Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

AULA 16

Máquinas CNC

Um problema

Quando seu neto contou que havia visto, numa feira de tecnologia, tornos trabalhando sozinhos, seu Adamastor não acreditou. Riu com pouco caso e mergulhou novamente nas notícias do jornal. – Essa rapaziada acha que pode enganar um velho torneiro aposentado como eu – pensou seu Adamastor.

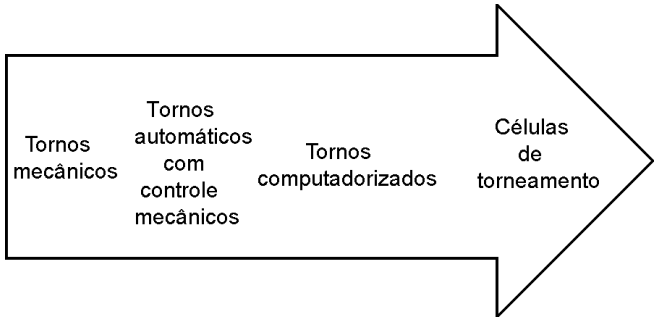
Foi só quando Antônio, seu vizinho, torneiro ainda na ativa, contou a mesma história, que Adamastor achou que aquela conversa do seu neto talvez não fosse tão fantástica assim.

– Pois é, Adamastor, foi da noite para o dia. Agora a fábrica só tem tornos computadorizados. Dizem que é um tal de comando numérico ou sei lá o quê. Disseram que para concorrer com os produtos importados, só assim mesmo. Automatizando. Ou se modernizavam, ou a fábrica acabava sendo engolida pelos americanos, alemães e japoneses.

Controle de máquinas

O homem sempre criou utensílios para facilitar sua vida. À medida que aumentava seu conhecimento dos fenômenos da natureza, crescia também a complexidade desses utensílios, que evoluíram até se tornarem máquinas.

Para tornear uma peça, por exemplo, partimos de dispositivos rudimentares, progredimos por meio de tornos mecânicos manuais, tornos acionados por motores elétricos, tornos automáticos com controle mecânico, tornos computadorizados e chegamos às chamadas células de torneamento, uma verdadeira minifábrica de peças torneadas.



evolução do processo de torneamento

P/ as outras apostilas de Automação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/automacao/

AULA
16

Todas as máquinas devem ter seu funcionamento mantido dentro de condições satisfatórias, de modo a atingir com êxito o objetivo desejado.

A forma primitiva de controle é a manual. O homem, por meio de seu cérebro e seu corpo, controla as variáveis envolvidas no processo. No caso do torno mecânico, por exemplo, de acordo com o material a ser usinado, o torneiro seleciona a rotação da placa, o avanço a ser utilizado, a quantidade de material a ser removido, e verifica se vai utilizar ou não fluido de corte etc.

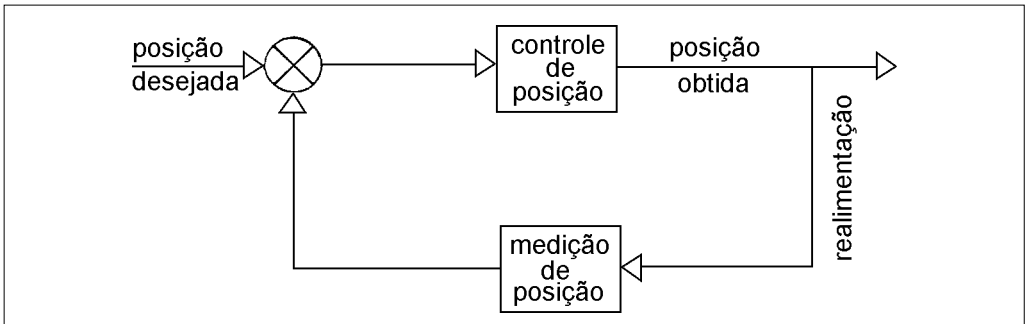
O torneiro é o controlador do torno mecânico. Com um instrumento de medição, ele verifica a dimensão real da peça.

A informação chega ao seu cérebro através dos olhos. Também através dos olhos, o cérebro recebe informações da dimensão desejada, contida no desenho da peça.

No cérebro, ambas as informações são comparadas: a dimensão desejada e a dimensão real. O resultado dessa comparação – o desvio – é uma nova informação, enviada agora através do sistema nervoso aos músculos do braço e da mão do torneiro.

O torneiro, então, gira o manípulo do torno num valor correspondente ao desvio, deslocando a ferramenta para a posição desejada e realizando um novo passe de usinagem.

A seguir, mede novamente a peça e o ciclo se repete até que a dimensão da peça corresponda à requerida no desenho, ou seja, até que o desvio seja igual a zero.

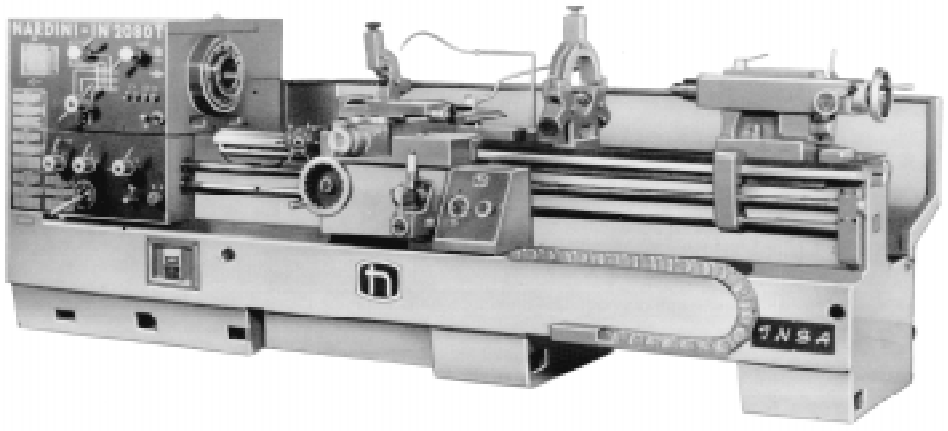


esquema de controle manual de um torno mecânico

Mas o homem percebeu que quando tinha que usinar várias peças iguais, o trabalho tornava-se monótono e cansativo. Repetir diversas vezes as mesmas operações, além de ser desestimulante, é perigoso, pois a concentração e atenção do operador da máquina diminuem ao longo do dia.

Que bom seria se o torno pudesse funcionar sozinho! Bastaria ao operador supervisionar o trabalho, corrigindo algum imprevisto surgido durante o processo.

Assim, o controle manual, exercido pelo homem, foi substituído pelo controle mecânico. Esse controle era realizado por meio de um conjunto de peças mecânicas, constituído principalmente de cames. Todos esses componentes mecânicos tinham a função de transformar a rotação de um motor elétrico numa seqüência de movimentos realizados pela ferramenta.



torno com controle mecânico

A existência desse controle mecânico fez com que a máquina conseguisse maior independência em relação ao ser humano. Ela passou a ser uma máquina automática.

No entanto, o homem não ficou completamente satisfeito, pois ainda havia um problema a ser solucionado. A cada novo tipo de peça, os cames precisavam ser trocados por outros com perfis diferentes. Os demais componentes da máquina precisavam ser novamente ajustados. Tudo isso era trabalhoso e demorado. A máquina, sem dúvida, era automática, mas adaptá-la a um novo serviço exigia muitas modificações. Era uma máquina "rígida".

Que bom seria se tivéssemos uma máquina "flexível", capaz de se adaptar facilmente a uma mudança no tipo de peça a ser produzida!

Mas esse problema ficou sem solução até o desenvolvimento dos computadores na década de 1950. Os computadores, entre outros benefícios, possibilitaram à indústria automatizar suas máquinas de uma maneira que pudessem se adaptar mais facilmente a uma mudança no tipo de produto.

Além de automáticas, eram máquinas flexíveis.

Os computadores utilizados para controlar movimentos de máquinas receberam um nome especial: comandos numéricos computadorizados ou controles numéricos computadorizados. Abreviadamente, CNC. Eles foram utilizados, pela primeira vez, em 1952, para automatizar uma fresadora destinada a produzir peças para aviões e helicópteros. Naquela época, o comando numérico era muitas vezes maior que a própria máquina. Falhava freqüentemente e possuía uma capacidade de cálculo ridícula quando comparado aos atuais CNC. A bem da verdade, nem era um computador como os de hoje, pois não possuía microprocessador. Era constituído apenas de relés e válvulas eletrônicas. A figura mostra um torno moderno, controlado por meio de um comando numérico computadorizado.

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

torno com controle numérico

Controles flexíveis

Uma das vantagens do comando numérico em relação aos tipos anteriores de controle é a possibilidade de mudar rapidamente a seqüência de operações que a máquina deve realizar. Por meio de um programa específico, essa seqüência é alterada para realizar uma determinada seqüência de funções.

Um programa é uma lista de instruções escritas numa linguagem que a máquina é capaz de entender. Um cozinheiro, para preparar um bolo, deve seguir fielmente os passos descritos na receita. A máquina também precisa obedecer às instruções do programa para executar sua tarefa com perfeição.

Mudar o programa de operação da máquina é, portanto, muito mais rápido do que fabricar novos cames ou realizar regulagens mecânicas.

Você ainda pode estar se perguntando por que o controle é chamado numérico.

A resposta parece óbvia: *Porque utiliza números*. Certo! Mas... quais números?

Bem, um comando numérico, como já vimos, é um computador com a missão especial de controlar movimentos de máquinas. E os computadores são máquinas elétricas. Logo, essas máquinas só são capazes de distinguir duas situações ou estados: existência, ou não, de um certo valor de tensão elétrica. Se houver tensão, podemos indicar esse estado com o número um. Se não houver tensão, usamos o número zero, como vimos na aula de circuitos digitais (Aula 9).

Aí estão nossos números. Controlamos a máquina usando combinações de zeros e uns.

Mas imagine-se escrevendo um programa usando apenas zeros e uns. Coisa de louco, não? Daí a necessidade das linguagens de programação dos comandos numéricos. Elas permitem que a tarefa do programador fique um pouco mais

P/ as outras apostilas de Automação,Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/automacao/

fácil, pois essa linguagem acaba sendo intermediária entre a linguagem de máquina (aquele punhado de zeros e uns) e a linguagem natural do ser humano (português, no nosso caso).

Vejamos um trecho de um programa:

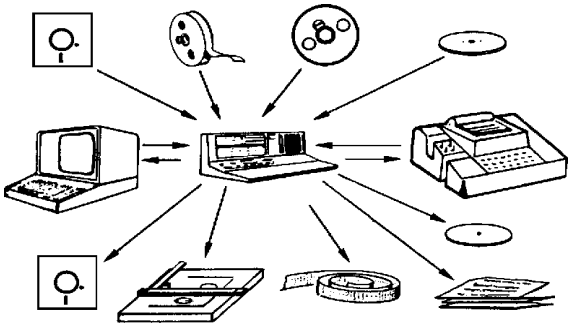
```
O2000;
T05;
G97 S1200;
M3;
M8;
G0 X20. Z2.
```

Para uma pessoa que não conhece a linguagem de programação da máquina, as letras e números acima não fazem sentido. A máquina, no entanto, é capaz de entender e, o que é melhor, obedecer às instruções descritas por esses códigos. Se fôssemos traduzir para o português, as linhas acima diriam algo assim:

O2000	Esse programa foi batizado com o número 2000.
T05	Trabalhe com a ferramenta número 5.
G97 S1200	A rotação da placa será igual a 1.200 rpm.
M3	Ligue a placa no sentido horário (olhando-se da placa para a contraponta).
M8	Ligue o fluido de corte.
G0 X20. Z2. ..	Desloque a ferramenta, com o maior avanço disponível na máquina, para o ponto de coordenadas X = 20 mm e Z = 2 mm.

No entanto, você deve estar pensando: "Tudo bem, mas como o comando numérico toma conhecimento dessas instruções?".

O jeito mais fácil seria conversar com o comando numérico, contar-lhe todas as instruções e mandá-lo obedecer. Bem, talvez um dia cheguemos a esse estágio de desenvolvimento. Atualmente, no entanto, temos que nos valer de outros modos de entrada de dados, como os apresentados abaixo.



modos de armazenamento e transmissão de programas

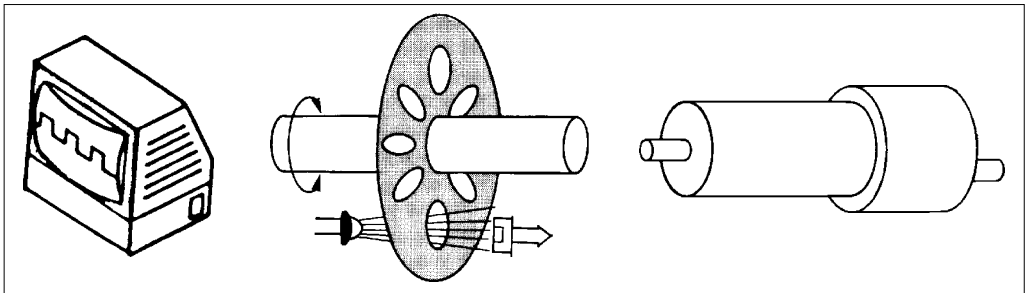
Com o programa em sua memória, cabe ao comando numérico executá-lo, fazendo com que a máquina obedeça às instruções. Mas como isso ocorre?

Você se lembra do controle manual realizado pelo torneiro ao operar um torno mecânico? Bem, vamos então estudar como transformar esse controle num controle numérico.

A primeira coisa é substituir o cérebro do torneiro por um comando numérico.

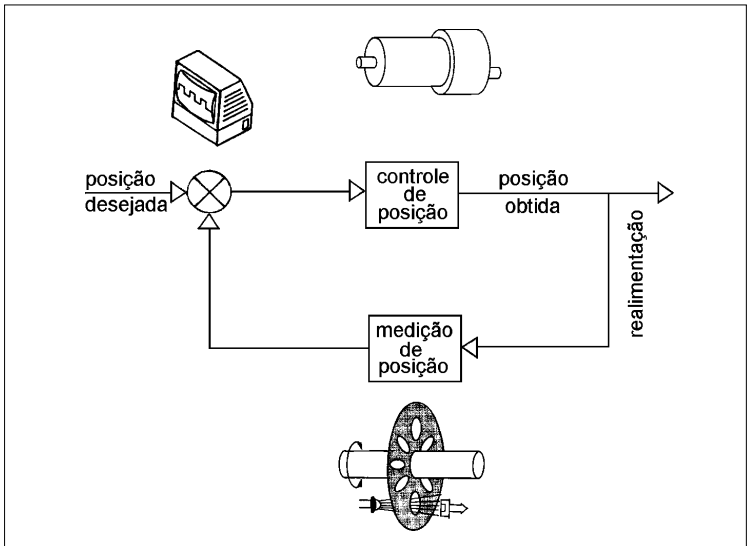
Em seguida, precisamos de algum dispositivo que seja capaz de saber quanto a máquina se deslocou. Assim, seremos capazes de controlar as dimensões da peça. Portanto, devemos substituir o instrumento de medição utilizado no controle manual por um sensor de posição. Um encoder rotativo, por exemplo.

Finalmente, para movimentar a máquina não podemos mais contar com o operador. Seus músculos, braço, mão, bem como o manípulo da máquina, serão substituídos por um servomotor de corrente alternada. Essas modificações podem ser observadas a seguir.



correlação entre componentes dos controles manual e numérico

Agrupando-se os novos componentes, podemos observar a malha de controle da máquina.



malha de controle numérico

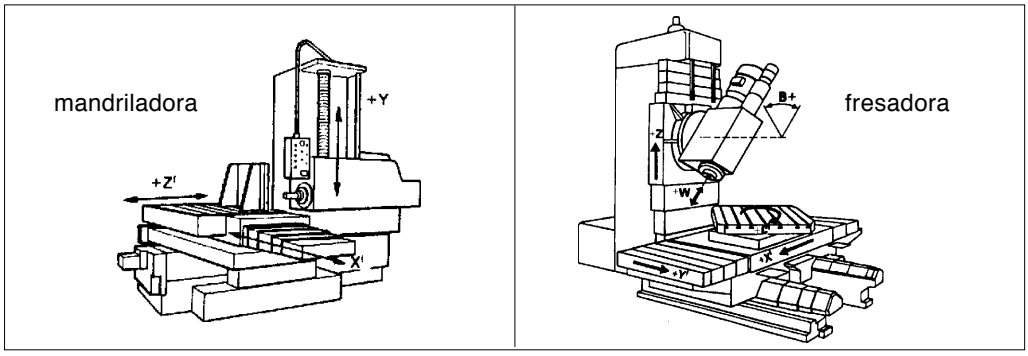
Máquinas controladas numericamente

Geralmente, quando falamos em máquinas CNC estamos nos referindo a máquinas-ferramenta. No entanto, as máquinas-ferramenta correspondem apenas a um tipo de máquina CNC.

Assim, apesar de os comandos numéricos serem tradicionalmente usados em máquinas-ferramenta, essa não é sua única aplicação. Em princípio, qualquer máquina que deva ter seu posicionamento, velocidade e aceleração controlados pode ser automatizada por meio deste tipo de controle.

Portanto, máquinas controladas numericamente também podem ser encontradas nas indústrias têxtil, alimentícia, de embalagens, calçados, plásticos etc.

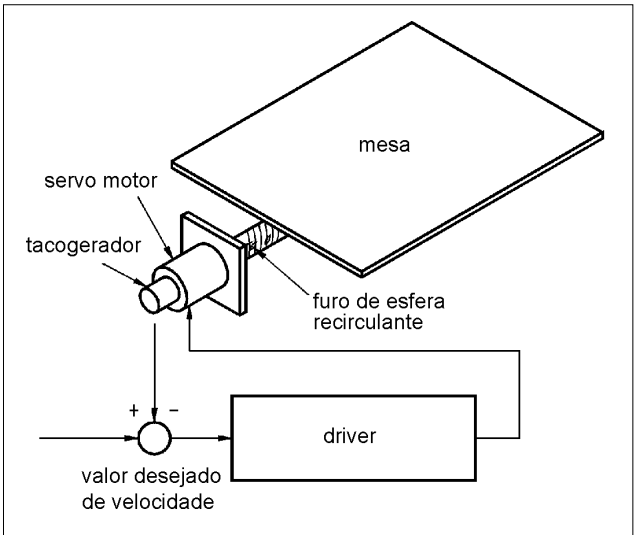
Como já vimos, um comando numérico tem a função de controlar movimentos. Uma máquina pode possuir vários movimentos, normalmente classificados em movimentos de translação ou rotação. Costuma-se dizer que cada um desses movimentos é um "eixo" da máquina, associando-se uma letra a ele. Nas figuras a seguir, temos uma mandriladora com os eixos X, Y e Z, correspondendo respectivamente aos movimentos longitudinal, vertical e transversal, e uma fresadora com quatro eixos lineares, X, Y, Z e W, e dois eixos rotativos, B e C.



Embora uma máquina possa apresentar vários movimentos, nem sempre ela é capaz de realizar todos ao mesmo tempo. Assim, a mandriladora da figura, embora possua três eixos, pode, devido a restrições de hadware e software, ser capaz apenas de realizar dois movimentos ao mesmo tempo. Assim, costuma-se dizer nesse caso que, embora a máquina possua fisicamente três, ela é na realidade uma máquina de dois eixos. Logo, "eixo" pode ser um conceito relacionado a quantos movimentos a máquina tem ou a quantos movimentos ela pode realizar ao mesmo tempo. O significado depende da situação descrita naquele momento.

A cada um dos eixos da máquina associa-se um servomotor, com velocidade e aceleração que podem ser controladas pelo comando numérico e por drivers. O servomotor representa o elo de ligação entre a mecânica e a eletrônica.

A eletrônica, num primeiro momento, simplificou a estrutura mecânica da máquina. Muitas peças deixaram de ser utilizadas graças à presença dos servomotores. Esses motores fizeram com que as caixas de mudança de velocidade, compostas por um grande número de engrenagens, praticamente desaparecessem. Num torno ou numa fresadora CNC, a rotação da placa ou do cabeçote, bem como as velocidades de translação ou rotação dos eixos, é estabelecida simplesmente por meio de funções de programação. O comando numérico da máquina envia uma ordem ao driver, encarregado do acionamento do motor, e o driver aciona diretamente o motor. Mecanicamente, isso é muito mais simples, como pode ser visto na figura. O acionamento dos motores foi descrito na Aula 4.

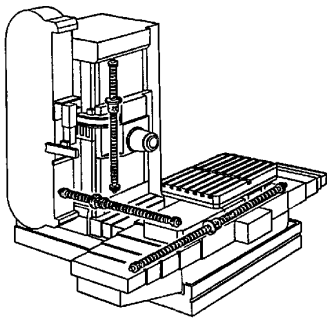


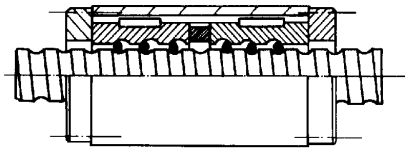
sistema de controle de velocidade de motores

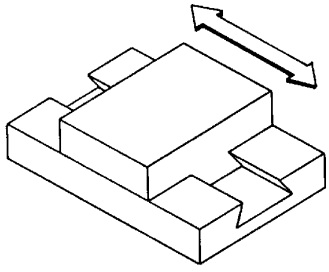
AULA
16

A tecnologia eletrônica, além de permitir simplificar a estrutura mecânica, criando comandos numéricos cada vez mais compactos, confiáveis, econômicos e precisos, forçou o aprimoramento dos componentes mecânicos. Para evitar que atritos e folgas afetem a precisão da máquina, a indústria mecânica desenvolveu componentes cada vez mais sofisticados.

Assim, os fusos de perfil trapezoidal deram lugar ao fusos de esferas recirculantes. Na figura a seguir, esses fusos apresentam maior rendimento na transmissão de esforços mecânicos, pois é pequeno o atrito entre as esferas e as pistas da castanha e do fuso.







fusos e guias usados em máquinas-ferramenta CNC

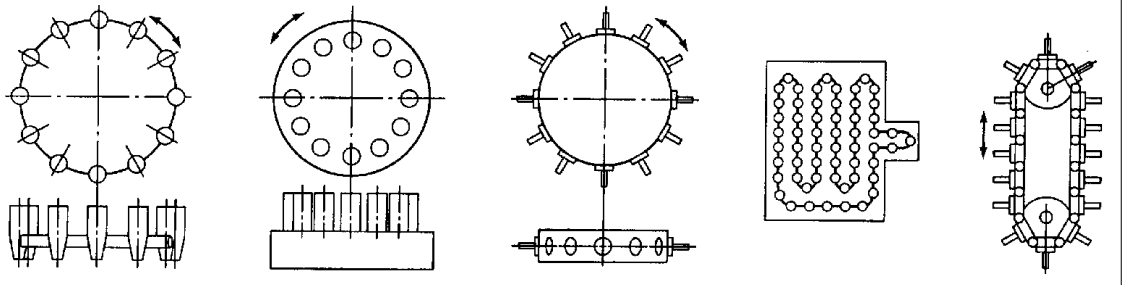
As guias de deslizamento das máquinas também foram substituídas por guias lineares, mais precisas e eficientes. A confiabilidade e vida útil desses componentes também é maior em relação aos fusos e guias tradicionais.

Trocadores de ferramentas

Para aumentar a independência do operador, a grande maioria das máquinas-ferramenta CNC é equipada com dispositivos conhecidos como ATCs, sigla de *Automatic Tool Changer*, ou seja, Trocador Automático de Ferramentas.

O trocador automático de ferramentas retira uma ferramenta e coloca outra na posição subseqüente de usinagem. O trocador trabalha com um carrossel, onde são montadas as várias ferramentas participantes do processo de usinagem. Existem vários modelos de trocadores de ferramentas. Nos tornos, o carrossel é normalmente chamado de torre.

Alguns exemplos de ATCs e "magazines" (carrosséis) porta-ferramentas podem ser vistos na figura abaixo.



modelos de trocadores de ferramentas e magazines utilizados em tornos e centros de usinagem

O "magazine" (carrossel) porta-ferramentas e o trocador de ferramentas diferenciam as fresadoras dos chamados centros de usinagem.

Nos centros de usinagem, a troca de ferramentas é realizada automaticamente. Essa evolução em relação às fresadoras faz dos centros de usinagem as máquinas mais importantes para a implementação de sistemas de usinagem automatizados.

Teste sua aprendizagem. Faça os exercícios e confira suas respostas com as do gabarito.

Exercícios

Marque com X a resposta correta.

Exercício 1

As células de torneamento constituem uma:

a) ( ) forma antiga de torneamento;
b) ( ) unidade de tornos;
c) ( ) minifábrica de peças torneadas;
d) ( ) técnica de tornear.

Exercício 2

Apesar da evolução da automação, ainda é necessário:

a) ( ) desenvolver programas para controle;
b) ( ) mecanizar os processos automáticos;
c) ( ) perfurar cartões;
d) ( ) recortar peças.

Exercício 3

No controle manual de um torno mecânico deve haver interferência do:

a) ( ) operador;
b) ( ) comando;
c) ( ) computador;
d) ( ) relógio comparador.

Exercício 4

Os comandos numéricos computadorizados têm a função de:

a) ( ) produzir gráficos;
b) ( ) numerar peças;
c) ( ) controlar movimentos das máquinas;
d) ( ) registrar produtos.