



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA
Campus Araranguá

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE ARARANGUÁ

USINAGEM AVANÇADA (TORNEAMENTO)

Prof.: Daniel João Generoso

**QUARTO MÓDULO
CURSO TÉCNICO EM ELETROMECÂNICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA – CAMPUS ARARANGUÁ**

2011 – 2



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE ARARANGUÁ

Apostila de Usinagem Avançada organizada para o quarto módulo do curso Técnico em Eletromecânica, com base em apostilas de outros cursos e manual de instruções do Torno Ergomat .

COMANDO NUMÉRICO COMPUTADORIZADO (CNC)

A sigla CNC significa comando numérico computadorizado. A primeira máquina-ferramenta controlada por computador foi uma fresadora. Ela surgiu em 1952 e destinava-se a usinar peças de geometria complicadas utilizadas em aviões e helicópteros. Na verdade, tratava-se de uma fresadora já existente – fabricada por uma empresa americana chamada Cincinnati – que sofreu modificações em seus componentes mecânicos e recebeu um controlador eletrônico. Este primeiro controlador eletrônico não lembra, nem de longe, os pequenos e numerosos controladores numéricos atuais. Eles tinham várias vezes o tamanho da própria máquina, consumiam muita energia elétrica, falhavam freqüentemente e sua capacidade de cálculo era muito limitada, se comparada à tecnologia atualmente disponível.

No entanto, apesar dessas limitações, essa fresadora inaugurou a era das máquinas-ferramenta CNC. Durante cerca de oito anos, entre 1952 e 1960, a utilidade desse novo tipo de tecnologia foi testada nos mercados dos Estados Unidos e da Europa. Os usuários de máquinas-ferramenta, desconfiados da eficiência dos equipamentos e assustados com os preços elevados, não aderiram imediatamente ao novo conceito de produção. Apenas poucas indústrias, como a aeronáutica e a automobilística, tinham condições financeiras para adquirir este tipo de equipamento.

Com a redução progressiva dos custos e o aumento da capacidade de cálculo dos controladores eletrônicos, a tecnologia CNC popularizou-se entre indústrias pequenas e médias.

Hoje, é praticamente impossível imaginar a indústria, principalmente os setores mecânico e metalúrgico, sem a presença de máquinas-ferramenta CNC.

Os benefícios trazidos pela aplicação de comandos numéricos e máquinas-ferramenta foram:

- Fabricação de peças de geometria mais complexas, tolerâncias dimensionais mais estreitas e melhor acabamento superficial;
- Maior repetibilidade das características do produto: as peças produzidas são idênticas umas as outras, independentemente dos fatores humanos;

- Redução da fadiga dos operadores humanos, que passam a ser responsáveis apenas por tarefas de preparação, programação e controles de uma grande variedade de peças, sem que para isso sejam necessários ajustes demorados no equipamento;

Contudo, o uso das máquinas CNC trouxe problemas, tais como:

- Necessidade de investimentos relativamente elevados para aquisição dos equipamentos;
- Necessidade de treinamento e capacitação de mão-de-obra para a utilização de todo o potencial tecnológico das máquinas;
- Desempregos nos segmentos da indústria onde foram instaladas.

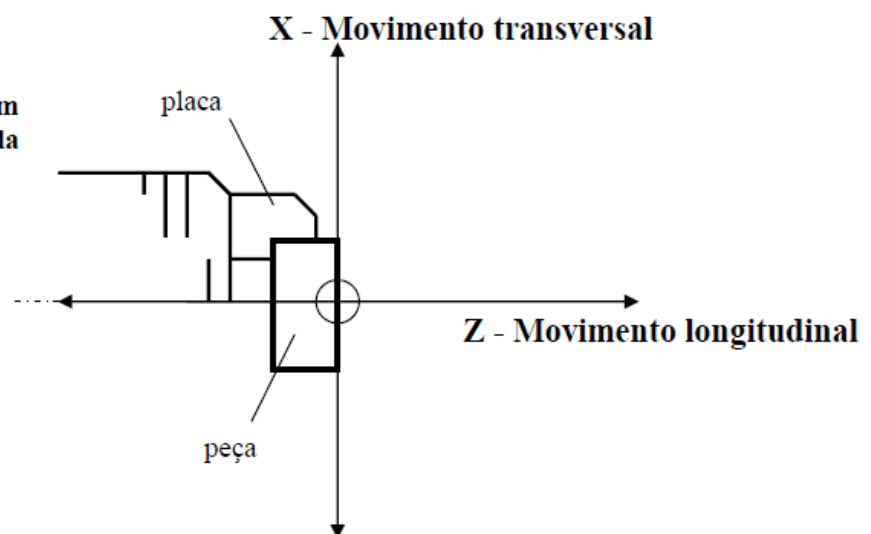
Alguns desses problemas, no entanto, poderiam ser solucionados na própria empresa. Assim, a recapacitação dos operários para novos postos de trabalho ou até sua absorção pelos próprios fabricantes dos equipamentos automáticos são soluções viáveis que dependiam basicamente da política social da empresa.

SISTEMAS DE COORDENADAS

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

• TORNO

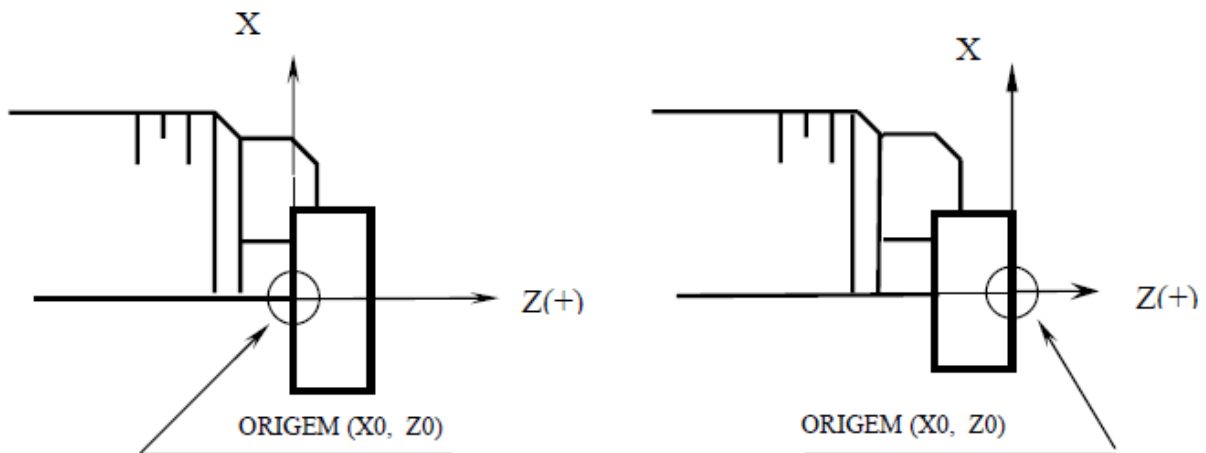
OBS. “Os movimentos em X e Z são dados pela ferramenta”.



SISTEMA DE COORDENADAS ABSOLUTAS

Neste sistema, a origem é estabelecida em função da peça a ser executada, para tanto, pode-se estabelecê-la em qualquer ponto do espaço facilitando a programação. Este processo denomina-se “Zero Flutuante”.

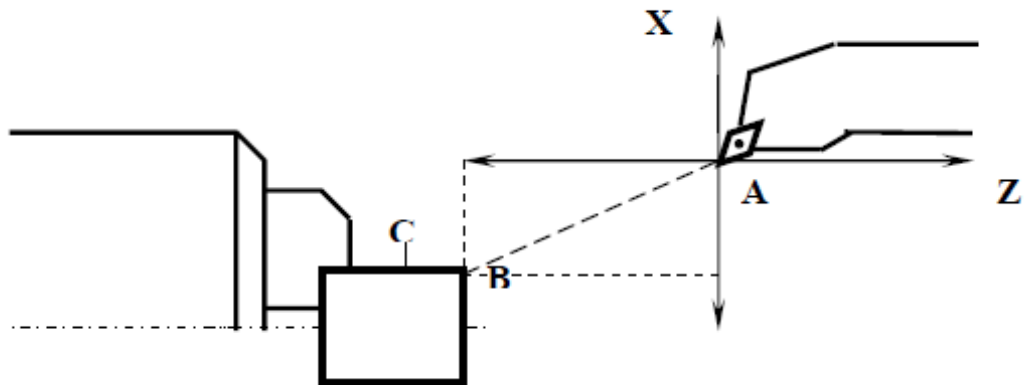
Como visto, a origem do sistema foi fixada como sendo os pontos X_0 , Z_0 . O ponto X_0 é definido pela linha de centro-árvore. O ponto Z_0 é definido por qualquer linha perpendicular à linha de centro do eixo-árvore. Durante a programação, normalmente a origem (X_0 , Z_0) é pré-estabelecida no fundo da peça (encosto das castanhas) ou na face da peça, conforme a ilustração que se segue:



SISTEMAS DE COORDENADAS INCREMENTAIS

A origem deste sistema é estabelecida para cada movimento da ferramenta. Após qualquer deslocamento haverá uma nova origem, ou seja, para qualquer ponto atingido pela ferramenta, a origem das coordenadas passará a ser o ponto alcançado. Todas as medidas são feitas através da distância a ser deslocada.

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



NORMA ISO 6983

A Norma ISO 6983 descreve o formato das instruções do programa para Máquinas de Controle Numérico. Trata-se de um formato geral de programação e não um formato para um tipo de máquina específica. A flexibilidade desta norma não garante intercambiabilidade de programas entre máquinas. Os objetivos desta norma são:

- unificar os formatos-padrão anteriores numa Norma Internacional para sistemas de controle de posicionamento, movimento linear e contorneamento;
- introduzir um formato-padrão para novas funções, não descritas nas normas anteriores;
- reduzir a diferença de programação entre diferentes máquinas ou unidades de controle, uniformizando técnicas de programação;
- desenvolver uma linha de ação que facilite a intercambiabilidade de programas entre máquinas de controle numérico de mesma classificação, por tipo, processo, função, tamanho e precisão;
- incluir os códigos das funções preparatórias e miscelâneas.

NOTA: Esta norma dá suficiente liberdade ao fabricante da máquina CNC para adequar a estrutura dos programas às diversas aplicações na máquina, portanto, é preciso observar cuidadosamente o manual de programação.

NOMENCLATURA DOS EIXOS E SISTEMAS DE COORDENADAS

A nomenclatura dos eixos e movimentos está definida na norma internacional ISO 841 (Numerical control of machines) e é aplicável a todo tipo de máquina-ferramenta. Os eixos rotativos são designados com as letras A, B e C; os eixos principais de avanço com as letras X, Y e Z.

TORNO CNC

DESCRIÇÃO DE VARIÁVEIS

O - Número de programa

N - Identificação de bloco

G - Código ISO da função preparatória a ser executada

X/Z - Coordenada do ponto final em modo absoluto ou incremental, dependendo do estado modal do comando.

U/W - Coordenada incremental em X e em Z

I/J/K - Coordenada incremental do centro de círculo para o ponto inicial do arco.

R - Raio

A - Ângulo polar

F - Velocidade de avanço de trabalho. Em mm/min ou mm/rot.

M - Função auxiliar que depende da interface da máquina

S - Rotação do fuso

T - Definição de ferramenta

X/P/U - Variáveis para tempo de espera.

P - Chamada de subprograma

FUNÇÕES AUXILIARES "M"

M00 = Parada programada

M01 = Parada opcional

M02 = Fim de programa

M03 = Girar fuso principal sentido horário
M04 = Girar fuso principal sentido anti-horário
M05 = Parada do fuso
M07 = Ligar bomba de refrigeração
M09 = Desligar bomba de refrigeração
M10 = Fixar material no fuso principal
M11 = Soltar fixação de material no fuso principal
M19 = Posicionar fuso (em conjunto com B07xxx)
M30 = Fim de programa
M31 = Quitação do sinal de fim de barra (alimentador)
M35 = Ativar sinal CDZ (chanfro na saída de rosca)
M36 = Desativar M35
M37 = Ativar sinal SMZ(velocidade zero para avançar bloco)
M38 = Desativar M37
M60 = Trocar barra com fuso parado (magazine de barras)
M61 = Trocar barra com fuso pendulando (magazine de barras)
M77 = Liberar M10/M11 com fuso girando
M78 = Desligar M77
M92 = Ligar transportador de cavacos para frente
M93 = Desligar transportador de cavacos
M94 = Abrir porta separadora de peças
M95 = Fechar porta separadora de peças
M98 = Chamada de subprograma
M99 = Fim de subprograma

FUNÇÕES PREPARATÓRIAS (CÓDIGO G)

G00 = Posicionamento em avanço rápido
G01 = Interpolação linear
G02 = Interpolação circular sentido horário
G03 = Interpolação circular sentido anti-horário
G04 = Tempo de espera

G10 = Entrada de dados programável
G11 = Cancela entrada de dados programável
G20 = Entrada em polegadas
G21 = Entrada em milímetros
G28 = Retorno ao ponto de referência
G33 = Abertura de roscas
G34 = Abertura de roscas com passo variável
G40 = Cancela compensação de raio
G41 = Compensação de raio à esquerda
G42 = Compensação de raio à direita
G53 = Definição do sistema de coordenadas da máquina
G54 = Seleção do sistema de coordenadas 1
G55 = Seleção do sistema de coordenadas 2
G56 = Seleção do sistema de coordenadas 3
G57 = Seleção do sistema de coordenadas 4
G58 = Seleção do sistema de coordenadas 5
G59 = Seleção do sistema de coordenadas 6
G65 = Chamada de macro
G70 = Ciclo de acabamento
G71 = Ciclo de desbaste longitudinal
G72 = Ciclo de desbaste transversal
G76 = Ciclo de abertura de roscas múltiplas
G78 = Ciclo de abertura de rosca simples
G80 = Cancela ciclo
G83 = Ciclo de furação profunda
G84 = Ciclo de rosca para macho
G90 = Programação em medida absoluta
G91 = Programação em medida incremental
G92 = Define velocidade máxima do fuso
G94 = Avanço em milímetros por minuto
G95 = Avanço em milímetros por rotação
G96 = Controle de velocidade de corte constante

G97 = Cancela velocidade de corte constante

ESTRUTURA E CARACTERÍSTICAS DE UM PROGRAMA CNC

Os programas CNC obedecem a uma estrutura básica que deve ser observada na construção de um programa.

ESTRUTURA DE UM PROGRAMA CNC

IDENTIFICAÇÃO
CABEÇALHO
DADOS DA FERRAMENTA
APROXIMAÇÃO E USINAGEM DO PERFIL DA PEÇA
FIM DE PROGRAMA

São diversos os meios de elaboração de programas CNC, sendo os mais usados:

LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO AUTOMÁTICA APT

No surgimento do CN, no início dos anos 50, a primeira linguagem de programação utilizada foi a APT (Automatic Programmed Tool). Atualmente só é utilizada como ferramenta auxiliar na programação de peças com geometrias muito complexas, principalmente para máquinas de 4 e 5 eixos.

A linguagem APT é uma linguagem de alto nível.

LINGUAGEM EIA/ISO

Linguagem de códigos, também conhecida como códigos G. É na atualidade a mais utilizada universalmente, tanto na programação manual, como na programação gráfica, onde é utilizado o CAM.

A linguagem EIA/ISO é considerada de baixo nível.

LINGUAGEM INTERATIVA

Programação por blocos parametrizados, possui blocos prontos e não usa códigos.

Ex. linguagem MAZATROL aplicando às máquinas MAZAK.

PRODUÇÃO GRÁFICA VIA "CAM" (COMPUTER AIDED MANUFACTURING)

Não é mais uma linguagem de programação e sim uma forma de programar em que o programador deverá possuir os conhecimentos de: processos de usinagem; materiais; ferramentas e dispositivos para usinagem; informática para manipulação de arquivos; máquinas (avanços, rotações e parâmetros); domínio de um software de CAD e um de CAM.

Descrevendo de uma maneira simplificada, apenas para fácil entendimento, o programador entra com o desenho da peça, que pode ser feito no próprio CAM ou em desenhos recebidos do CAD (Computer Aided Design), define matéria - prima (tipo e dimensões), ferramentas e demais parâmetros de corte, escolhe o pós-processador de acordo com a máquina que fará a usinagem e o software de CAM se encarregará de gerar o programa, utilizando os códigos da linguagem EIA/ISO.

Será estudado programas utilizando a linguagem EIA/ISO.

O programa CNC é constituído de:

Caracteres: É um número, letra ou símbolo com algum significado para o Comando.

(Exemplo:2, G, X, /, A, T).

Endereços: É uma letra que define uma instrução para o comando.

(Exemplo:G, X, Z, F).

Palavras: É um endereço seguido de um valor numérico.

(Exemplo:G01 X25 F0.3).

Bloco de Dados : É uma série de palavras colocadas numa linha, finalizada pelo caractere “;”

(Exemplo: G01 X54 Y30 F.12;)

Programa : É uma série de blocos de dados (Finalizada por M30).

CARACTERES ESPECIAIS

(;) - Fim de bloco : (EOB - End Of Block).

Todo bloco deve apresentar um caractere que indique o fim do bloco.

() - Comentário : Os caracteres parênteses permitem a inserção de comentários. Os caracteres que vierem dentro de parênteses são considerados comentários e serão ignorados pelo comando.

FUNÇÕES DE POSICIONAMENTO

O comando trabalha em milímetros para palavras de posicionamento com ponto decimal.

Função X – Aplicação: Posição no eixo transversal (absoluta)

X20 ; ou X-5 ;

Função Z – Aplicação: Posição no eixo longitudinal (absoluta)

Z20 ; ou Z-20 ;

Função U – Aplicação: Posição no eixo transversal (incremental)

U5 ; ou U-5 ; (Usado em programação feita em coordenadas absolutas)

Função W – Aplicação: Posição no eixo longitudinal (incremental)

W5 ; ou W-5 ; (Usado em programação feita em coordenadas absolutas)

FUNÇÕES ESPECIAIS

FUNÇÃO O (USADA NO COMANDO GE FANUC)

Todo programa ou sub-programa na memória do comando é identificado através da letra “O” composto por até 4 dígitos, podendo variar de 0001 até 9999.

Para facilitar a identificação do programa, recomenda-se inserir um comentário, observando-se o uso dos parênteses.

Ex.: O5750 (Flange do eixo traseiro);

FUNÇÃO N

Define o número da sequência. Cada sequência de informação pode ser identificada por um número de um a quatro dígitos, que virá após a função N. Esta função é utilizada em desvios especificados em ciclos, e em procura de blocos.

Exemplo:

N50 G01 X10 ;

N60 G01 Z10 ;

Não é necessário programar o número de seqüência em todos os blocos de dados. A seqüência aparecerá automaticamente após a inserção de cada bloco de dados, a não ser que seja feita uma edição fora da seqüência do programa ou após sua edição completada.

FUNÇÃO F

Geralmente nos tornos CNC utiliza-se o avanço em mm/rotação, mas este também pode ser utilizado em mm/min.

O avanço é um dado importante de corte e é obtido levando-se em conta o material, a ferramenta e a operação a ser executada.

F0.3 ; ou F.3 ;

FUNÇÃO T

A função T é usada para selecionar as ferramentas informando à máquina o seu zeramento (PRE-SET), raio do inserto, sentido de corte e corretores.

Programa-se o código T acompanhado de no máximo quatro dígitos. Os dois primeiros dígitos definem a localização da ferramenta na torre e seu zeramento (PRE-SET), e os dois últimos dígitos definem o número do corretor de ajustes de medidas e correções de desgaste do inserto.

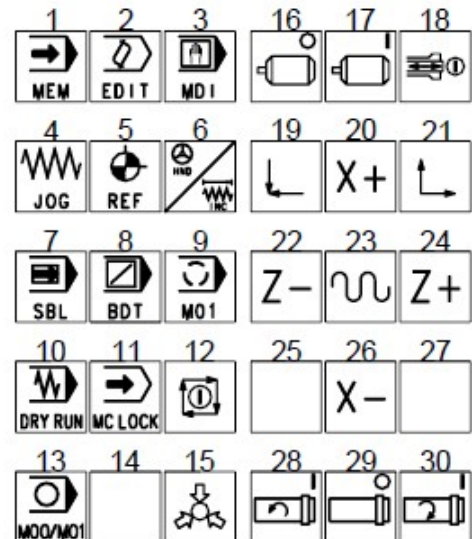
Exemplo: T0202 ;

O giro de torre (no caso do nosso equipamento, GANG de ferramentas) e o movimento dos carros não podem estar no mesmo bloco que a função T, ela deve ser programada em uma linha de maneira isolada.

Importante:

O raio do inserto (R) e a geometria da ferramenta (T) devem ser inseridos somente na página de geometria de ferramentas.

PAINEL DE COMANDO DO TORNO



- 1- Modo automático
- 2- Modo edição
- 3- Modo MDI (programa com no máximo 10 linhas)
- 4- Modo manual
- 5- Modo referencia
- 6- Modo incremento de manivela
- 7- Ativa/Desativa bloco a bloco
- 8- Ativa/Desativa bloco barrado
- 9- Ativa/Desativa parada opcional
- 10- DRY RUN (Teste de funcionamento em vazio) (ativa/desativa)
- 11- MC LOCK (Bloqueio da máquina para teste de programa) (ativa/desativa)
- 12- Ciclo repetitivo (ativa/desativa)
- 13- M00 (Indica que a máquina está parada por uma função M0)
- 14- Livre
- 15- Quitação de fixação de material
- 16- Desliga motores (botão vermelho)
- 17- Liga motores (botão verde)

- 18- Ativa/Desativa alimentador de barras
- 19- Seta direcional
- 20- Mover eixo X no sentido positivo
- 21- Seta direcional
- 22- Mover eixo Z no sentido negativo
- 23- Deslocamento rápido manual
- 24- Mover eixo Z no sentido positivo
- 25- Livre
- 26- Mover eixo X no sentido negativo
- 27- Livre
- 28- Ligar fuso anti-horário
- 29- Desligar fuso
- 30- Ligar fuso horário



- 1- Emergência.
- 2- Chave seletora da rotação do fuso de 50 a 120%.
- 3- Chave seletora de avanço de eixos de 0 a 120%.
- 4- Liga/Desliga bomba de fluido refrigerante.
- 5- Liga/Desliga transportador de cavacos.
- 6- Fecha fixação de material.
- 7- Abre fixação de material.
- 8- Cycle Stop.
- 9- Cycle Start.
- 10- Ativa/Desativa liberação para edição de programas.
- 11- Manivela Eletrônica.



- 1- RESET.
- 2 a 25- Teclas alfa numéricas.
- 26- ALTER.
- 27- CANCEL.
- 28- POS.
- 29- PROG.
- 30- OFS/SET.
- 31- HELP.
- 32- INSERT.
- 33- SYSTEM.
- 34- MESSAGE.
- 35- CSTM/GR.
- 36- DELETE.
- 37- SHIFT.
- 38- INPUT.
- 39 a 42- Setas direcionais.
- 43- PAGE DOWN.
- 44- PAGE UP.

PROCEDIMENTO PARA LIGAR A MÁQUINA

- 1- Ligar a chave geral.
- 2- Esperar o comando inicializar.
- 3- Soltar botão de emergência.
- 4- Pressionar desliga motores (botão vermelho), para eliminar alarme.
- 5- Pressionar liga motores (botão verde).

PROCEDIMENTO PARA DESLIGAR A MÁQUINA

- 1- Pressionar desliga motores (botão vermelho).
- 2- Pressionar botão de emergência.
- 3- Desligar chave geral.

PROCEDIMENTO DE MOVIMENTAÇÃO DOS CARROS X E Z EM JOG

- 1- Pressionar JOG.
- 2- Pressionar POS.
- 3- Pressionar [TODOS].
- 4- Regular chave seletora de avanço.
- 5- Pressionar conforme a direção desejada X+ X- Z+ Z-.

PROCEDIMENTO DE MOVIMENTAÇÃO DOS CARROS X E Z COM A MANIVELA

- 1- Pressionar HND 2 vezes.
- 2- Pressionar POS.
- 3- Pressionar [TODOS].
- 4- Abrir 10% da chave seletora de avanço.
- 5- Pressionar a tecla Z+ ou Z- para movimentar o eixo Z, X+ ou X- para movimentar o eixo X.
- 6- Girar a manivela no sentido desejado.

PROCEDIMENTO DE UTILIZAÇÃO MDI

- 1- Pressionar MDI.
 - 2- Pressionar PROG.
 - 3- Pressionar [MDI].
 - 4- Digitar a sentença desejada Ex. M4 S200.
 - 5- Pressionar EOB.
 - 6- Pressionar INSERT.
 - 7- Fechar a porta.
 - 8- Pressionar CYCLE START.
- Obs. Fixar material se for girar o fuso.

PROCEDIMENTO DE CHAMADA DE ESTAÇÃO DO GANG

- 1- Pressionar MDI.
- 2- Pressionar PROG.
- 3- Pressionar [MDI].
- 4- Digitar n° da ferramenta desejada Ex. T05.
- 5- Pressionar EOB.
- 6- Pressionar INSERT.
- 7- Posicionar o cursor em O 0000.
- 8- Fechar a porta.
- 9- Pressionar CYCLE START (a gang posiciona na posição 5).
- 10- Pressionar RESET para liberar a trava da porta.
- 11- Abrir porta.

PROCEDIMENTO PARA PRESET DE FERRAMENTA NO EIXO X

- 1- Fazer a fixação de um material na placa ou pinça. Ex. Mat Ø30mm.
 - 2- Pressionar JOG.
 - 3- Movimentar a ferramenta até que encoste no diâmetro do material.
 - 4- Pressionar OFFSET SETING.
 - 5- Pressionar [CORRET].
 - 6- Pressionar [GEOM].
 - 7- Posicionar o cursor até a ferramenta a ser feito o preset no eixo X.
 - 8- Digitar o diâmetro do material no qual a ponta da ferramenta encontra-se encostado.
- Obs. Inserir o valor negativo se a ferramenta estiver posicionada abaixo da linha de centro.
- 9- Pressionar [MEDIR].
 - 10- Recuar eixos.

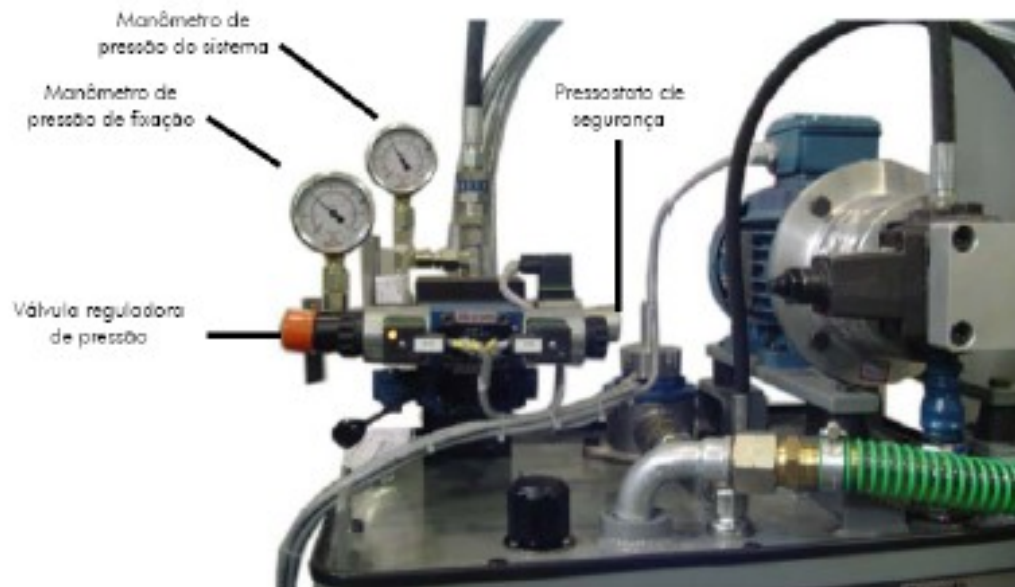
PROCEDIMENTO PARA PRESET DE FERRAMENTA NO EIXO Z

- 1- Fazer a fixação de um material no porta-ferramenta.
- 2- Medir da ponta da ferramenta até a face do suporte.
- 3- Pressionar OFFSET SETING.
- 4- Pressionar [CORRET].
- 5- Pressionar [GEOM].
- 6- Posicionar o curso até a ferramenta a ser feito o preset no eixo Z.
- 7- Inserir o valor encontrado da ponta da ferramenta até a face do suporte.
- 8- Pressionar INPUT.

PROCEDIMENTO PARA PONTO ZERO DA PEÇA

- 1- Chamada de ferramenta em MDI, usando função T. Ex. T01 + função M00.
 - 2- Pressionar JOG.
 - 3- Posicionar a ferramenta na face da peça.
 - 4- Pressionar OFFSET SETING.
 - 5- Pressionar [TRAB.].
 - 6- Posicionar cursor até o ponto zero desejado. Ex.G54.
 - 7- Posicionar o cursor no campo Z.
 - 8- Digitar Z0.
 - 9- Pressionar [MEDIR] (O valor o ponto zero aparecerá no campo Z).
- Obs. Se não chamar a ferramenta com a função T, o comando não reconhece o comprimento da ferramenta.
- Obs.2 O comando só mede o ponto zero ativo, por isso para fazer G55, G56, G57, G58 e G59 ativar função em MDI.

PROCEDIMENTO PARA AJUSTAR PRESSÃO DE FIXAÇÃO DA PLACA HIDRÁULICA



- 1- Fixar peça na placa ou pinça.
- 2- Visualizar o bloco hidráulico que fica do lado esquerdo da máquina.
- 3- Girar cabeça do parafuso da válvula reguladora de pressão do lado esquerdo do bloco hidráulico no sentido horário ou anti-horário, até que o manômetro indique a pressão desejada.
- 4- Se o Led de quitação de fixação não estiver aceso, no painel da máquina, girar a cabeça do parafuso do pressostato de segurança (L3 – B1), sensor de quitação que fica no lado direito do cilindro, até que o Led acenda.
- 5- Soltar e fixar a peça para que a nova pressão atue.
- 6- Após fechar placa ou pinça o Led de quitação de fixação estiver piscando, ajustar o sensor de segurança que está no cilindro de sujeição.

PROCEDIMENTO PARA INTRODUIZIR PROGRAMA VIA TECLADO

- 1- Pressionar EDIT.
- 2- Girar a chave de proteção de memória na posição 0.
- 3- Pressionar PROG.

- 4- Pressionar [PRGRM].
- 5- Digitar a letra O e o n° do programa Ex. O 1100.
- 6- Pressionar INSERT.
- 7- Pressionar SETA PARA DIREITA 2x.
- 8- Pressionar [EXT-C].
- 9- Pressionar [(].
- 10- Digitar o nome ou n° da peça.
- 11- Pressionar [)].
- 12- Pressionar EOB.
- 13- Pressionar INSERT.
- 14- Digitar o programa Ex. N1 G53 X300 Z400 T0.
- 15- Pressionar EOB.
- 16- Pressionar INSERT.
- 17- Continuar digitando o programa.

PROCEDIMENTO PARA ALTERAR O CONTEÚDO DO PROGRAMA EM EDIT

- 1- Pressionar Edit.
- 2- Girar chave de proteção de memória na posição 0.
- 3- Pressionar PROG.
- 4- Digitar o n° do programa a ser alterado Ex. O 1102.
- 5- Pressionar [0 SRH].
- 6- Colocar o cursor sobre a sentença a ser alterada.
- 7- Digitar a nova sentença.
- 8- Pressionar ALTER.

PROCEDIMENTO PARA COLOCAR PROGRAMA NA MEMÓRIA DE TRABALHO

- 1- Pressionar Edit.
- 2- Pressionar PROG.
- 3- Pressionar [DIR].
- 4- Digitar o n° do programa Ex. O 1102.

5- Pressionar [O SRH] ou SETA PARA BAIXO.

DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE CORTE

Em função do material a ser usinado, bem como da ferramenta utilizada e da operação executada, o programador deve estabelecer as velocidades de corte, os avanços e as potências requeridas da máquina. Os cálculos necessários na obtenção de tais parâmetros são:

VELOCIDADE DE CORTE (VC)

A velocidade de corte é uma grandeza diretamente proporcional ao diâmetro e a rotação da árvore, dada pela fórmula:

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000}$$

Onde:

Vc = Velocidade de corte (m/min)

D = Diâmetro (mm)

N = Rotação do eixo árvore (rpm)

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

$$N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

AVANÇO (FN)

O avanço é um dado importante de corte e é obtido levando-se em conta o material, a ferramenta e a operação a ser executada.

Geralmente nos tornos com comando numérico utiliza-se o avanço em mm/rotação mas este pode ser também definido em mm/min.

PROFUNDIDADE DE CORTE (AP)

A profundidade de corte é um dado importante para usinagem e é obtido levando-se em conta o tipo da ferramenta, geralmente estabelecida pelo fabricante da mesma em catálogos em mm.

POTÊNCIA DE CORTE (NC) EM [CV]

Para evitar inconvenientes durante a usinagem tais como sobrecarga do motor e conseqüente parada do eixo-árvore durante a operação, faz-se necessário um cálculo prévio da potência a ser consumida, que pode nos ser dada pela fórmula: onde:

K_s = pressão específica de corte [Kg / mm²]

A_p = profundidade de corte [mm] f_n = avanço [mm / rotação]

V_c = velocidade de corte [m / min] η = rendimento [para GALAXY 10 = 0,9]

$$N_c = \frac{K_s \cdot f_n \cdot A_p \cdot V_c}{4500 \cdot \eta}$$

VELOCIDADES DO PROCESSO DE USINAGEM

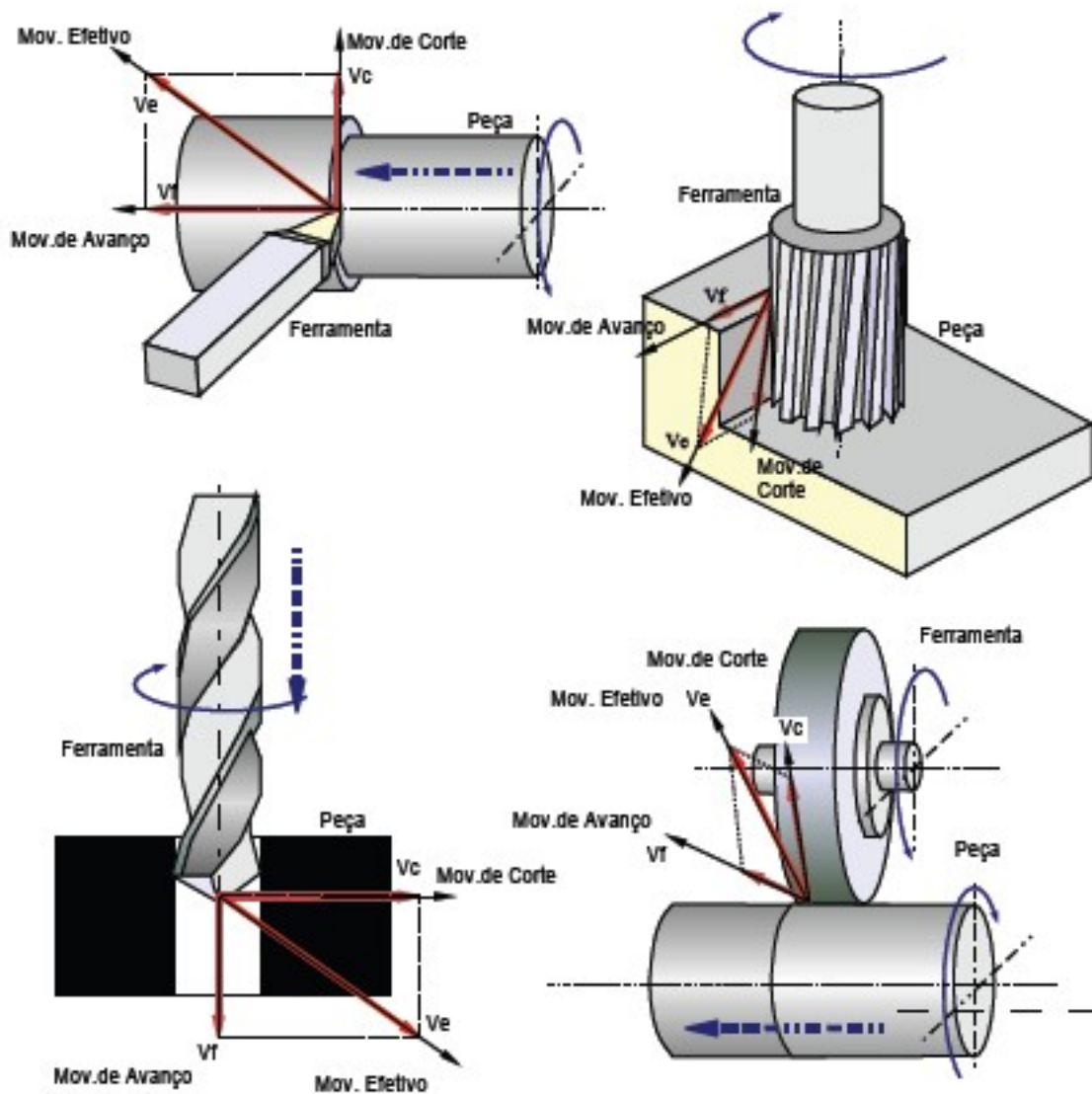
Velocidade de Corte (V_c)

$V_c = f$ (material peça/material ferramenta)

$$V_c = \frac{\pi d n}{1000}$$

→ Velocidade de Avanço (V_f)

→ Velocidade efetiva de corte (V_e)



GRANDEZAS DE CORTE

- avanço (f)
- profundidade de corte (a_p)
- largura de corte (b)
- espessura de corte (h)
- ângulo de direção do gume (c)

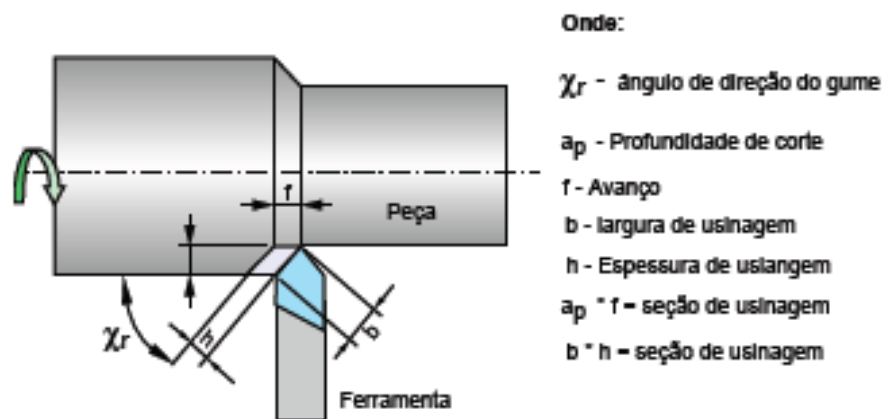


Figura 15 – Grandezas do processo de usinagem

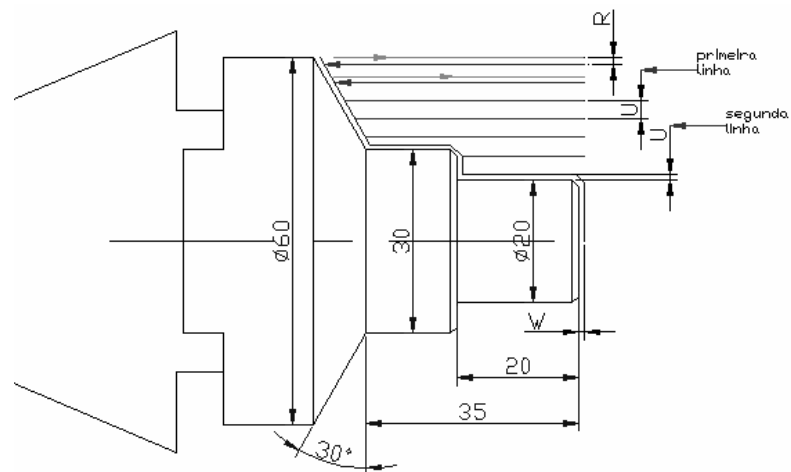
Valores orientativos para pressão específica de corte (Ks)

MATERIAL	Resistência a tração kg / mm ²		"Ks" em kg / mm ²			
	Dureza BRINELL		AVANÇO em mm / rotação			
	Kg / mm ²	HB	0,1	0,2	0,4	0,8
SAE 1010 a 1025	ATÉ 50	Até 140	360	260	190	136
SAE 1030 a 1035	50 a 60	140 a 167	400	290	210	152
SAE 1040 a 1045	60 a 70	167 a 192	420	300	220	156
SAE 1065	75 a 85	207 a 235	440	315	230	164
SAE 1095	85 a 100	235 a 278	460	330	240	172
AÇO FUNDIDO MOLE	30 a 50	96 a 138	320	230	170	124
AÇO FUNDIDO MÉDIO	50 a 70	138 a 192	360	260	190	136
AÇO FUNDIDO DURO	Acima de 70	Acima de 192	390	286	205	150
AÇO Mn-Aço Cr-Ni	70 a 85	192 a 235	470	340	245	176
AÇO Cr-Mo	85 a 100	235 a 278	500	360	260	185
AÇO DE LIGA MOLE	100 a 140	278 a 388	530	380	275	200
AÇO DE LIGA DURO	140 a 180	388 a 500	570	410	300	215
AÇO INOXIDÁVEL	60 a 70	167 a 192	520	375	270	192
AÇO FERRAMENTA (HSS)	150 a 180	415 a 500	570	410	300	215
AÇO MANGANES DURO			660	480	360	262
FERRO FUNDIDO MOLE		Até 200	190	136	100	72
FERRO FUNDIDO MÉDIO		200 a 250	290	208	150	108
FERRO FUNDIDO DURO		250 a 400	320	230	170	120
FOFO MALEAVEL (TEMP)			240	175	125	92
ALUMÍNIO		40	130	90	65	48
COBRE			210	152	110	80
COBRE COM LIGA			190	136	100	72
LATÃO		80 a 120	160	115	85	60
BRONZE VERMELHO			140	100	70	62
BRONZE FUNDIDO			340	245	180	128

CICLOS DE USINAGEM

(fonte: Manual de Operação Torno universal CNC Modelo TNG 42)

G71 – Ciclo de desbaste longitudinal externo



```

G96 S 200
G92 S 3000 M3
G0 X60
G71 U3 R1
G71 P50 Q60 U1 W0.5 F0.2
N50 G0 X0
G0 Z1
G1 Z0 F 0.15
G1 X20 K-1.5
G1 Z-20
G1 X30 K-1.5
G1 Z- 35
G1 X 60 A120
N60 G1 Z- 60
G70 P50 Q60 (CICLO DE ACABAMENTO)

```

G71 Chamada de ciclo
U Profundidade de raio corte
R Afastamento da ferramenta na execução do ciclo

- G71** Chamada de ciclo
P Endereço do início do contorno
Q Endereço do fim do contorno
U Sobremetal no diâmetro (positivo para contorno externo, negativo para contorno interno)
W Sobremetal de acabamento em Z
F Avanço de corte do desbaste.

A execução do ciclo é longitudinalmente, ou seja, paralela ao eixo Z.

Para desbastar e acabar com a mesma ferramenta usar o ciclo G70 (ver último bloco do programa acima). O avanço do acabamento será o que está informado entre os blocos N50 e N60.

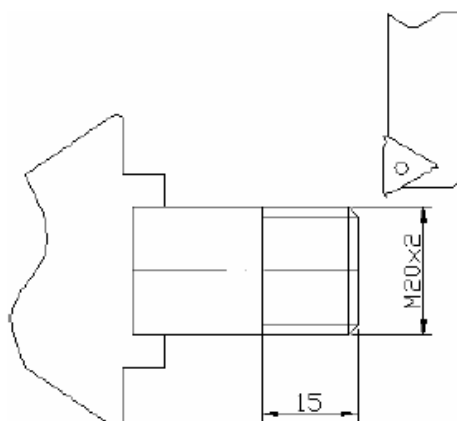
Obs. O ciclo G71 não executa desbaste de perfil descendente.

G72 – Ciclo de desbaste transversal

As informações do ciclo de desbaste transversal (G72) são as mesmas do ciclo de desbaste longitudinal (G71), porém a execução do ciclo se dará na transversal (paralela ao eixo X).

Obs: Neste ciclo as coordenadas devem ser programadas do ponto final da usinagem para o ponto inicial.

G76 – Ciclo de corte para múltiplas roscas



G0 X22 Z5 (durante o ciclo, a ferramenta sempre posiciona neste ponto)
 G76 P01 10 60 Q00 R0.02
 G76 X17.4 Z-15 R0 P1300 Q300 F2
 G0 X... Z....

Onde:

G76 P(m)(r)(a) Q(Δ min) R(d)
 G76 X Z R(i) P(k) Q(Δ d) F(L)

G76 Chamada do ciclo

m Quantidade de passadas de acabamento

r Comprimento de saída angular.

a Ângulo da ponta da ferramenta

Q Mínima profundidade de corte

R Sobremetal para última passada

G76 Chamada do ciclo

X Diâmetro do fundo do filete

Z Ponto final em Z

R Valor de inclinação incremental no eixo X (valor negativo para externo e positivo para interno)

P Altura do filete

Q Profundidade do primeiro corte (valor em raio sem ponto decimal, esta informação determinará o número de passadas)

$Q = 0.65 \times \text{passo} \text{ dividido pela raiz quadrada do } n^\circ \text{ de passadas}$

F **Passo da rosca**

BIBLIOGRAFIA

Apostila de CNC Comando Numérico Computadorizado. Escola SENAI Roberto Mange- Campinas, Mecânico Geral – Curso de Aprendizagem Industrial

Manual de Operação Torno universal CNC Modelo TNG 42. Comando FANUC 0i-Mate TC. Edição Janeiro de 2007. ERGOMAT INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

Apostila Processos de Usinagem Fabricação por Remoção de Material. Prof. Dr. Eng. Rodrigo Lima Stoeterau. Revisão: 2004/1