

DESAFIO 2

TECNOLOGIA CNC

**LIÇÃO 1 – HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DAS
MÁQUINAS CNC.**

**LIÇÃO 2 – VANTAGENS E DECISÕES NA
IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA
CNC.**

**LIÇÃO 3 – TIPOS DE LINGUAGENS DE
PROGRAMAÇÃO.**

LIÇÃO 4 – INTEGRAÇÃO CAD/CAM/CNC.

LIÇÃO 5 – SISTEMAS DE COORDENADAS.





OBJETIVOS

O Desafio 2 tem como objetivo que você:

- compreenda a origem das máquinas CNC e sua evolução;
- identifique as vantagens da tecnologia CNC e as considerações que devem ser tidas na hora de tomadas de decisão dentro de uma empresa;
- conheça os tipos de linguagem aplicados à programação CNC;
- compreenda os sistemas CAD/CAM/CNC;
- conheça e identifique os sistemas de coordenadas.

Agora comece compreendendo a máquina CNC e a sua evolução!





LIÇÃO 1

HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DAS MÁQUINAS CNC

Nesta lição convidamos você a retornar um pouquinho no tempo para conhecer o histórico e a evolução das máquinas CNC, acompanhe!

Você sabia que desde os tempos mais remotos, nas mais antigas civilizações, o homem busca racionalizar e automatizar o seu trabalho por meio de novas técnicas? É isso mesmo! E, é a automação que simplifica todo tipo de trabalho, seja ele físico ou mental. O exemplo mais comum da automação do trabalho mental é o uso da calculadora eletrônica, que provavelmente você já deve ter usado uma, não é mesmo?!

No processo de pesquisa para melhoria dos produtos, aliado ao desenvolvimento dos computadores, foi possível chegar às primeiras máquinas controladas numericamente. O principal fator que forçou os meios industriais a essa busca foi a 2ª Guerra Mundial. Durante a guerra, a necessidade de produção em massa teve um papel decisivo na evolução da automação. Necessitava-se de muitos aviões, tanques, barcos, navios, armas, caminhões, etc., tudo em ritmo de produção em alta escala e grande precisão, pois a guerra estava consumindo tudo, inclusive a mão-de-obra.

..... ●
Fresadora é um tipo de máquina-ferramenta para usinar metais ou madeira por meio de uma ferramenta policortante e giratória chamada fresa. Opera mediante comandos manuais, semi-automáticos, automáticos e eletronicamente programáveis.

Diante do desafio, iniciou-se o processo de pesquisa no qual surgiu **a máquina comandada numericamente**. A primeira ação nesse sentido surgiu em 1949 no laboratório de Servomecanismo do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), com a união da Força Aérea Norte-Americana (U.S. Air Force) e a empresa *Parsons Corporation of Traverse City*, em Michigan. Com isso, foi adotada uma **fresadora** de três eixos. Controles e comandos convencionais foram retirados e





substituídos pelo comando numérico, dotado de leitora de fita de papel perfurado, unidade de processamento de dados e **servomecanismo** nos eixos.

Após testes e ajustes, a demonstração prática da máquina ocorreu em março de 1952 e o relatório final do novo sistema somente foi publicado em maio de 1953. Passado esse período, a Força Aérea Norte-Americana teve um desenvolvimento extraordinário, pois as peças complexas e de grande precisão, empregadas na fabricação das aeronaves, principalmente os aviões a jato de uso militar, passaram a ser produzidas de forma simples e rápida. Com isso, reduziram-se os prazos de entrega do produto desde o projeto até o acabamento final.

A cada ano que se passava, a aplicação do **CN** era incrementada principalmente na indústria aeronáutica. Em 1956 surgiu o trocador automático de ferramentas, e mais tarde, em 1958, surgiram os equipamentos com controle de posicionamento ponto a ponto e geração contínua de contornos (foram melhorados por esse sistema em desenvolvimento). A partir de 1957 houve nos Estados Unidos uma grande corrida na fabricação de máquinas comandadas por CN. Até então, os investimentos eram feitos em adaptações do CN em máquinas convencionais.

O novo processo foi cada vez mais procurado e usado na rotina de manufatura devido aos benefícios obtidos com o uso do sistema. Assim, surgiram diversos fabricantes que começaram a produzir seus próprios comandos. E devido a isso, ao grande número de diferentes comandos e máquinas, surgiu o primeiro problema dentre muitos: a falta de uma linguagem única e padronizada. A falta de padronização de linguagem era bastante sentida em empresas que tinham máquinas de comandos fabricadas por diferentes fornecedores (cada uma tinha uma linguagem própria). Com isso, as empresas necessitavam de uma equipe técnica especializada para cada tipo de comando, o que elevava os custos de fabricação.

Servomecanismo é um dispositivo automático para controlar grandes quantidades de força mediante uma quantidade de força muito pequena.

Comando CN é aquele que executa um programa sem memorizá-lo, e a cada execução o comando deve realizar a leitura no veículo de entrada.



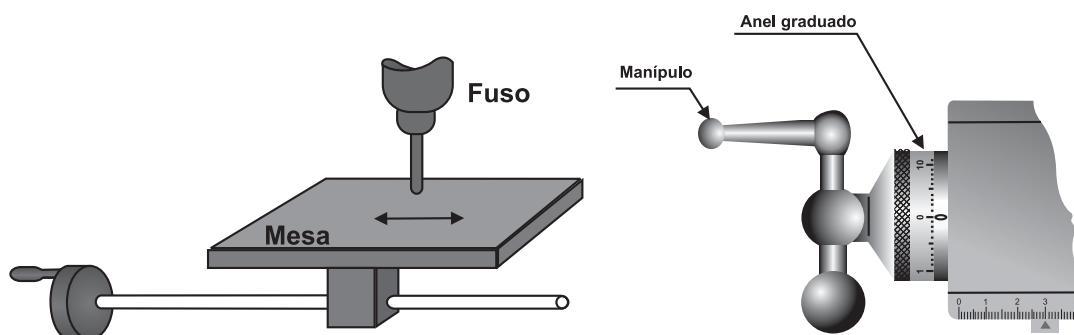


Em 1958, por intermédio da EIA (*Eletronic Industries Association*) foram realizados estudos para padronizar os tipos de linguagem. Foi a partir daí que surgiu o meio mais usado de entrada de dados para o CNC até hoje: via computador. Embora a fita perfurada tenha sido o meio mais usado durante muitos anos.

Com o aparecimento do circuito integrado houve grande redução no tamanho físico dos comandos se compararmos com os controles transistorizados, ao contrário da capacidade de armazenamento, que aumentou. Em 1967 surgiram no Brasil as primeiras máquinas, importadas dos Estados Unidos, controladas numericamente.

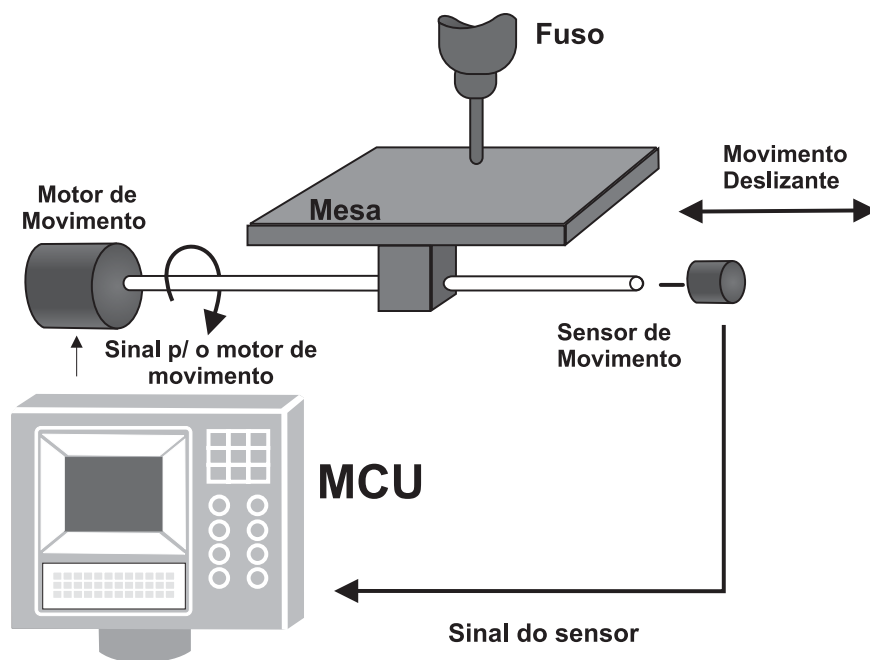
Já no início da década de 70 surgiram no mundo as primeiras máquinas **CNC (comando numérico computadorizado)**, e no Brasil surgiram as primeiras máquinas CN de fabricação nacional. A evolução contínua e notável, concomitante com os computadores em geral, faz com que os comandos (CNC) mais modernos empreguem em seu conceito físico (*hardware*) tecnologia de última geração. Hoje a confiabilidade nos componentes eletrônicos tem aumentado, crescendo a confiança em todo sistema.

Agora veja a diferença entre a máquina controlada por comando numérico (CN) e a máquina controlada por comando numérico computadorizado (CNC):



Máquina controlada por comando numérico (CN).

●
O comando CNC é aquele que após a primeira leitura do veículo de entrada memoriza o programa e executa-o de acordo com a necessidade, sem precisar de nova leitura.



Máquina controlada por comando numérico computadorizado (CNC)



Agora que você já estudou a origem do CNC, descubra as **vantagens** e **decisões** na implantação dessa tecnologia na próxima lição. Para isso, avance nos seus estudos!





LIÇÃO 2

VANTAGENS E DECISÕES NA IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA CNC

Você estudou na lição anterior como surgiu a tecnologia CNC.



E agora? Sabe dizer quais são as suas vantagens? E quais são as empresas que utilizam máquinas com essa tecnologia?

Vamos então aprofundar seus conhecimentos!

O controle numérico computadorizado (CNC) é utilizado em máquinas encontradas em quase todos os lugares, de pequenas oficinas de usinagem a grandiosas companhias de manufatura. A popularização de máquinas desse tipo dentro das indústrias ocorreu por causa da redução do custo e da rapidez dos cálculos que a ferramenta CNC provoca. Muitas vantagens são trazidas por ela:

- fabricação de peças com geometrias complexas, com menores tolerâncias dimensionais e melhor acabamento;
- **repetibilidade** maior sobre as características do produto, sendo idênticas umas às outras;
- redução de tarefas repetitivas para os operadores – esses agora responsáveis pela preparação, programação e controle das máquinas;
- flexibilidade da produção, pequenos lotes e grande variedade de produtos, tudo isso com ajustes rápidos nas máquinas.

●
Repetibilidade é a capacidade de repetir a mesma ação mantendo os mesmo padrões.

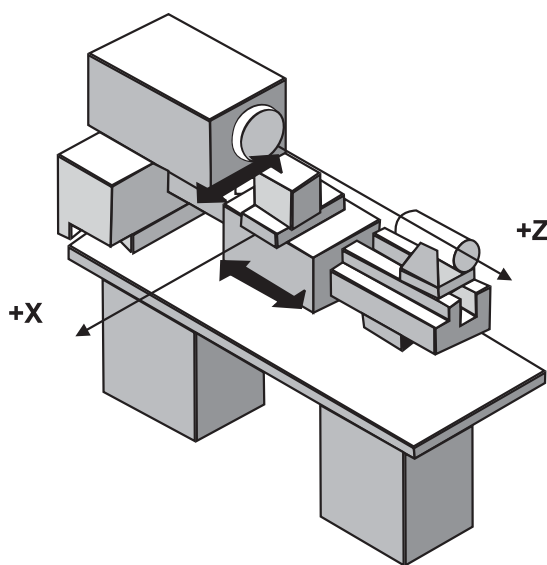




Além dessas, há inúmeras outras vantagens na utilização de máquinas CNC. Porém numa indústria diversos critérios devem ser analisados antes da decisão do uso e implantação dessas máquinas. Devem ser analisadas não somente as vantagens dessa tecnologia, mas também as suas limitações.

Para esclarecer possíveis dúvidas, organizamos em tópicos algumas considerações e sugestões que devem levadas em conta para a tomada de decisão na implantação, ou não, das máquinas CNC.

- ▶ **Pesquisa** do tipo de máquina que o mercado ou a própria empresa necessita.
- ▶ **Análise** de custo X benefício das máquinas elegíveis.
- ▶ **Assistência técnica** apropriada à implantação dessa tecnologia, pois muitas vezes a máquina CNC requer a utilização de outros sistemas que façam a integração de determinados processos (para a flexibilização da produção):





- sistema de programação CNC – CAD/CAM;
 - sistema de simulação – manufatura digital;
 - pós-processador;
 - sistema DNC – gerenciamento e transferência de programas (rede) para a máquina.
- **Análise de custo** na implantação e utilização das CNC's na indústria. Apesar das vantagens que possuem em relação às máquinas convencionais, dois aspectos fundamentais devem ser vistos atentamente:
- investimento alto para aquisição dos equipamentos;
 - treinamento e capacitação de mão-de-obra para utilização da tecnologia dessas máquinas.
- **Obs:** para visualizar mais imagens de torno e fresamento, visite os *links*:
- <<http://www.unicam.com.br/torno.html>>;
 - <<http://www.eromill.com.br/cadcam.htm>>.

E agora? Pronto para decidir se a empresa em que você trabalha deve ou não investir em máquinas CNC? Você sabe dizer quais as vantagens dessas máquinas e por que utilizá-las?



Esperamos que sim! Caso você tenha dúvidas ainda sobre o assunto, envie uma pergunta para o seu tutor pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem.



LIÇÃO 3

TIPOS DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

Agora que você terminou as lições 1 e 2, fique à vontade para continuar seus estudos nesta lição! Aqui iremos falar das linguagens utilizadas nas máquinas CNC: as linguagens de programação.

A programação nas máquinas CNC tem como base a orientação da ferramenta para usinagem de peças. A máquina executa a programação **na ordem** que lhe foi fornecida, por isso é importante uma sequência correta das informações. Além dessa lógica, existem vários tipos de linguagem, sendo específicos para cada máquina. O exemplo mais popular é a **APT** (ferramenta automaticamente programada), utilizada desde o ano de 1959. Outras linguagens foram utilizadas durante alguns anos, porém a maioria derivada da APT.

APT é a sigla em inglês para *automatically programed tool*.

Anos depois, em 1982, a Organização Internacional para Normalização (ISO) estabeleceu princípios básicos da programação CNC pela norma ISO 6983. Essa norma indica o formato base do programa para que um conjunto de comandos dê instruções para o sistema de controle. Esses comandos possuem diversas funções, desde um simples movimento de eixos (controle de rotação de eixo) a uma troca de ferramenta.

Já em relação ao processo de **geração de programas CNC**, três diferentes formas devem ser analisadas:

1. manual;
2. assistida por computador;
3. gráfica interativa.

A **forma manual** é desenvolvida pelo programador, que escreve as instruções que serão realizadas na usinagem da peça, detalhando as coordenadas da ferramenta em relação à peça.

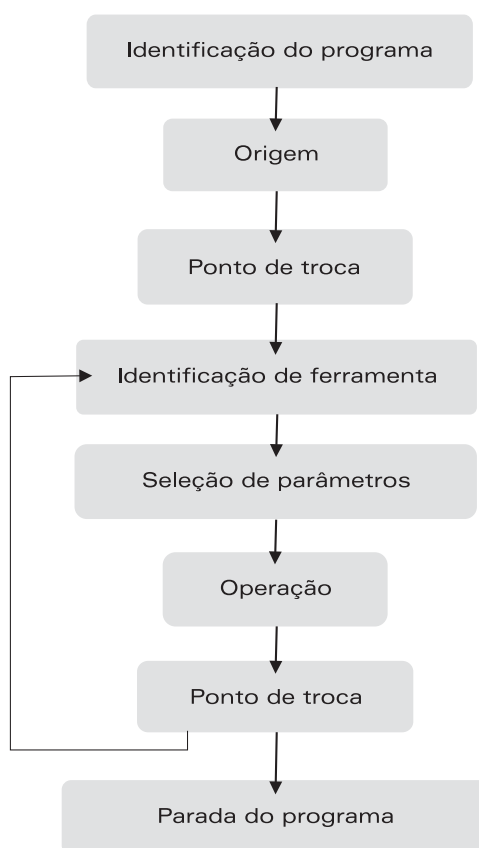




Já a **forma assistida por computador** é feita diretamente por meio do diálogo pelo computador. Assim, parte do trabalho é transferida para o computador.

Com a **forma gráfica interativa**, o programador executa o programa de forma gráfica, podendo visualizar os percursos das ferramentas e deslocamentos da peça. Dessa maneira, a programação é feita apenas pelo programa, sem exigir esforço do programador. Muitas vezes esse programa é associado aos sistemas de **CAM**, que serão vistos na próxima lição. Veja a seguir a estrutura base da forma gráfica interativa:

CAM – em inglês significa **computer aided manufacturing**, a tradução para o português é fabricação assistida por computador.



Estrutura básica de um programa CNC



Avance para entender um pouco mais sobre os sistemas CAM e CAD e a relação existente com o CNC. Faça a penúltima lição do Desafio 2!



LIÇÃO 4

OS SISTEMAS CAD/CAM/CNC

Esta lição é pequena, porém é importante para que você perceba os aspectos globais da tecnologia CNC. Estude e compreenda o porquê!

Os sistemas CAD/CAM caracterizam-se por centralizar a execução de diversas atividades relacionadas ao processo produtivo. Atividades que compreendem desde o projeto mecânico (CAD) e análise estrutural (**MEF**), passando pela escolha adequada das máquinas e processos de manufatura, até a conseqüente geração automática das trajetórias das máquinas CNC. Por isso, o domínio das técnicas computacionais e gerenciais envolvidas nesse tipo de processo integrado de fabricação é muito importante para o bom funcionamento da produção. Assim como também é fundamental o treinamento dos profissionais envolvidos na área.

Sigla que significa:
**Método dos
elementos
finitos.**



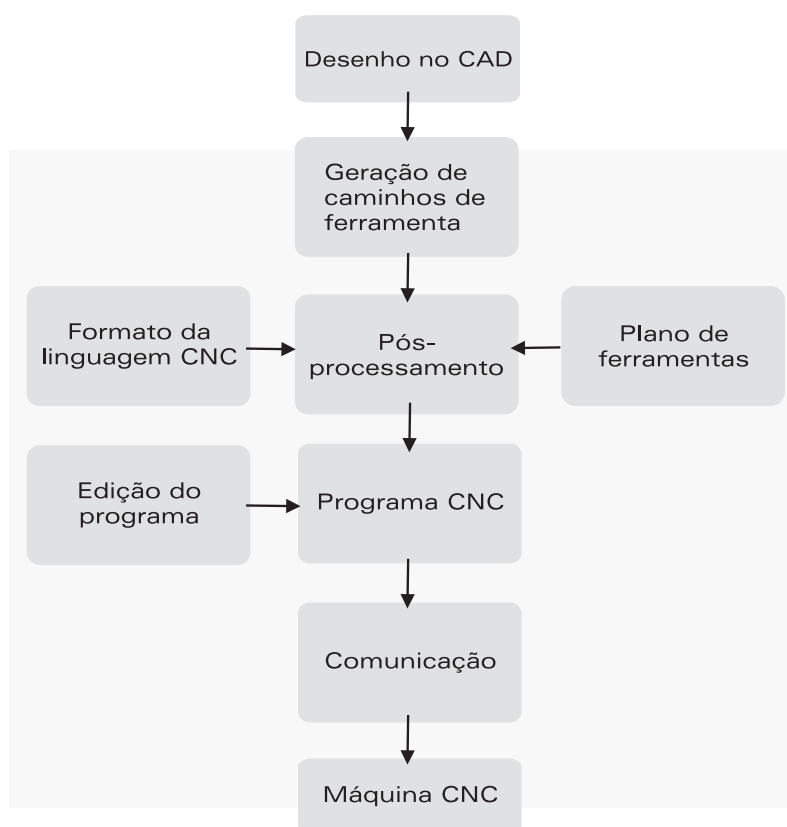
Mas o que são exatamente os sistemas CAD e CAM?

O sistema CAD (*computer aided design* – projeto assistido por computador) foi utilizado pela primeira vez no início dos anos 60 pelo pesquisador do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) Ivan Sutherland. O termo CAD pode ser definido como sendo: o processo do projeto que utiliza técnicas gráficas computadorizadas, por meio do emprego de programas (*software*) de apoio, auxiliando na resolução dos problemas associados ao projeto.





Já a sigla CAM (*computer aided manufacturing* – fabricação assistida por computador) define-se como auxílio via computador da preparação da manufatura. Apesar de toda essa abrangência, o termo CAM, às vezes, ainda é sinônimo da programação de máquinas controladas numericamente (CN), conceito que ficou muito difundido com a sigla CAD/CAM, que representa módulos de programação CN em sistemas CAM. Observe o esquema a seguir:



Fluxograma básico de um sistema CAM



Você chegou ao fim da Lição 4! Falta apenas mais uma última lição e uma atividade final que preparamos para você na seção **Desafie o seu conhecimento**. Avance para finalizar o Desafio 2.



LIÇÃO 5

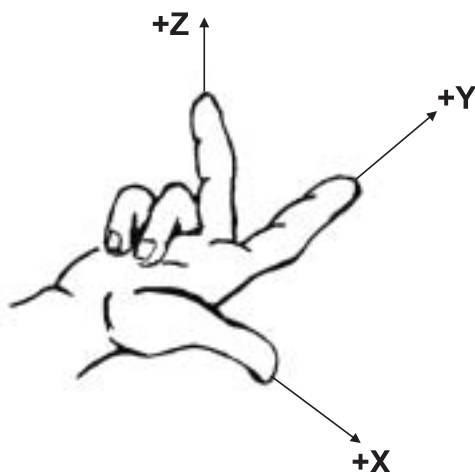
SISTEMAS DE COORDENADAS

Agora você vai estudar a última lição deste desafio!



Você já sabe o que é um sistema de coordenadas? Vamos entender.

Um sistema de coordenadas garante a localização de um ponto. Utilizando a mão como ferramenta, pode-se ter idéia das coordenadas que são utilizadas em máquinas CNC. Veja no detalhe da figura abaixo.



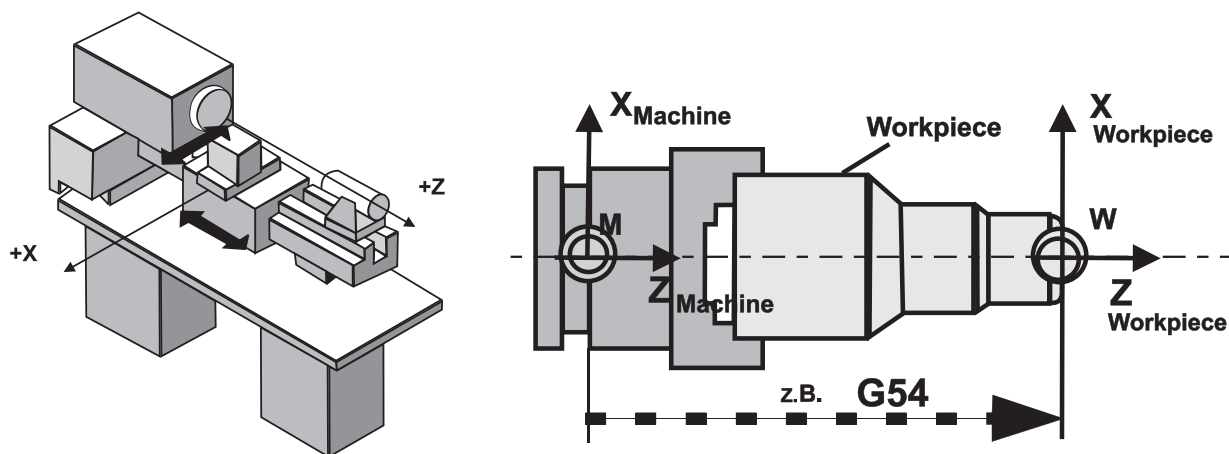
Para o torno CNC são utilizados os eixos X (diâmetro) e Z (comprimento) como padrão. Já a **fresadora** utiliza três coordenadas, X, Y e Z, definindo assim um ponto no espaço. Você verá isso nos desafios 3 e 4!

- **Fresadora** é o tipo de máquina-ferramenta para usinar metais ou madeira, por meio de uma ferramenta polí-cortante e giratória chamada fresa. Opera mediante comandos manuais, semi-automáticos, automáticos e eletronicamente programáveis.

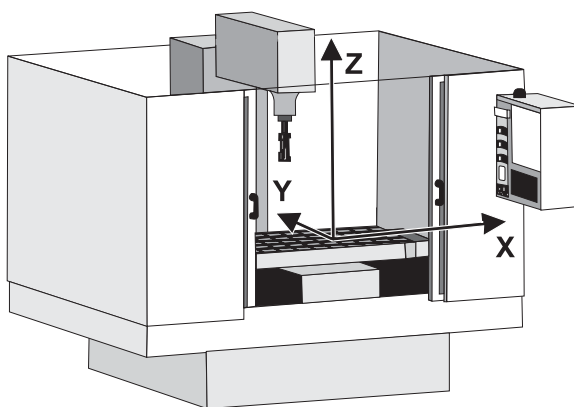




Novamente com o torno CNC, a peça é rotacionada em torno do eixo Z, conforme o detalhe das imagens abaixo, sendo que a ferramenta se movimenta pelos dois eixos para usinar a peça.



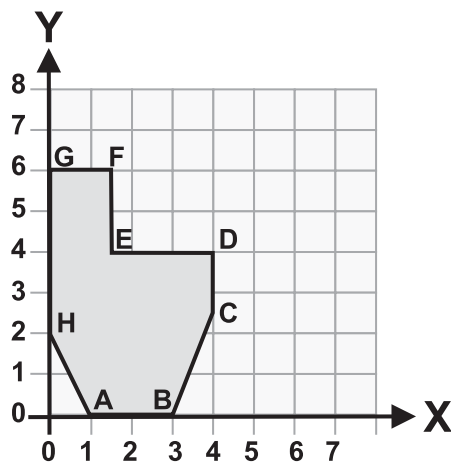
Já no caso da fresadora CNC, o eixo Z é utilizado por convenção para rotacionar a ferramenta. A peça é fixada no plano XY, tendo como maior eixo o X. Para melhor entendimento, veja a figura abaixo:





SISTEMAS DE COORDENADAS ABSOLUTAS

A origem estabelecida nesses sistemas está relacionada à peça que será usinada. É utilizado um ponto do espaço para facilitar na programação que é denominado de “zero flutuante”.



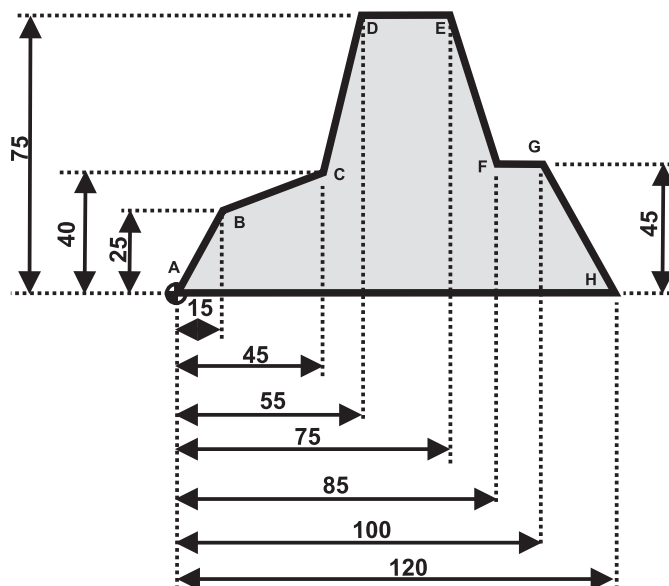
Ponto	Coordenada X	Coordenada Y
A	1	0
B	3	0
C	4	2.5
D	4	4
E	1.5	4
F	1.5	6
G	0	6
H	0	2

SISTEMAS DE COORDENADAS INCREMENTAIS

A origem para esses sistemas é feita a partir de cada movimento da ferramenta. Então a cada deslocamento da ferramenta há uma nova origem.

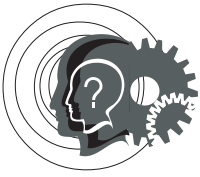
Para que você consiga entender melhor esses sistemas, dê uma olhada nos dois exemplos práticos a seguir:





Ponto	Coordenadas	
	X	Y
B	15	25
C	30	15
D	10	35
E	20	0
F	10	-30
G	15	0
H	20	-45
A	-120	0

No Desafio 3 preparamos mais explicações conceituais e práticas das coordenadas para o torneamento. Esperamos que as 5 lições deste desafio tenham atingido o objetivo desejado: **apresentar a tecnologia CNC para você**. Como chegamos ao final deste desafio, preparamos uma atividade final para você colocar em prática o que estudou. Posteriormente vá ao Ambiente Virtual de Aprendizagem e registre o término destas 5 lições! Vamos lá?



DESAFIE O SEU CONHECIMENTO!

Responda as questões abaixo e depois faça as atividades no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Lembre-se: ao realizar as atividades seu tutor saberá quando os seus estudos foram cumpridos neste desafio.

1. Quais são as **vantagens** da máquina CNC?

2. Com relação ao **processo de geração de programas CNC**, pode-se encontrar três diferentes formas, quais são elas?





3. Qual é a sigla que define **a fabricação assistida por computador**?

4. Como se denomina o sistema de coordenadas feito a partir de **cada movimento da ferramenta**?



GLOSSÁRIO

Fresadora – tipo de máquina-ferramenta para usinar metais ou madeira, por meio de uma ferramenta poli-cortante e giratória chamada fresa. Opera mediante comandos manuais, semi-automáticos, automáticos e eletronicamente programáveis.

CAM – em inglês a sigla significa "*computer aided manufacturing*" – traduzido para o português é "fabricação assistida por computador".

CAD – em inglês a sigla significa "*computer aided design*" – traduzido para o português é "projeto assistido por computador".

Comando CN (controle numérico) – é aquele que executa um programa sem memorizá-lo, e a cada execução, o comando deve realizar a leitura no veículo de entrada.

Comando CNC (controle numérico computadorizado) – é aquele que após a primeira leitura do veículo de entrada memoriza o programa e executa-o de acordo com a necessidade, sem precisar de nova leitura.

MEF – método dos elementos finitos.

Pós-processador – tradução de instruções neutras do sistema CAM para as instruções específicas requeridas pela máquina CN.

Repetibilidade – capacidade de repetir a mesma ação mantendo os mesmos padrões

Servomecanismo – dispositivo automático para controlar grandes quantidades de força mediante uma quantidade de força muito pequena. (Fonte: dicionário eletrônico UOL).

Torneamento – é o nome que se dá à operação que faz o movimento da peça em torno do seu eixo.





BIBLIOGRAFIA

CAD/CAM: sistemas integrados de produção visando prototipagem rápida. Disponível em: <<http://www.demec.ufmg.br/Grupos/Usinagem/CADCAM.htm>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2006.

CNC tecnologia livraria e editora. Disponível em: <<http://www.cnctecnologia.com.br/>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2006.

COMPUTADOR, projeto e manufatura. Disponível em: <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/tem_outros/cursoprofissionalizante/tc2000/automacao/autoa15.pdf>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2006.

Fundação Roberto Marinho. **Processos de fabricação – Mecânica**, Telecurso 2000. v. II. São Paulo: Globo.

PROGRAMAÇÃO manual de centro de usinagem. Disponível em: <<http://www.iem.efei.br/gorgulho/download/Parte%202%20-%20CNC.pdf>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2006.

RIBEIRO, Daniel Dupas, ROZENFELD, Henrique.

CAM(Computer Aided Manufacturing). Disponível em: <http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/cam.htm> Acesso em: 19 fevereiro 2006.

