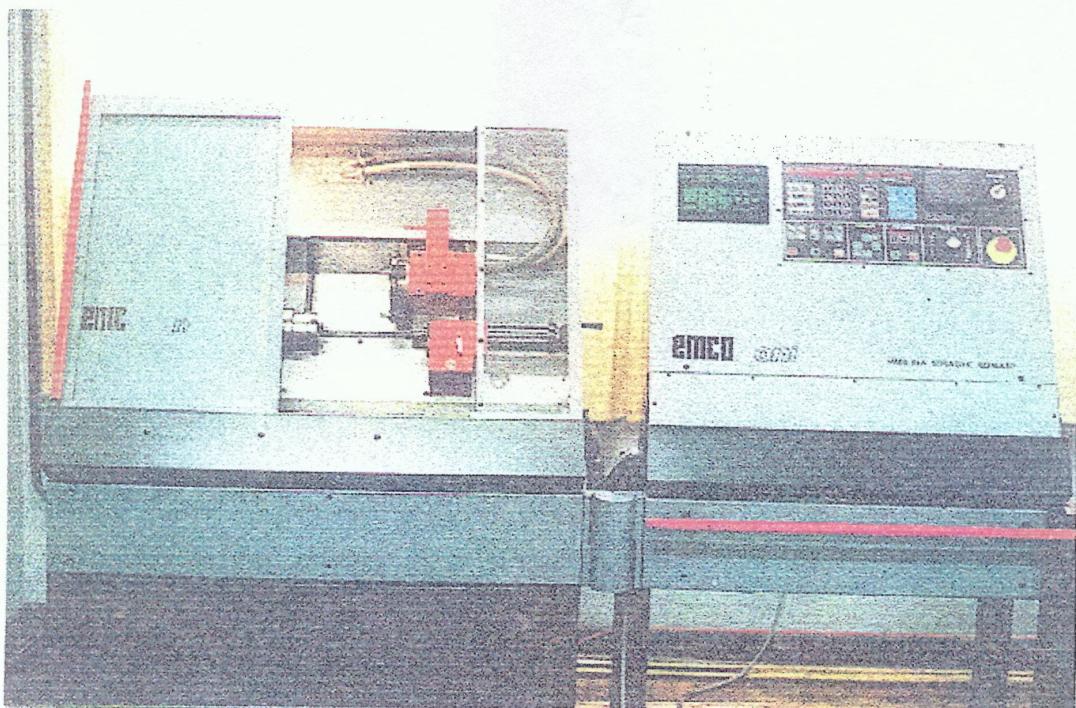
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Governo do Estado de São Paulo
ETE – “LAURO GOMES”

PROGRAMADOR

DE

TORNO CNC

ENCO MODELO 120



DMC – DEPARTAMENTO DE MECÂNICA

1 - INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje existe a necessidade de se produzir peças complexas, dentro de um padrão de qualidade cada vez mais alto.

Devido à essa necessidade, o desenvolvimento de novas tecnologias, tem tornado cada vez mais amplo e compensador o uso de máquinas com CNC.

Uma análise mais criteriosa, não deve levar em conta somente os custos da máquina, mas sim considerar-se também a flexibilidade da produção, o espaço ocupado, a eliminação de dispositivos específicos e ferramentas especiais para a confecção de peças complexas, a eliminação de refugos por erro do operador, e muitos outros fatores que se apresentam como vantagens para a implantação de máquinas com CNC nas operações de usinagem.

2 - CARACTERÍSTICAS DAS MÁQUINAS CNC

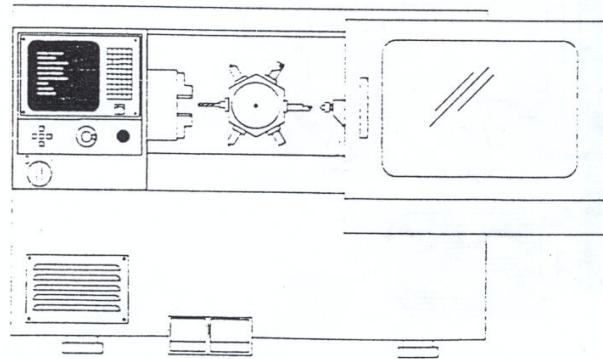
Comando Numérico

A máquina Comando Numérico é uma máquina dotada de um equipamento electrónico capaz de receber informações, armazená-las e transmiti-lás em forma de comandos a máquina operatriz de modo que esta, sem a intervenção do operador, realize as operações na sequência programada.

A diferença entre CN(Comando Numérico) e CNC(Comando Numérico Computadorizado) está no computador em si, pelas possibilidades diferentes que ele oferece em cada sistema. A forma de se programar a máquina é a mesma por isso os programas serão sempre chamados de "Programas CN".

Podemos identificar na fabricação com comando numérico, a presença de 3 elementos:

- 1) A programação - Também chamada de "Software", onde são informadas a forma da peça, a sequência de operações, a ferramenta usada em cada operação, a rotação, o avanço, refrigerante, etc. Estes dados são armazenados em forma de códigos conhecidos como linguagem de programação. Neste curso você aprenderá a linguagem de programação ISO, que é a mais utilizada nos computadores de máquinas CNC.
- 2) O Computador - Com todos os seus componentes electrónicos e circuitos, acomodados em gabinetes específicos. Esta parte física do sistema é também chamada de "Hardware". Estão inclusos nesta parte, além do computador em si, a leitora de fitas perfurada, fita cassete ou disquetes, monitor de vídeo, etc.
- 3) A Máquina Ferramenta - Com seus elementos de comando, acionamento e medição.



TORNO CNC

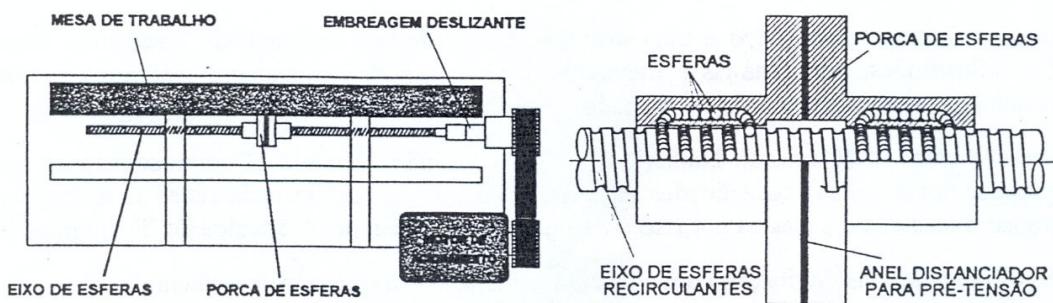
3 - PARTICULARIDADES DE UMA MÁQUINA CNC

Existem vários componentes das máquinas CNC que são comandados, ou pelo próprio comando, ou manualmente. Vamos citar alguns:

Eixos de Avanço

Acionamento:

É pelo acionamento dos eixos que são realizados os movimentos dos carros. O sistema tradicional utiliza o fuso rosado que possui uma folga muito grande e atrito elevado. Para solucionar este problema, emprega-se o fuso de esferas recirculantes que oferece uma mínima folga e baixo atrito. Normalmente são utilizadas duas porcas pré-tensionadas uma contra a outra que eliminam assim a folga, podendo atingir uma alta e repetitiva precisão de posicionamento dos carros ou da mesa.

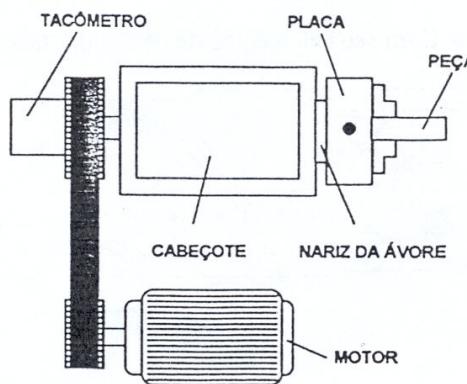


Para que o sistema de avanço seja danificado o menos possível nos casos de colisão indesejada, acopla-se uma embreagem deslizante, para que, caso o carro atinja um obstáculo, a embreagem soltará o acionamento do eixo.

Árvore Principal

A árvore principal é a responsável pela rotação da peça, no caso dos tornos.

O acionamento pode ser feito por motores de corrente alternada ou de corrente continua.



Para acionamento com motores de corrente alternada, a seleção de rotações é feita por uma caixa de engrenagens.

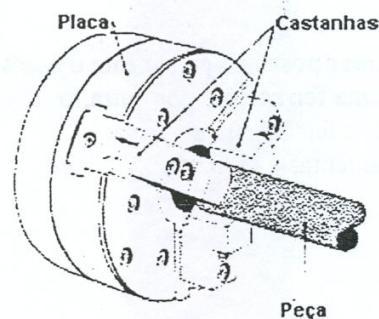
Quando o acionamento é executado por motores de corrente contínua, a rotação pode variar sem escalonamentos e são controladas por um tacômetro. O programador pode programar uma **velocidade de corte constante** para que, na mudança do diâmetro a ser usinado, o comando calcule e ajuste a rotação, de acordo com o desejado.

Algumas máquinas deste tipo possuem ainda, caixa de engrenagens com 2 ou mais posições para que se obtenha um torque mais favorável em toda a gama de rotações possíveis.

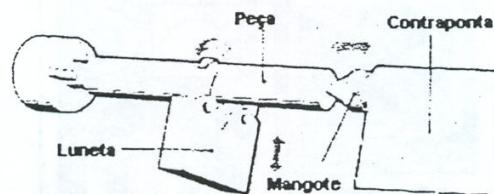
Fixação das Peças

Nos tornos é possível programar:

- Movimentos de abertura e fechamento de castanhas da placa ou abertura e fechamento de pinças, bem como há diferentes pressões de fixação.



- Pode-se comandar o contra-ponta, com avanço e retrocesso do mangote.

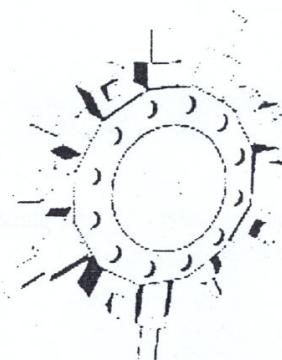


- Aproximar, retroceder, fixar e abrir a luneta.

DISPOSITIVO DE TROCA DE FERRAMENTA

A troca de ferramentas pode ser realizada manualmente pelo operador da máquina ou pode existir um sistema de troca automática. No torno o dispositivo mais comum é o revólver ferramenta.

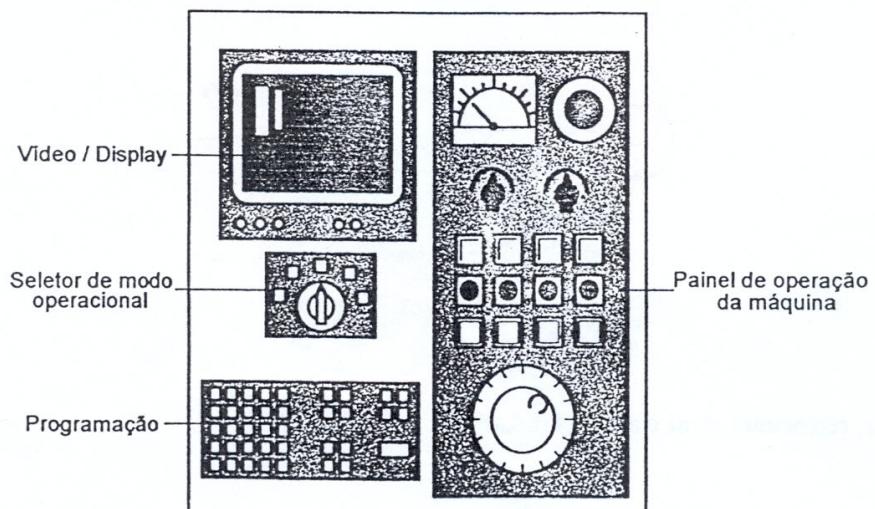
REVÓLVER FERRAMENTA: A troca é comandada pelo programa. O revólver gira até colocar a ferramenta desejada em posição de trabalho.



Os dispositivos de troca de ferramentas possuem geralmente o que se chama de "lógica direcional". Isto significa que, para a troca de uma ferramenta por outra, o dispositivo deve girar num sentido tal que leve o menor tempo para atingir a ferramenta desejada. Com isto, o tempo de troca de ferramentas é reduzido.

PAINEL DE COMANDO

A forma dos painéis de comando das máquinas CNC variam entre si, mas os elementos básicos são comuns a todos.



VÍDEO ou DISPLAY

Pode-se ter um vídeo ou display onde se lê as coordenadas da máquina, a linha do programa que esta sendo executada, pode-se verificar o programa armazenado na memória, dados de ferramenta, etc.

E através do vídeo que se da a possibilidade de comunicação entre a máquina e o programador ou operador.

Seletor de Modo Operacional

Indica o modo de trabalho. Por exemplo:

Trabalhar em automático, Trabalhar manualmente, Referenciar a máquina, etc.

Programação

É composto de um painel alfanumérico que serve para introduzir programas manualmente, ou pelos periféricos ou até mesmo, realizar correções dentro de um programa.

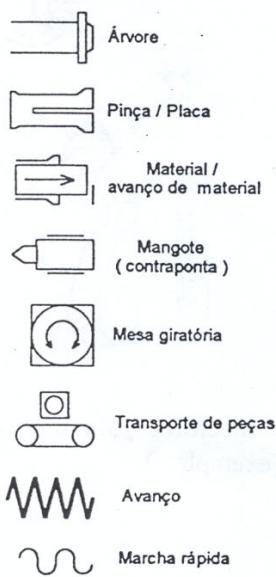
Painel de Operação da Máquina

São chaves, botoeiras que determinam por exemplo:

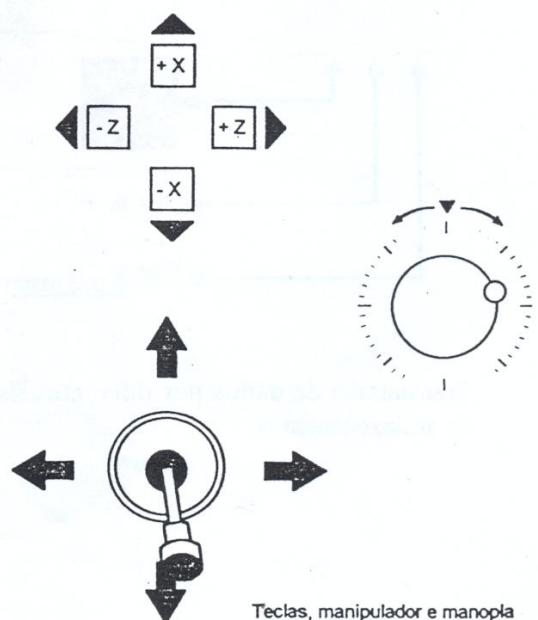
Liga/Desliga fresa, Liga/Desliga refrigerante etc.

ELEMENTOS OPERACIONAIS

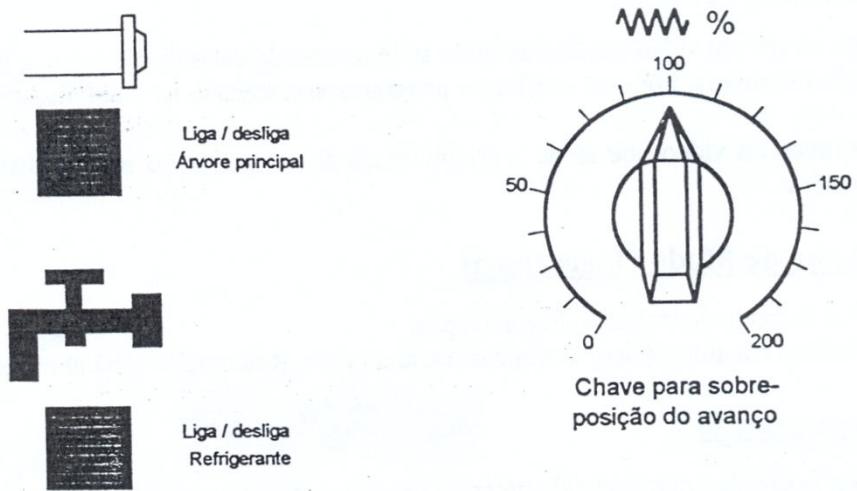
São botoeiras, chaves, alavancas, manoplas ou outros elementos de onde se pode operar a máquina. Nestes elementos existem símbolos, baseados nas normas DIN-30600 e DIN-24900, que facilitam a identificação da função de cada elemento.



Símbolos conforme
DIN 30600 e 24900

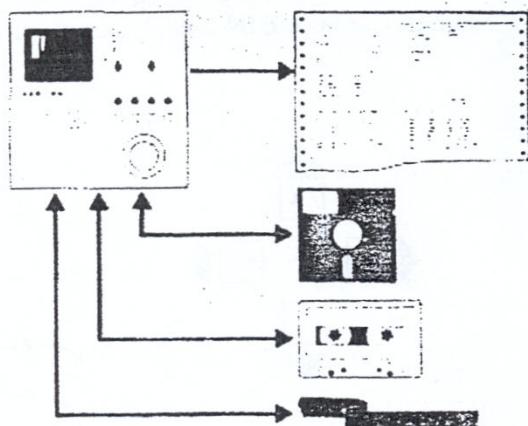


Teclas, manipulador e manopla

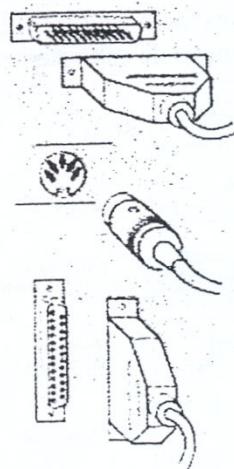


TRANSMISSÃO DE DADOS

O programa que foi introduzido na máquina pode ser arquivado em fita perfurada, fita cassete ou disquete e desta forma não será mais necessário digitar o programa quando, no futuro, precisar executá-lo novamente. Pode-se acoplar uma impressora para tirar a listagem do programa.



Transmissão de dados por diferentes sistemas de armazenamento.



Conectores para transmissão de dados (exemplos)

4 - SISTEMA DE COORDENADAS

Na elaboração do programa de usinagem para a máquina CNC o programador utiliza, para o direcionamento dos movimentos do carro ou da mesa, um sistema de coordenadas definido segundo a norma DIN-66217

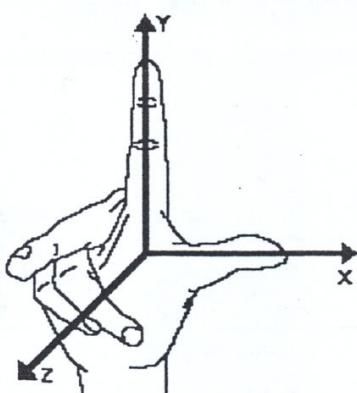
• Regra da Mão Direita

Para um sistema tridimensional, são utilizados três eixos perpendiculares (90°) entre si, que podem ser designados através dos dedos da mão direita.

Polegar : indica o sentido positivo do eixo imaginário, representado pela letra X.

Indicador : aponta o sentido positivo do eixo Y.

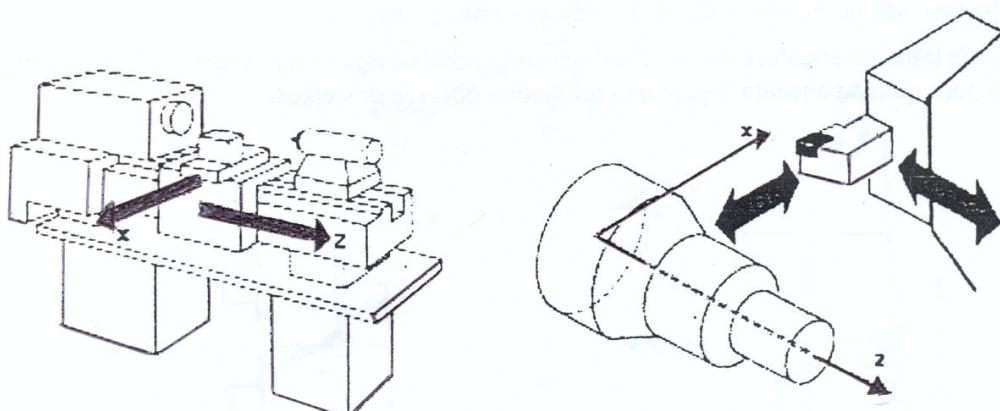
Médio : nos mostra o sentido positivo do eixo Z.



Os eixos que acabamos de ver são chamados de **EIXOS PRINCIPAIS**.

Nas máquinas ferramentas, o sistema de coordenadas determinado pela regra da mão direita, pode variar de posição em função do tipo de máquina, mas sempre seguirá a regra apresentada, onde os dedos apontam o sentido positivo dos eixos imaginários; e o eixo "Z" será coincidente ou paralelo ao eixo árvore principal.

Para o comando de avanço e penetração nos tornos, bastam apenas dois eixos imaginários. Estes são designados pelas letras X e Z, onde o eixo X relaciona-se com o diâmetro da peça e o eixo Z, coincidente com o eixo árvore, relaciona-se com as dimensões longitudinais da peça (comprimentos). Veja a figura abaixo para esclarecimento do que foi exposto acima.

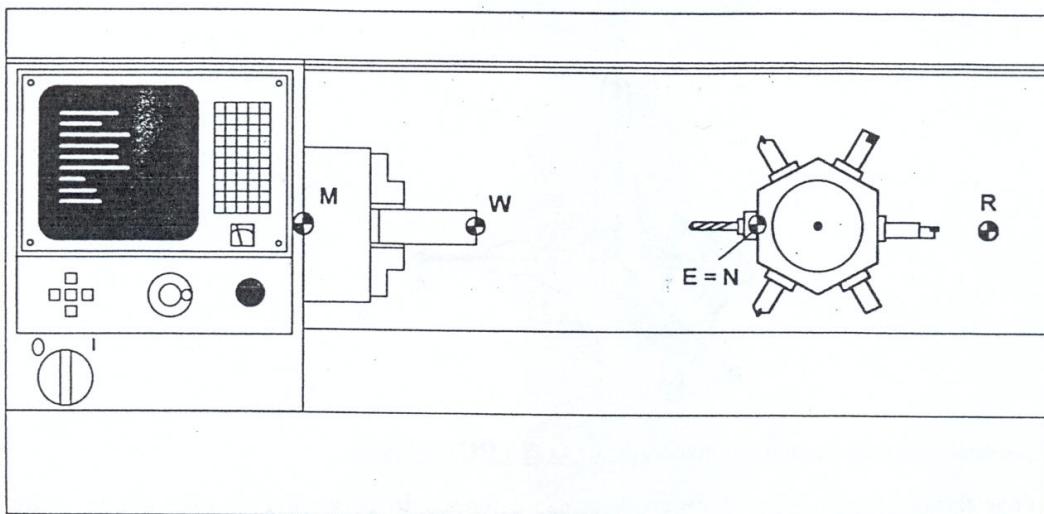


5- PONTOS ZERO E PONTOS DE REFERÊNCIA

Numa máquina-ferramenta CNC, existem uma série de pontos referenciais. Os pontos referenciais da máquina são determinados pelo fabricante quando da sua fabricação, os quais auxiliarão na operação e programação da mesma.

O comando dos movimentos das ferramentas na usinagem de uma peça são realizados com o auxílio do sistema de coordenadas. A posição exata destes movimentos dentro do campo de trabalho das máquinas-ferramenta é determinada através dos pontos referenciais e do sistema de medição.

A figura abaixo demonstra estes pontos referenciais, os quais serão esclarecidos nos tópicos posteriores.



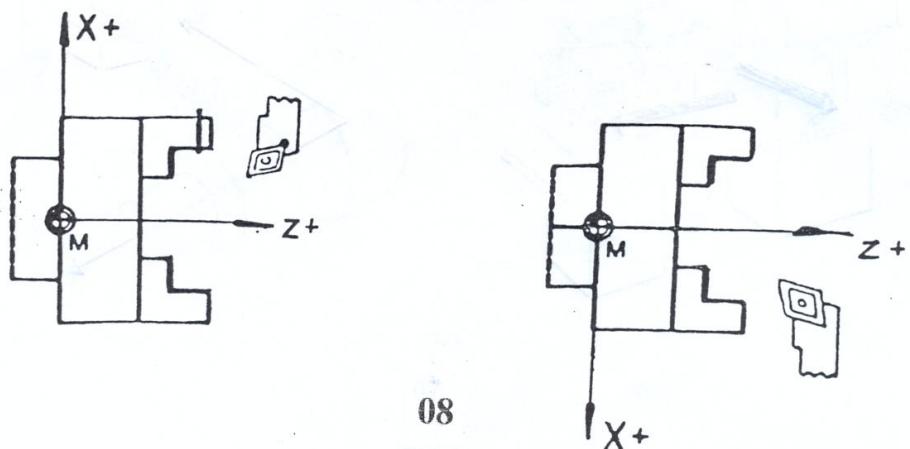
PONTO ZERO MÁQUINA M

Este ponto é usado para **definir a origem do sistema de coordenadas da máquina**. A partir deste ponto, são determinados todos os outros sistemas e pontos de referência da máquina.

Como o ponto zero da máquina é determinado pelo fabricante, estes, geralmente determinam, para o torno, o centro da superfície de encosto do eixo árvore (atrás da placa).

Assim sendo, o eixo árvore é representado pelo eixo Z o qual determinará os comprimentos no sentido longitudinal e, a superfície de encosto, pelo eixo X o qual determinará as dimensões no sentido transversal, como por exemplo os diâmetros das peças.

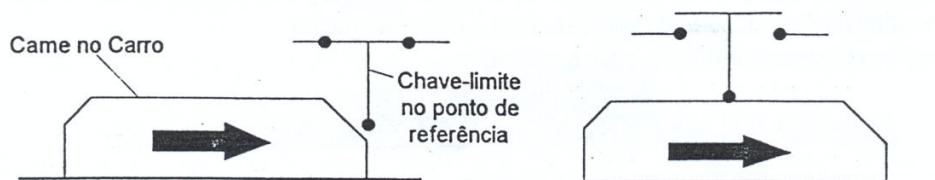
O campo de trabalho encontra-se no lado do sentido positivo dos eixos. Assim sendo, a ferramenta se afasta da peça quando executa o percurso no sentido positivo dos eixos.



PONTO DE REFERÊNCIA DA MÁQUINA R

Este ponto tem como função fazer a **AFERIÇÃO** e o **CONTROLE** do **SISTEMA DE MEDAÇÃO** dos movimentos dos **CARROS** e das **FERRAMENTAS**.

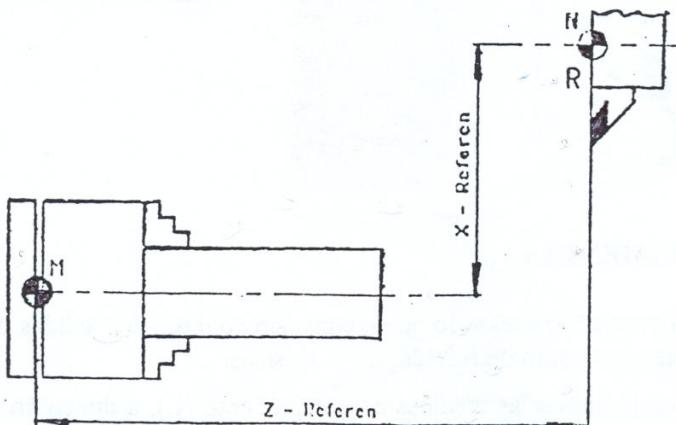
Através de um carro e uma chave-limite, a posição do ponto de referencia é pré-determinada em cada eixo de movimento, pelo fabricante.



Ao ligar a máquina, sempre deslocamos o carro até este local, antes de iniciar a usinagem.

Este procedimento define ao comando a posição do carro em relação ao zero da máquina, quando o carro aciona um sensor que envia um impulso ao comando determinando sua localização.

Com isto, a posição das coordenadas do ponto de referência em relação ao ponto zero da máquina possuem sempre o mesmo valor conhecido.



Geralmente os fabricantes determinam o ponto de referência da máquina em um campo fora de trabalho.

Para que isso aconteça é necessário **sempre que ligar o comando da máquina**, fazer com que os eixos se posicionem sobre o ponto de referência. Normalmente, a maioria dos comandos CNC, estão preparados para transmitir uma mensagem para o operador do tipo:
"Referência R da Máquina" ou "Sobrepassar o ponto de referência" após o acionamento do comando.

A movimentação dos eixos até o ponto de referência, na maioria das máquinas, é feita automaticamente.

Em algumas máquinas, é necessário o posicionamento prévio dos eixos em local pré-determinado pelo fabricante, antes dos deslocamentos dos mesmos para o ponto de referência.

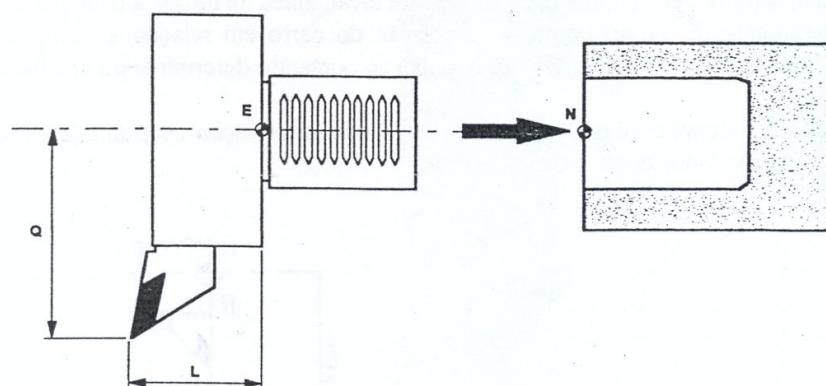
Este posicionamento é feito em modo manual, pressionando-se as teclas referentes aos eixos da máquina.

Ao desligar o comando ou, na eventual falta de energia elétrica, o comando perde a referência, isto é, perde o valor da coordenada da posição dos eixos comandados.

Portanto, deve-se referenciar novamente a máquina.

PONTO DE REFERÊNCIA DA FERRAMENTA E=N

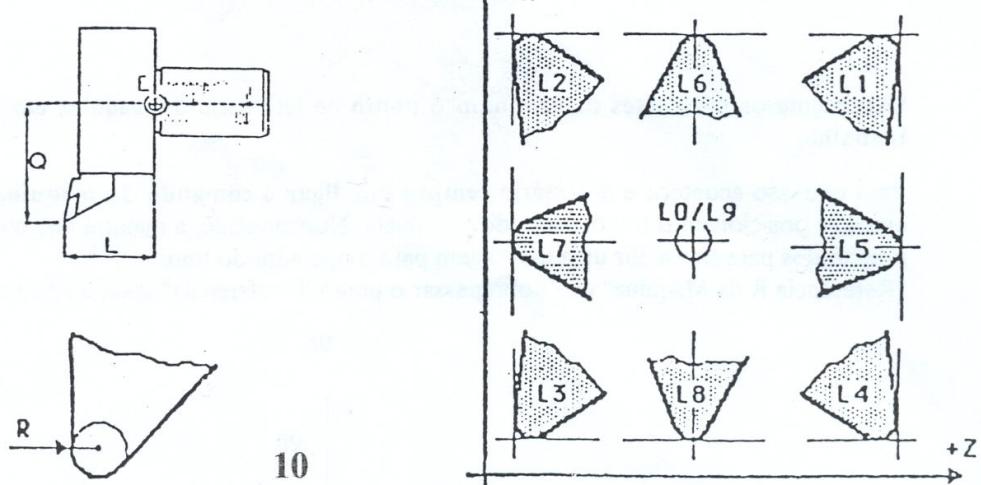
O ponto de referência da ferramenta é determinado pelo fabricante da máquina o qual, geralmente encontra-se na face de encosto da ferramenta no dispositivo (revólver ferramenta), ou seja, o ponto de ajustagem da ferramenta E coincide com o ponto de assento da ferramenta N.

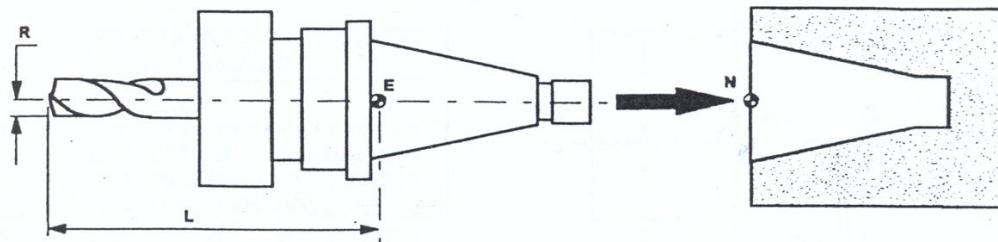


MEDIDAS DAS FERRAMENTAS

Para que a usinagem seja preciso é necessário que o comando conheça as medidas de cada ferramenta utilizada as quais se baseiam no ponto de referência das mesmas.

No torneamento é necessário indicar as medidas do comprimento (L), a dimensão transversal (Q), o raio da pastilha e a sua posição de corte(quadrante de trabalho).





No caso de brocas, devemos o indicar o comprimento (L) e o raio da broca (R)

DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DAS FERRAMENTAS

A determinação das medidas das ferramentas podem ser feitas de duas formas. A primeira delas através de aparelhos de pré-ajustagem, fora da máquina, na segunda forma a determinação é feita automaticamente pela própria máquina através de uma sequência pré-determinada.

Na pré-ajustagem externa, isto é, fora da máquina, o aparelho ou dispositivo possui o mesmo assento de ferramenta do suporte de ferramentas da máquina. A ferramenta é colocada no aparelho e as medidas podem ser determinadas óptica ou mecanicamente.

As medidas encontradas são introduzidas no comando durante a preparação da máquina.

Na ajustagem feita na própria máquina, geralmente é usado um aparelho óptico chamado luneta, ou é usado o método através do toque das ferramentas na peça, ou ainda algum dispositivo específico que calcule as medidas das ferramentas.

ARMAZENAMENTO DAS MEDIDAS DE FERRAMENTA NO CNC

Antes da usinagem da peça, os dados das ferramentas devem ser memorizados no comando numérico.

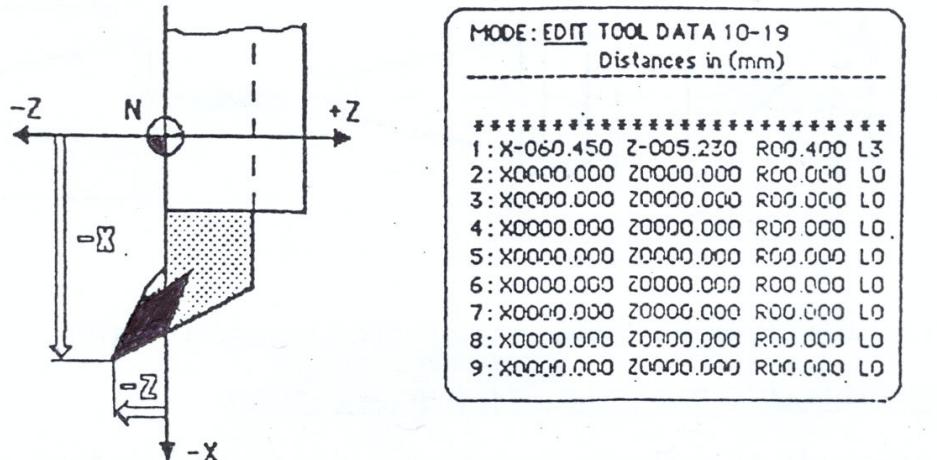
As medidas relativas as dimensões das ferramentas são introduzidas na memória de dados de ferramenta.

No eixo X, a distância da ponta da ferramenta ao ponto de referência do suporte, na direção transversal.

No eixo Z, a distância da ferramenta ao ponto de referência do suporte, na direção longitudinal.

No campo R, digita-se o raio da ponta da ferramenta.

No campo L, digita-se o quadrante de trabalho, para que a ferramenta possa compensar a posição do raio da ponta da ferramenta em relação ao sentido de usinagem da ferramenta.



A sequência a ser seguida para memorizar os dados das ferramentas variam de acordo com a máquina e o comando numérico CNC.

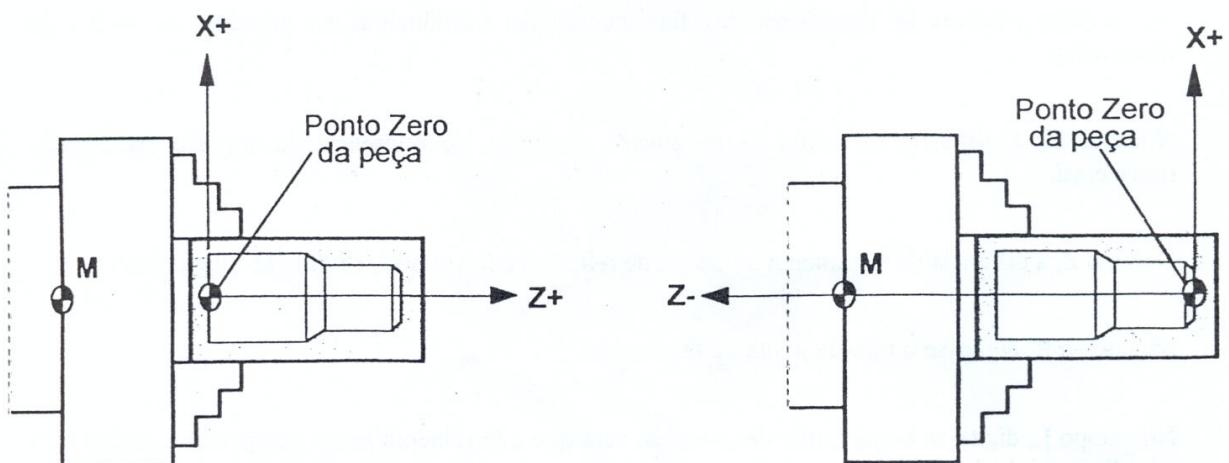
Algumas máquinas possuem biblioteca de dados de ferramenta, onde se armazena as medidas das ferramentas, quando a máquina não possuir esta página as medidas das ferramentas são introduzidas dentro do programa de usinagem da peça.

PONTO ZERO DA PEÇA W

O ponto zero da peça é determinado pelo programador quando da execução do programa, e define o sistema de coordenadas da peça em relação ao ponto zero da máquina.

Sua determinação pode ser feita em qualquer ponto da peça porém, recomenda-se colocá-lo em um ponto que facilite transformar as medidas do desenho em valores de coordenadas para programação.

Para peças torneadas, geralmente o ponto zero é determinado na linha de centro do eixo árvore nas faces direita ou esquerda da peça acabada, que deverá ter seus valores das coordenadas memorizados no comando CNC quando da preparação da máquina.



É possível, na preparação da máquina, obter-se o zero da peça usando-se uma das ferramentas ou um padrão de encosto, ambos montados no revólver.

OBTENÇÃO DO ZERO PEÇA ATRAVÉS DE UMA FERRAMENTA

Tomaremos como exemplo a determinação do zero peça na linha de centro da árvore principal na face direita acabada.

SEQUÊNCIA

Seleciona-se o modo de operação manual;

Fixa-se a peça na placa através da tecla correspondente ao fechamento da placa;

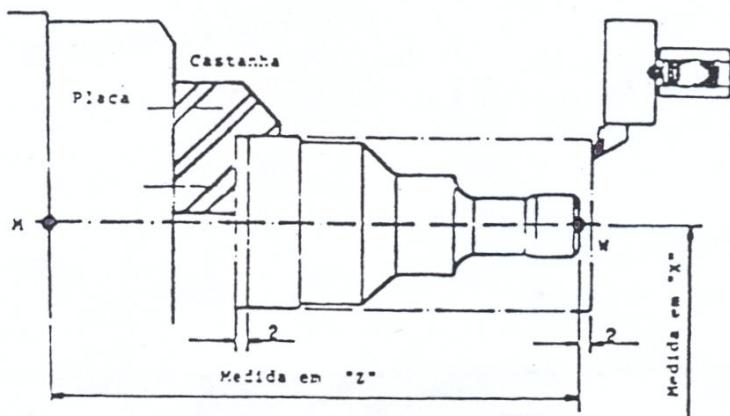
Seleciona-se uma ferramenta e ativa-se o seu corretor (PRESSET)

Determina-se uma rotação e memoriza-se no CNC através das teclas correspondentes;

Pressiona-se as teclas referente ao giro da placa (sentido horário ou anti-horário) e em seguida a de partida do ciclo;

Movimenta-se a ferramenta, através das teclas de movimentação manual dos eixos, encostando-a na face direita da peça;

A medida será visualizada no vídeo na posição do eixo "Z" a qual deverá ser anotada em uma folha de papel para utilização posterior. Como no exemplo, a dimensão da face em bruto é 2 mm maior que a acabada, este sobremetal deverá ser subtraído da medida encontrada. A medida calculada será referente ao eixo "Z" e, a medida em "X" será zero, pois o ponto zero na dimensão transversal, encontra-se na linha de centro do eixo árvore.



Seleciona-se então a página de Registro de Deslocamento do Ponto Zero, onde poderão ser pré programados 5 origens de coordenadas, e que são divididos em 2 grupos.

Cada deslocamento é chamado ao programa por meio da função G própria. Normalmente são G54/55/57/58/59.

MODE: EDIT POSITION SHIFT 3
 DISTANCES in (mm)

1 . X0000.000 Y0000.000 Z0000.000
2 . X0000.000 Y0000.000 Z0000.000
3 . X0000.000 Y0000.000 Z0000.000
4 . X0000.000 Y0000.000 Z0000.000
5 . X0000.000 Y0000.000 Z0000.000

Normalmente o operador que coloca esse valor porém, o próprio operador tem que verificar no programa qual a função preparatória que o programador utilizou e conferir na página de deslocamento, caso esteja incorreto, o operador terá que corrigir. Se isso não for feito poderá haver uma colisão na máquina.

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

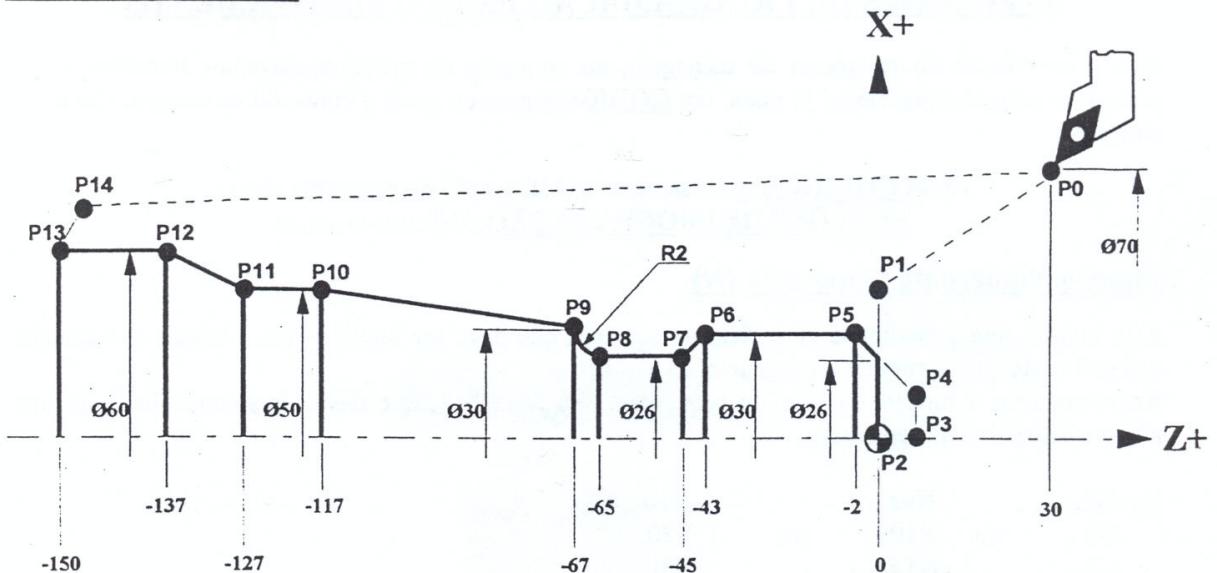
A linguagem de programação foi desenvolvida especialmente para que o técnico de usinagem em **CN** possa comunicar-se com a máquina, programando-a, a fim de que ela possa realizar trabalho.

A linguagem de programação, como outra qualquer, é composta por blocos de palavras de significados bem definidos, sendo o único meio que o comando pode entender.

Toda vez que for necessário produzir peças em máquinas **CNC**, devemos utilizar a linguagem de programação.

Há dois tipos de linguagem de programação:
 Código **G** (**ISO**).
 Código **HAINDENHAIN**.

PROGRAMAÇÃO VERBAL



P	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
X	70	35	0	0	20	30	30	26	26	30	50	50	60	60	65
Z	30	0	0	3	3	-2	-43	-45	-65	-67	-117	-127	-137	-150	-148

DE/PARA	Nº	TRAJETÓRIA	TIPO DE AVANÇO E PTO. FINAL	OBSERV.
P0 a P1	N1	Linear	Avanço rápido até X35; Z0	
P1 a P2	N2	Linear	Avanço usinagem até X0; Z0	
P2 a P3	N3	Linear	Avanço usinagem até X0; Z3	
P3 a P4	N4	Linear	Avanço rápido até X20; Z3	
P4 a P5	N5	Linear	Avanço usinagem até X30; Z-2	
P5 a P6	N6	Linear	Avanço usinagem até X30; Z-43	
P6 a P7	N7	Linear	Avanço usinagem até X26; Z-45	
P7 a P8	N8	Linear	Avanço usinagem até X26; Z-65	
P8 a P9	N9	Arco horário	Avanço usinagem até X30; Z-67	raio 2mm
P9 a P10	N10	Linear	Avanço usinagem até X50; Z-117	
P10 a P11	N11	Linear	Avanço usinagem até X50; Z-127	
P11 a P12	N12	Linear	Avanço usinagem até X60; Z-137	
P12 a P13	N13	Linear	Avanço usinagem até X60; Z-150	
P13 a P14	N14	Linear	Avanço usinagem até X65; Z-148	
P14 a P0	N15	Linear	Avanço rápido até X70; Z30	pto. troca

8 - FUNÇÕES DE PROGRAMAÇÃO PARA O TORNEAMENTO

Para a introdução do programa de usinagem, no comando da máquina, devemos transformar as ordens de programação verbal já vista, em **CÓDIGOS** para os quais o comando está preparado para entender.

Esses **CÓDIGOS** que usaremos na elaboração do programa são as **FUNÇÕES DE PROGRAMAÇÃO**. Vejamos algumas:

Função Número de Sequência (N)

Esta função, tem a finalidade de indicar a sequência que deve ser seguida para a leitura e execução das sentenças que compõem o programa.

Representamos a função numero de sequência, pela letra "N", que deve vir acompanhada de um número indicativo de sequência.

Ex: N1... N05... N10...
 N2... ou N10... ou N20...
 N3... N15... N30...

Sempre é conveniente numerar as sentenças em intervalos de 5 ou 10, para possibilitar a introdução de novas sentenças em caso de necessitar fazer alguma correto ou melhorar o programa.

Esta função também é denominada, em alguns manuais, de "função número de bloco" ou "função número de sentença".

FUNCÃO PREPARATÓRIA (G)

A "função preparatória", indica ao comando o modo de trabalho. Através desta letra introduzimos informações que determinam, por exemplo, o movimento de deslocamento da ferramenta, sendo por esta razão, a letra G também conhecida como "condição de trajetória".

A letra "G", é seguida também por um número, que indica a função. Este número, formado por dois dígitos (de 00 a 99) define ao comando o modo de trabalho ou a condição de trajetória a executar.

Para comandos de fabricantes diferentes, um mesmo código, pode significar coisas diferentes. Por exemplo G92, para uns pode indicar "Definição da Origem do Sistema de Coordenadas" enquanto que para outros pode ser "limitação de rotações". Mas a maioria das funções, são comuns a quase todos os comandos.

Distinguimos também, dentre as funções preparatórias, algumas que são ativadas assim que o comando da máquina é ligado. Por exemplo, assim que ligamos o comando da máquina, ele estará pronto para receber os valores das coordenadas em milímetros e em valores absolutos. Estas funções são indicadas nos manuais dos fabricantes como "funções ativas".

Há no comando, funções chamadas "modais", ou seja, assim que são programadas permanecem ativadas enquanto não se programar uma outra função que cancele ou substitua aquela anteriormente programada.

Veremos em nosso estudo, uma grande parte de funções preparatórias, mas as que sejam comuns a maioria dos fabricantes.

FUNÇÃO DE POSICIONAMENTO (X e Z)

Através das letras "X" e "Z", endereçamos pontos dentro do sistema de coordenadas. Outras letras são usadas para designar outros eixos existentes, onde também iremos estudar durante a execução dos exercícios.

Os valores das coordenadas podem ser introduzidos em milímetros (função ativa) ou em polegadas (precedido de uma função preparatória adequada).

Para valores em "mm", admite-se até 3 casas decimais.
Ex.: 20.465 mm

Para valores em "pol" até 5 casas decimais.
Ex.: 0.25000"

DADOS TECNOLÓGICOS

F = Avanço de Usinagem : Normalmente no torno usado em mm/rotação, porém em nossa máquina o avanço é dado em mm/minuto

S = Rotações por minuto. Rotações/minuto, Exemplo: S800 = 800 RPM

T = Chamada da Ferramenta no Revólver

M = Função Miscelânia ou Auxiliar. Como as funções G as funções M vão de (00 à 99). Estas funções servem normalmente para auxiliar na parte operacional, a seguir daremos alguns exemplos:

- M03 Liga o eixo árvore (rotação da placa) sentido horário
- M04 Liga o eixo árvore (rotação da placa) sentido anti-horário
- M05 Desliga o eixo árvore
- M06 Efetua a troca das ferramentas
- M08 Liga o óleo refrigerante
- M09 Desliga o óleo refrigerante
- M17 Final de sub-rotina
- M30 Fim de programa com retorno à 1ª sentença do programa

Nesta linguagem de programação o fabricante estabelece:

- Quais as instruções que podem ser programadas.
- Quais as informações que são necessárias e como elas serão colocadas no programa.
- Que letras e números serão usados nas informações tecnológicas e complementares.

De fabricante para fabricante, existem diferenças quanto a função representada pelos códigos " G ", ou mesmo as funções " M ".

A norma DIN 66025 estabelece as palavras usadas na programação de CNC, mas alguns fabricantes de comandos não seguem estas normas e usam instruções semelhantes ou teclado com símbolos próprios.

NESTE CURSO NÓS USAREMOS AS FUNÇÕES CORRESPONDENTES AO SOFTWARE ESPECÍFICO DA MÁQUINA QUE ESTAMOS ESTUDANDO PARA EXPLICAR ESTAS FUNÇÕES.

SEQUÊNCIA NECESSÁRIA PARA PROGRAMAÇÃO MANUSCRITA

Um programa CN pode ser definido como uma sequência lógica de informações para a usinagem de uma peça.

O programador necessita ter consciência de todos os parâmetros envolvidos no processo e obter uma solução adequada para a usinagem de cada tipo de peça. Este deve analisar ainda todos os recursos da máquina, que serão exigidos quando da execução da peça. Os itens a serem analisados são os seguintes;

Estudo do Desenho da Peça : Final e Bruta

O programador deve ter habilidade para comparar o desenho (peça pronta) com a dimensão desejada na usinagem com a máquina CNC.

Há a necessidade de uma análise sobre a viabilidade de execução da peça, levando-se em conta as dimensões exigidas, o sobremetal existente da fase anterior, o ferramental necessário, a fixação da peça, etc.

PROCESSO A UTILIZAR

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

FERRAMENTAL VOLTADO AO CNC

A escolha do ferramental é muito importante, bem como, a sua disposição na torre. É necessário que o ferramental seja colocado de tal forma que não haja interferência entre si e com o restante da máquina. Um bom programa depende muito da escolha do ferramental adequado e da fixação deste, de modo conveniente.

CONHECIMENTO DOS PARÂMETROS FÍSICOS DA MÁQUINA E SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO DO COMANDO

São necessários tais conhecimentos por parte do programador, para que este possa enquadrar as operações de modo a utilizar todos os recursos da máquina e do comando, visando sempre minimizar os tempos e fases de operações e ainda garantir a qualidade do produto.

ESCREVER O PROGRAMA SEQUENCIALMENTE

A sequência de operações enquadrando todos os parâmetros de usinagem deve ser colocada em folha de programação, especialmente confeccionada para tal.

Cada linha da folha corresponde a um bloco informativo.

Existe também as folhas de preparação da máquina, sendo estas o contato existente entre o programador e o operador da máquina.

Ela deve contar todas as informações necessárias para a execução da peça, como por exemplo:

-Ferramental e sua localização na torre;

-Ponto de partida (origem);

-Fixação da peça;

-Número da peça;

-Números dos pares de compensação de ferramentas que serão utilizadas, tendo o bom senso de usar o numero da ferramenta com seu respectivo par corretivo;

-Outras observações tais como: Equipamentos extras, Dimensões das Castanhas, etc.

* As funções G (Função preparatória) estão ordenadas em grupos. Se forem chamados do mesmo grupo, neutralizam-se mutualmente.

- Grupo 0** G00 Interpolação linear com avanço rápido.
 G01 Interpolação linear com avanço programado.
 G02 Interpolação circular sentido horário.
 G03 Interpolação circular sentido anti-horario.
 G04 Tempo de espera.
 G33 Ciclo de rosquear bloco a bloco.
 G84 Ciclo de desbaste.
 G85 Ciclo de rosquear.
 G86 Ciclo de sangrar.
 G87 Ciclo de furação, com quebra cavaco.
 G88 Ciclo de furação, com quebra cavaco e retorno ao ponto inicial.
- Grupo 1** G96 Velocidade de corte constante.
 G97 Rotação constante.
- Grupo 2** G94 Avanço em mm/min.
 G95 Avanço em mm/rotação.
- Grupo 3** G53 Desativar os deslocamento dos pontos zeros do grupo 1.
 G54 Ativar o deslocamento do ponto zero da linha 1.
 G55 Ativar o deslocamento do ponto zero da linha 2.
- Grupo 4** G92 Limitação de rotação do fuso ou editar deslocamento do ponto zero no PSO-linha 5.
- Grupo 5** G56 Desativar os deslocamentos dos pontos zeros do grupo 2.
 G57 Ativar deslocamento do ponto zero da linha 3.
 G58 Ativar deslocamento do ponto zero da linha 4.
 G59 Ativar deslocamento do ponto zero da linha 5.
- Grupo 6** G25 Chamada de sub-rotina.
 G26 Chamada de programa poligonal.
 G27 Salto obrigatório da sentença.
- Grupo 7** G70 Medição em polegada.
 G71 Medição em milímetros.
- Grupo 8** G40 Cancelar a correção do raio da ferramenta.
 G41 Chamar correção do raio da ferramenta, à esquerda.
 G42 Chamar correção do raio da ferramenta, à direita.

* As funções M (Função miscelânea) estão ordenadas em grupos. Se forem chamados do mesmo grupo, neutralizam-se mutualmente.

Grupo 0 **M03** Partida do fuso sentido horário.
 M04 Partida do fuso sentido anti-horário.
 M05 Parada do fuso.

Grupo 1 **M38** Parada exata ligada.
 M39 Parada exata desligada.

Grupo 2 **M00** Parada intermediária programada.
 M17 Fim de sub-rotina.
 M30 Fim de programa e retorno ao início do programa principal.

Grupo 3 **M08** Refrigeração ligada.
 M09 Refrigeração desligada.

Grupo 5 **M25** Placa tensionadora aberta.
 M26 Placa tensionadora fechada.

Grupo 6 **M20** Retorno do contra ponta.
 M21 Avanço do contra ponta.

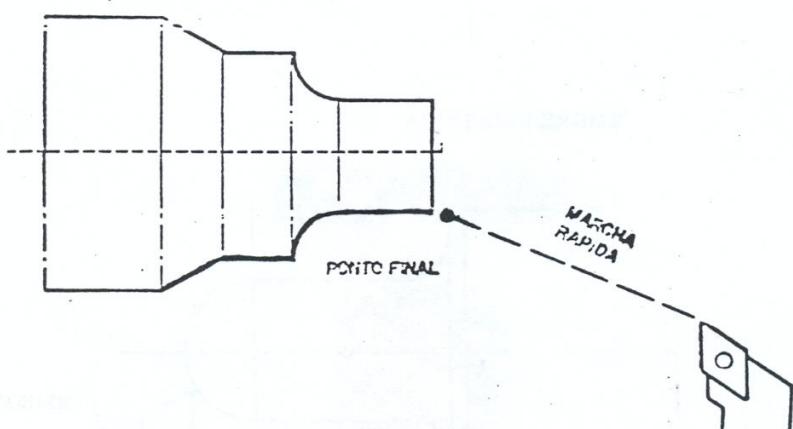
Grupo 7 **M23** Retorno do coletor de peças.
 M24 Avanço do coletor de peças.

Grupo 8 **M50** Cancelamento da lógica de busca da ferramenta.
 M51 Chamada da lógica de busca da ferramenta.
 M52 Cancelamento da chave fim de curso da porta.
 M53 Chamada da chave fim de curso da porta.

9 - FUNÇÕES PREPARATÓRIAS ou CONDIÇÃO DE TRAJERTÓRIA (G)

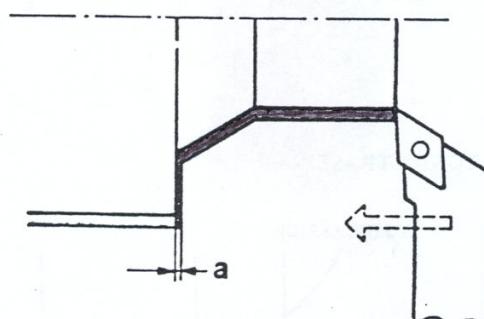
G00 - INTERPOLAÇÃO LINEAR COM AVANÇO RÁPIDO

A trajetória programada em uma sentença com G00 é percorrida com a velocidade de avanço mais rápida que a máquina possui. A velocidade é determinada em cada eixo de acordo com as características de acionamento de cada fabricante.



G01 - INTERPOLAÇÃO LINEAR COM AVANÇO PROGRAMADO

Com esta função a ferramenta descreve movimentos retilíneos, com a velocidade de avanço (F) inserida pelo programador.



G02 - INTERPOLAÇÃO CIRCULAR SENTIDO HORÁRIO

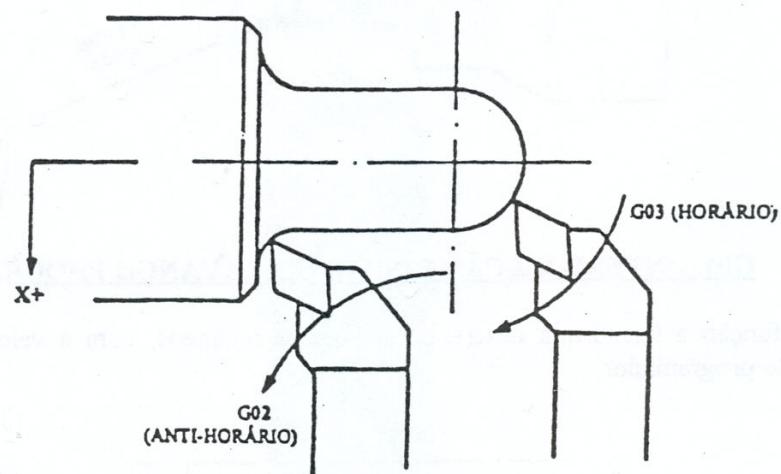
Executa um deslocamento circular dos eixos no sentido horário com avanço programado. No comando que estamos estudando é possível programar arcos entre 0° e 180° , onde as coordenadas de X e Z são os pontos finais do raio. A posição do centro do arco é definida pelo eixos auxiliares I(X) e K(Z). Normalmente os valores das coordenadas do centro do raio, ou seja, os valores de I e K são dados em coordenadas incrementais. Antes da execução do bloco contendo a interpolação circular, o comando verifica automaticamente o arco e se for geometricamente impossível a execução, o comando para mostrando um alarme no visor.

G03 - INTERPOLAÇÃO CIRCULAR SENTIDO ANTI-HORÁRIO

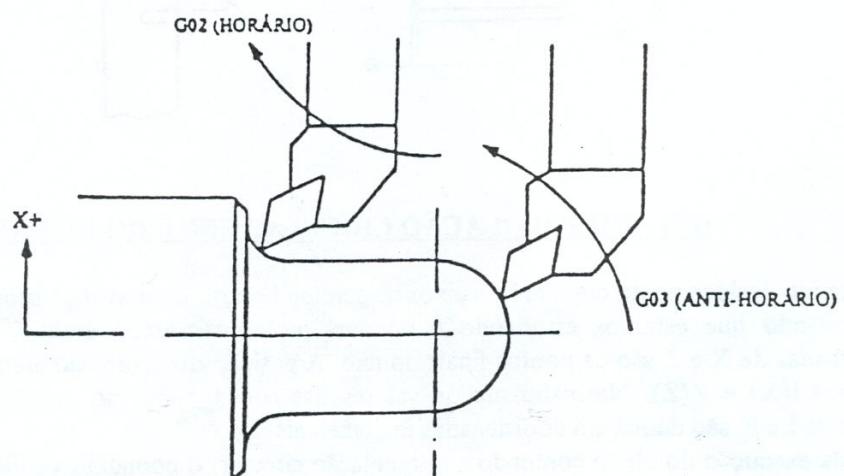
Executa um deslocamento circular dos eixos no sentido anti-horário com avanço programado. Os itens desta função são iguais aos item anterior.

EXEMPLO:

TORRE DIANTEIRA



TORRE TRASEIRA



INTERPOLAÇÃO CIRCULAR SENTIDO HORÁRIO (G02)

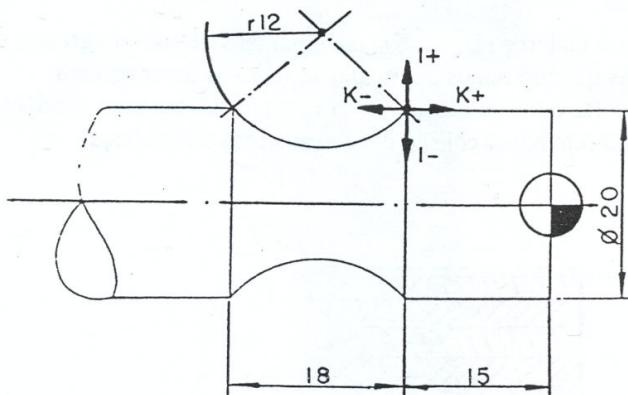
Exemplo:

OBS.: Neste caso a melhor ferramenta seria uma pastilha redonda, porém podemos fazer com uma ferramenta neutra.

N..... G00 G42 X21.000 Z-15.000

N..... G01 X20.000 F50

N..... G02 X20.000 Z-33.000 I 7.938 K -9.000



INTERPOLAÇÃO CIRCULAR SENTIDO ANTI-HORÁRIO (G03)

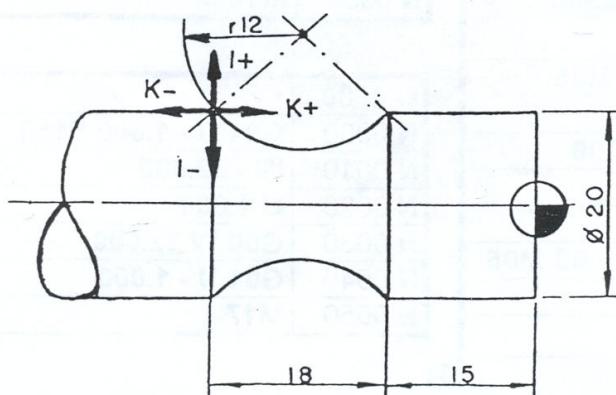
Exemplo:

OBS.: Neste caso a melhor ferramenta seria uma pastilha redonda, porém podemos fazer com uma ferramenta neutra.

N..... G00 G41 X21.000 Z-33.000

N..... G01 X20.000 F50

N..... G03 X20.000 Z-15.000 I 7.938 K 9.000



IMPORTANTE

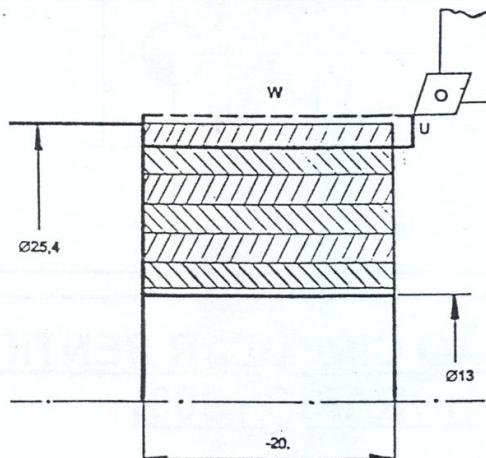
Temos sempre que programar raios pela simetria superior, nunca pela simetria inferior, pois a maioria dos comandos entende a programação como se a torre estivesse atrás, mesmo tendo-se um torno com torre dianteira.

G04 - TEMPO DE ESPERA

Pode-se programar um tempo de espera dos eixos no ponto final programado. Normalmente se usa o endereço X, para indicar o tempo de espera em segundos (possibilidade de 0,1 a 1000 segundos). Não se pode programar nenhuma outra função na sentença!

G25 - CHAMADA DE SUB-PROGRAMA OU SUB-ROTINA

Nesta função é possível, utilizando o endereço L, programar o número de sub-programas desejados. Normalmente utilizamos sub-rotinas quando temos operações repetitivas no programa. Por exemplo uma troca de ferramenta, onde se deseja que o revólver afaste uma distância suficiente da peça, onde ele possa dar o tombo sem haver colisão das ferramentas com a peça.



O 1234	
N 0000	G53 G56 G71 G40
N 0010	G94 G54 G96 S150 M04
N 0020	G92 Z65.000
N 0030	G59
N 0040	G92 S2800
N 0050	T0101 G00 X26.000 Z2.000
N 0060	G25 L8006
N 0070	G00 X60.000 Z20.000 M05
N 0080	T0202 S200 M04
N 0090	G00 G42 X13.000 Z2.000
N 0100	G01 Z-20.000 F80
N 0110	X27.000
N 0120	G00 G40 X60.000 Z20.000 M05
N 0130	G53 G56 T0000
N 0140	M30

O 0080	
N 0000	G01 U - 1.000 F150
N 0010	G01 W - 22.000 F150
N 0020	G01 U 1.000 F150
N 0030	G00 W 22.000
N 0040	G01 U - 1.000 F150
N 0050	M17

O 0080	
N 0000	G01 U - 1.000 F150
N 0010	W - 22.000
N 0020	U 1.000
N 0030	G00 W 22.000
N 0040	G01 U - 1.000
N 0050	M17

G33 - CICLO DE ROSQUEAR BLOCO A BLOCO

Pode-se programar rosca longitudinal, plana e cônica.

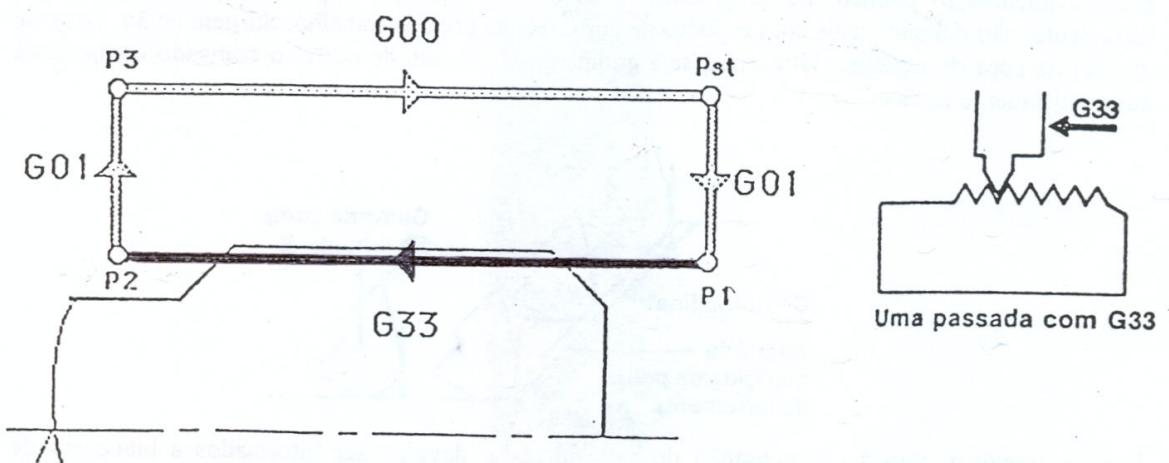
Para cada corte são necessárias 4 sentenças (veja desenho).

Durante G33 o avanço, e a correção do avanço, que estiverem ativados, serão suspensos.

No rosqueamento cônicos, o aclive é sempre dado em relação ao sentido longitudinal.

Roscas podem ser cortadas com vários passes, desde que o ponto de partida da sentença G33, em direção a Z, não se altere (comprimento da rosca).

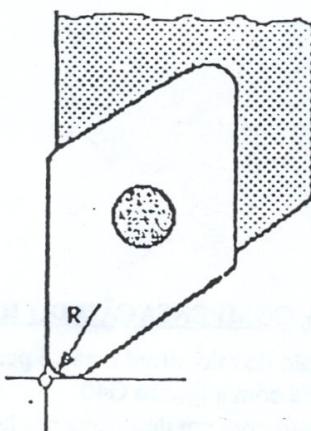
A profundidade do flanco da rosca, ou maiores passadas na rosca, podem ser realizadas com o deslocamento do ponto de partida (P1).



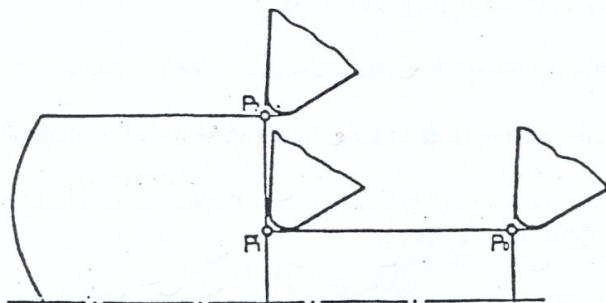
G40/G41/G42 - COMPENSAÇÃO DO RAIO DE CORTE

Ao se pré aferir a ferramenta, a pastilha de corte é medida em dois pontos (tangente ao eixo X e Z).

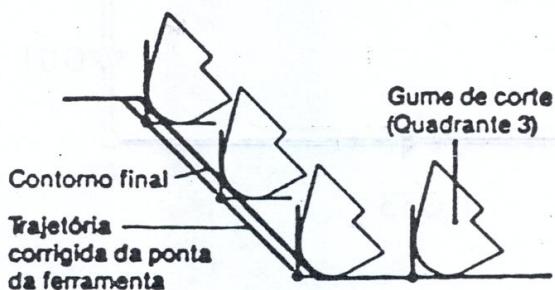
A pré aferição da ferramenta, descreve somente uma ponta de corte teórica. Este ponto teórico, é programado sobre a peça de trabalho.



Este ponto teórico está sempre tangenciado ao eixo transversal e longitudinal da peça de trabalho, com isso não se tem erros de medida na peça de trabalho.

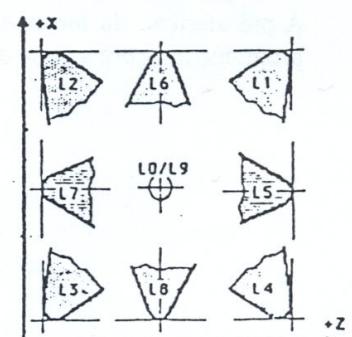
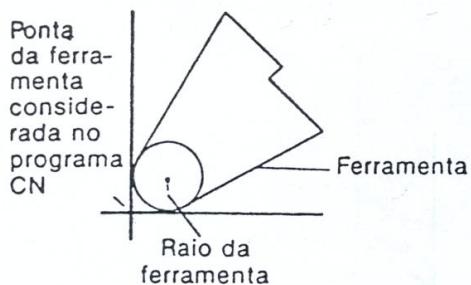


Em movimentos simultâneos nos dois eixos (cone e raio), a posição teórica do ponto de corte da ferramenta, não coincide mais com o ponto de corte real da peça de trabalho. Surgem então, erros de medida na peça de trabalho. Utilizando-se a compensação de raio de corte, o comando compensará automaticamente estes erros.



Para se trabalhar com a compensação do raio de corte, deverão ser informados a biblioteca de ferramentas, os seguintes dados:

- No endereço R editar o raio da pastilha de corte utilizada.
- No endereço L editar a posição do corte da ferramenta. A posição do corte, informa o sentido do ponto central do raio de corte, a ponta teórica.



G40 - CANCELAMENTO DA COMPENSAÇÃO DO RAIO DE CORTE

Uma troca de ferramenta, com a compensação de raio ativada, não é permitida.

A compensação do raio deverá ser cancelada com a função G40.

Esta neutralização, só é permitida em conjunto com um deslocamento linear (G00, G01).

G00 ou G01 podem ser programados na mesma sentença de G40, ou como primeira função após a neutralização.

Sugestão: Programar G40, na sentença em que os eixos estiverem voltando para o ponto de troca ou, programar somente G40 na sentença e nenhuma outra função, antes de mandar o revolver para o ponto de troca.

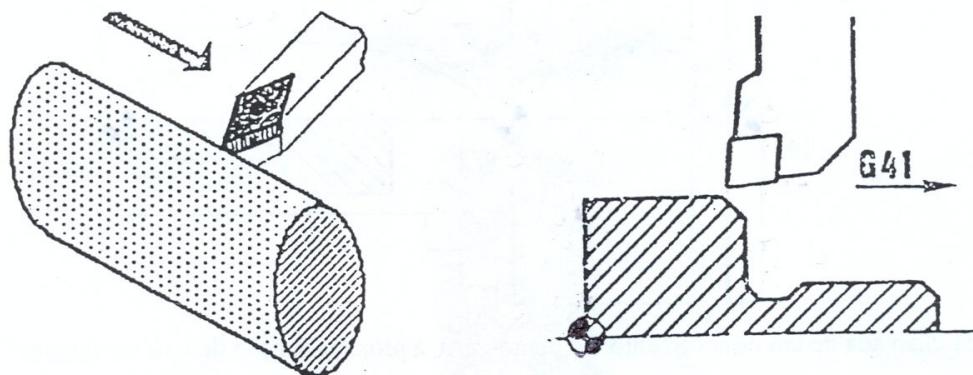
Ex: N0070 G00 G40 X100.000 Z100.000 ou

N0070 G40

N0080 G00 X100.000 Z100.000

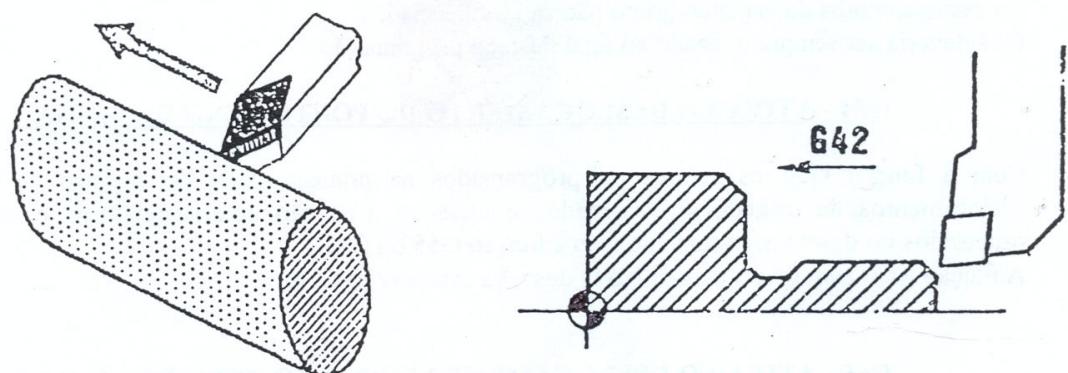
G41 - COMPENSAÇÃO DO RAIO DA FERRAMENTA A ESQUERDA

Se o sentido de corte for da esquerda para a direita, utilizar a compensação de raio G41, ou seja, a ferramenta esta a esquerda do contorno da peça.



G42 - COMPENSAÇÃO DO RAIO DA FERRAMENTA A DIREITA

Se o sentido de corte for da direita para a esquerda, utilizar a compensação de raio G42, ou seja, a ferramenta esta a direita do contorno da peça.

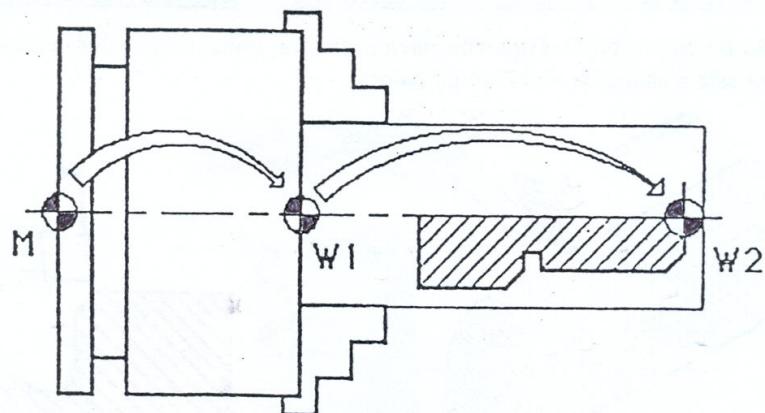


REGRAS PARA O USO DA COMPENSAÇÃO DE RAIO DA FERRAMENTA

- 1) A edição (G41 ou G42) e cancelamento G40, deverá ser sempre feita, em conjunto com uma função linear G00 ou G01.
- 2) Neste deslocamento linear, deve-se programar uma variação do valor de X e/ou Z.
- 3) O deslocamento X e/ou Z, deverá ser igual, ou maior que o raio da pastilha de corte.
- 4) Entre a edição e o cancelamento da correção do raio da ferramenta, e o próximo deslocamento linear, pode-se programar no máximo cinco sentenças sem cálculo.
- 5) Passar de G41 para G42 ou vice-versa, não é possível: cancelar com G40 e reeditar com G41 ou G42.

DESLOCAMENTO DO PONTO ZERO OU DESLOCAMENTO DE ORIGEM

Como a máquina possui somente um ponto zero que é o ponto zero máquina e precisamos de um ponto de origem para a nossa peça de trabalho (PONTO ZERO PEÇA), deslocamos o ponto zero máquina temporariamente para o ponto zero peça. Se não dermos o deslocamento de origem o comando entenderá o ponto zero máquina como sendo o ponto zero peça. Com isso uma colisão poderá acontecer se o operador não estiver atento.



Após cada chamada de um deslocamento do ponto-zero, a próxima função deverá ser sempre G00.

G53 - DESATIVAR O DESLOCAMENTO DO PONTO-ZERO DO GRUPO 1

Com a função G53, o deslocamento do ponto-zero (G54 linha 1(um) ou G55 linha 2(dois) do primeiro grupo de registros da página de deslocamentos de origem, pode ser desativado. Os deslocamentos do segundo grupo não são influenciados. G53 deveria ser sempre utilizado ao final de cada programação.

G54 - ATIVAR O DESLOCAMENTO DO PONTO-ZERO DA LINHA 1

Com a função G54 os valores pré-programados na primeira linha do registro da página de deslocamentos de origem, são chamados e ativados. Eles são auto-sustentáveis e poderão ser cancelados ou desativados somente com a função G55 ou G53.

A função M30 (fim de programa) NÃO desativa esta função G54.

G55 - ATIVAR O DESLOCAMENTO DO PONTO-ZERO DA LINHA 2

Com a função G55 os valores pré-programados na segunda linha do registro, são chamados e ativados.

Outras características , veja G54.

G56 - DESATIVAR DESLOCAMENTO DO PONTO-ZERO DO GRUPO 2

Com a função G56, o deslocamento do ponto-zero (G57- linha 3), G58 - linha 4, e G59 - linha 5) do segundo grupo de registros da página de deslocamentos de origem, pode ser desativado. Os deslocamentos do 1º grupo não são influenciados. G56 deveria ser sempre utilizado ao final de cada programação.

G57 - ATIVAR O DESLOCAMENTO DO PONTO-ZERO DA LINHA 3

Com a função G57, os valores pré-programados na terceira linha da página de registros, são chamados e ativados.

Eles são auto-sustentáveis e poderão ser cancelados ou desativados somente com as funções G58 ou G59 ou G56.

G58 - ATIVAR O DESLOCAMENTO DO PONTO-ZERO DA LINHA 4

Com a função G58, os valores pré-programados na 4a. linha da página de registros, são chamados e ativados.

Outras características veja G57.

G59 - ATIVAR O DESLOCAMENTO DO PONTO-ZERO DA LINHA 5

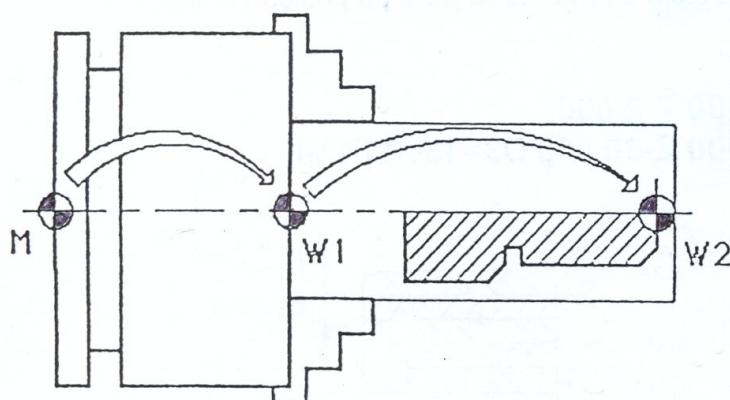
Com a função G59, os valores pré-programados na 5a. linha da página de registros, são chamados e ativados.

Outras características veja G57.

Observação: Se G59 é programado com G54 ou G55, os dois valores do deslocamento do ponto zero, serão somados.

FUNCÃO ESPECIAL DESTE COMANDO

Com a função G92, esta 5a. linha pode ser reeditado na programação de uma peça de trabalho.
Não se pode programar na mesma sentença G59 e G92.



MODE: EDIT POSITION SHIFT 3 DISTANCES in (mm)		

1 : X0000.000	Y0000.000	Z0000.000
2 : X0000.000	Y0000.000	Z0000.000
3 : X0000.000	Y0000.000	Z0000.000
4 : X0000.000	Y0000.000	Z0000.000
5 : X0000.000	Y0000.000	Z0000.000

G70 - SISTEMA EM POLEGADA

Uma peça de trabalho, pode ser programada no sistema de medidas em polegadas. A função G70 deve ser editada na primeira sentença do programa principal. Os valores das coordenadas serão entendidos em polegada e o avanço em 1/1000 polegadas ou 1/100 Inch/min.

G71 - SISTEMA MÉTRICO

A máquina já é programada automaticamente para o sistema métrico. Não há necessidade de se editar essa função.

Todos os valores são dados em milímetros e entendidos com um ponto decimal ou um.

G84 - CICLO DE DESBASTE

Antes da chamada deste ciclo, devemos posicionar a ferramenta num ponto de partida (pst) apropriado (G00 ou G01).

O trabalho poderá ser escolhido no sentido longitudinal ou transversal.

A posição da aresta da peça bruta, deverá ser descrita, com as coordenadas X e Z.

A sequência de edição das coordenadas, decide se o torneamento é longitudinal ou transversal. Primeiramente, são sempre programadas as coordenadas de posicionamento.

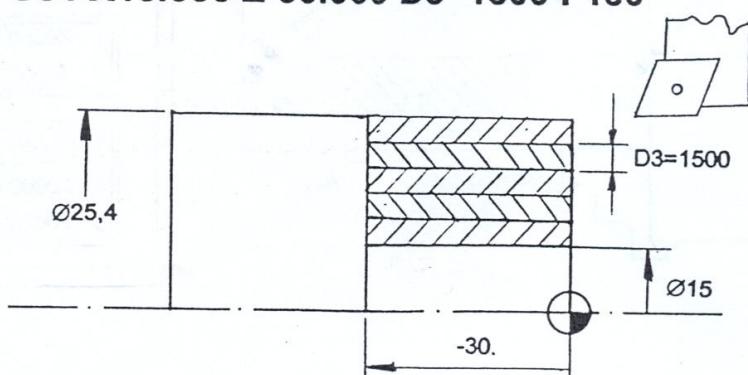
Trabalhos internos e externos são possíveis, posicionando-se o ponto de partida e o de contorno.

Exemplo:

OBS.: Neste caso a ferramenta irá usinar no sentido longitudinal até o Ø 15mm e Z -30.000 em relação ao ponto zero peça. Ao final de cada ciclo a ferramenta para na posição inicial, ou seja X25.400 Z 2.000.

N..... G00 X25.400 Z 2.000

N..... G84 X15.000 Z-30.000 D3=1500 F150



O posicionamento inicial está no eixo X. O ponto de contorno deverá ser inicialmente programado na coordenada X. Com o parâmetro D3, determina-se a profundidade de corte. Se o parâmetro D3 não é especificado o desbaste será feito em uma só vez, na profundidade total.

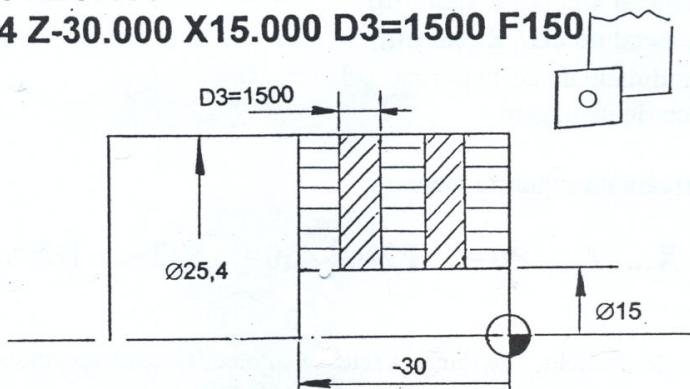
Exemplo de torneamento transversal

Exemplo:

OBS.: Neste caso a ferramenta a ferramenta irá usinar no sentido transversal até o Ø 15mm e Z -30.000 em relação ao ponto zero peça. Ao final de cada ciclo a ferramenta para na posição inicial, ou seja X25.400 Z 2.000.

N..... G00 X25.400 Z 2.000

N..... G84 Z-30.000 X15.000 D3=1500 F150

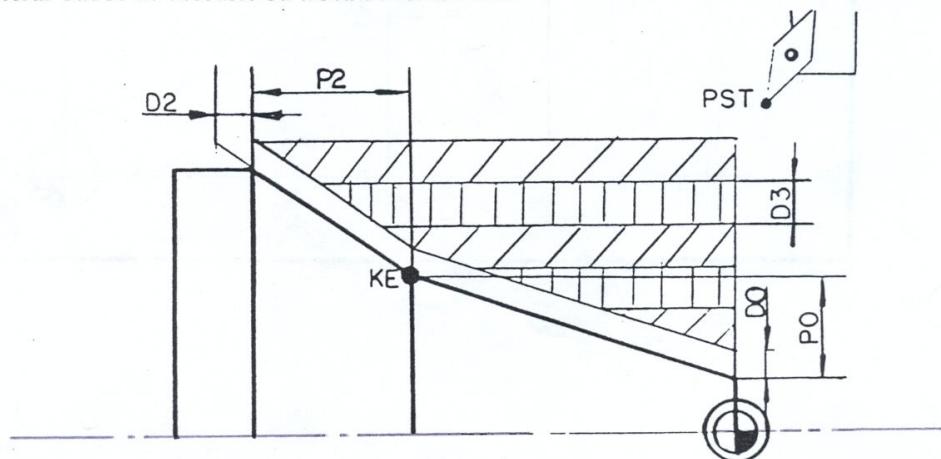


O posicionamento inicial esta no eixo Z.

O ponto de contorno devera ser inicialmente programado na coordenada Z.

Os ciclos de desbaste, podem também serem usados em peças de trabalho cônicas. Após a descrição do ponto de contorno KE, a conicidade correspondente, será programada no sentido do eixo X ou Z, (incremental partindo de "KE").

Da mesma forma programa-se no sentido do eixo X ou Z, o sobremetal. O último passe do ciclo, será então o corte do sobremetal sobre o contorno da peça de trabalho. Atenção: durante o ciclo, não é possível se alterar dados de desbaste ou troca de ferramenta.



ONDE:

G84 = Chamada do ciclo de desbaste

X = Diâmetro Final do desbaste

Z = Comprimento Final do desbaste

P0 = Medida do cone no eixo X (raio do 1º cone no eixo X em mm) em relação a KE.

P2 = Medida do cone no eixo Z (comprimento do 2º cone no eixo Z em mm)em relação a KE.

D0 = Sobremetal no eixo X (em μm)

D2 = Sobremetal no eixo Z (em μm)

D3 = Profundidade de corte por passada (em μm)

F = Avanço de usinagem

A sentença ficara da seguinte maneira:

N... G84 X... Z... P0=... P2=... D0=... D2=... D3=... F.....

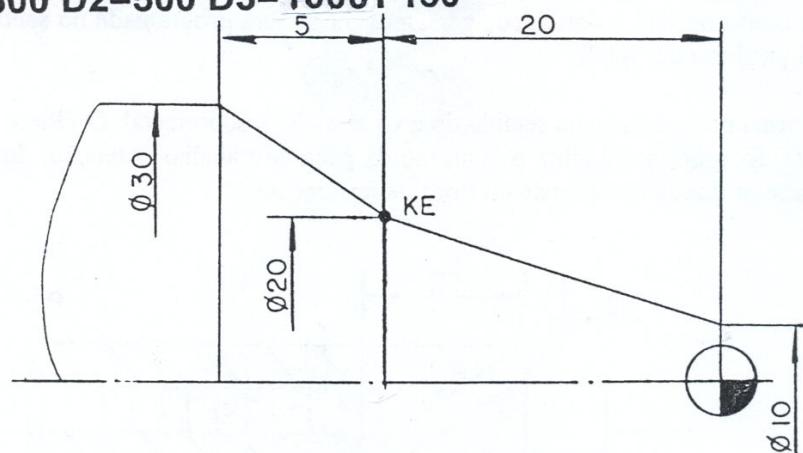
Após a execução do ciclo, a ferramenta retorna automaticamente ao ponto de partida.

Exemplo:

N..... G00 X30.000 Z 1.000

N..... G84 X20.000 Z-20.000 P0= - 5.000 P2= - 5.000

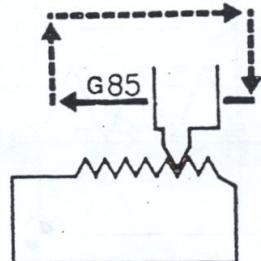
D0=500 D2=500 D3=1000 F150



85 - CICLO DE ROSQUEAR

Com o ciclo G85 podem-se programar roscas com ângulo de inclinação de 0° (rosca longitudinal) até 90° (rosca transversal).

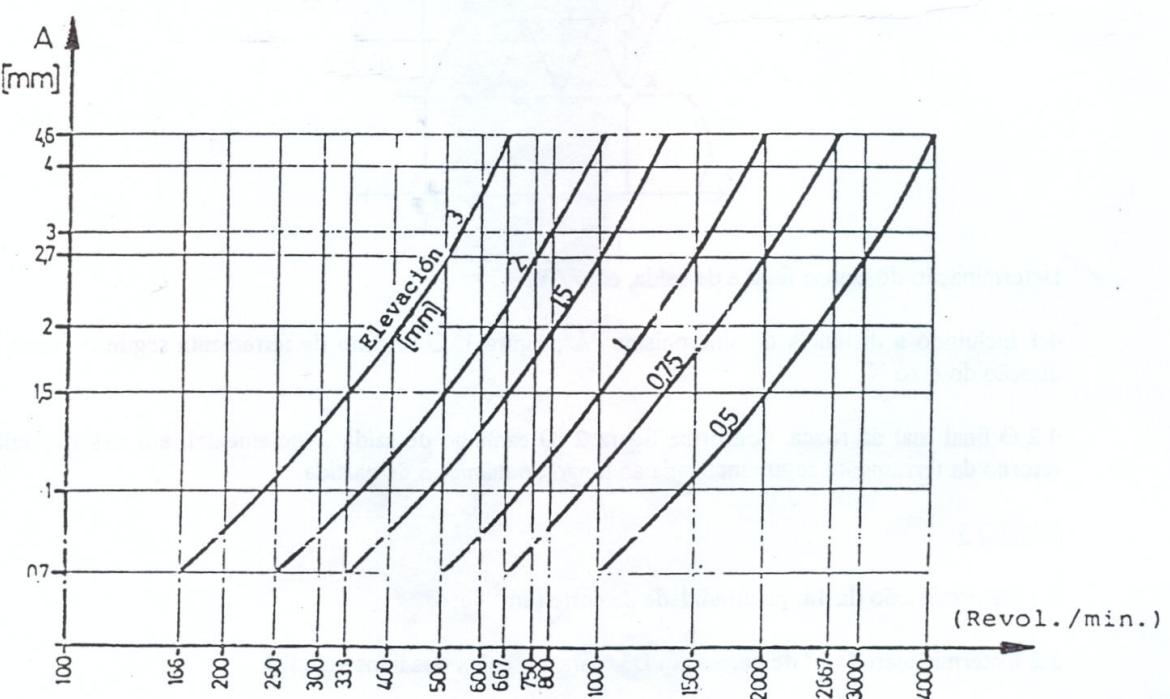
Podem-se usinar roscas a esquerda, a direita, bem como externas e internas.
A função G85 oferece imensas possibilidades de programação, o que a torna correspondentemente complexa.



A descrição é por isso feita em 10 passos, que correspondem a sequência de programação, utilizando como exemplo, o rosqueamento ao longo do eixo Z:

PASSO 1

Determinar o ponto de partida "Pst". Procurar na tabela 3 a distância de sincronismo "A".



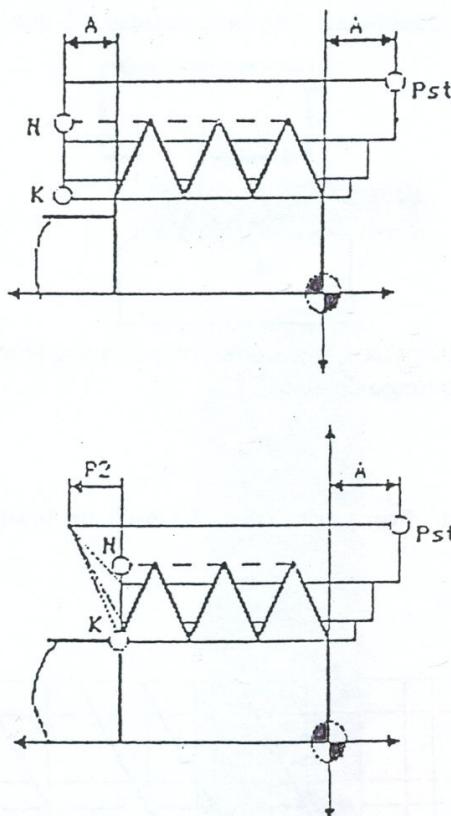
PASSO 2

Editar a função G85.

PASSO 3

Determinar com X ou U, o ponto final da rosca, escolhendo, ou o diâmetro nominal "N" da peça de trabalho, ou a profundidade da rosca "K".

PASSO 4



Determinação do ponto final e de saída, em Z/W.

4.1 Incluindo a distância de sincronismo "A", figura 1. O retorno da ferramenta segue o curso reto na direção do eixo X;

4.2 O final real da rosca, conforme figura 2. O caminho de saída é incremental, e é descrito em P2. O retorno da ferramenta segue inclinada ao longo do diâmetro de partida.

PASSO 5

5.1 Determinação da 1a. profundidade de corte (um) ou;

5.2 Determinação do nº de cortes em D3. para a escolha dos itens veja D7.

PASSO 6

Determinação do nº de roscas em vazio. Veja D4.

PASSO 7

Editar em D5 o angulo de posicionamento da ferramenta (angulo do flanco lateral de rosca em graus).

Exemplo:

D5 = 0 posição radial

D5 = 60 (posição do flanco lateral, métrico).

Somente os valores 0/40/55/60 e 80 são permitidos.

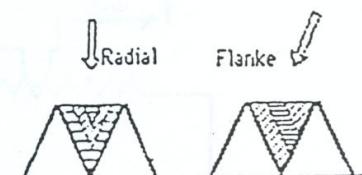
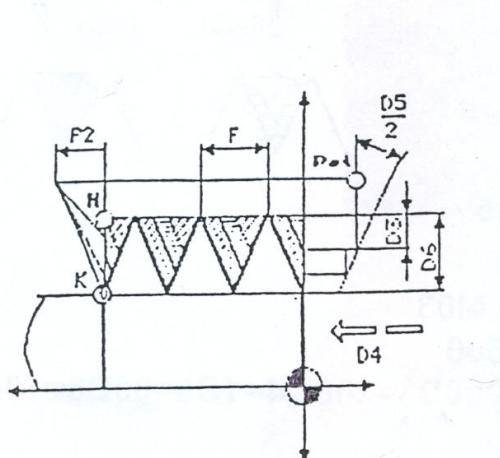
PASSO 8

Edição da profundidade da rosca (um) em D6.

PASSO 9

Determinação dos itens D7. (veja tabela)

- Editamos em D3 a 1a. profundidade ou no. de cortes?
- Editamos o ponto final, em X como diâmetro nominal (N), ou a profundidade da rosca (K)?
- A penetração da ferramenta deve ser constante ou decrescente?



Corte	Ponto final	Profundidade de corte (D3)
D7=0	Decrescente	Ø prof.
D7=1	Constante	Rosca
D7=2	Decrescente	Ø
D7=3	Constante	Nominal
D7=4	Decrescente	Ø Prof.
D7=5	Constante	Ø da rosca
D7=6	Decrescente	Ø
D7=7	Constante	nominal

1ª profundidade de corte número de cortes

PASSO 10

Edição do angulo do flanco (um) em F.

A sentença ficara da seguinte maneira:

G85 X... Z... P2=... D3=... D4=... D5=... D6=... D7=... F...

Após a execução do ciclo, a ferramenta voltara automaticamente ao ponto de partida.
Exemplo de ciclo de rosqueamento:

CICLO DE ROSQUEAMENTO (G85)

Exemplo:

G85 - Chamada para o Ciclo de Rosqueamento

X = Ø do núcleo (altura dos filetes)

Z = Comprimento final (incluindo a saída)

D3 = Profundidade de corte por passada (em μm) mícrons.

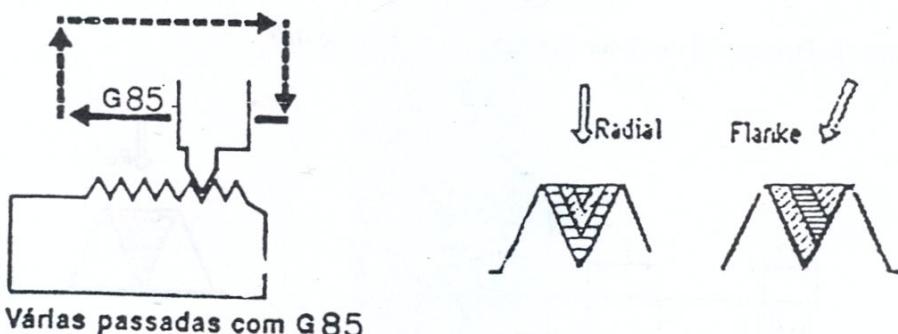
D4 = Número de passadas em vazio para acabamento.

D5 = 0 Posição Radial de corte

D5 = 60 Posição do Flanco lateral, métrico

D6 = Altura do filete (em μm) mícrons.

F = Passo da Rosca (em μm) mícrons.



Várias passadas com G 85

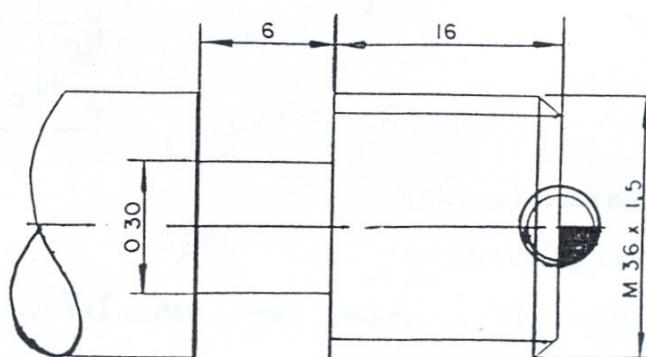
Exemplo:

N..T0707 G97 S1000 M03

N..G00 X37.000 Z 4.500

N..G85X34.000Z-18.000D3=200D4=1D5=60D6=1000

F1500



G86 - CICLO DE SANGRAR

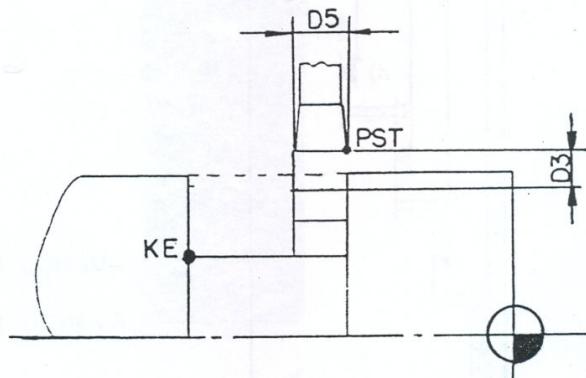
Antes da chamada deste ciclo, devemos posicionar a ferramenta num ponto de partida "PST" apropriado (G00 ou G01).

Com o ciclo G86, pode-se programar sangramentos radiais e axiais (longitudinais ou transversais), e como descrito em G84, este ciclo depende da posição do ponto de contorno "KE".

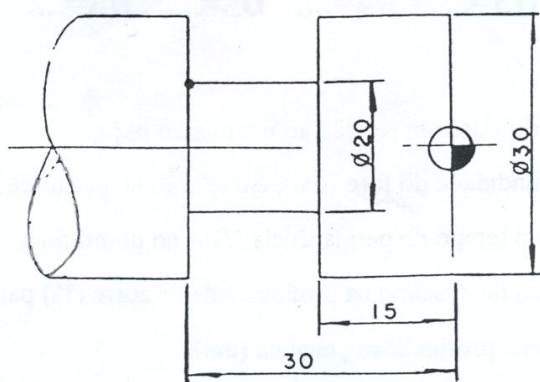
Pode-se optar entre um sangramento direto ate o diâmetro desejado, ou em passos, com quebra de cavaco.

Pode-se programar para cada nível de profundidade de sangramento, um tempo de retardo. No sangramento, em canais de largura maior que a ferramenta, o calculo de deslocamento da ferramenta, é feita automaticamente.

Exemplo: **G86 - Chamada para o Ciclo de Sangramento**
X e Z = KE = (\emptyset e Z) comprimento em relação ao ponto zero peça.
D3 = Profundidade de corte por passada (em μm) mícrons.
D4 = Tempo de Espera no fundo do canal em décimos de segundo.
D5 = Espessura do bedame em μm mícrons.



**N.....T0505 G96 S90 M04
N.....G00 X32.000 Z -15.000
N.....G86 X20.000 Z-30.000 D3=400 D4=10 D5=3000 F35**

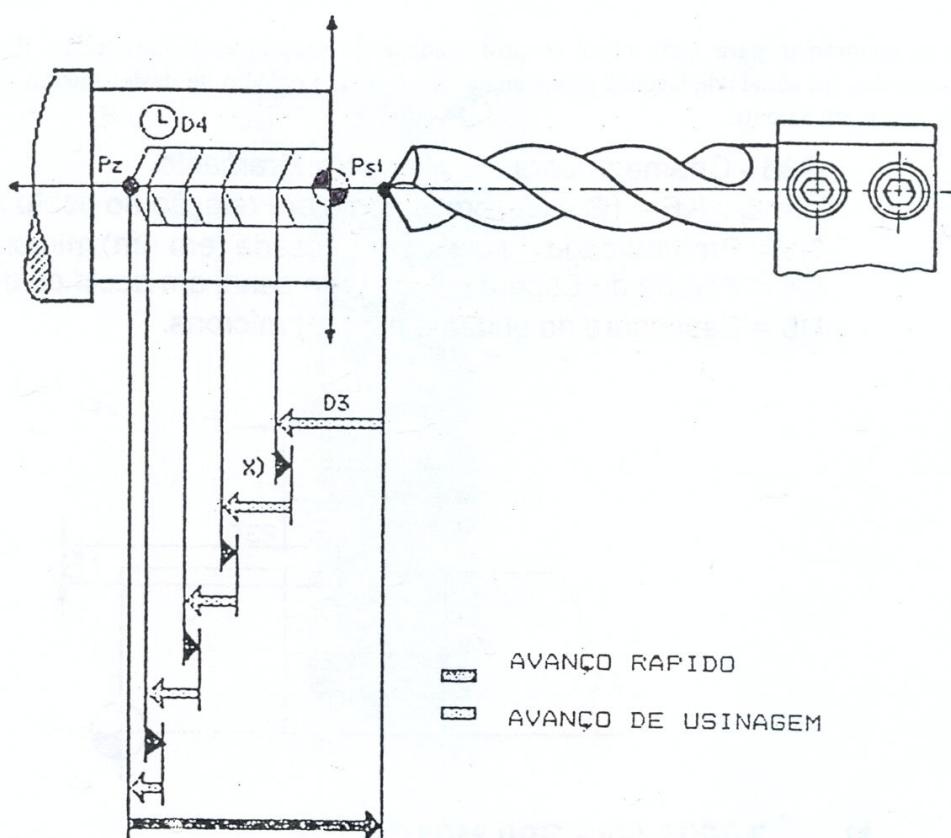


G87 - CICLO DE FURAÇÃO COM QUEBRA DE CAVACO E RETORNO PARCIAL

Antes da chamada deste ciclo, devemos posicionar a ferramenta num ponto de partida "PST" apropriado (G00 ou G01), ao longo do eixo X (X0.000).

A profundidade dos furos, poderá ser escolhida entre igual, ou porcentualmente decrescente, em relação a profundidade do primeiro furo.

O tempo de permanência na profundidade final do furo é programável.



A sentença ficará da seguinte maneira:

N... G87 Z.... D3=.... D4=.... D5=.... D6=....

X = 0 (centro da peça).

Z = Comprimento Final do Furo em relação ao ponto zero peça.

Em D3 é editado a profundidade do furo (um), em relação ao ponto de partida.

Em D4 pode-se editar um tempo de permanência 1/10s no ponto final.

Em D5 pode-se editar um decréscimo na profundidade de corte (%) para cada corte subsequente.

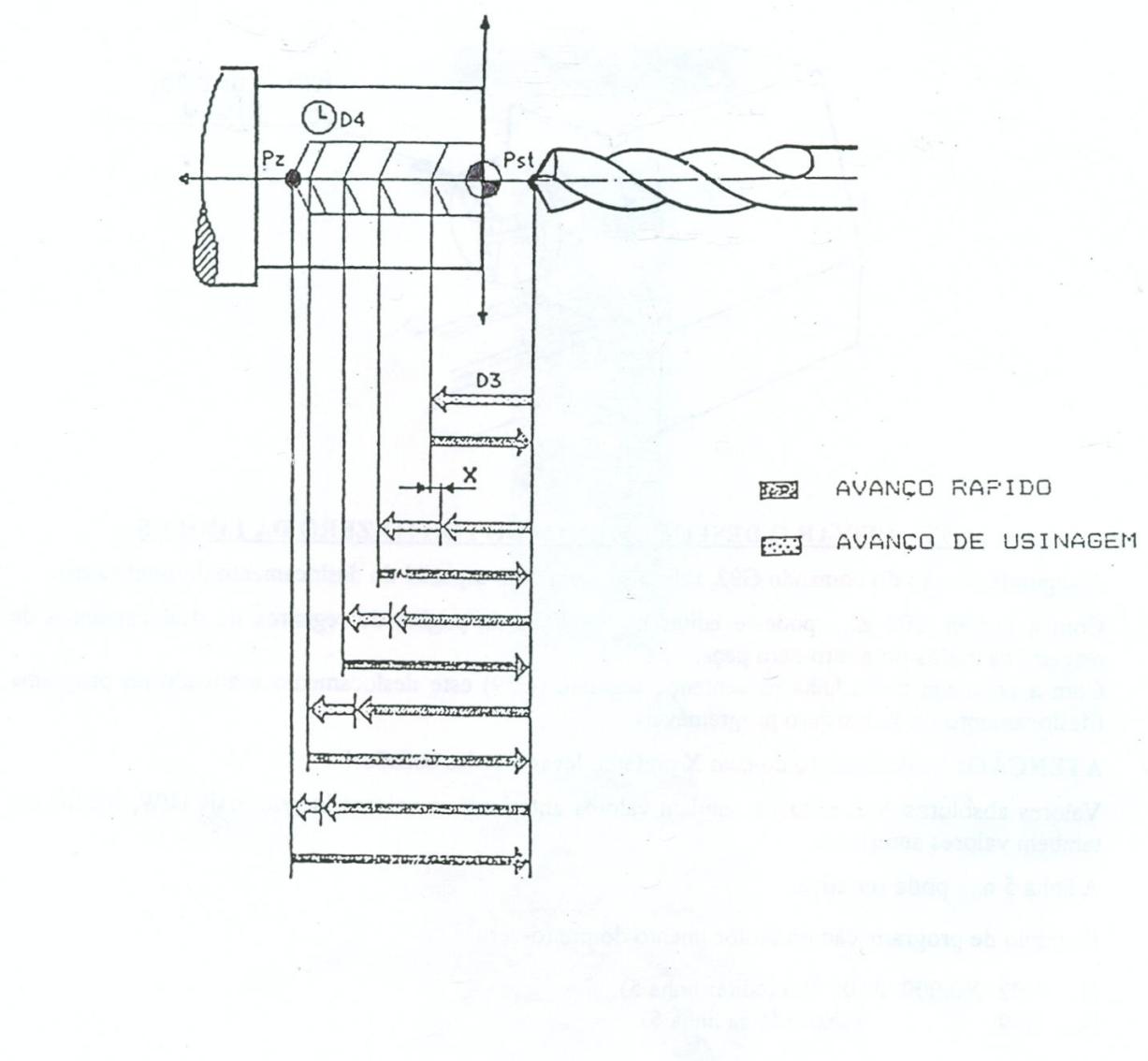
Em D6 pode-se editar uma profundidade mínima (um).

Após cada ciclo, a ferramenta voltará automaticamente ao ponto de partida.

G88 - CICLO DE FURAÇÃO, COM QUEBRA CAVACO E RETORNO TOTAL AO PONTO INICIAL

O ciclo G88 é programado igual ao ciclo G87!

Somente o movimento de penetração e retorno é diferente.



A sentença ficará da seguinte maneira:

G88 Z.... D3=.... D4=.... D5=.... D6=....

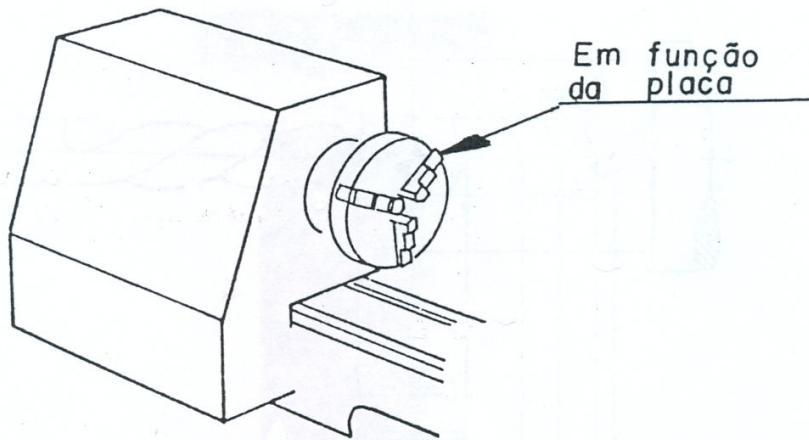
G92 - LIMITAÇÃO DE ROTAÇÃO DO FUSO

Com a função G92, pode-se limitar a velocidade máxima da rotação do fuso, dentro de um programa.

Edita-se esse valor, no endereço S.

Esta função encontra aplicação em conjunto com a velocidade de corte programável.

Não se deve programar outras funções na mesma sentença.



G92 - ATIVAR O DESLOCAMENTO DO PONTO-ZERO DA LINHA 5

A segunda função do comando G92, refere-se a um caso especial do deslocamento do ponto zero.

Com a ordem G92 Z.... pode-se editar na 5a. linha da pagina de registros de deslocamentos de origem, os dados do ponto-zero peça.

Com a chamada desta linha na sentença seguinte (G59) este deslocamento é ativado no programa (deslocamento do ponto zero programável).

ATENÇÃO: Deslocamento no eixo X poderão levar a sérias colisões!

Valores absolutos X/Z editados, anulam valores anteriores, e valores incrementais U/W, modificam também valores anteriores.

A linha 5 não pode ser ativa.

Exemplo de programação do deslocamento do ponto-zero.

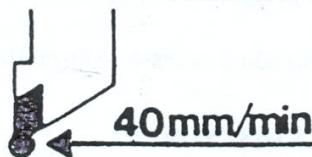
N... G92 X0.000 Z100.000 (editar linha 5)

N... G59 (chamada da linha 5)

G94 - AVANÇO EM mm/minuto

Com a edição da função G94, todos os valores programados seguintes em F, serão entendidos como milímetros/minuto.

GOI PARA TORNEAMENTO

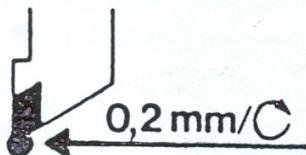


G95 - AVANÇO EM mm/rotação

Com a edição da função G95 todos os valores programados seguintes em F, serão entendidos em mm/rotação.

Esta função é estado inicial da maquina, por isso não é necessário programá-la.

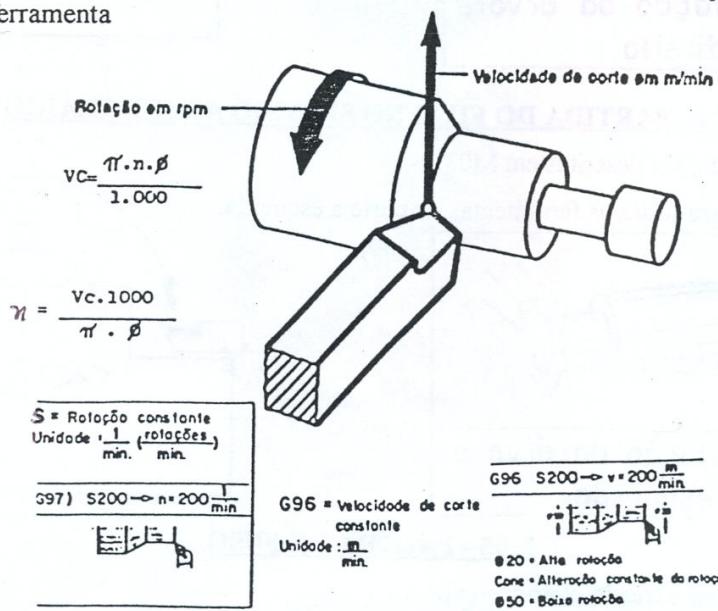
GOI PARA TORNEAMENTO



G96 - VELOCIDADE DE CORTE CONSTANTE

Com a edição da função G96 todos os valores programados seguintes em S, serão entendidos como m/minuto.

Esta função calcula a rotação em relação ao diâmetro, que esta sendo usinado, para garantir uma alta durabilidade da ferramenta



G97 - ROTAÇÃO CONSTANTE

Com a edição da função G97, todos os valores programados seguintes em S serão entendidos em RPM.

Esta função é estado inicial da maquina, por isso não é necessário programá-la.

10 - FUNÇÕES M

M00 - PARADA INTERMEDIÁRIA PROGRAMÁVEL

Este comando para a execução do programa.

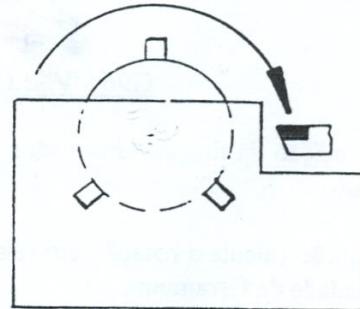
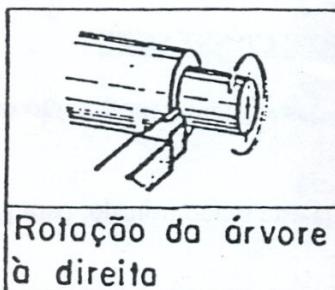
O fuso principal, avanço e refrigeração são desligados. A porta pode ser aberta, sem disparo do alarme.

Com a partida da maquina pode-se dar a continuação do programa.

M03 - PARTIDA DO FUSO NO SENTIDO HORÁRIO

O fuso principal funciona nas seguintes condições: quando é programada uma rotação ou velocidade de corte, a porta esta fechada e uma peça de trabalho fixada corretamente na placa.

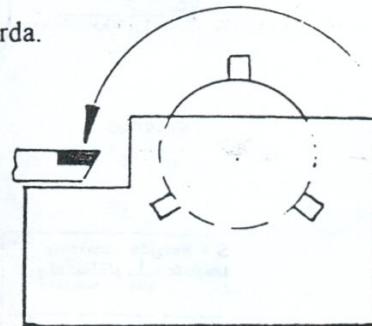
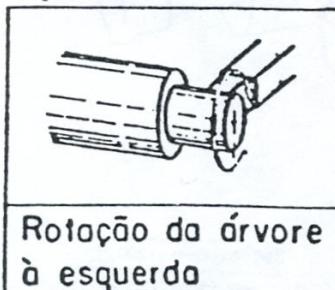
M03 deve ser usado para todas as ferramentas de corte a direita.



M04 - PARTIDA DO FUSO NO SENTIDO ANTI-HORÁRIO

Valem as mesmas condições descritas em M03.

M04 deve ser usado para todas as ferramentas de corte a esquerda.



M05 - PARADA DO FUSO

O acionamento principal é freado eletricamente.

Para se evitar danos a maquina (correia de tração) não é aconselhável a mudança direta de rotação do fuso. Em fim de programa, o fuso é desligado automaticamente.

M08 - REFRIGERAÇÃO LIGADA

A bomba de refrigeração é ligada.

Entretanto, por meio da tecla correspondente no painel de comando pode-se ligar e desligar manualmente a bomba de refrigeração.

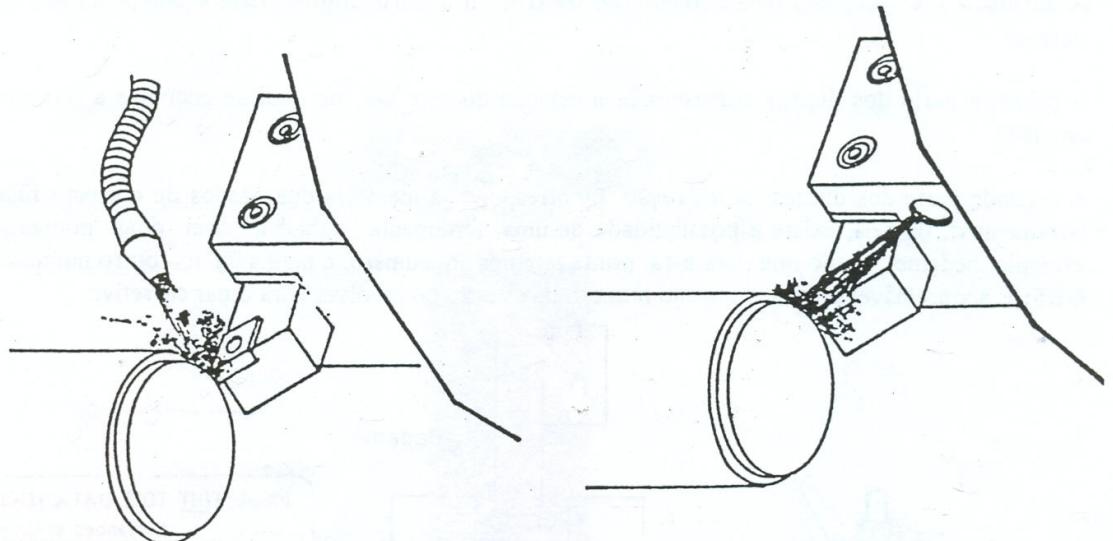


Fig. a Fluido refrigerante conduzido por mangueira flexível.

Fig. b: Fluido refrigerante conduzido através do porta-ferramenta.

M09 - REFRIGERAÇÃO DESLIGADA

A bomba de refrigeração é desligada.

Entretanto, por meio da tecla correspondente no painel de comando, pode-se desligar manualmente a bomba de refrigeração.

Em fim de programa, a bomba é desligada automaticamente.

M17 - FIM DE SUB-ROTINA

Este comando deve ser usado ao final de toda sub-rotina.

Ele contém o retorno ao programa principal.

Não se deve programar outro comando na mesma sentença

M30 - FIM DE PROGRAMA

Com M30 todos os acionamentos são desligados e o computador volta ao inicio do programa.

11 - TROCA DE FERRAMENTA T

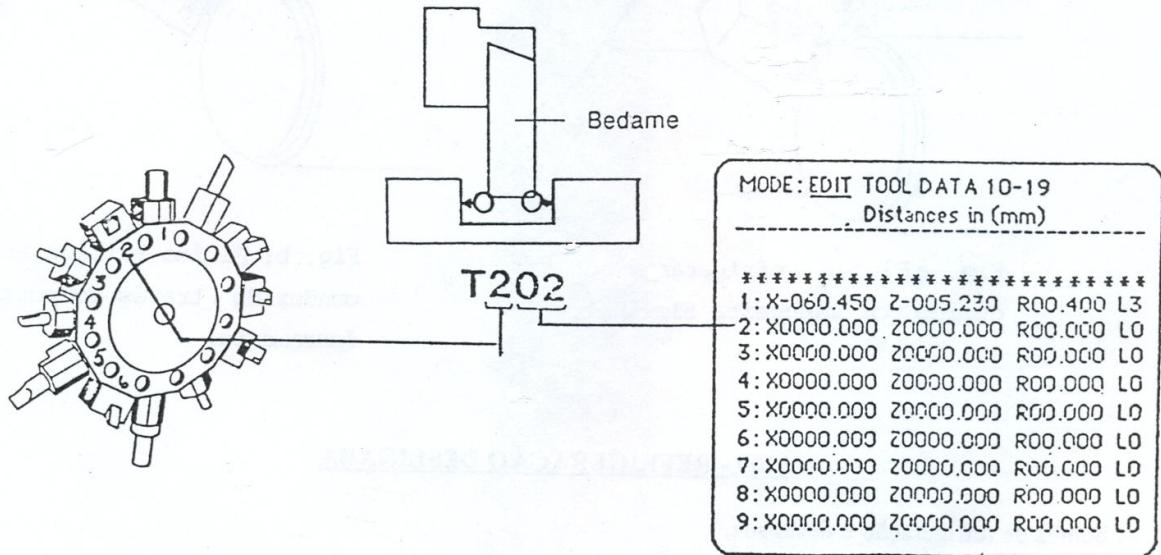
Caso tenhamos a garantia que o revolver se encontre em uma posição na qual possa tombar livre de colisão, então pode ser dada a instrução T para a chamada da ferramenta desejada, e traze-la para a posição de trabalho.

A instrução T é composta pela **introdução de três ou quatro dígitos**. Esta é composta por **duas partes**:

A primeira parte dos dígitos corresponde a estação do revolver, no qual se encontra a ferramenta desejada.

A segunda parte dos dígitos na instrução T corresponde a memória dos "dados de correcto fina de ferramentas", ou seja, existe a possibilidade de uma ferramenta trabalhar com duas pontas (por exemplo: bedame), sendo que para a 1a. ponta teremos um numero, e para a 2a. um outro numero.

OBS: É aconselhável utilizar o mesmo numero da estação do revolver para o par corretivo.



12 - AVANÇO F

Esta função define ao comando o deslocamento que os carros vão realizar.
Estes avanços dependem das funções G94 ou G95.

ACABAMENTO DA SUPERFÍCIE		RAIO DA PONTA DA FERRAMENTA (mm)				
		0,4	0,8	1,2	1,6	2,4
Ra (µm)	Rt (µm)	AVANÇO DA FERRAMENTA EM mm/rotação				
0,6	1,6	0,07	0,10	0,12	0,14	0,17
1,6	4,0	0,11	0,15	0,19	0,22	0,26
3,2	10	0,17	0,24	0,29	0,34	0,42
6,3	16	0,22	0,30	0,37	0,43	0,53
8,0	25	0,27	0,38	0,47	0,54	0,66
32	100	-	-	-	1,08	1,32

13 - EXECUÇÃO DE PROGRAMA

Ao usinar uma peça, é necessário que o programa da mesma tenha sido memorizado no CNC e após, este seja selecionado para ser executado.

SEQUÊNCIA PARA A SELEÇÃO DO PROGRAMA

A seleção do programa, normalmente é feita pressionando-se a tecla referente a execução do programa ou modo automático, em seguida digitando-se o número do programa e a tecla de entrada de dados.

Antes de iniciar a usinagem da peça, podemos selecionar quatro opções básicas.

TESTE DO PROGRAMA SEM MOVIMENTO DOS EIXOS E DA PLACA

O teste do programa pode ser feito executando-se a sequência anteriormente descrita e em seguida selecionando-se o modo teste e pressionando-se a tecla de inicio de ciclo.

Esta opção permite ao operador, verificar o programa CNC a fim de evitar-se qualquer falha de programação.

USINAGEM DA PEÇA BLOCO A BLOCO

Esta opção poderá ser feita executando-se a sequência anteriormente descrita e em seguida selecionando-se o modo de operação Bloco a Bloco.

A peça será usinada em etapas, isto é, sentença por sentença do programa CNC a medida que pressiona-se a tecla de inicio do ciclo, tantas vezes quanto forem as sentenças do programa.

Assim sendo, o operador poderá analisar cada etapa da usinagem para a primeira peça do lote (TRAY-OUT).

USINAGEM DA PEÇA NO MODO AUTOMÁTICO

A peça poderá ser usinada de modo automático e completo pelo CNC, executando-se a sequência anteriormente descrita e em seguida pressionando-se a tecla de inicio de ciclo, uma única vez.

Nesta opção, o operador poderá controlar os movimentos dos eixos através do botão regulador de avanços, localizado no painel de comando.

TESTE DO PROGRAMA COM MOVIMENTO DOS EIXOS E DA PLACA

Esta opção poderá ser feita executando-se a sequência anteriormente descrita e em seguida selecionando-se a tecla de teste.

Esse teste de programa permite ao operador verificar se o percurso da ferramenta está de acordo com o desejado, porém não podemos realizar o mesmo com a peça na máquina, pois a velocidade é equivalente ao avanço rápido.

14 - SEGURANÇA

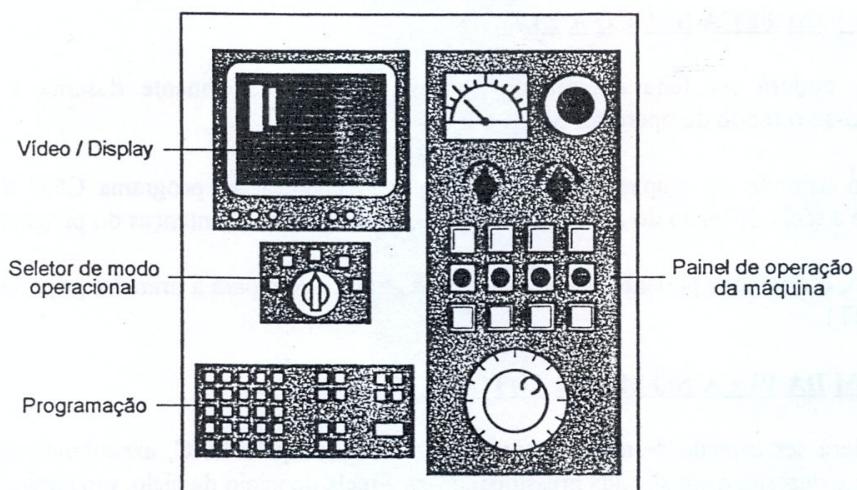
Por ser um equipamento totalmente automático, apresenta movimentos rápidos e altas rotações, tanto da ferramenta como da peça a ser usinada, e é necessário que o operador esteja atento no manuseio agindo sempre com muita atenção mesmo nas operações mais simples.

AÇÃO NAMENTO DAS TECLAS DO PAINEL DE COMANDO

No painel de comando existe uma chave de segurança(emergência) que deverá ser imediatamente acionada assim que o operador verificar algum risco de acidente.

O operador deverá ser extremamente cuidadoso ao digitar dados no painel de comando, bem como no acionamento das teclas de operação, confirmando sempre o valor digitado antes de acionar a tecla de entrada de dados para a memória do CNC. O erro na digitação de um algarismo ou mesmo de um sinal, poderá ocasionar sérias colisões da ferramenta com a peça ou com os meios de fixação.

Sempre que acionar uma tecla de operação em qualquer modo de trabalho, que permita a movimentação da ferramenta deverá fazê-lo com muita certeza.



VERIFICAÇÃO DA PEÇA EM BRUTO

E muito importante que o operador verifique as dimensões da peça em bruto antes de ser usinada.

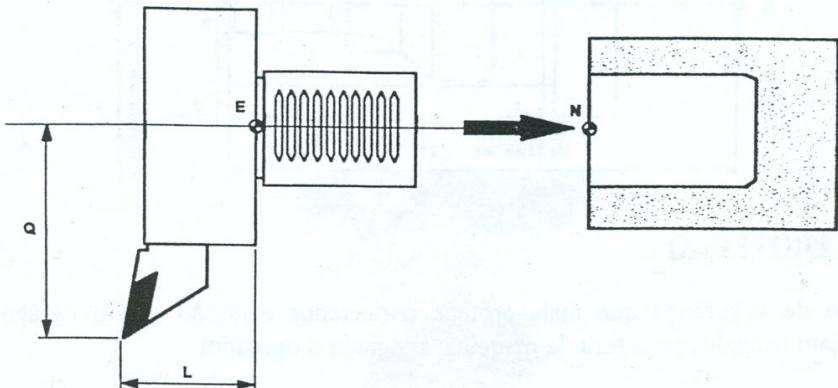
Havendo uma variação muito grande de sobremetal, poderá ocorrer acidentes graves devido a colisão da ferramenta com a peça.

Portanto, a peça que apresentar um sobremetal excessivo, deverá ser separada do lote.

MEDIDAS DAS FERRAMENTAS

O operador deverá verificar as medidas das ferramentas com rigorosa atenção na preparação da máquina ou na troca de qualquer ferramenta que se desgaste durante a usinagem.

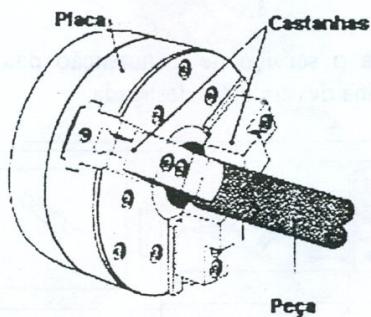
Um erro no momento da leitura das medidas das ferramentas ou no ato de digitar as medidas pelo painel CNC, poderão provocar colisões das ferramentas com a peça a ser usinada.



FIXAÇÃO DA PEÇA

A fixação das peças deverá ser feita de forma muito segura pois no momento da usinagem a peça recebe grandes esforços de corte e, com uma fixação deficiente, a peça poderá soltar-se provocando graves acidentes.

Para dispositivos de fixação hidráulicos ou pneumáticos, o operador deverá verificar e, se necessário, ajustar a pressão de fixação para estes dispositivos.

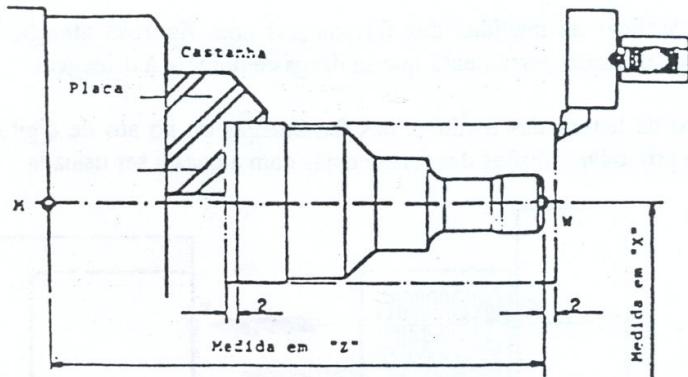


VERIFICAÇÃO DO PONTO ZERO DA PEÇA

A verificação do ponto zero da peça deverá ser feita com rigorosa atenção pelo operador.

A observação das medidas bem como a digitação destas pelo painel de comando, deverão ser executadas pelo operador com extrema atenção.

Um erro na leitura das medidas ou na digitação para o campo de dados do ponto zero da peça, poderão provocar colisões graves ou a usinagem da peça fora das medidas.



PORtAS DE PROTEÇÃO

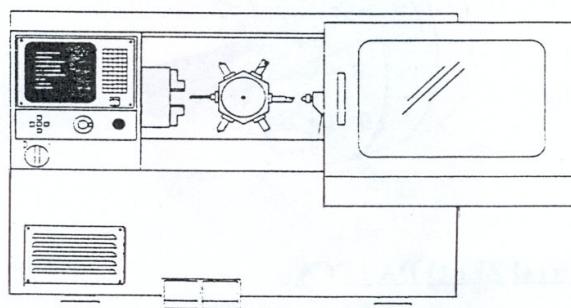
Este é o meio de segurança que mais protege o operador evitando que o cavaco e o líquido refrigerante sejam lançados para fora da máquina, atingindo o operador.

As portas de proteção recebem um dispositivo que desliga a máquina assim que a mesma seja aberta, interrompendo o ciclo automático de usinagem. Em hipótese alguma este dispositivo deverá ser desligado pelo operador, mesmo porque não há necessidade uma vez que a porta de proteção possui uma chapa reforçada de acrílico, permitindo que o operador visualize a usinagem da peça.

O operador que insistir em operar a máquina com a porta de proteção aberta estará correndo risco de se acidentar, por exemplo, no momento de uma colisão de uma ferramenta com a peça, o operador estará totalmente desprotegido.

O mesmo vale dizer as chapas de proteção que envolvem as outras partes da máquina e as partes do armário eletro-eletrônico.

Somente pessoas autorizadas para o serviço de manutenção das máquinas deverão remover tais proteções e, mesmo assim, a máquina deverá estar desligada.



CUIDADOS COM O CAVACO

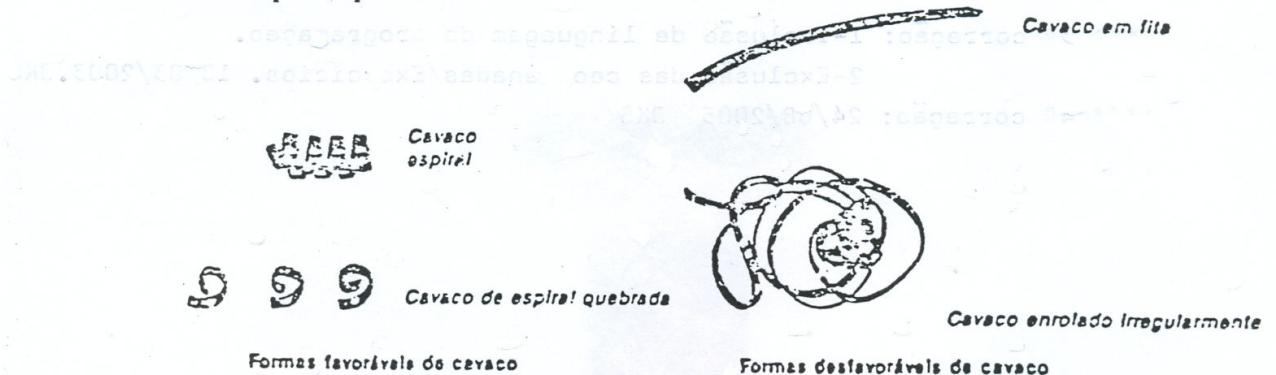
Durante a usinagem há o aparecimento dos cavacos em grandes volumes e altas temperaturas.

A maioria das máquinas CNC estão equipadas com uma esteira transportadora de cavacos que pode ser acionada pelo operador quando desejar remove-los.

Porem, muitas vezes, haverá a necessidade do operador remover alguns cavacos que estejam presos entre as ferramentas ou nos dispositivos de fixação. Neste caso o operador deverá fazer com muito cuidado, usando sempre as luvas de proteção e dispositivos para puxar o cavaco.

A insistência de não se usar tais equipamentos de segurança poderá causar sérios acidentes ao operador, como por exemplo, cortes profundos e queimaduras nas mãos, etc.

Cabe lembrar, que o uso de óculos de proteção se faz indispensável em qualquer forma de uso ou manuseio de máquinas operatrizes a CNC.



LIMPEZA

A limpeza das máquinas de CNC se faz necessário para um bom funcionamento e garantia de uma maior vida útil da máquina, apesar de possuírem proteções nas partes mais expostas às impurezas provenientes da usinagem.

Portanto, antes de períodos razoavelmente longos em que a máquina deve permanecer desligada, é muito importante fazer a limpeza, principalmente nas partes expostas como por exemplo:

- Barramentos;
- Dispositivos de fixação de ferramentas;
- Placas de fixação e contra-ponta.

* FERRAMENTAS			
T0101 FERRAMENTA DE DESBASTE	T0202 FERRAMENTA DE ACABAMENTO	T0303 FERRAMENTA NEUTRA	T0404 FERRAMENTA DE ACABAM. ESQUERDA
T0505 BEDAME	T0606 BROCA DE CENTRO	T0707 FERRAMENTA DE ROSQUEAMENTO À DIR.	T0808=T0000 FERRAMENTA PADRÃO

Este documento é de propriedade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Sua circulação, uso e divulgação são sujeitos a restrições legais.

Este documento é de propriedade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Sua circulação, uso e divulgação são sujeitos a restrições legais.

* 1^a correção: 12/12/2000. JKS

** 2^a correção: 18/02/2002. JKS

*** 3^a correção: 1-Inclusão de linguagem de programação.

2-Exclusão das coordenadas/Exercícios. 10/03/2003. JKS

**** 4^a correção: 24/08/2005 JKS

CADERNO

DE

EXERCÍCIOS

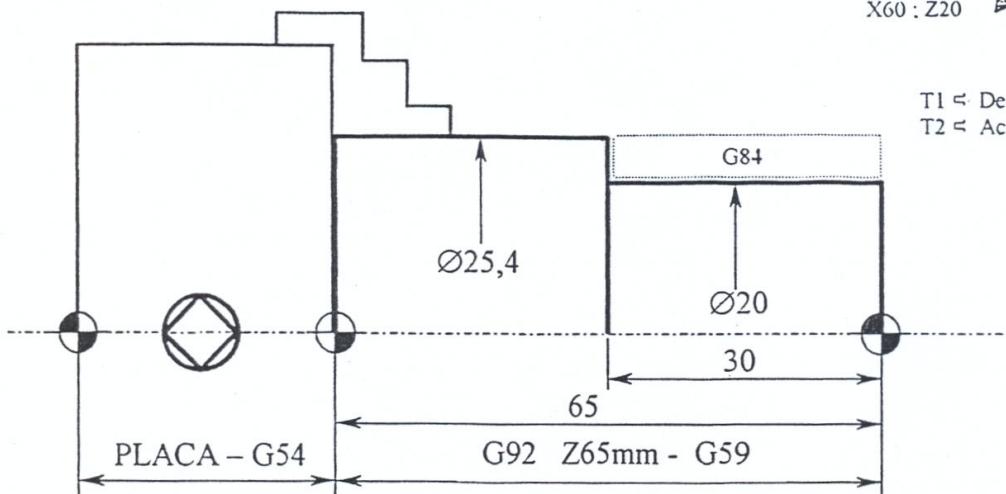
TORNO CNC

EXEMPLO : Exercício nº 1

Ponto
de Troca
X60 : Z20

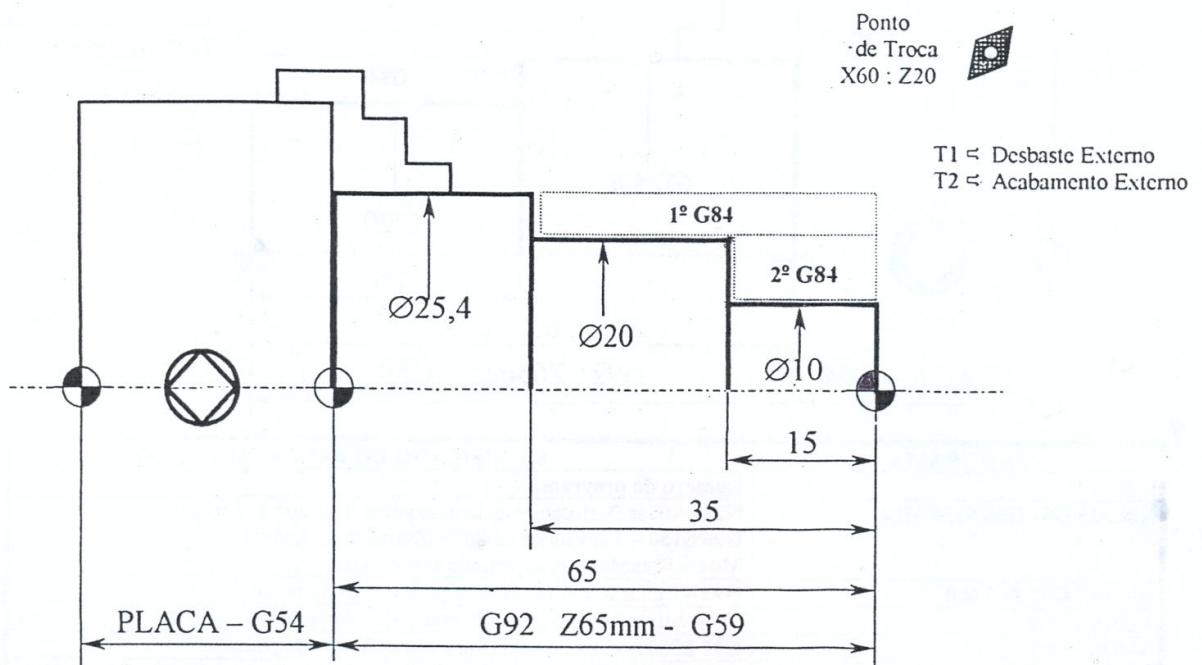


T1 ⇄ Desbaste Externo
T2 ⇄ Acabamento Externo



PROGRAMA	SIGNIFICADO DO PROGRAMA
O0001	Número do programa
N0000 G53 G56 G71 G40	Linha de segurança
N0010 G54 G96 S150 M04	G54- Ativar Deslocamento do ponto zero do grupo 1 -Linha 1 G96 S150 – Velocidade de Corte Constante 150m/min M04 – Rotação da placa sentido anti-horário
N0020 G92 Z65.000	G92 – Editar o comprimento da peça que é 65mm em Z
N0030 G59	G59- Ativar Deslocamento do ponto zero do grupo 2 - Linha 5
N0040 G92 S2500	G92 S2500 – Limitação de Rotação em função da placa
N0050 T0101 G00 X25.4 Z3	T0101 – T01 Chamada da ferramenta alocada na posição nº 1 do revólver ferramentas 01 – Chamada do corretor da ferramenta, compensa o comprimento da ferramenta, para não haver colisão com a peça G00 X25.4 Z3. – Deslocamento em avanço rápido até o Ø25.4mm e Z3mm da face da peça, ou seja em relação ao ponto zero peça
N0060 G84 X21. Z-29.9 D3=1000 F150	G84 – Ciclo de Desbaste até o Ø21mm e comprimento 29.9mm da face da peça, ou seja, deixando sobremetal para acabamento com D3=1000(µm) Profundidade de corte 1mm por passada e F 150(µm) avanço de 0.15mm/rotação
N0070 G00 X60. Z20.	G00 X60. Z20. – Deslocamento em avanço rápido até o Ø60mm e Z20mm da face da peça, ou seja em relação ao ponto zero peça, para Troca de ferramenta (ponto de troca)
N0080 T0202 S200	T0202 – T02 Chamada da ferramenta alocada na posição nº 2 do revólver ferramentas 02 – Chamada do corretor da ferramenta, compensa o comprimento da ferramenta, para não haver colisão com peça S200 – Velocidade de Corte Constante 200m/min.
N0090 G00 G42 X20. Z3.	G00 G42 X20. Z3. – Deslocamento em avanço rápido até o Ø20mm e Z3mm da face da peça, com G42 ativo, ou seja, com compensação de raio à direita do contorno da peça.
N0100 G01 Z-30. F100	G01 Z-30. – Deslocamento em avanço de usinagem até o Ø20mm e Z30mm da face da peça, e avanço de F de 100(µm) avanço de 0,10mm/rotação
N0110 X27.	X27. – Deslocamento em avanço de usinagem até o Ø27mm e Z30mm da face da peça, e avanço de F de 100(µm) avanço de 0,10mm/rotação
N0120 G00 G40 X60. Z20.	G00 G40 X60. Z20. – Deslocamento em avanço rápido até o Ø60mm e Z20mm da face da peça, ou seja em relação ao ponto zero peça, para o ponto de troca, com G40 descompensação do raio da ferramenta nº 2
N0130 G53 G56 T0000	G53 - Desativar deslocamento do ponto zero grupo 1 – linha 1 G56 - Desativar deslocamento do ponto zero grupo 2 – linha 5 T0000 – Cancela qualquer corretor de ferramenta que esteja ativo
N0140 M30	M30 – Fim de programa com retorno à 1ª sentença

Exercício: Faça o Programa da peça abaixo utilizando ciclo de desbaste longitudinal

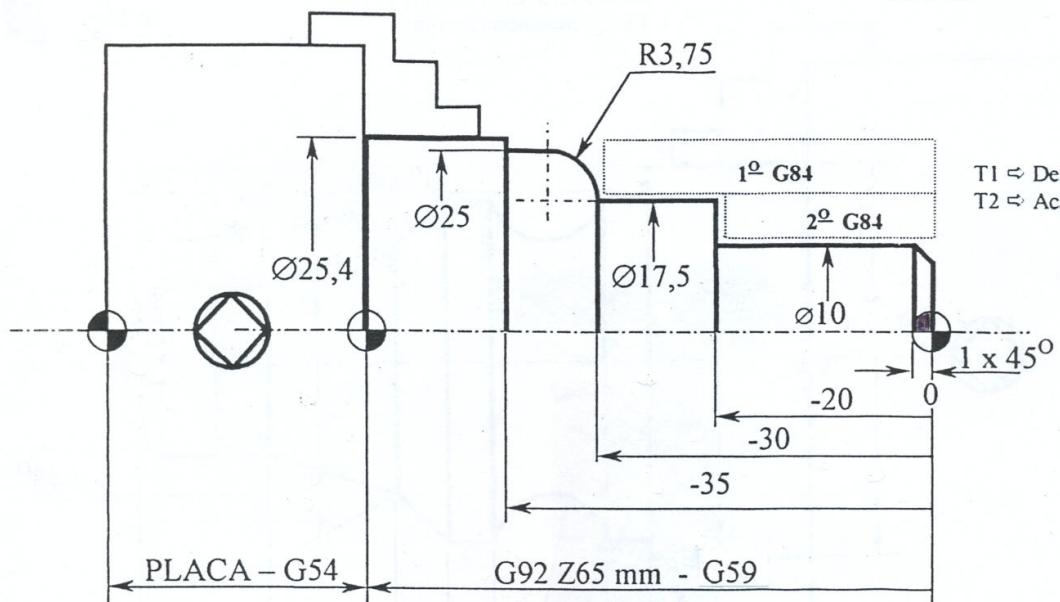


PROGRAMA	
O	
N0000	
N0010	
N0020	
N0030	
N0040	
N0050	
N0060	
N0070	
N0080	
N0090	
N0100	
N0110	
N0120	
N0130	
N0140	
N0150	
N0160	
N0170	
N0180	
N0190	
N0200	

EXERCÍCIO: Faça o programa utilizando ciclo de desbaste longitudinal e interpolação circular

Ponto
de Troca
X60 : Z20

T1 ⇄ Desbaste Externo
T2 ⇄ Acabamento Externo

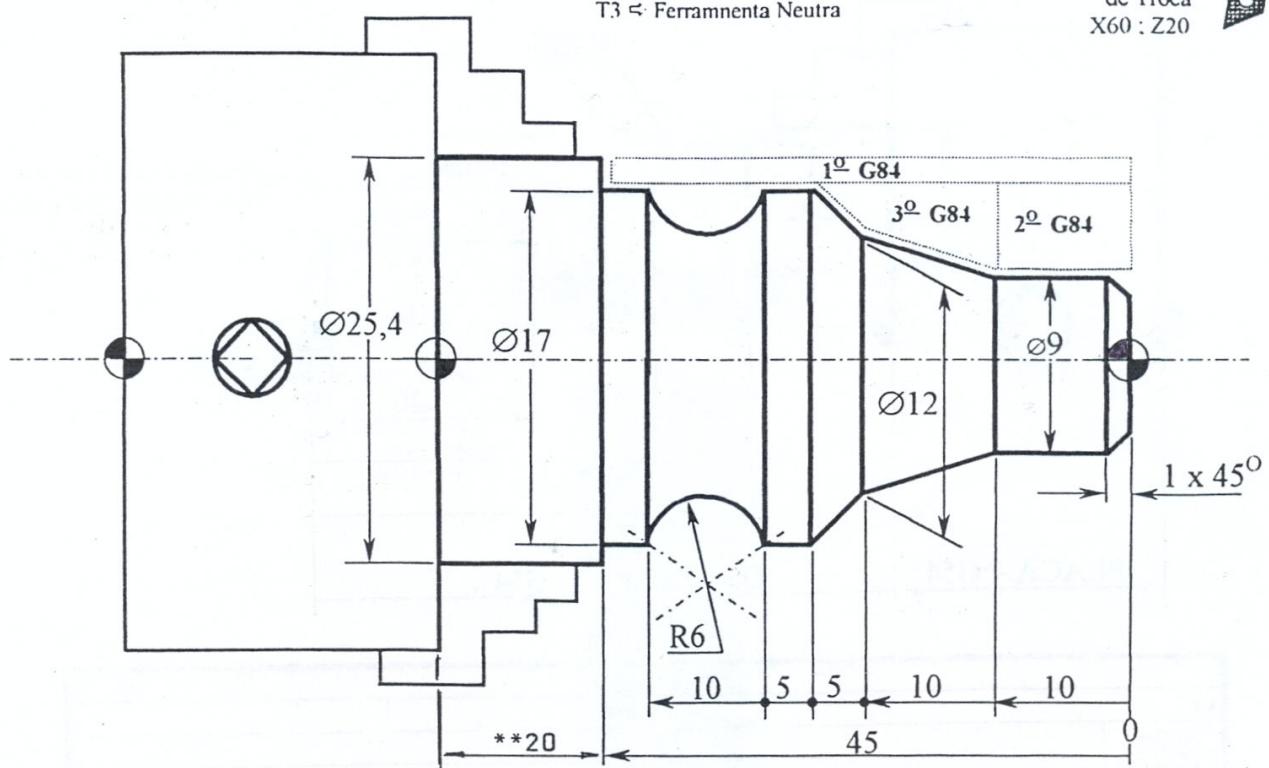


PROGRAMA	
O	
N0000	
N0010	
N0020	
N0030	
N0040	
N0050	
N0060	
N0070	
N0080	
N0090	
N0100	
N0110	
N0120	
N0130	
N0140	
N0150	
N0160	
N0170	
N0180	
N0190	
N0200	
N0210	
N0220	
N0230	
N0240	
N0250	
N0260	

Exercício : Faça o programa da peça abaixo utilizando ciclo de desbaste cônico e interpolação circular

T1 ⇄ Desbaste Externo
T2 ⇄ Acabamento Externo
T3 ⇄ Ferramnenta Neutra

Ponto
de Troca
X60 : Z20



PROGRAMA

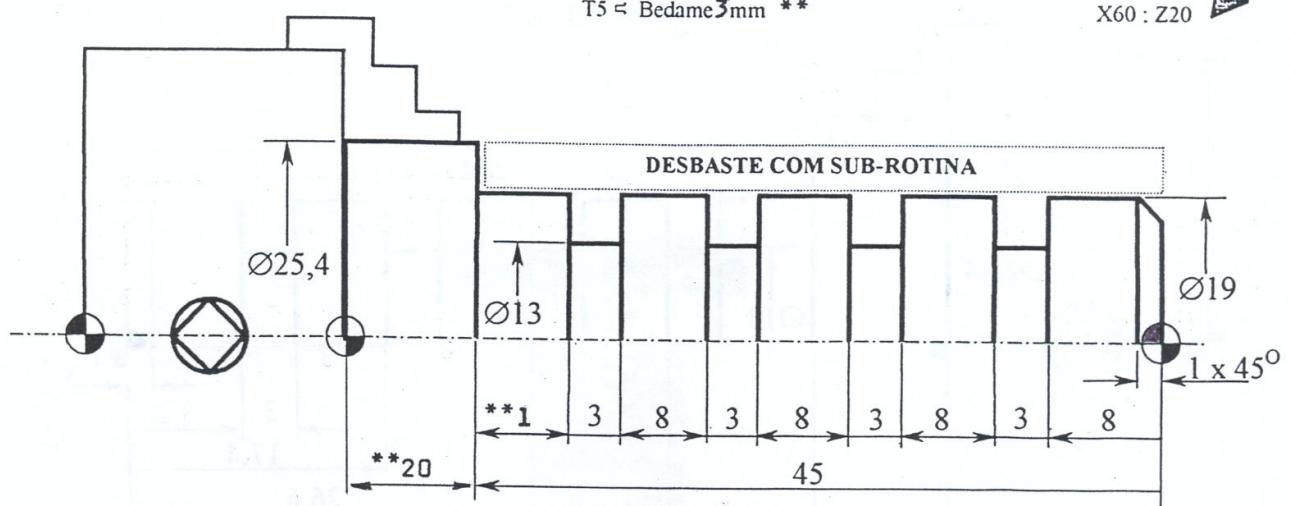
O

N0000		N0170	
N0010		N0180	
N0020		N0190	
N0030		N0200	
N0040		N0210	
N0050		N0220	
N0060		N0230	
N0070		N0240	
N0080		N0250	
N0090		N0260	
N0100		N0270	
N0110		N0280	
N0120		N0290	
N0130		N0300	
N0140		N0310	
N0150		N0320	
N0160		N0330	

EXERCÍCIO: Faça o programa da peça abaixo utilizando sub-rotina para o desbaste da peça e os canais

T1 ≤ Desbaste Externo
T2 ≤ Acabamento Externo
T5 ≤ Bedame 3mm **

Ponto
de Troca
X60 : Z20

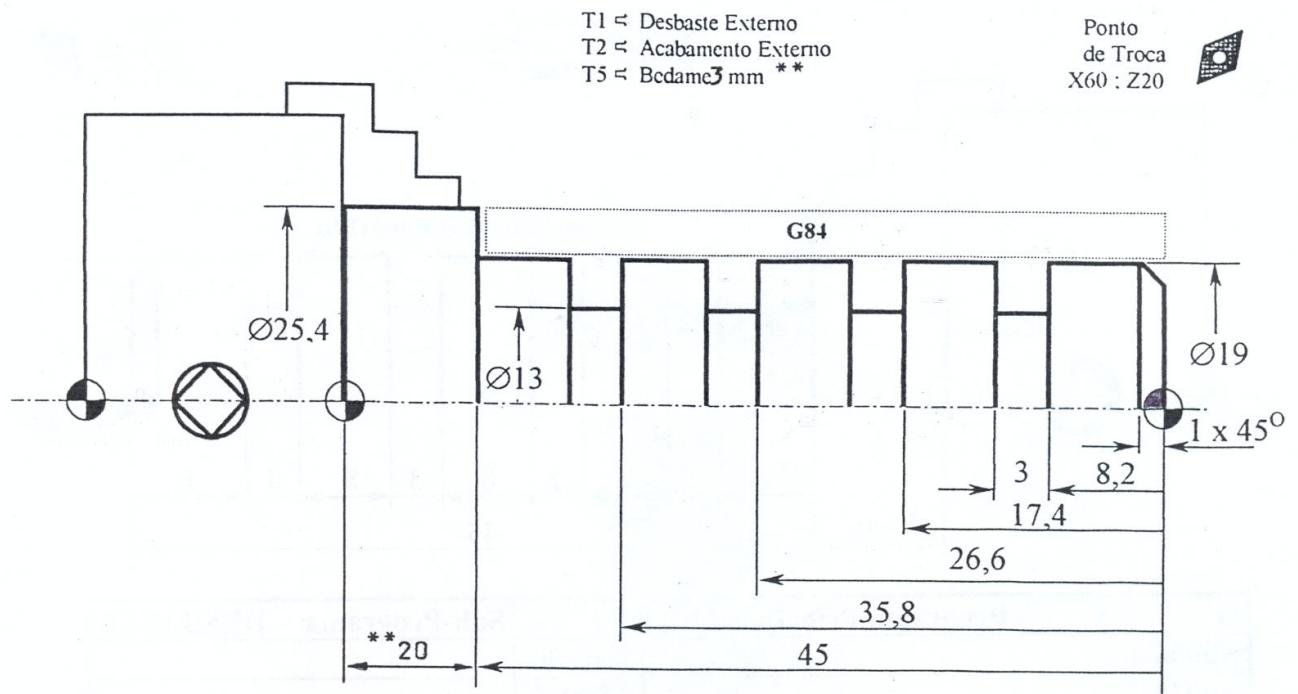


O	Programa Principal
N0000	
N0010	
N0020	
N0030	
N0040	
N0050	
N0060	
N0070	
N0080	
N0090	
N0100	
N0110	
N0120	
N0130	
N0140	
N0150	
N0160	
N0170	
N0180	
N0190	
N0200	
N0210	
N0220	
N0230	

O	Sub-Programa - DESBASTE
N0000	
N0010	
N0020	
N0030	
N0040	
N0050	
N0060	
N0070	
N0080	
N0090	
N0100	

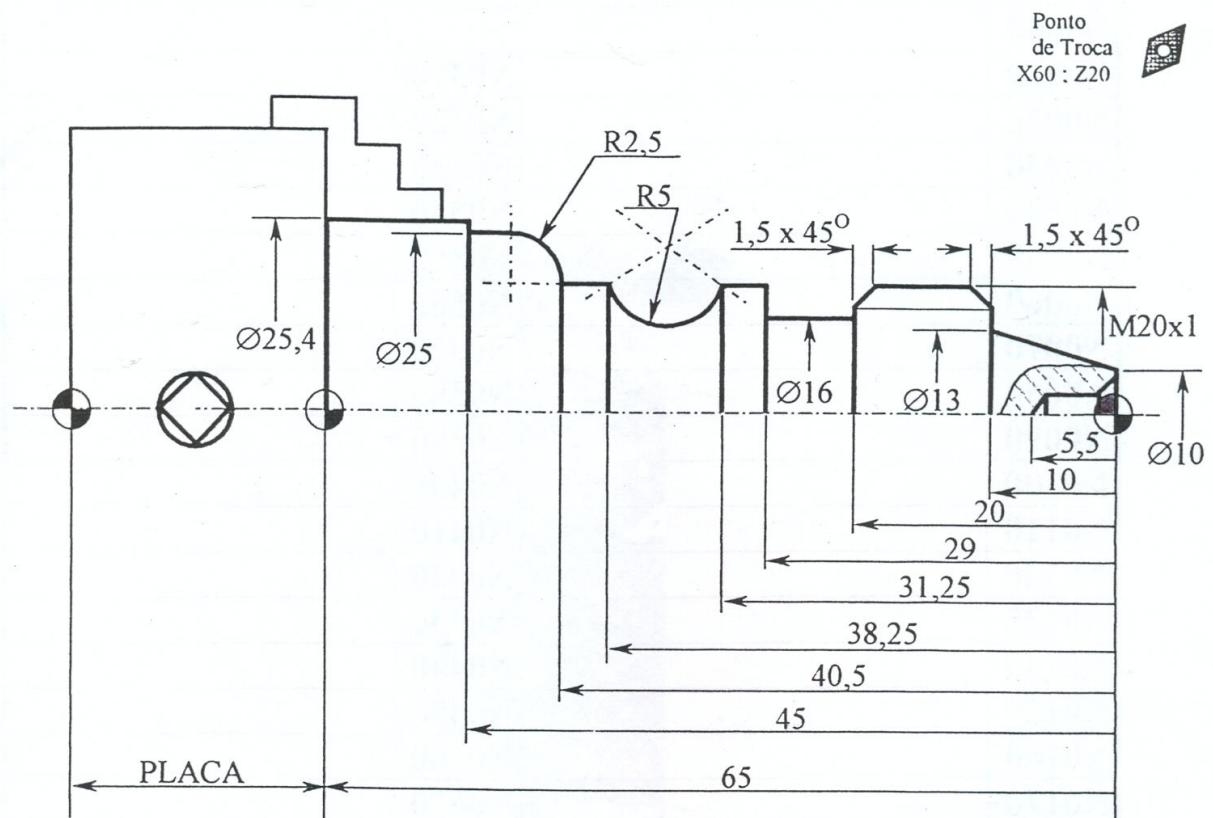
O	Sub-Programa - CANAIS
N0000	
N0010	
N0020	
N0030	
N0040	
N0050	
N0060	
N0070	
N0080	
N0090	
N0100	

EXERCÍCIO: Faça o programa da peça abaixo utilizando ciclo de desbaste e ciclo para canais:



PROGRAMA	
O	
N0000	
N0010	
N0020	
N0030	
N0040	
N0050	
N0060	
N0070	
N0080	
N0090	
N0100	
N0110	
N0120	
N0130	
N0140	
N0150	
N0160	
N0170	
N0180	
N0190	
N0200	
N0210	
N0220	
N0230	
N0240	
N0250	
N0260	

EXERCÍCIO: Faça o programa da peça abaixo utilizando todos os ciclos e ferramentas do revólver



- T1 ⇒ Desbaste Externo à Direita
- T2 ⇒ Acabamento Externo à Direita
- T3 ⇒ Ferramenta Neutra
- T4 ⇒ Acabamento Externo à Esquerda
- T5 ⇒ Bedame para Canais
- T6 ⇒ Broca de Centro
- T7 ⇒ Ferramenta de Rosqueamento

O	PROGRAMA
N0000	
N0010	N0310
N0020	N0320
N0030	N0330
N0040	N0340
N0050	N0350
N0060	N0360
N0070	N0370
N0080	N0380
N0090	N0390
N0100	N0400
N0110	N0410
N0120	N0420
N0130	N0430
N0140	N0440
N0150	N0450
N0160	N0460
N0170	N0470
N0180	N0480
N0190	N0490
N0200	N0500
N0210	N0510
N0220	N0520
N0230	N0530
N0240	N0540
N0250	N0550
N0260	N0560
N0270	N0570
N0280	N0580
N0290	N0590
N0300	N0600