

DESAFIO 3

TORNEAMENTO

LIÇÃO 1 – INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO.

LIÇÃO 2 – SISTEMAS DE COORDENADAS
ABSOLUTA E INCREMENTAL.

LIÇÃO 3 – FUNÇÕES PREPARATÓRIAS.

LIÇÃO 4 – SISTEMA DE REFERÊNCIA E
FIXAÇÃO DE FERRAMENTAS.

LIÇÃO 5 – CONTROLE LINEAR E CIRCULAR
DE DESLOCAMENTO.

LIÇÃO 6 – CICLOS AUTOMÁTICOS DE
USINAGEM.

LIÇÃO 7 – CICLOS AUTOMÁTICOS DE
USINAGEM – CONTINUAÇÃO.

LIÇÃO 8 – COMPENSAÇÃO DO RAIO DE
CORTE.





OBJETIVOS

Antes de começar as 8 lições correspondentes às 16 horas/aula desta etapa, veja abaixo os principais objetivos do Desafio

Torneamento:

- compreender a seqüência lógica de programação;
 - revisar e aprofundar conhecimentos sobre os sistemas de coordenadas absoluta e incremental do torneamento CNC;
 - conhecer e aplicar as funções preparatórias;
 - compreender o sistema de referência e fixação de ferramentas;
 - aplicar o controle linear e circular de deslocamento associado ao torneamento;
 - conhecer os ciclos automáticos de usinagem;
 - compreender e aplicar a compensação do raio de corte.
- **Importante:** você terá o dobro das atividades praticadas nos desafios anteriores. Após terminar o Desafio 3 vá até a Biblioteca do Ambiente Virtual de Aprendizagem e faça os exercícios práticos propostos. Vá em frente e um ótimo desafio para você!!!

Lembre-se que você não está sozinho, se houver alguma dúvida acesse o ambiente virtual de aprendizagem e poste sua mensagem na ferramenta "Tira Duvidas" para que seu Tutor possa ajuda-lo.

- **Ob.:** ao final deste desafio, preparamos um anexo com medidas e formatos de pastilhas para que você possa compreender de onde o programador retira os dados ao fazer o seu programa.





LIÇÃO 1

INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO

Nesta lição você verá a sequência de criação de um programa CNC, portanto, é muito importante seguir os conceitos para que posteriormente sejam utilizados.

O conhecimento sobre todos os **processos que intervêm na usinagem de uma peça** é fundamental para iniciar a programação. Assim como você já estudou em lições anteriores, mostraremos alguns detalhes adicionais desses processos para o torneamento. As explicações a seguir estão baseadas nos manuais que constam na bibliografia deste Desafio 3.

ESTUDO DO DESENHO DA PEÇA

Para que seja definida a forma ou o desenho da peça, é necessária a realização de uma análise sobre a viabilidade de execução da mesma. Essa viabilidade pode ser confirmada por meio da avaliação de alguns fatores como:

- custo de produção da peça;
- dimensões exigidas;
- **sobremetal**;
- ferramental necessário;
- fixação do material.

●
É uma camada que fica por cima do metal.

ESTUDO DOS MÉTODOS E PROCESSOS

Esse estudo visa definir as fases de usinagem de cada peça que será produzida, nesse caso o torneamento, sempre com o cuidado de estabelecer as etapas na sequência correta para garantir menor custo de produção e boa qualidade no produto final.



ESCOLHA DAS FERRAMENTAS

A escolha de um bom ferramental é fundamental para o aproveitamento do equipamento, bem como a sua posição na torre para minimizar o tempo de troca entre cada processo de usinagem.

CONHECER OS PARÂMETROS FÍSICOS DA MÁQUINA E SUA PROGRAMAÇÃO

É preciso conhecer todos os recursos de programação disponíveis, a capacidade de remoção de cavacos e as dimensões da máquina. Assim como também é preciso conhecer a rotação máxima e o número máximo de ferramentas para otimizar a programação e operação.

DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE CORTE

Após realizada a escolha do material que será usinado, é preciso definir os parâmetros de corte. Para isso, o fabricante de ferramentas deve fornecer os dados de corte: avanço (***fn***), rotação(***S***) e profundidade de corte (***Ap***).

Após estes estudos, prepare-se para as próximas lições! Você terá acesso a algumas instruções já estudadas, terá informações novas para a programação propriamente dita e para a usinagem de uma peça no processo de torneamento.



Então vamos à Lição 2, na qual você aprofundará seus conhecimentos sobre os conceitos de coordenadas.





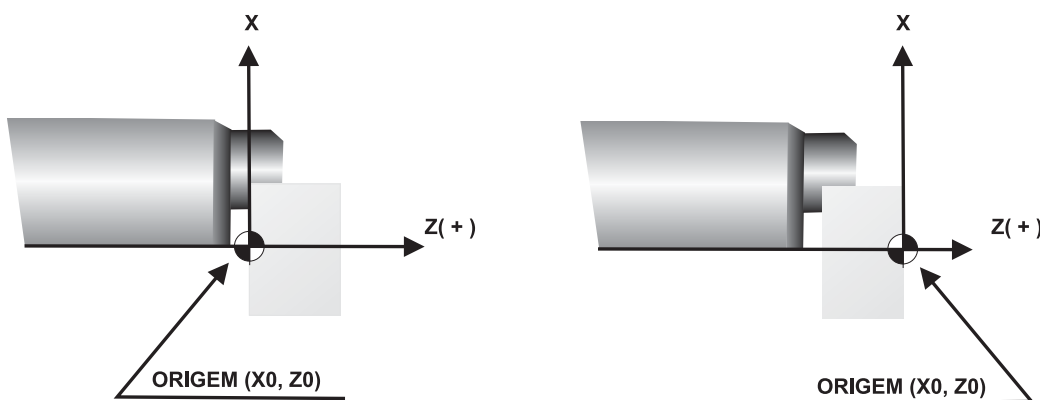
LIÇÃO 2

SISTEMAS DE COORDENADAS ABSOLUTA E INCREMENTAL

Como você viu no Desafio 2, os sistemas de coordenadas definem a localização de pontos. Nos **tornos CNC** serão envolvidos apenas os **eixos X e Z**, como são normalmente empregados nessas máquinas. Sabemos que você já estudou um pouco sobre as coordenadas, porém reveja alguns conceitos e aprofunde seus conhecimentos referentes às coordenadas **para o torneamento**.

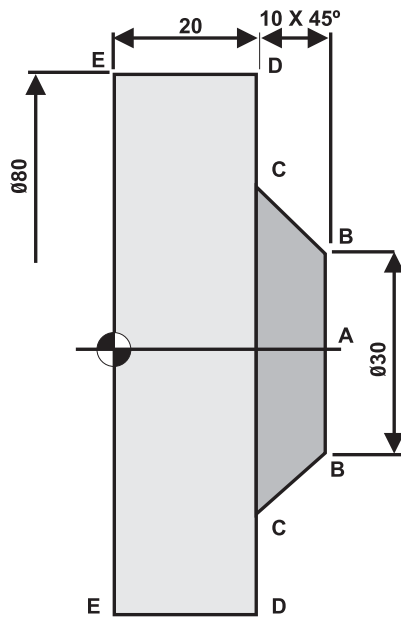
SISTEMAS DE COORDENADAS ABSOLUTAS

Lembre-se que o diferencial importante entre os dois sistemas de coordenadas é que esse tem a origem num ponto desejado chamado de **ponto zero**, conforme programado na máquina. É a partir do ponto zero que se define por onde a ferramenta fará o percurso, sendo as coordenadas da própria ferramenta sempre relacionadas ao ponto. Veja um exemplo de sistemas de coordenadas absolutas para o **torneamento**, ou seja, utilizando os eixos X e Z:





EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO



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

SISTEMAS DE COORDENADAS INCREMENTAL

Já nesses sistemas de coordenadas, a origem estará sempre no ponto que está a ferramenta. As medidas são feitas por meio da origem com o ponto mais próximo, sendo que esse ponto será sempre a origem futura.

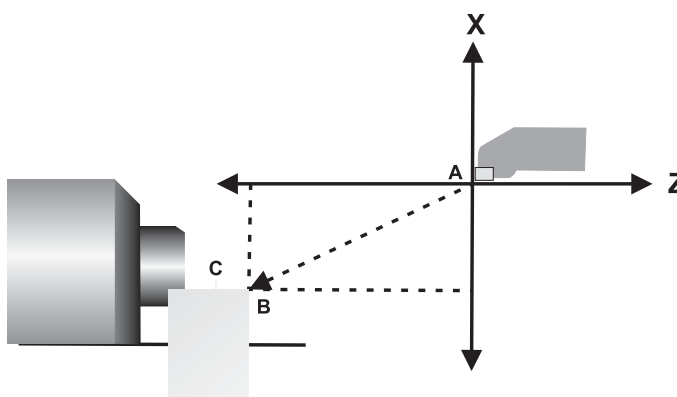
O sinal da coordenada é definido pela direção do movimento. Se o movimento é no mesmo sentido do eixo que define a direção principal, então o sinal é positivo, caso contrário, será negativo.





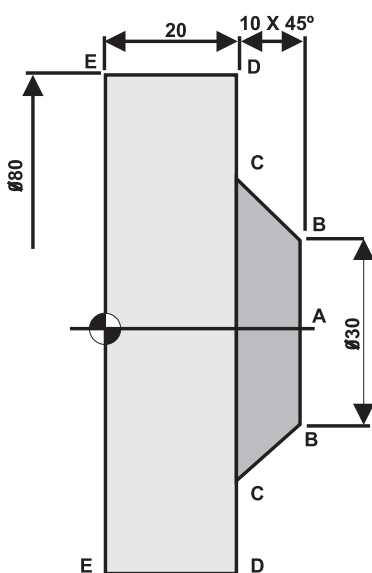
Para compreender melhor esse sistema, **no caso do torneamento**, veja um exemplo.

Se uma ferramenta segue um percurso de A para B, conforme figura abaixo, então as coordenadas a serem programadas serão as distâncias entre elas, essas projetadas em **X** e **Z**.



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

EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO



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



Nota-se que o ponto A é a origem desse deslocamento para o ponto B. E o ponto B será a nova origem para o deslocamento até um ponto C, e assim por diante.

Preparamos na Biblioteca do seu curso, no Ambiente Virtual de Aprendizagem, um texto complementar sobre as coordenadas. Dessa forma, caso ainda tenha dúvidas, vá até lá e estude um pouco mais.



Após rever exemplos de coordenadas para o torno, você está apto para começar a se programar para o torneamento!

Na próxima lição você estudará algumas funções preliminares para a programação das máquinas CNC.

- Lembre-se que você não está sozinho, se houver alguma dúvida acesse o Ambiente Virtual de Aprendizagem e poste sua mensagem na ferramenta “Tira Dúvidas” para que seu tutor possa ajudá-lo.





LIÇÃO 3

FUNÇÕES PREPARATÓRIAS



Chegamos nas funções! Vamos programar?

●
Função, nesse caso, é o código de programação que tem uma funcionalidade específica dentro de um comando.

Esta lição tem o objetivo de explicar as funções aplicadas ao torno e o modo de uso delas. As **funções**, que chamamos neste Desafio 3 de “preparatórias”, servem para preparar a execução de algum tipo de operação, ou até para receber alguma informação.

Essas funções podem ser **Modais** ou **Não-modais**.

●
Comando é qualquer mecanismo que faz funcionar uma máquina ou dispositivo; pode ser um conjunto de funções que visam um único objetivo.

- **Modais:** funções que uma vez programadas permanecem na memória do **comando**, pertencendo para todos os blocos posteriores, a menos que uma outra função seja inserida.
- **Não-modais:** são funções que devem ser programadas sempre que requeridas, pois são válidas apenas nos blocos de programação que as contêm.

Neste curso você verá exemplos de dois tipos de comandos: o Mach9 e o Fanuc. O Mach9 é a linguagem derivada do sistema ISO de programação, sendo 100% brasileira criada pela empresa ROMI, fabricante de máquinas CNC. Já o Fanuc é uma linguagem universal, também baseada no sistema ISO de programação, porém desenvolvido pela empresa americana GE Fanuc Robotics, possuindo alguns ciclos e comandos específicos do fabricante. Ambas as linguagens funcionam para a programação em comandos numéricos computadorizados.





Antes de aprender as funções, é importante saber que um programa para torno CNC deve conter os seguintes passos:

- rotina de inicialização – para iniciar o programa;
- rotina de troca da ferramenta – para começar a usinagem por meio de uma ferramenta;
- usinagem da peça – o processo propriamente dito;
- rotina de encerramento do programa – para encerrar o programa.

Além das funções básicas e preparatórias dessas linguagens, as quais você verá a seguir, outras funções ainda serão apresentadas no decorrer deste desafio para que você possa programar de fato. Vamos às preparatórias?

FUNÇÃO PONTO-E-VÍRGULA (;)

Aplicação: inserir comentário.

Utilizamos a função “;”, sem aspas como acima, quando for necessário inserir simples comentários para auxiliar o operador na programação. O ponto-e-vírgula é muito utilizado para dar nome ao programa, sendo empregado no primeiro bloco de programação.

► **Obs.:** para o comando **Fanuc** usa-se ().

●
 . **Fanuc** é uma das
 . várias linguagens para
 . comandos que existem.
 . Mas assim como
 . existe o Windows e o
 . Linux, temos o Fanuc e
 . o Mach9. Eles diferem
 . um do outro, por isso
 . algumas funções
 . podem se diferenciar
 . um pouco e outras
 . serem iguais.

Exemplo:

- **; castanha** (Define o nome do programa ou comentário como castanha.)

Ou, no Fanuc: (castanha).





FUNÇÃO T

Aplicação: selecionar ferramentas e corretores.

O uso do caractere “T” é efetuado para programar a **função de selecionar a ferramenta na torre** informando para a máquina o seu zeramento (*pre-set*), raio do inserto, sentido de corte e corretores.

Essa função é composta por quatro dígitos, sendo que os dois primeiros definem qual ferramenta será trabalhada na máquina e os dois últimos identificam qual será o corretor utilizado para a correção de medidas e desgaste do inserto.

Exemplo de bloco de programação:

T 01 03

Ferramenta número 1 e corretor 3.

FUNÇÃO M06

Aplicação: liberar giro da torre.

Para liberar a troca da ferramenta, é utilizada na programação a função “M6”, sem as aspas, juntamente com a função “T”, permitindo assim o giro da torre.

FUNÇÃO S

Aplicação: controlar a rotação do eixo-árvore.

Para ativar a rotação do eixo-árvore (RPM), deve-se programar a função “S” seguida do valor da rotação desejada. Essa função é acompanhada por outra função (M03 ou M04 – citadas abaixo) que indica o sentido de giro.

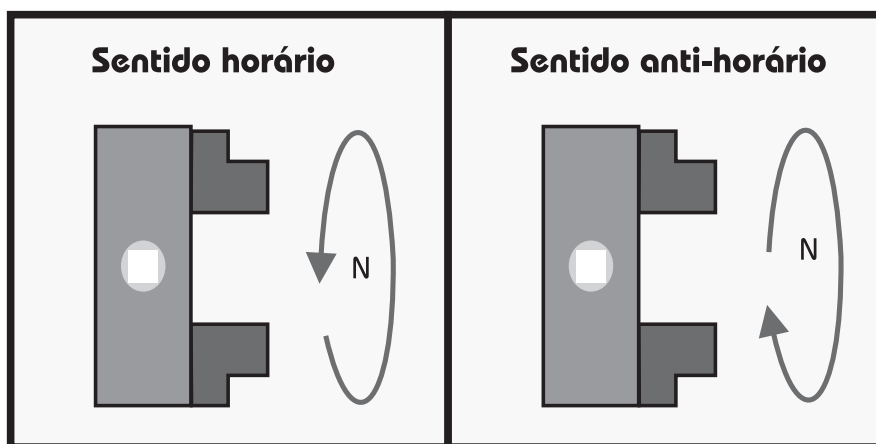




FUNÇÕES M03 E M04

Aplicação: definir o sentido de rotação do eixo-árvore.

- M03 – sentido anti-horário do eixo-árvore olhando a placa frontalmente.
- M04 – sentido horário do eixo-árvore olhando a placa frontalmente.



Exemplo:

- S1500 M3 (Liga a rotação do eixo-árvore a 1500 RPM no sentido anti-horário.)

FUNÇÃO G99

Aplicação: cancelar referências anteriores.

Seu emprego é utilizado para o cancelamento das referências existentes. Essa função não é provida de movimento nos eixos e é Modal.





FUNÇÃO G90

Aplicação: programação em coordenadas absolutas.

Essa função prepara a máquina para executar operações em coordenadas absolutas tendo uma pré-origem prefixada para a programação. A função G90 é Modal.

FUNÇÃO G91

Aplicação: preparar a máquina para as coordenadas incrementais.

Essa função prepara a máquina para executar operações em coordenadas incrementais. Assim, todas as medidas são feitas pela distância a se deslocar.

A função G91 é Modal.

FUNÇÕES G70 (MACH9) E G20 (FANUC)

Aplicação: definir o sistema de unidade (polegada).

Um bloco G70 e G20 no início do programa instrui o controle para usar valores em polegadas para movimentos dos eixos, avanços, planos de trabalho e correções.

As funções G70 e G20 são Modais.

► **Obs.:** para o comando Fanuc usa-se a função G20.



FUNÇÕES G71 (MACH9) E G21 (FANUC)

Aplicação: sistema de unidade (milímetro).

Um bloco G71 ou G21 no início do programa instrui o controle para usar valores em milímetros para movimentos dos eixos, avanços, planos de trabalho e correções.

As funções G71 e G21 são Modais.

► **Obs.:** para o comando Fanuc é utilizada a função G21

FUNÇÕES G54 E G55

Aplicação: definir o sistema de coordenadas de trabalho.

O sistema de coordenadas de trabalho define como sendo zero um determinado ponto referenciado na peça.

Esse sistema pode ser estabelecido por uma das quatro funções entre G54 e G57 e deve ser inserido na **página de zero peça**.

●
 . **Página de zero**
 . **peça:** na máquina,
 . existe uma página
 . na qual você poderá
 . alterar o zero da
 . peça. Quando você
 . chegar no Desafio
 . 5, parte prática do
 . curso, verá como
 . se faz essas
 . alterações.

FUNÇÃO F

Aplicação: chamar o avanço.

Essa função chama o avanço (o avanço contém a velocidade com que a ferramenta irá deslocar-se). Já a velocidade dele é definida por meio de outras funções.





FUNÇÃO G94

Aplicação: definir a velocidade do avanço em mm/min ou polegadas/min.

A velocidade de avanço é declarada com a função “F”.

A função G94 é Modal e é ativada ao ligarmos a máquina.

FUNÇÃO G95

Aplicação: definir a velocidade do avanço em mm/r ou polegadas/r.

Lembre-se que a velocidade de avanço é declarada com a função “F”.

A função G95 é Modal.

FUNÇÕES M8 E M9

Aplicação: acionar o fluido refrigerante.

Utilizadas para lubrificar o corte e refrigerar a ferramenta durante a usinagem da peça, sendo que a função M8 liga o fluido e M9 desliga.

FUNÇÕES M02 E M30

Aplicação: finalizar o programa.

Podem ser utilizadas (ou uma ou outra separadamente) para indicar o fim do programa existente na memória do comando.



Agora que você estudou algumas das funções preparatórias, organizamos o exemplo abaixo para facilitar o seu entendimento.

Veja uma programação que determina apenas a troca da ferramenta, deixando a torre no ponto de segurança:

- ; o nome dessa programação é Troca.
- G99
- G90
- G71
- G54
- G0 X100. Z100.
- T0101 M6
- M02

Perceba as funções e seus significados, comandos e definições. Veja, como exemplo, a primeira linha do programa utilizando a função ponto-e-vírgula:

- ; o nome dessa programação é Troca.

Com a linha programada acima, até o momento não houve impacto na programação, ou seja, não houve nada com a produção da peça. O programador apenas inseriu um comentário na linha de comandos, dando um nome para a atividade.

G99

Já essa linha cancelou referências, ou seja, resetou os dados da máquina, apagou dados antigos para começar outras definições de dados.





G90

O comando G90, após o G99 ter “limpado” dados da máquina, começou a programação definindo que a máquina deverá trabalhar com coordenadas absolutas. Se quisesse definir as coordenadas incrementais, teria que ter utilizada outra função.

G71

Esse comando, já com os tipos de coordenadas definidas, estabeleceu que as medidas serão feitas em milímetros e não em polegadas.

G54

Após a definição do tipo de medida que será utilizada, esse comando estabeleceu o zero da peça.

G0 X100. Z100.

Nessa linha de comando a ferramenta caminhou pra fazer a usinagem. G0 significou andar com velocidade máxima. E X100 e Z100 definiram as coordenadas em milímetros (G71) do ponto para o qual o programador desejou levar a torre (ferramenta) em relação à coordenada absoluta. Esse ponto é o ponto de segurança: o programador sempre deve levar até lá pra poder trocar a ferramenta, ou seja, para girar a torre. Essa coordenada do ponto pode ser alterada de acordo com o tamanho da máquina ou até mesmo da peça a ser usinada.

- **Atenção:** se você trocar a ferramenta em outro ponto ela poderá bater na peça.



T0101 M6

Essa linha definiu qual ferramenta e qual corretor deveriam ser utilizados (nesse caso, ferramenta nº 1 e corretor nº 1 – T0101). Posteriormente liberou a troca por meio da função M6.

M02

Toda a programação quando termina o seu objetivo (que nesse caso foi trocar a ferramenta deixando no ponto de segurança a torre) deve terminar com uma função FIM. Nesse caso foi utilizada a função M02, mas poderia ter sido utilizada a função M30 no lugar.



Depois de tanta leitura você merece relaxar um pouquinho, o que você acha? Então, descanse um pouco antes de seguir para a próxima lição. Estudar na Modalidade a distância é bom, pois é você que faz o seu tempo para aprimorar seus conhecimentos!

Esperamos que as explicações do exemplo acima tenham sido bem aproveitadas. Na Lição 4 você encontrará um detalhamento da **área de trabalho** no momento da usinagem.

Vá em frente!





LIÇÃO 4

SISTEMA DE REFERÊNCIA E FIXAÇÃO DE FERRAMENTAS

Vamos estudar! Antes que você vá para a sua prática no Desafio 5 preparamos uma variedade de lições, nos desafios 3 e 4, para que você conheça bem a sua área de trabalho e os devidos procedimentos que devem ser realizados. Esta lição foi desenvolvida para lhe explicar os pontos de referência da sua área de trabalho, portanto, fique atento!

Um **torno CNC** possui uma torre de configuração dianteira ou traseira, dependendo da configuração solicitada ao fabricante. Essa torre possui assentos específicos para montagem de ferramentas que serão utilizadas na usinagem.

A fixação das ferramentas é feita diretamente na torre, utilizando suportes de fixação.

A área de trabalho, na qual as ferramentas se movimentam durante a usinagem de uma peça, tem os seguintes pontos de referência:



R - Ponto de Referência de máquina



M - Ponto Zero Máquina



W - Ponto Zero Peça



N - Ponto de Trajetória



P - Ponto comandado da ferramenta (Ponta útil)



O ponto zero da máquina encontra-se no nariz da árvore. O sistema de coordenadas da máquina fica definido a esse ponto zero. Lembre-se que todos os outros pontos de referência se relacionam a ele.

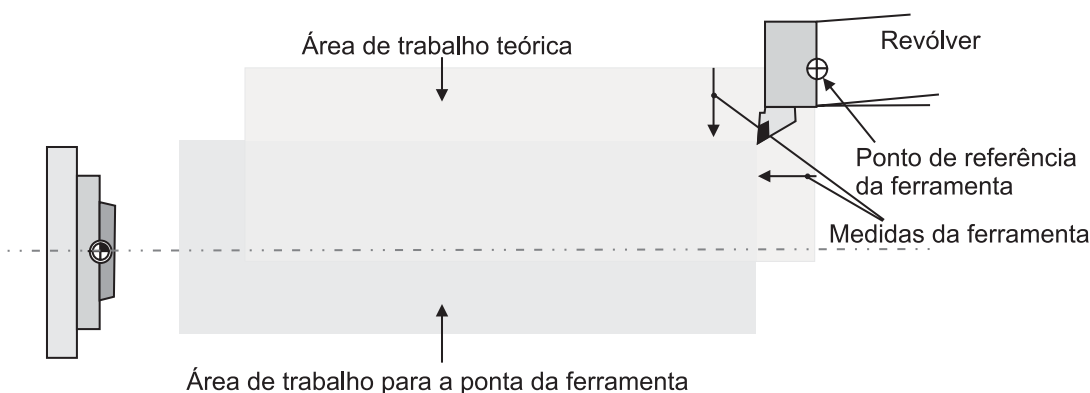


Figura a – Alteração da área de trabalho devido às medidas da ferramenta.

Como mencionado anteriormente, o **ponto zero da peça** é definido pelo programador ou operador. E essa definição é feita pela posição do mesmo ponto em relação ao **ponto zero da máquina**. Tal distância é resultado da soma do comprimento da placa mais a largura da castanha.

No assento da ferramenta que está na torre é encontrado o **ponto de referência da ferramenta**. A posição desse ponto pode ser definida no sistema de coordenadas da máquina por meio dos sistemas de medição. Ao utilizar as medidas X e Z, o comando calcula a distância da ponta da ferramenta ao ponto de referência da mesma, assim permite que a usinagem do contorno da peça seja executada de maneira correta.



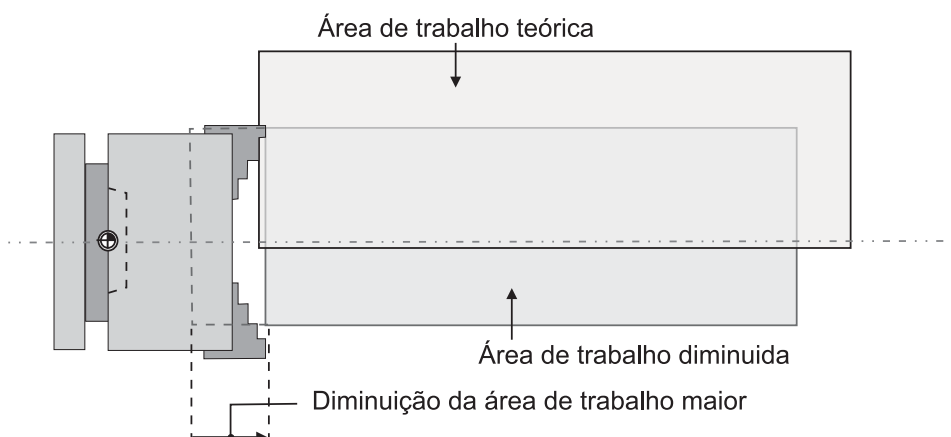


Figura b – Alteração da área de trabalho devido à placa de fixação.

O ponto de referência da máquina é uma posição fixa da torre em forma de cruz. A posição da torre, indicada na figura acima, é determinada por uma chave fim de curso. Toda vez que o comando CNC for ligado, a torre sempre deverá sobrepassar dessa maneira. Depois que o ponto de referência da máquina for localizado, o comando pode trabalhar com o sistema de medição e todos os valores de posicionamento transmitidos pelo sistema de coordenadas.



Você conheceu um pouco a respeito da sua área de trabalho no momento da usinagem, mas ainda precisa verificar como funciona o **controle de deslocamento**! Venha conferir o que desenvolvemos para você. Avance e descubra!

- **Lembre-se**, sempre que você tiver dúvidas relacionadas ao conteúdo, ou quanto ao próprio andamento do curso, vá ao “Tira Dúvidas” do Ambiente Virtual de Aprendizagem e envie a sua pergunta. Logo o seu tutor irá respondê-la!



LIÇÃO 5

CONTROLE LINEAR E CIRCULAR DE DESLOCAMENTO

Nesta lição você estudará os detalhes deste tema para que construa o seu conhecimento de modo eficaz. Esta é uma lição relativamente curta, porém exige muita atenção.

Conheça as funções de programação que servem para controlar operações e processos envolvidos no **torneamento** das ferramentas. Vamos a elas?

FUNÇÃO G0

Aplicação: posicionar rapidamente.

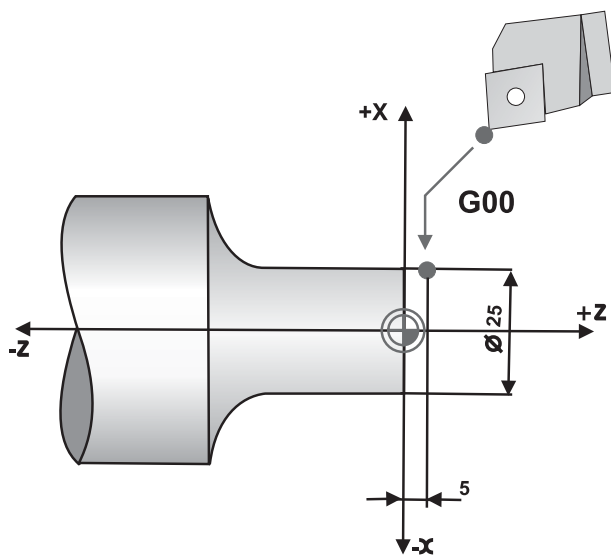
Nessa função os eixos movem para o ponto programado com a maior velocidade de avanço disponível na máquina utilizada. A função G0 é Modal e também cancela funções G1, G2, G3 e G73, que você verá a seguir.

Veja o exemplo da função:

- G0 X__ Z__;
- X = coordenada desejada;
- Z = coordenada desejada.

Na frente do X e na frente do Z, o programador colocará números para definir um valor para a posição da ferramenta. A ferramenta deslocará para o ponto X e Z com o avanço rápido. Veja a ilustração a seguir:





FUNÇÃO G1

Aplicação: fazer a interpolação linear com avanço programável.

Essa função é destinada para movimentos retilíneos e com avanço (F) predeterminado pelo programador. Usualmente é utilizado o avanço em mm/rotação, mas também podemos encontrar em mm/min.

O avanço é um dado muito importante, sendo que é determinado pelo material utilizado, a ferramenta e a operação a ser executada. Essa função é Modal e cancela funções G0, G2, G3 e G73.

Além do sentido do arco, deve-se programar as coordenadas do ponto final do arco em X e Z e também pelas funções I e K



FUNÇÕES G2 E G3

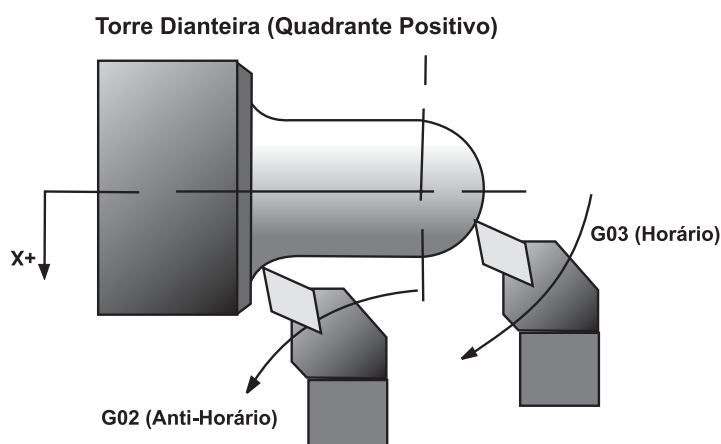
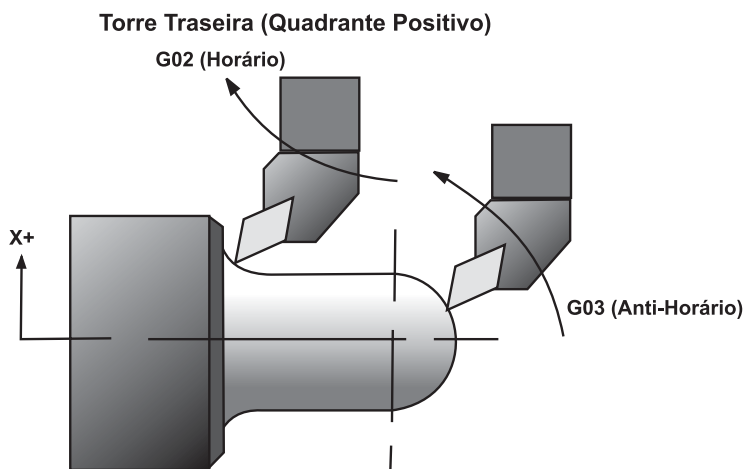
Aplicação: fazer a interpolação circular.

Essas duas funções executam operações de usinagem de arcos por meio da movimentação apropriada e simultânea dos eixos.

Para programar tais funções, são observadas as seguintes regras:

- o ponto de partida do arco é a posição de início da ferramenta;
- a programação é feita pelo sentido de interpolação circular (horário ou anti-horário), pelos códigos G2 ou G3.

As figuras abaixo demonstram as diferentes execuções:





Além do sentido do arco, deve-se programar as coordenadas do ponto final do arco em X e Z e também pelas funções I e K (coordenadas do centro do arco). Ou pela função R, ou seja, o valor do raio requerido para o arco.

FUNÇÃO R

Aplicação: definir o raio.

É empregada para definir o valor do raio, e ainda, se for necessário, é possível realizar a interpolação circular de até 180 graus. Para isso, basta discriminar o valor do raio com um sinal positivo.

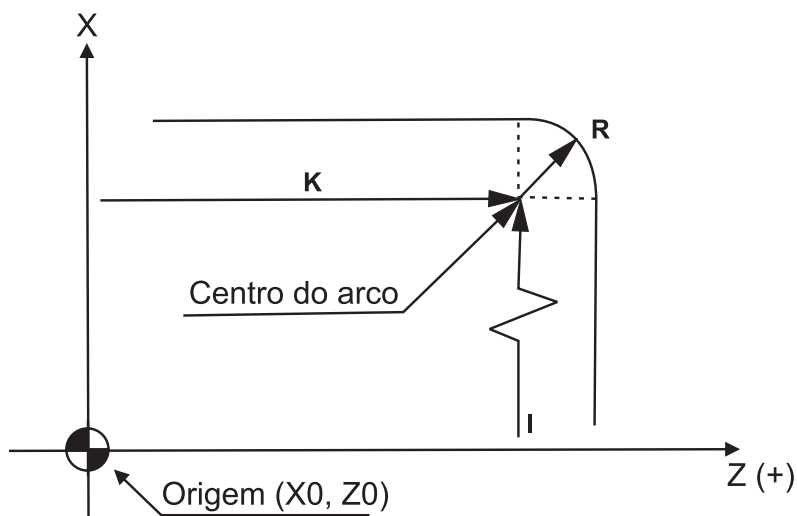
FUNÇÕES I E K

Aplicação: definir as coordenadas do centro do arco.

Essas funções nada mais são que outro meio de programar a interpolação circular. Para utilizá-las é preciso usar ambas as funções I e K, conforme as suas funcionalidades:

- I é paralelo ao eixo X; e
- K é paralelo ao eixo Z.

Os valores de I e K são tomados a partir do centro do arco até a origem do sistema de coordenadas. A figura a seguir esclarece melhor para você.



- **Atenção!** A função I deve ser programada em diâmetro.



Na próxima lição você estudará sobre as linhas de programação e apresentaremos diferentes exemplos para que você compreenda cada passo. Então? Vamos lá?





LIÇÃO 6

CICLOS AUTOMÁTICOS DE USINAGEM

Pronto para continuar?! Avance e aproveite!

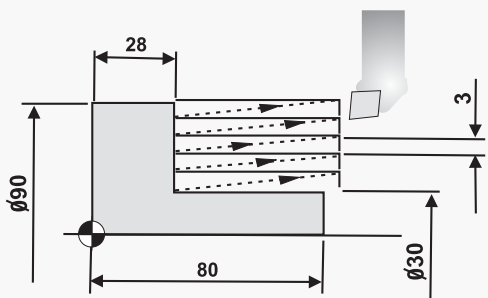
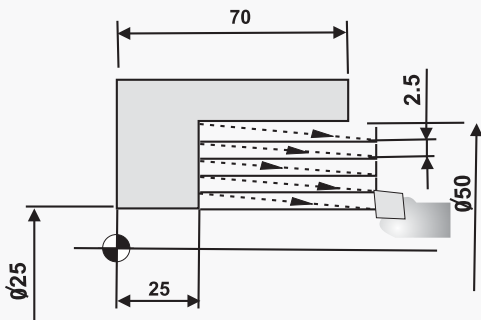
Nesta lição serão descritas funções com ciclos automáticos de usinagem a fim de facilitar o trabalho do programador. Estude todos os exemplos com calma, para que você compreenda bem esse processo e facilite a sua prática nos próximos desafios.

FUNÇÃO G74 (MACH9)

Aplicação: definir as medidas para o ciclo de torneamento.

Utilizada para torneamento paralelo ao eixo Z, no qual a ferramenta faz sucessivos passes até o diâmetro desejado.

Para isso, exige-se o seguinte:

EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO	
	
N70 G X84. Z83. # N75 G74 X30. Z28. I6. U1 F. 3#	N30 G X30. Z73. # N35 G74 X50. Z25. I5. U1 F. 25#



G74 X__ Z__ I__ (U1) F, em que:

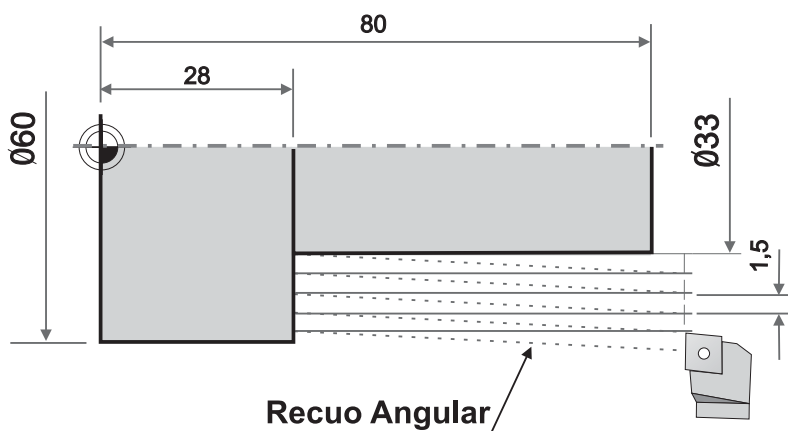
- X = diâmetro final (absoluto);
 - Z = posição final (absoluto);
 - I = incremento por passada no diâmetro (incremental);
 - U1 = recuo angular da ferramenta (incremental).
- **Obs.:** se você analisar a lógica da programação e do processo, a posição da ferramenta no diâmetro da primeira passada deve ser programada antes de programar o restante do ciclo. O comando U1 não é obrigatório, é utilizado apenas quando há necessidade em recuar a ferramenta para fora da peça. Ou seja, para evitar que encoste na peça ao longo do ciclo.

Agora veja um exemplo!

Vamos usinar a peça abaixo usando as funções G74.

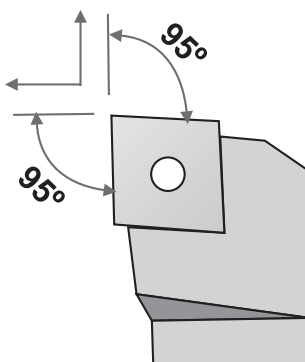
- Primeiro desbastamos a peça com passes de 3 mm no diâmetro.
- Definimos o material: aço O 60mm X 80 mm.

Veja o desenho da peça.





- Definimos a ferramenta suporte utilizada: PCLNR 2020 K12.



Analise o programa que fizemos para executar essas definições:

- ;EIXO
- T0101 M6
- G54
- S1000 M03
- G00 X150. Z150.
- G00 X57. Z82. M08
- G74 X33. Z28. I 3. U1 F.25
- G00 X150. Z150. M09
- M30



Vamos entender as linhas de comandos e funções do exemplo que você analisou?

;EIXO

Linha de comando (;) que define o nome da programação, faz um comentário.



T0101

Faz uma chamada para a ferramenta que será utilizada e os corretores.

M6

Liberar a troca de ferramenta.

G54

Define a origem **zero** da peça.

S1000 M03

Define a RPM (rotação por minuto) e o sentido de giro do eixo-árvore.

G00 X150. Z150

Define o ponto de troca inicial.

G00 X57. Z82. M08

Posicionamento para o 1º passe e liga refrigerante.

G74 X33. Z28. I 3. U1 F.25

Definição dos dados e coordenadas do ciclo automático de desbaste.

G00 X150. Z150. M09

Define o ponto de troca final e desliga o refrigerante.





M30

Finaliza o programa.

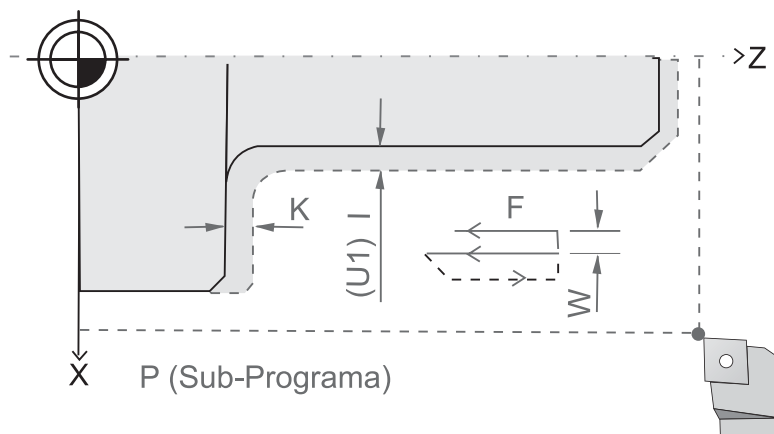
A partir das próximas funções abaixo, vá até o Ambiente Virtual de Aprendizagem e realize as atividades que se encontram disponíveis para colocar em prática o que você estudou até agora. Lá você poderá também visualizar as ilustrações preparadas para representar os exemplos aqui citados.

- **Obs.:** caso você esteja longe do computador neste momento, porém deseja continuar seus estudos, marque esta página e lição para rever o conteúdo no Ambiente Virtual de Aprendizagem.

G66 – CICLO AUTOMÁTICO DE DESBASTE LONGITUDINAL (MACH9)

Esse ciclo permite a usinagem de desbaste completa da peça, utilizando de um bloco de programação contendo apenas os parâmetros necessários para sua execução.

Sintaxe da função: G66 X... Z... I... K... (U1) W... P... F... #





Em que:

- X = diâmetro de referência para início de torneamento (vide regra de posicionamento);
- Z = comprimento de referência para início de torneamento (vide regra de posicionamento);
- I = sobremetal para acabamento no eixo X;
- K = sobremetal para acabamento no eixo Z;
- (U1) = pré-alisamento paralelo ao perfil final, mantendo as dimensões preestabelecidas;
- W = incremento por passada no diâmetro;
- P = subprograma que contém as dimensões de acabamento do perfil final da peça;
- F = avanço programado para desbaste.

Veja no exemplo:

:
N50 G66 X75. Z82 I1. K.2 U1 W3. P10 F.2 #
:

NOTAS

- Na função G66 o subprograma não aceita inversões de cotas nos eixos “X” e “Z”.
- A função G66 não é Modal e requer um subprograma com as dimensões de acabamento da peça.
- Sempre o último valor de ‘X’ do subprograma (externo ou interno) deverá informar o diâmetro bruto do material, no caso de furos informar seu diâmetro.





REGRA DE POSICIONAMENTO PARA OS EIXOS X E Z

EXTERNO

A regra para posicionamento inicial do ciclo de desbaste externo deverá seguir as seguintes condições:

- $X = \text{maior diâmetro da peça em bruto} + 4 \text{ mm};$
- $Z = \text{comprimento da peça em bruto} + 2 \text{ mm}.$

INTERNO

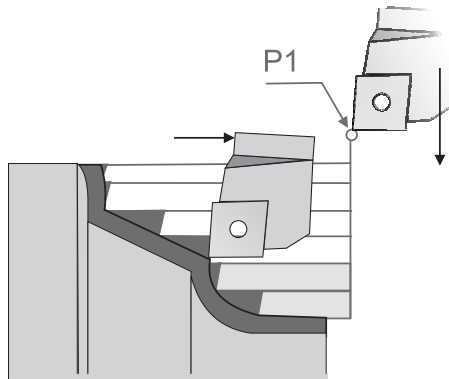
A regra para posicionamento inicial do ciclo de desbaste interno deverá seguir as seguintes condições:

- $X = \text{menor diâmetro da peça em bruto} - 4 \text{ mm};$
- $Z = \text{comprimento da peça em bruto} + 2 \text{ mm}.$

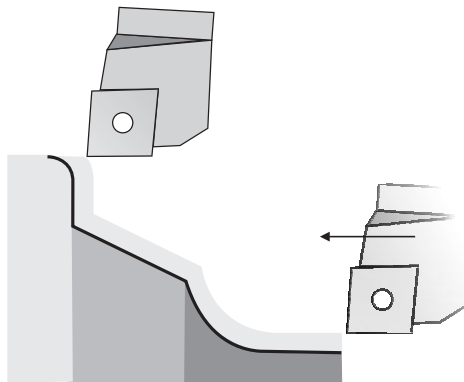
- **Observações:** para utilizarmos o mesmo subprograma de desbaste, no acabamento da peça, utilizando ferramentas diferentes, será necessário que ambas estejam no mesmo quadrante.
As funções “G” admissíveis no subprograma são G1, G2, G3, G4 e G73.

COMPORTAMENTO DO CICLO G66

1. Partindo do posicionamento inicial (P1) o ciclo efetua passes de desbaste longitudinais respeitando os parâmetros programados na função.



2. Uma vez programado o parâmetro P1 o ciclo realiza um pré-alisamento paralelo ao perfil final, mantendo o sobremetal.



G66 – EXEMPLO DE FIXAÇÃO EXTERNO

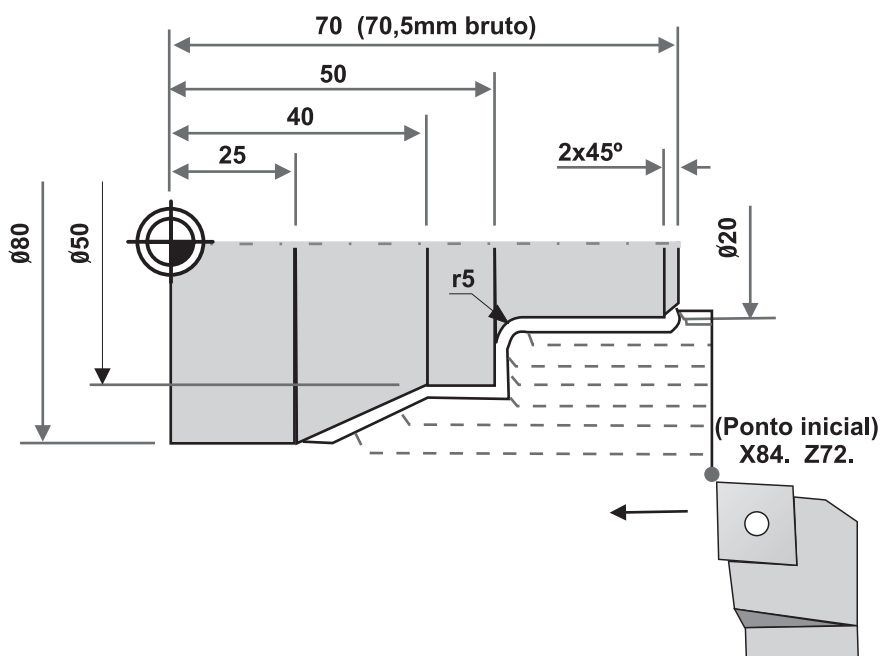
Veja os passos a seguir para usar a função G66 (ciclo de desbaste longitudinal), por meio de o seu subprograma para o acabamento com a mesma ferramenta.

- **Obs:** material com 0,5mm sobremetal no comprimento.

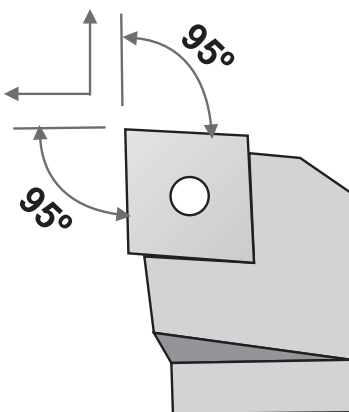




Primeiro verificamos o desenho da peça e seu material: aço O 80mm X 70.5 mm.



Posteriormente decidimos qual ferramenta iremos utilizar – suporte: PCLNR 2020 K-12.





Analise o programa e o subprograma que fizemos para executar essas definições:

PROGRAMA PRINCIPAL

```
; EIXO; – (Nome do programa).  
T0101;DESB. / ACAB; – (Selec. ferr. e corretor).  
G54 # – (Origem zero da peça).  
S1500 M03 ; – (RPM e sentido de giro).  
G00 X150. Z150; – (Ponto de troca).  
G00 X85. Z70. M08; – (Posic. rápido/ refrig).  
G00 X-1. Z70. F.1 ; – (Faceamento).  
G66 X84. Z72. I1. K.3 U1 W4. F.25 P10 ; – Ciclo de  
desbaste).  
G00 X16. Z72. ; – (Posicionamento rápido).  
G42 ; – (Compensação do raio da ferramenta).  
P10 ; – (Chama sub-programa).  
G40; – (Descompensação do raio da ferramenta).  
G01 X84. Z25. M09 ; – (Descompensação).  
G00 X150. Z150; – (Ponto de troca).  
M30 ; – (Fim de programa).
```

SUBPROGRAMA (P 10)

```
;EIXO_SB ; (Nome do subprograma.)  
G01 X16. Z70. F.15; (Aproximação usada p/ compensar.)  
G01 X20. Z68; (Interpola do chanfro.)  
G01 X20. Z55; (Torneia rebaixo.)  
G02 X30. Z50. R 5; (Interpola raio.)  
G01 X50. Z50; (Faceia o rebaixo.)  
G01 X50. Z40; (Torneia rebaixo.)  
G01 X80. Z25;(Interpola chanfro.)  
M02 ; (Final do subprograma.)
```



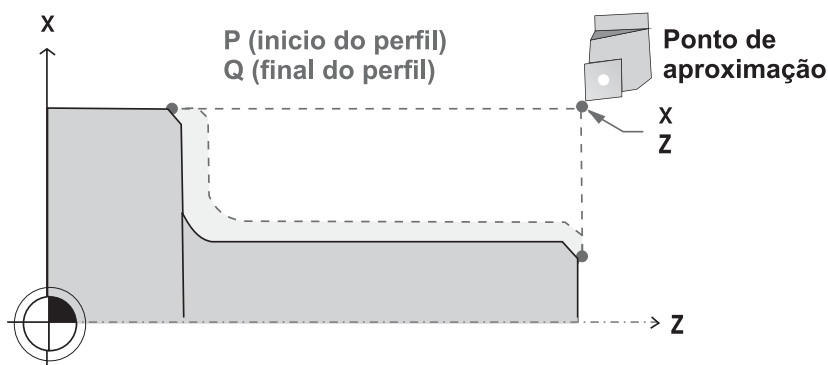


G70 CICLO DE ACABAMENTO (FANUC)

Esse ciclo é utilizado após a aplicação de ciclos de desbaste G71, G72 para dar o acabamento final sem a necessidade de repetição de toda a seqüência do perfil a ser executado.

Sintaxe da sentença:

- G70 P... Q..;



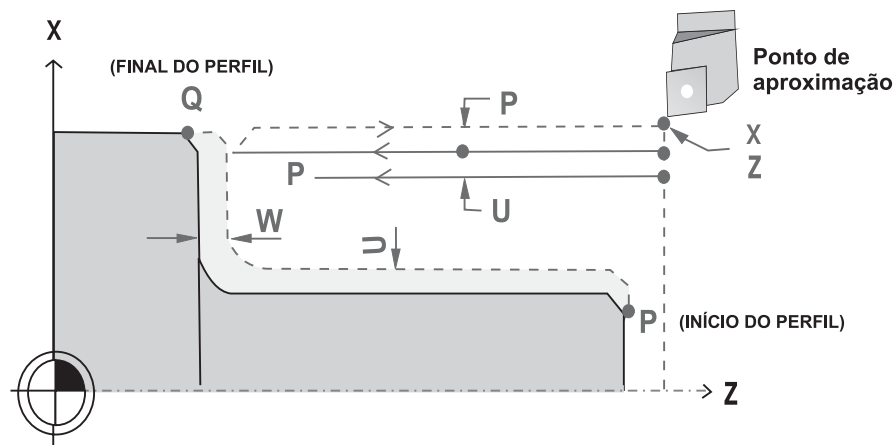
Sendo que:

- P = número do bloco que define o início do perfil acabado da peça;
 - Q = número do bloco que define o final do perfil acabado da peça.
- **Obs.:** após a execução do ciclo G70 a ferramenta retorna automaticamente ao posicionamento utilizado para o ponto de aproximação.



G71 CICLO DE DESBASTE LONGITUDINAL (FANUC)

Esse ciclo permite a usinagem de desbaste completa da peça, utilizando apenas de dois blocos de programação, contendo os parâmetros necessários para sua execução.



Sintaxe da sentença:

- G71 U... R...;
- G71 P... Q... U... W... F...;

Sendo que:

- G71 U... R...;
- U = valor da profundidade de corte durante o ciclo (raio);
- R = valor do afastamento no eixo transversal para retorno ao Z inicial (raio).

Sendo que:

- G71 P... Q... U... W... F...;
- P = número do bloco que define o início do perfil acabado da peça;





- Q = número do bloco que define o final do perfil acabado da peça;
- U = sobremetal para acabamento no eixo “X” (positivo para externo e negativo para interno – no diâmetro);
- W = sobremetal para acabamento no eixo “Z” (positivo para sobremetal à direita e negativo para usinagem à esquerda);
- F = avanço de trabalho.

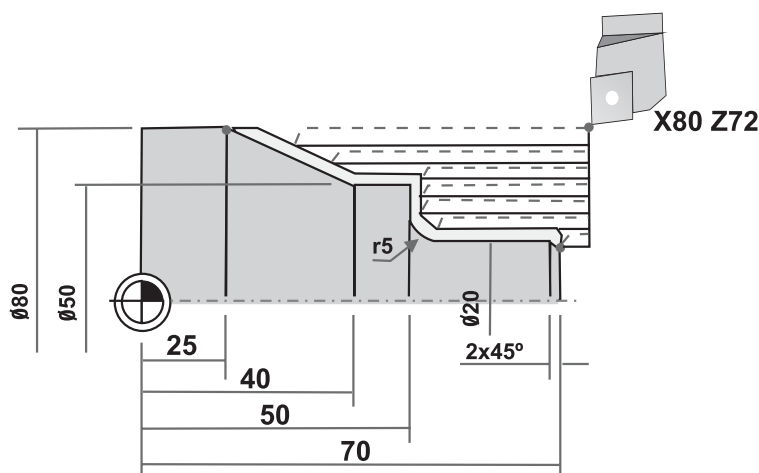
► **Observações!**

- Após a execução do ciclo, a ferramenta retorna automaticamente ao posicionamento inicial do ciclo (ponto de aproximação).
- Não é permitida a programação da função “Z” na 1ª linha definida como início do perfil acabado da peça.

G71 EXEMPLO DE FIXAÇÃO EXTERNA

Veja os passos a seguir para usar a função G71 (ciclo de desbaste longitudinal), com a mesma ferramenta para o acabamento.

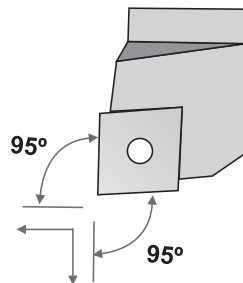
Primeiro verificamos o desenho da peça e o seu material: aço O 80mm X 70 mm.





Posteriormente decidimos o uso da ferramenta adequada:

- suporte: PCLNR 2020 K-12.



Agora analise o programa:

```
O0001 ( EIXO ) ;
G00 X300 Z250 T00;
T0101;DESB. / ACAB. ( Selec. ferr. e corretor).
G54 ; (Origem zero da peça).
G96 S200 ; (Progr. em V C constante Valor de VC:200).

G92 S2500 M04 ; (RPM e sentido de giro).
G00 X85. Z70. M08 ; (Posic. rápido/Refrig.).
G01 X-1. Z70. F.1 ; (Faceamento).
G00 X80 Z72 ; (Ponto de aproximação/início do ciclo).
G71 U2.5 R2 ; (Ciclo de desbaste).
G71 P100 Q190 U1 W.3 F.25 ;
N100 G00 X16 ; (Não pode ter a função "Z" na 1ª linha
definida como início do perfil acabado da peça).
G42 ; (Compensação do raio da ferramenta).
G01 X16. Z70. F.15 ;
G01 X20. Z68. ; (Interpolação do chanfro).
G01 X20. Z55. ; (Torneia o rebaixo).
G02 X30. Z50. R 5. ; (Interpola o raio).
G01 X50. Z50. ; (Faceamento do rebaixo).
G01 X50. Z40. ; (Torneamento do rebaixo).
G01 X80. Z25. ; (Interpolação do chanfro).
N190 G40 ; (Descompensação do raio da ferramenta).
G70 P100 Q190 ;(Ciclo de acabamento).
G00 X300. Z250. T00; (Ponto de troca).
M30 ; (Fim do programa).
```





FUNÇÃO G37 (MACH9)

Aplicação: definir dados para o ciclo de roscamento automático.

A função é empregada para abrir roscas em diâmetros externos e internos.

- **Obs.:** essa função também pode ser utilizada para outros recursos. Para saber mais sobre eles, consulte a Biblioteca do Ambiente Virtual de Aprendizagem.

A função G37 não é Modal e requer os dados seguintes:

■ G37 X__ Z__ K__ D__ E__ U__ L__

Em que cada valor será:

- X = diâmetro final de roscamento (absoluto);
- Z = posição final do comprimento da rosca (absoluto);
- K = passo da rosca (incremental);
- D = profundidade da primeira passada, veja o cálculo:

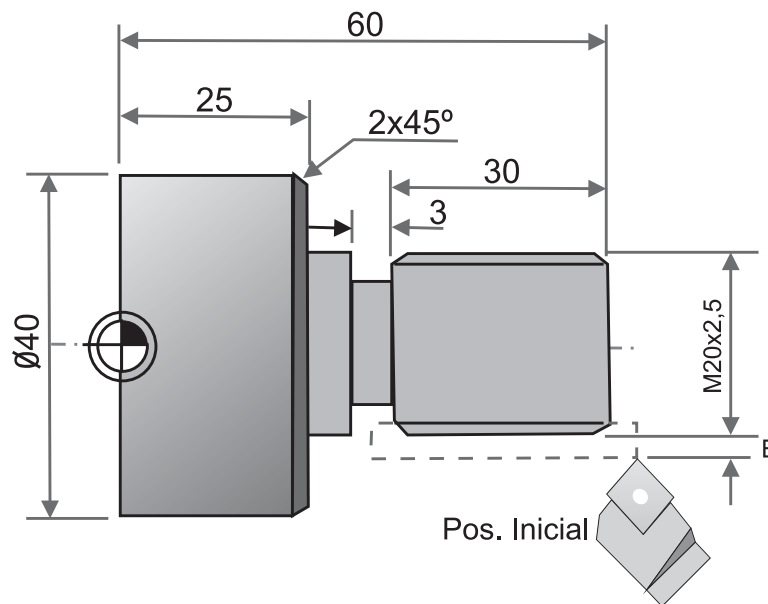
$$D = \frac{H}{\sqrt{\text{Número de passes}}}$$

- H = altura do filete no diâmetro;
- E = distância de aproximação para início do roscamento (para incremental);
- E = diâmetro posicionado – diâmetro externo (para usinagem externa);
- E = diâmetro da crista – diâmetro posicionado (para usinagem interna);

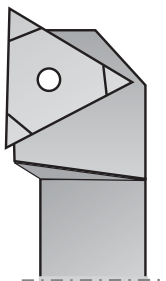


- U = profundidade do último passe da rosca (diâmetro – incremental);
- L = número de repetições do último passe da rosca (acabamento).

Veja um exemplo dessa função (G37 Mach9)!



- Usamos a função G37 na peça abaixo como ciclo de roscamento com 11 passadas.
- Definimos o desenho da peça.
- Definimos o material: aço O 40mm X 60 mm.
- Definimos a ferramenta de suporte: rosca externa direita 60°.





Cálculos:

- $H = (0.65 \times 2.5) \times 2 = 3.25$;
- $D = \text{profundidade da 1ª passada} = 3.25 / 3.31 = 0.98$;
- $E = 25 - 20 = 5$;
- $X = 20 - 3.25 = 16.75$ (diâmetro interno).



Vamos analisar o programa que fizemos para executar as funções?

Veja os comandos!

:

T0404

G54

M13

G97

S700 M03

G00 X25. Z65. M08

G37 X16.75 Z28.5 K2.5 D.98 E5. U.05 L2

G00 X150. Z150. M09

M30

Agora vejamos as devidas explicações das linhas de comando.

:

Chama a usinagem anterior.



T0404

Faz uma chamada da ferramenta e corretores.

G54

Define a origem zero da peça.

S700 M03

Define um valor para a RPM e o sentido de giro do eixo-árvore.

G00 X25. Z65. M08

Define o posicionamento inicial da rosca e liga refrigerante.

G37 X16.75 Z28.5 K2.5 D.98 E5. U.05 L2

Define dados do ciclo automático de rosca.

G00 X150. Z150. M09

Define o ponto de troca final e desliga o refrigerante.

M30 ,

Finaliza o programa.





Bom, você terminou o estudo desta lição e aprendeu um pouco mais da programação CNC. A próxima lição lhe dará mais alguns exemplos das funções e suas linhas de comandos.



Agora relaxe um pouco antes de começar a próxima lição. Tenha a certeza de que isso ajudará você a prosseguir seus estudos nas demais lições que virão pela frente!



LIÇÃO 7

CICLOS AUTOMÁTICOS DE USINAGEM – CONTINUAÇÃO

Você está quase chegando ao final do Desafio 3!

Esta lição apresenta mais duas funções com seus respectivos exemplos para que você faça uma análise detalhada.

Lembre-se que para programar utilizando CNC é preciso conhecer os comandos básicos e, também, os comandos mais avançados. Por isso, recomendamos que, após terminar esta lição, você consulte a Biblioteca e os textos complementares do Ambiente Virtual de Aprendizagem.



Vamos continuar? Veja mais algumas funções!

FUNÇÕES G37 (MACH9) G76 (FANUC)

Aplicação: definir os dados necessários para executar o roscamento automático.

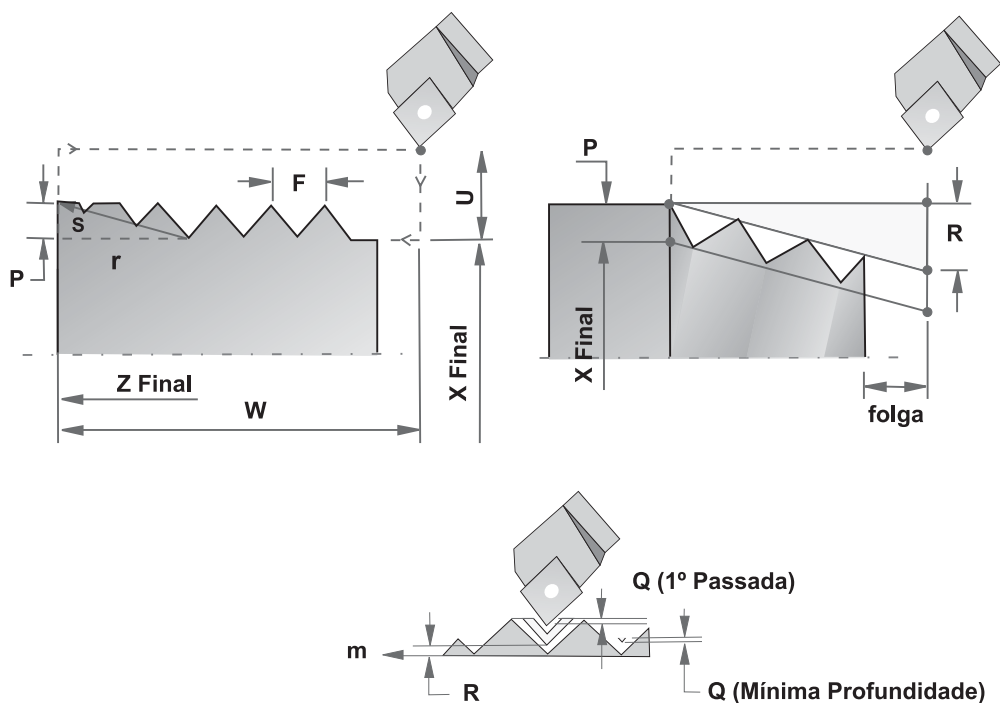
Essa função executa o roscamento automático por meio de duas linhas de programação.

Sintaxe da sentença:

G76 P(m) (s) (a) Q... R...;

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





Para utilizar esse parâmetro, coloque dois dígitos em seguida do P. Ex: P09.

Veja as explicações da linha de comando abaixo.

G76 P(m) (s) (a) Q... R...;

G76 é a chamada do ciclo e **P** é a chamada dos parâmetros **m..; s..; a...** As funcionalidades dos parâmetros são:

- **m** – serve para calcular o número de repetições do último passe;
- **s** – define o valor para o cálculo da saída angular;
- **a** – define valor para o ângulo da ferramenta da rosca.

Para utilizar o parâmetro s, coloque ((r : passo) x 10). (Dois dígitos) Tal que r é o comprimento da saída angular da rosca.

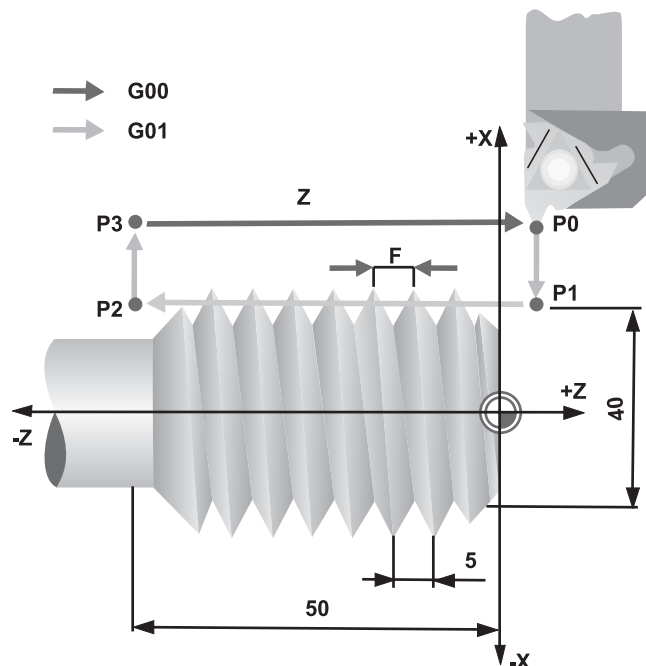
Q – define a mínima profundidade de corte (raio/milésimos de milímetro).

R – define a profundidade do último passe (raio).

Para utilizar esse parâmetro, coloque dois dígitos que representem o valor desejado. Ex: 02.

Verifique a ordem de como vai a fórmula:

G76 X... (U...) Z... (W...) R... P... Q... F...



Então temos:

G76 = chamada do ciclo;

X = diâmetro final do roscamento;

U = distância incremental do diâmetro posicionado até o diâmetro final da rosca (raio);

Z = comprimento final do roscamento;

W = distância incremental do ponto posicionado (“Z” inicial) até a coordenada final do eixo longitudinal (“Z” final);

R = valor da conicidade incremental no eixo “X” (raio/negativo para externo e positivo para interno);

P = altura do filete da rosca (raio/milésimos de milímetro);

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

Q = profundidade do 1º passe (raio/milésimos de milímetro);

$$Q = \frac{P}{\sqrt{N^{\circ} \text{ de passes}}}$$

F = passo da rosca.





Veja um exemplo no caso de rosca medida em polegadas:

$$F = 1" / \text{número de fios.}$$

► **Observações!**

- Para programação do ciclo de roscamento deve-se utilizar a função G97 para que a RPM fique constante.
- RPM máximo = RPM máximo da máquina/passo.
- Em caso de rosca cônica converter a inclinação para um valor em centésimo de grau.
- O ponto de aproximação é um ponto obrigatório antes da chamada do ciclo.

ROSCA EXTERNA:

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

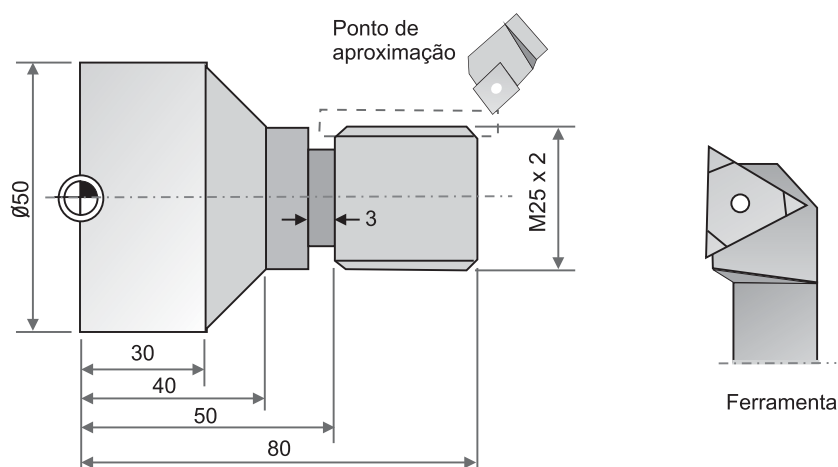
ROSCA INTERNA:

$$X = \text{Diâmetro do furo} + (P \times 2).$$

Agora veja um exemplo G76 (Fanuc).

Vamos usar na peça abaixo a função G76 como para realizar o ciclo de roscamento automático com 11 passadas.

- Primeiro desenhemos a peça.
- Posteriormente definimos o seu material: aço O 50mm X 80 mm.





- Definimos a ferramenta de suporte que será utilizada: rosca externa direita 60°.

► **Observação!**

Recomenda-se deixar durante a aproximação ferramenta e peça uma folga mínima de duas vezes o valor do passo da rosca no eixo “Z”.

Antes de programar devemos realizar os cálculos apresentados.

P = altura do filete.

$P = (0.65 \times P)$.

$P = (0.65 \times 2)$.

$P = 1.3$.

X = diâmetro final.

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

$X = 25 - (1.3 \times 2)$.

$X = 22.4$.

Profundidade do primeiro passe (Q).

Quanto a ferramenta vai tirar no primeiro passe, utilizamos estas fórmulas:

Profundidade do primeiro passe (Q):

$$Q = \frac{P}{\sqrt{N^{\circ} \text{ de passes}}}$$

$$Q = \frac{1.3}{\sqrt{11}}$$

$$Q = 0.392$$

Na fórmula, P é a altura do filete, calculado na fórmula anterior, dividido pelo número de passadas que é 11. O valor deve ser colocado em milésimos de milímetro.

Veja como fazemos o programa!





Como um exercício, analise e procure identificar cada linha de comando abaixo:

O 0001

:

G0 X300 Z200 T00

T404 (ROSCA M25X2)

G54

S1000 M3

G0 X29. Z85. M8

G76 P010060 Q100 R0.1

G76 X22.4 Z48.5 P1300 Q392 F2

G0 X300. Z250. M09 T00

M30

Caso tenha dúvidas, no exemplo mostrado, visite o Ambiente Vitura de Aprendizagem! Lá você poderá encaminhar perguntas ao seu tutor na seção “Tira Dúvidas” e também visualizar alguns exemplos comentados na Biblioteca (os exemplos estarão na pasta “Desafio 3” no arquivo Exemplos_Licao7.doc).

- **Importante:** o seu tutor disponibilizou exercícios fundamentais para a compreensão de todo o desafio. Mas para isso você deverá terminar a última lição. Vamos lá?



Na etapa final você fará um estudo sobre as funções de **compensação de raio de corte** e logo em seguida fará a seção “**Desafie seu conhecimento**”.



LIÇÃO 8

COMPENSAÇÃO DO RAIOS DE CORTE

Esta lição complementa as demais que você já estudou neste desafio. Ao final, teste seus conhecimentos e visite o Ambiente Virtual de Aprendizagem para registrar as atividades finais.

Visite também a Biblioteca e acesse os *links* que correspondem às funções apresentadas. Lá você poderá conferir todas as imagens dos exemplos mostrados aqui.

No Ambiente Virtual de Aprendizagem você também encontrará esta lição. Acesse para concluir seus estudos neste desafio!



Vamos às últimas funções?

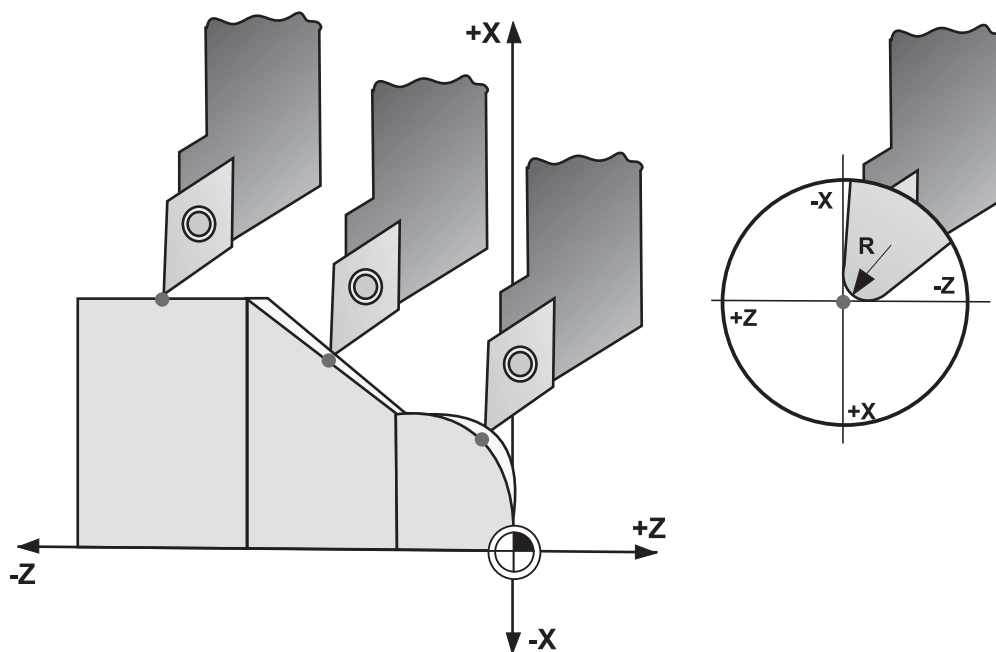
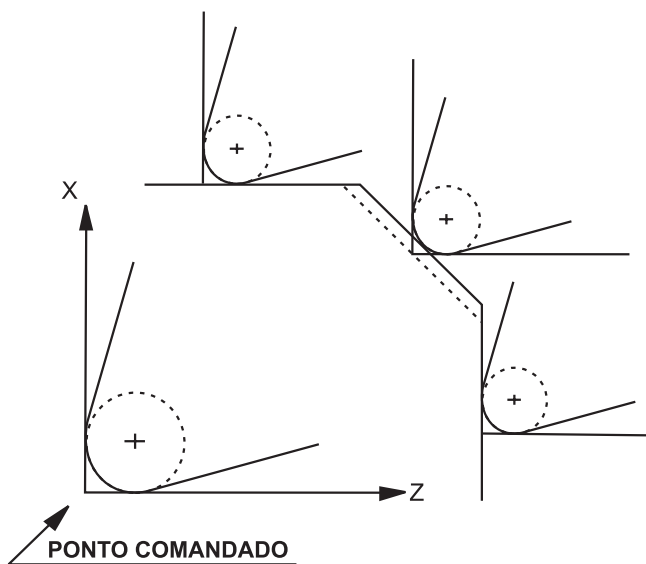
As três funções apresentadas abaixo são utilizadas para a **compensação do raio de corte**.

FUNÇÕES G40, G41 E G42

Aplicação: comandar o processo de compensação do raio da ferramenta.

Essas três funções têm como objetivo corrigir a diferença entre o raio da ferramenta programado e o atual, sendo que para utilizar esse recurso, o valor do raio deve ser inserido na página “Corretor da Ferramenta” na própria máquina. Verifique as ilustrações desse exemplo na Biblioteca Virtual do curso.



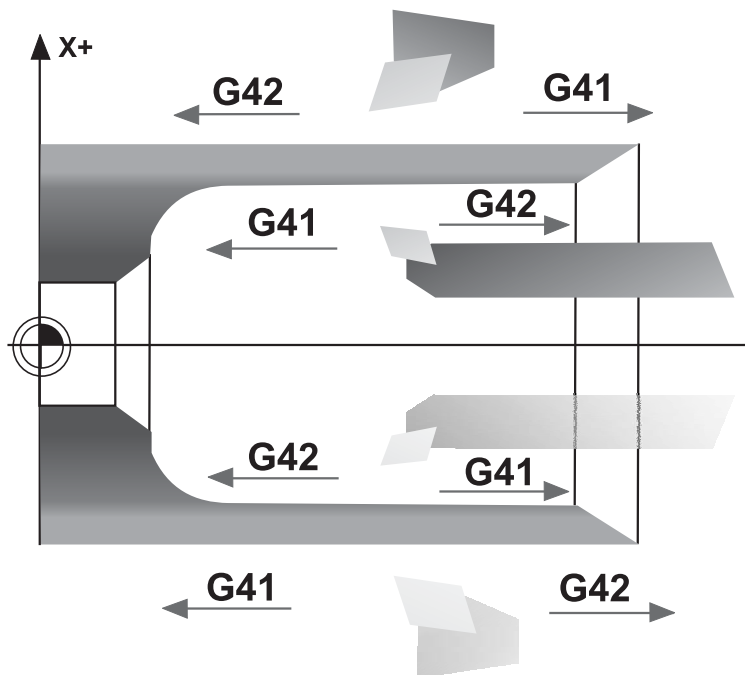




Cada função tem uma utilidade distinta:

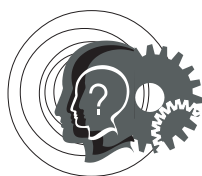
- G40 – desliga/cancela a compensação de raio da ferramenta;
- G41 – liga a compensação de raio da ferramenta quando essa fica do lado esquerdo da peça a ser usinada, vista em relação ao sentido de corte;
- G42 – tem a mesma função do G41, porém essa fica do lado direito da peça a ser usinada, vista em relação ao sentido de corte.

Para compreender melhor tais funções, verifique os quadros colocados no Ambiente Virtual de Aprendizagem.



Chegamos ao fim desta lição. Agora você fará a seção de atividades finais!





DESAFIE SEU CONHECIMENTO!

Responda as questões abaixo e posteriormente vá ao Ambiente Virtual de Aprendizagem para responder e registrar a finalização deste desafio.

1. Qual é o objetivo da função preparatória S?

2. O ponto zero da peça é definido por quem: pelo programador ou pelo operador da máquina, ou pelos dois?



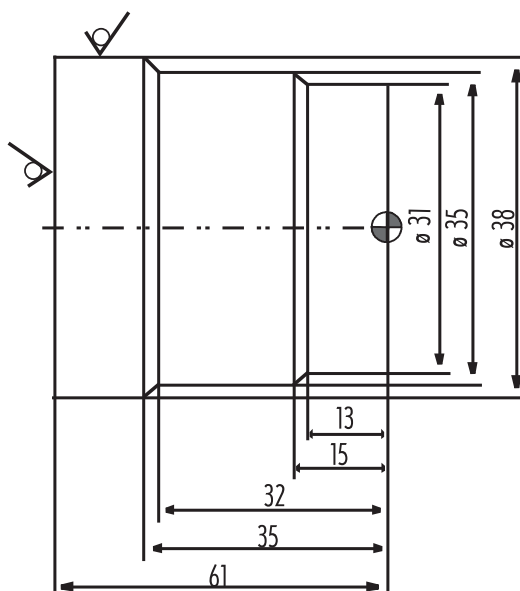
3. Para que serve a função G0?

[illegible]



4. Elaborar o programa CNC utilizando a programação somente em G00, G01:

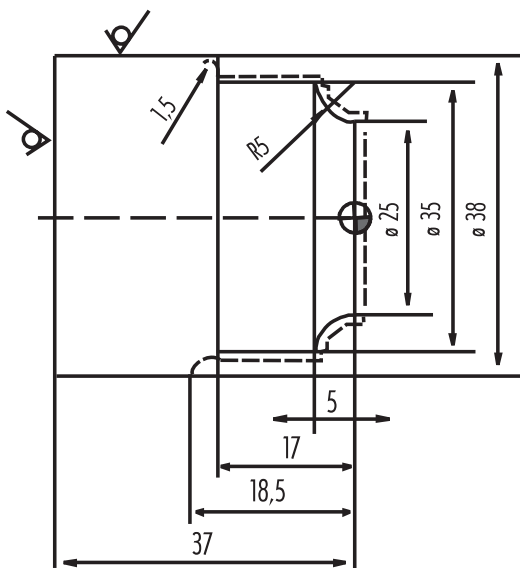
Peça Aço ABNT 1020 $\varnothing 38$ x 61 mm.





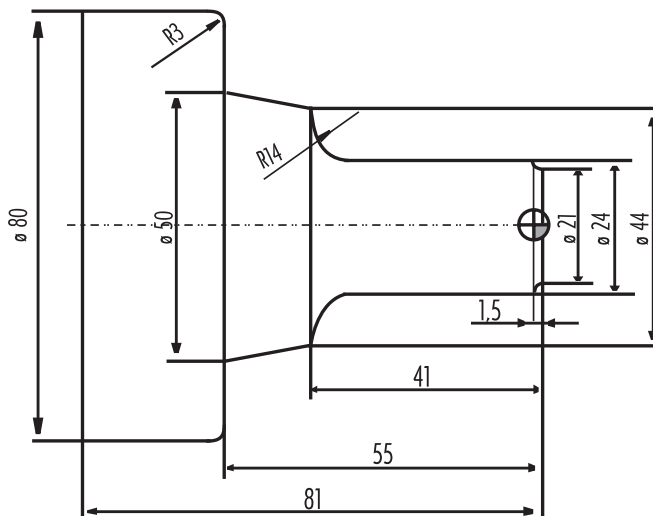
5. Elaborar o programa CNC utilizando a programação somente em G00, G01, G02 e G03:

Peça Aço ABNT 1045 fundido com sobremetal de 1mm.





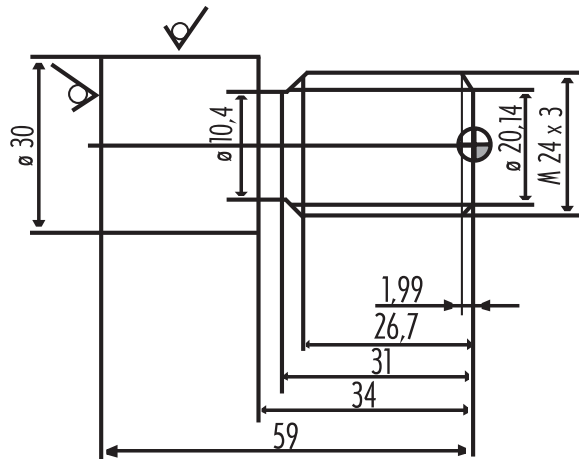
Peça Aço ABNT 1020 Ø80 x 81 mm.





7. Elaborar o programa CNC utilizando ciclo automático de roscamento (comando Mach 9 e Fanuc):

Peça Alumínio Ø30x60 mm.



Chegamos ao final deste desafio. Esperamos que você tenha compreendido todas as funções estudadas e que possa colocá-las em prática nos seus trabalhos. Caso tenha ficado alguma dúvida, não hesite, entre em contato com o seu professor tutor pelo “Tira Dúvidas” do Ambiente Virtual de Aprendizagem e envie a sua pergunta. Ele estará pronto para lhe ajudar.

Preparado agora para o Desafio 4? Então até lá!





GLOSSÁRIO

Sobremetal – é a uma camada que fica por cima do metal.

Comando – Qualquer mecanismo que faz funcionar máquina ou dispositivo; pode ser um conjunto de funções que visam um único objetivo.

Função – código de programação que tem uma funcionalidade específica dentro de um comando.

Fanuc – é uma das várias linguagens para comandos que existem. Mas, assim como existe o windows e o linux temos o Fanuc e o MACH 9. Eles diferem um pouco um do outro, por isso algumas funções podem se diferenciar um pouco e outras serem iguais.

Chave fim de curso – é um sensor para indicar à máquina o fim do movimento.



BIBLIOGRAFIA

Manual de programação e operação CNC Mach 9 – ROMI.

Tradução e adaptação por funcionários da
TRAUBOMATIC Indústria e Comércio Ltda. **Comando
numérico CNC – Técnica Operacional –
Torneamento**: programação e operação. São Paulo: EPU,
1985.

Manual Técnico de Usinagem. Sandvik Coromant.

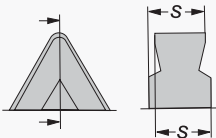
MACHADO, A. **Comando Numérico aplicado às
máquinas-ferramenta**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1987.




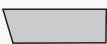
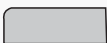





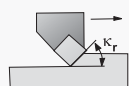
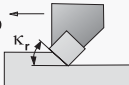
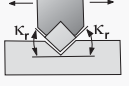
ANEXO

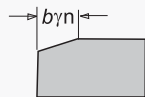
Verifique abaixo as medidas e as codificações para os formatos de pastilhas utilizadas para programar a máquina CNC. Lembre-se: o programador retira os dados dos manuais das máquinas CNC (neste caso o retiramos dados de um manual Sandvik). Além desse anexo, você também deve consultar a biblioteca do Ambiente Virtual de Aprendizagem.

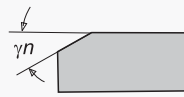
Espessura da pastilha, s mm																									
	<table><tr><td>01</td><td>s = 1,59</td></tr><tr><td>T1</td><td>s = 1,98</td></tr><tr><td>02</td><td>s = 2,36</td></tr><tr><td>03</td><td>s = 3,18</td></tr><tr><td>T3</td><td>s = 3,97</td></tr><tr><td>04</td><td>s = 4,78</td></tr><tr><td>05</td><td>s = 5,56</td></tr><tr><td>06</td><td>s = 6,35</td></tr><tr><td>07</td><td>s = 7,94</td></tr><tr><td>08</td><td>s = 9,52</td></tr><tr><td>10</td><td>s = 10,00</td></tr><tr><td>12</td><td>s = 12,00</td></tr></table>	01	s = 1,59	T1	s = 1,98	02	s = 2,36	03	s = 3,18	T3	s = 3,97	04	s = 4,78	05	s = 5,56	06	s = 6,35	07	s = 7,94	08	s = 9,52	10	s = 10,00	12	s = 12,00
01	s = 1,59																								
T1	s = 1,98																								
02	s = 2,36																								
03	s = 3,18																								
T3	s = 3,97																								
04	s = 4,78																								
05	s = 5,56																								
06	s = 6,35																								
07	s = 7,94																								
08	s = 9,52																								
10	s = 10,00																								
12	s = 12,00																								

Raio de ponta, r _c mm													
	<table><tr><td>M0,00</td><td>r_c = Pastilha redonda</td></tr><tr><td>04</td><td>r_c = 0,4</td></tr><tr><td>08</td><td>r_c = 0,8</td></tr><tr><td>12</td><td>r_c = 1,2</td></tr><tr><td>16</td><td>r_c = 1,6</td></tr><tr><td>24</td><td>r_c = 2,4</td></tr></table>	M0,00	r _c = Pastilha redonda	04	r _c = 0,4	08	r _c = 0,8	12	r _c = 1,2	16	r _c = 1,6	24	r _c = 2,4
M0,00	r _c = Pastilha redonda												
04	r _c = 0,4												
08	r _c = 0,8												
12	r _c = 1,2												
16	r _c = 1,6												
24	r _c = 2,4												

Condições da aresta de corte	
F	 Aresta de corte viva
E	 Aresta de corte com tratamento ER
T	 Fase negativa
K	 Fases duplas negativas
S	 Fases negativa e aresta decorte com tratamento ER

Versão da ferramenta	
R	 Avanço
L	 Avanço
N	 Avanço

Largura do chanfro, mm											
	<table><tr><td>010</td><td>bγn = 0,10</td></tr><tr><td>025</td><td>bγn = 0,25</td></tr><tr><td>070</td><td>bγn = 0,70</td></tr><tr><td>150</td><td>bγn = 1,50</td></tr><tr><td>200</td><td>bγn = 2,00</td></tr></table>	010	bγn = 0,10	025	bγn = 0,25	070	bγn = 0,70	150	bγn = 1,50	200	bγn = 2,00
010	bγn = 0,10										
025	bγn = 0,25										
070	bγn = 0,70										
150	bγn = 1,50										
200	bγn = 2,00										

Ângulo do chanfro					
	<table><tr><td>15</td><td>γn = 15°</td></tr><tr><td>20</td><td>γn = 20°</td></tr></table>	15	γn = 15°	20	γn = 20°
15	γn = 15°				
20	γn = 20°				



CNMG

1	2	3	4
---	---	---	---

120408

5	6	7
---	---	---

- PF

8	9	12
---	---	----




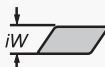

T01020

8	10	11
---	----	----

Formato da pastilha	
80° C	55° D
55° K	R
S	T
35° V	80° W

Ângulo de folga	
B 5°	C 7°
E 20°	N 0°
P 11°	O Descrição específica

Tolerâncias \pm para s e iC/iW			
Classe s	iC / iW		
G $\pm 0,13$	$\pm 0,025$		
M $\pm 0,13$	$\pm 0,05 - \pm 0,15^{1)}$		
U $\pm 0,13$	$\pm 0,08 - \pm 0,25^{1)}$		
E $\pm 0,025$	$\pm 0,25$		
<p>1)Varia dependendo do tamanho do iC Veja abaixo.</p>			
Círculo inscrito iC mm	Tolerância da classe		
	M	U	
3,97 5,0 5,56 6,0 $\pm 0,05$ 6,35 8,0 9,525 10,0	$\pm 0,08$		
12,0 12,7	$\pm 0,08$	$\pm 0,13$	
15,875 16,0 19,05 20,0	$\pm 0,10$	$\pm 0,18$	
25,0 25,4	$\pm 0,13$	$\pm 0,25$	
31,75 32,0	$\pm 0,15$	$\pm 0,25$	

Para pastilhas positivas iC é válido para um canto afiado.

Tamanho da pastilha = comprimento da aresta de corte, /mm									
		C	D	R	S	T	V	W	K
iC mm	iC inch								
3,97	5,32"					06			
5,0				05					
5,56	7/32"					09			
6,0				06					
6,35	1/4"	06	07			11	11		
8,0				08					
9,525	3/8"	09	11	09	09	16	16	06	16")
10,0				10					
12,0				12					
12,7	1/2"	12	15	12	12	22	22	08	
15,875	5/8"	16		15	15	27			
16,0				16					
19,05	3/4"	19		19	19	33			
20,0				20					
25,0				25					
25,4	1"	25		25	25				
31,75				31					
32,0				32					

*) Para pastilhas de formato K(KNMX, KNUX) apenas o comprimento teórico da aresta de corte é mostrado.

Tipo de pastilha	
A	Q
G	R
M	T
N	W
P	Desenho especial

