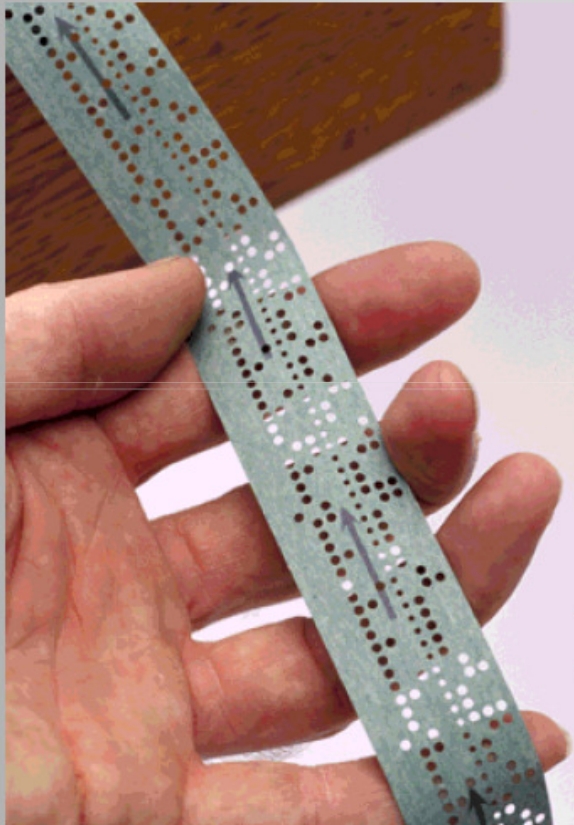
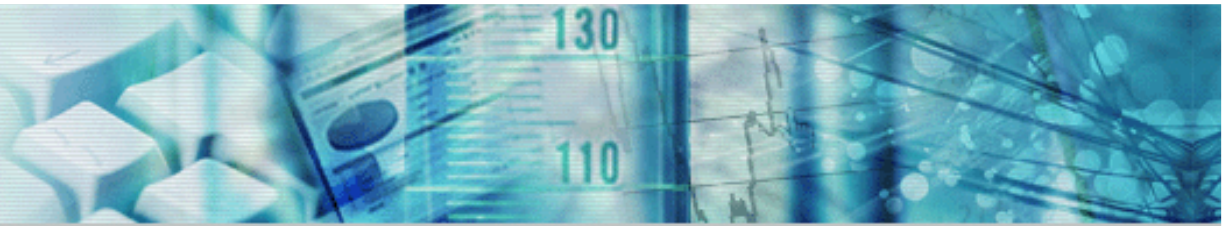




Comando Numérico de Máquina Ferramenta- CN

Prof. Dr. Mário Luiz Tronco

Automação

Conjunto de técnicas por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com uma eficiência ótima pelo uso de informações recebidas do meio sobre o qual atuam.



Com base nas informações recebidas, o sistema calcula a ação corretiva mais apropriada, ou seja, um sistema de automação comporta-se como o operador humano, utilizando as informações sensoriais. Ele pensa e executa a ação mais apropriada.

Automação Industrial

No conceito de automação, existe uma auto-adaptação a diferentes condições, de modo que as ações do sistema conduzam a resultados ótimos

Na prática:

Os sinais de correção instruem os dispositivos de controle acerca da alteração mais apropriada para cada instante, com o intuito de conduzir a uma produção ótima, sob um determinado ponto de vista

**Computador
(Controlador)**

Recebe sinais dos instrumentos de medidas da fábrica, compara com os valores ideais e realiza operações matemáticas para gerar sinais de correção

**Dispositivos de
controle da fábrica**

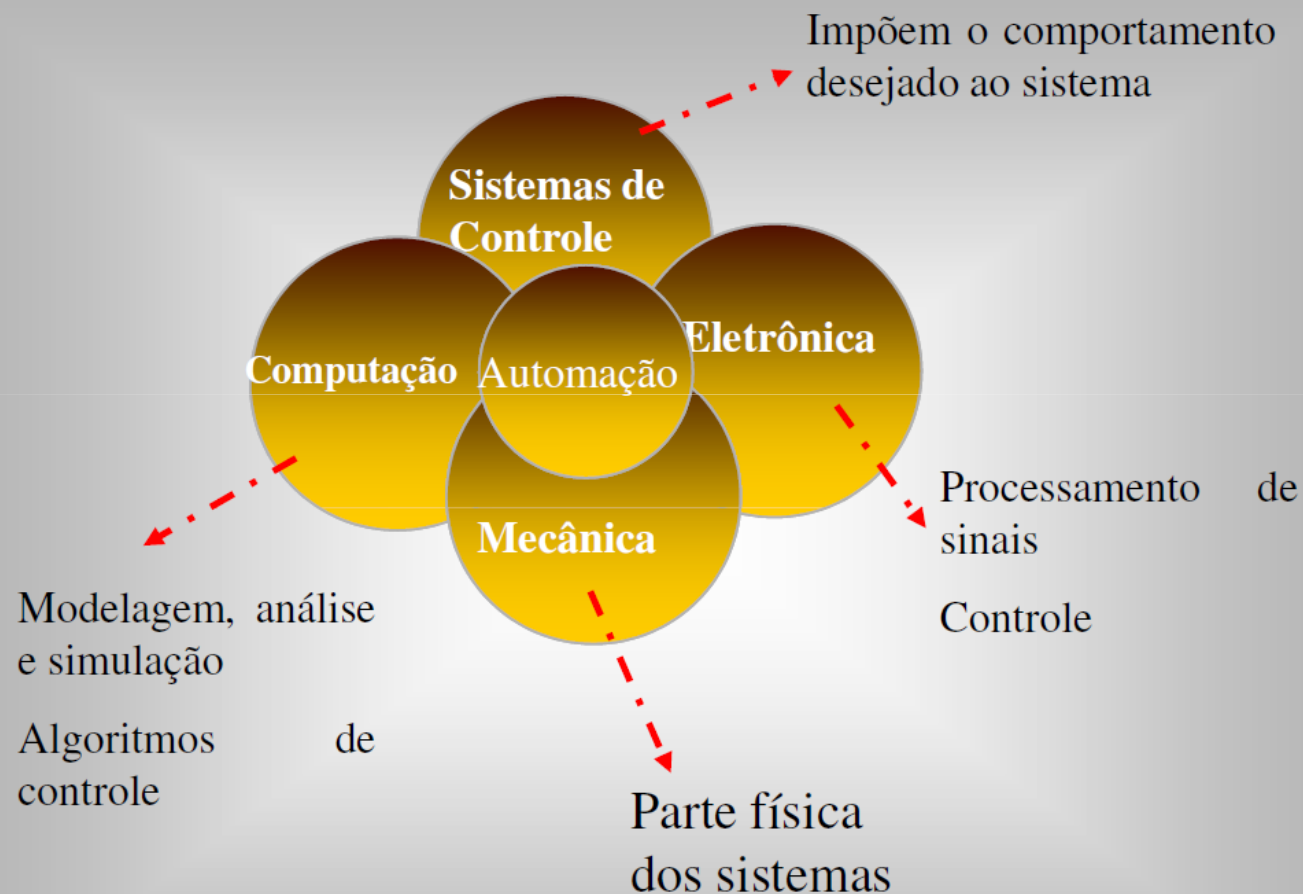
**Instrumentos de
medida da fábrica**

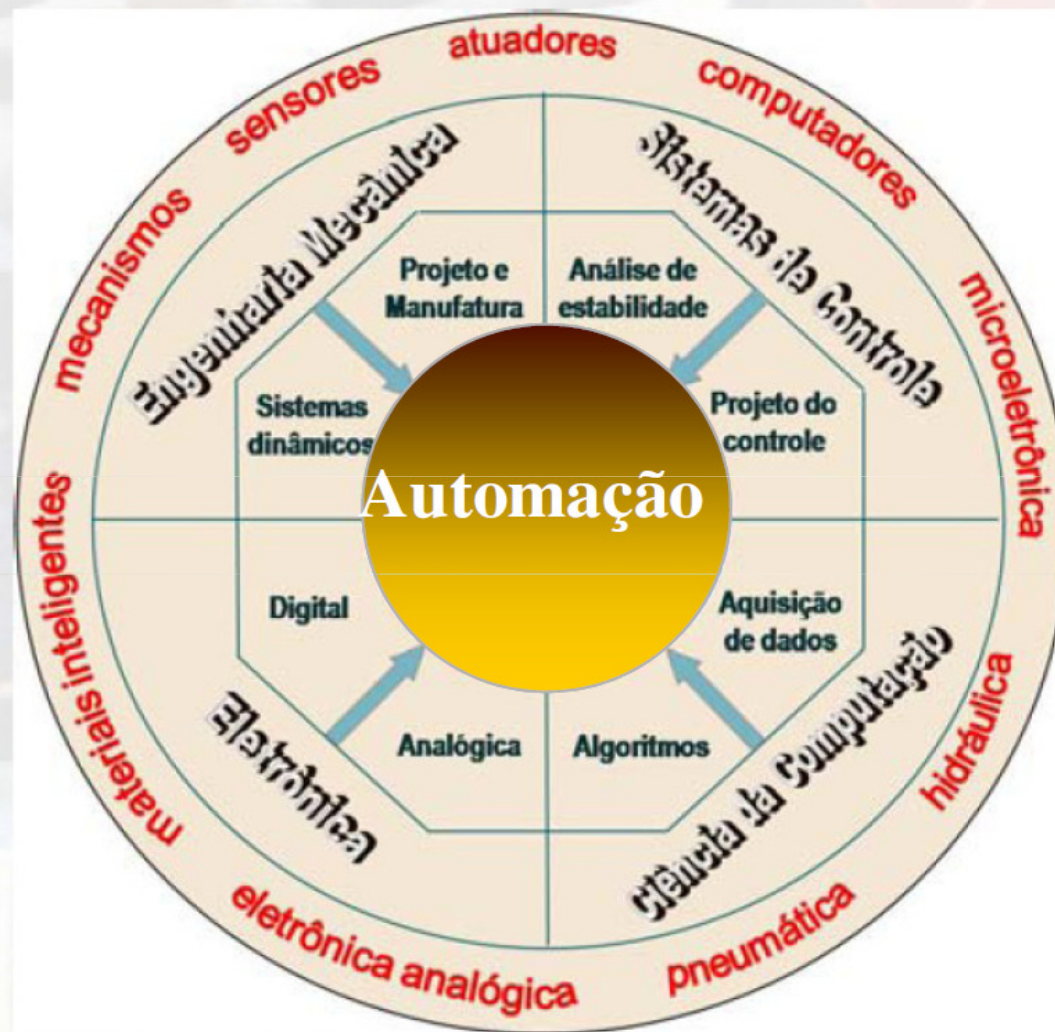
Automação Industrial

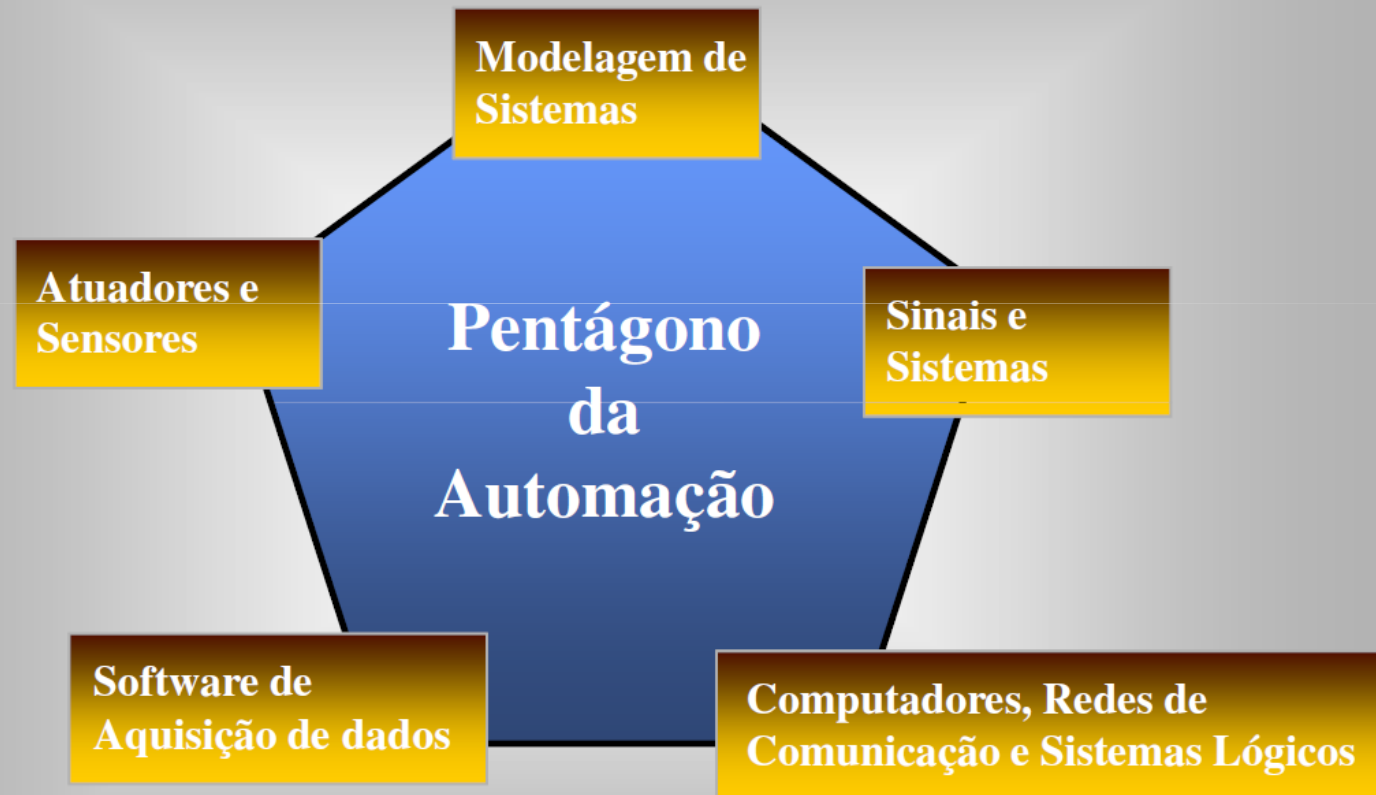
Integração de conhecimentos substituindo a observação, os esforços e decisões humanas por dispositivos (mecânicos, elétricos, eletrônicos, etc.) e softwares concebidos por meio de especificações funcionais e tecnológicas, com uso de metodologias.



Envolve diversas áreas do conhecimento



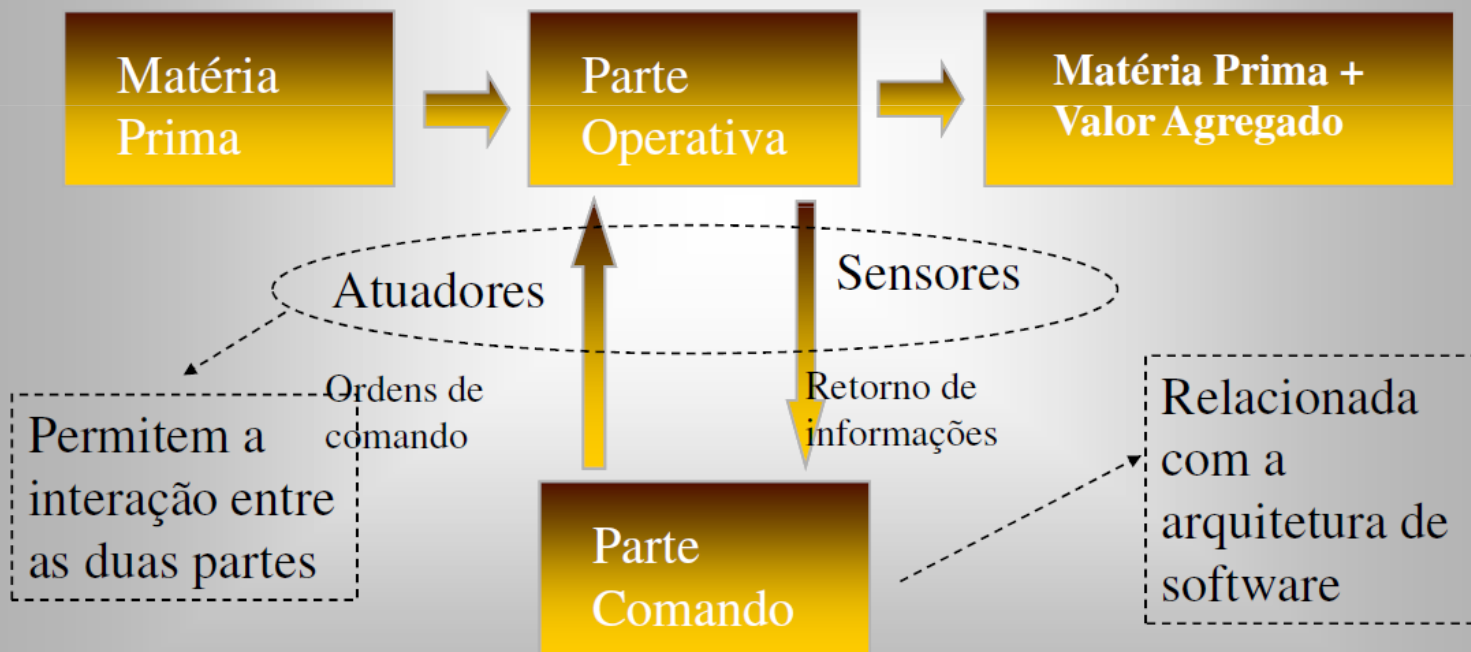




Automação – Conceitos Básicos

Sistema Automatizado

Relacionada
com a
arquitetura
física



Automação Fixa

- Caracterizado pela rigidez da configuração do equipamento. Uma vez projetada uma determinada configuração de controle, não é possível alterá-la sem realizar um novo projeto;
- Investimentos iniciais elevados em equipamentos específicos;
- Elevadas taxas de produção;
- Usada quando o volume de produção é muito alto;
- Utiliza equipamentos projetados para produção com alta velocidade e baixo custo;

Automação Fixa

- Risco: Alto investimento: Se não ocorrer a demanda prevista, o custo unitário aumenta;
- Problemas: Ao final do ciclo de vida do produto, o equipamento se torna obsoleto;

Automação Programável

- A sequência de operações é controlada por um programa. Para cada novo produto, necessidade de um novo programa.

- Principais aspectos:

- Elevado investimento em equipamento;
- Taxas de produção inferiores às da Automação Fixa;
- Flexibilidade para alterações na configuração da produção;
- Utiliza equipamentos programados para a produção em lotes;
- O custo total é dividido pelo grande número de unidades produzidas;
- Apropriada para a produção em lotes.

Automação Flexível

- Possibilidade de produção de várias combinações de produtos sem a necessidade de organizá-los em lotes separados;
- Principais aspectos:
 - Elevados investimentos no sistema global;
 - Produção contínua de mix de produtos;
 - Médias taxas de produção;
 - Flexibilidade para adaptar-se às variações no tipo de produto sendo fabricado;

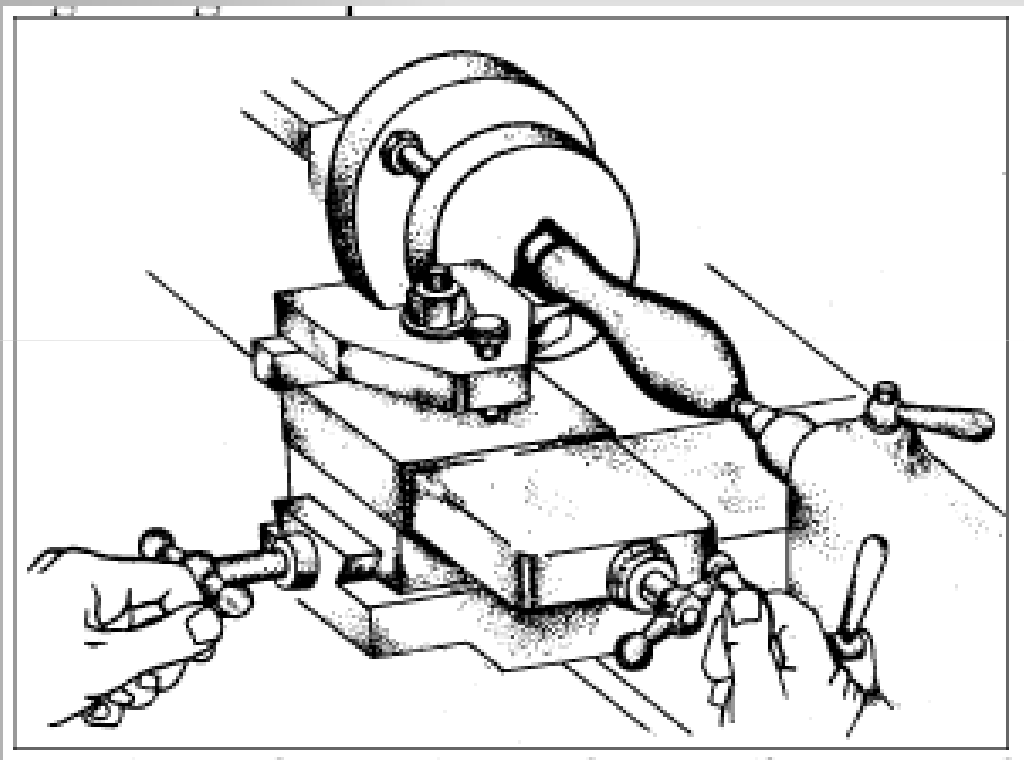
Primeiras Máquinas Ferramentas

Manuais

Movimentação através de volantes, manivelas, alavancas e correias

Automação através de came e seguidores (alto volume de produção)

Controle Manual - Torno



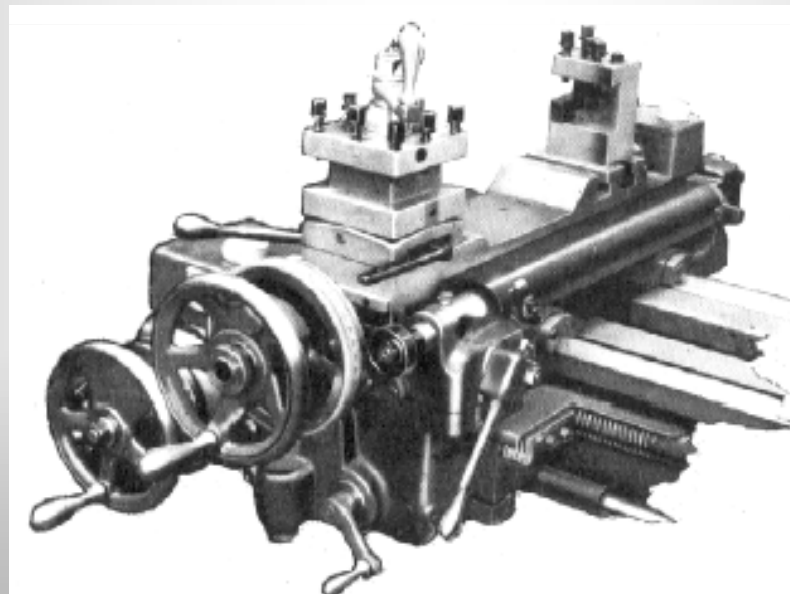
Automático mecânico



Operador: é o controlador do torno.



Através de movimentos dos manípulos do torno (em valores correspondentes aos desvios desejados), desloca a ferramenta para a posição desejada e realiza um novo passo de usinagem.



Automação “rígida”

Necessidade de uma máquina “flexível”, capaz de se adaptar facilmente a uma mudança no tipo de peça a ser produzida.



John Parsons - 1949

controle da máquina através de dados numéricos

Força Aérea Americana - 1950

asas de aviões com perfil complexo - alto custo

Massachusetts Institute of Technology(MIT) - 1952

Comando Numérico - Definição

Um sistema no qual as ações são controladas através da inserção direta de dados numéricos em algum ponto. O sistema deve interpretar automaticamente pelo menos parte destes dados.

Isto significa que o comando numérico deve ser capaz de receber informações através de alguma entrada de dados própria, interpretá-las e transmiti-las em forma de comando à máquina-ferramenta de modo que esta realize as operações desejadas.

Aplicações

Máquinas ferramentas

Tornos, Fresadoras, Furadeiras

Máquinas de medir a três coordenadas - Inspeção

Máquinas para soldagem

Máquinas para indústria têxtil

Pranchetas de desenho - CAD

Robôs

Princípios Básicos do Comando Numérico

ELEMENTOS PRINCIPAIS



PROGRAMA CN



%10

N10 G00 Z100 T1

N20 G94 G90

N30 G00 X32 Z4 S2000 M03 M08

N40 G01 Z0 F400

N50 X-1

N60 G00 X26 Z1

N70 G01 Z-30 F400

N80 X32

N90 G00 Z2

N100 G01 X22 F1200 S2980

N110 Z-21 F600

COMANDO
NUMÉRICO



MÁQUINA
FERRAMENTA



Eixos de Movimento

Cada direção de movimento é chamada de eixo de movimento da máquina

Normalmente existem de 2 a 5 eixos

Lineares e rotativos

Cada eixo é composto de um Elemento que translada ou gira (mesa)

Servomotor fornece a potência para o eixo

Fuso de esferas transmite a potência do motor para o elemento.

• Rotativos

- Movimento ocorre ao longo de um círculo
- Algumas máquinas requerem rotação da peça durante usinagem
- Outras requerem que a ferramenta possa girar de um certo ângulo assumindo diferentes posições
 - Ex: usinagem de uma superfície curva com ferramenta sempre perpendicular à superfície

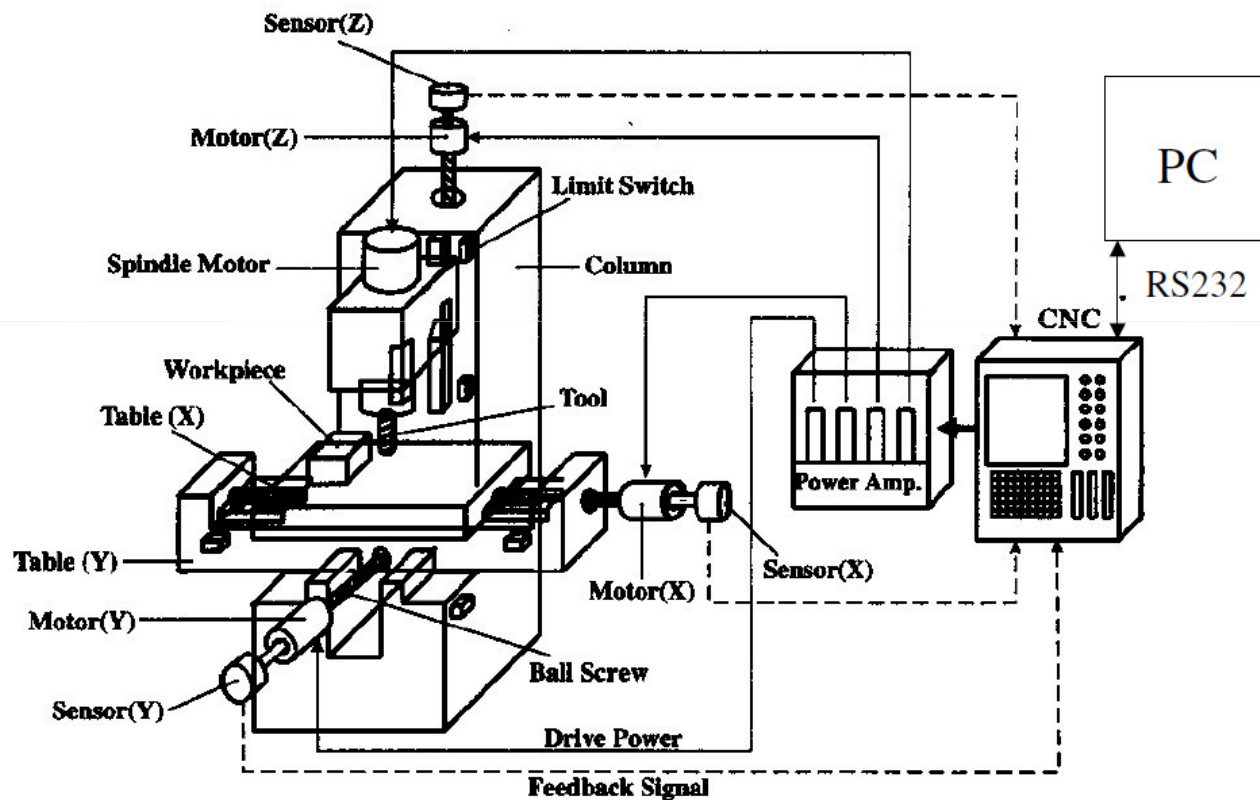
OS EIXOS PODEM SER :

LINEARES OU ROTATIVOS

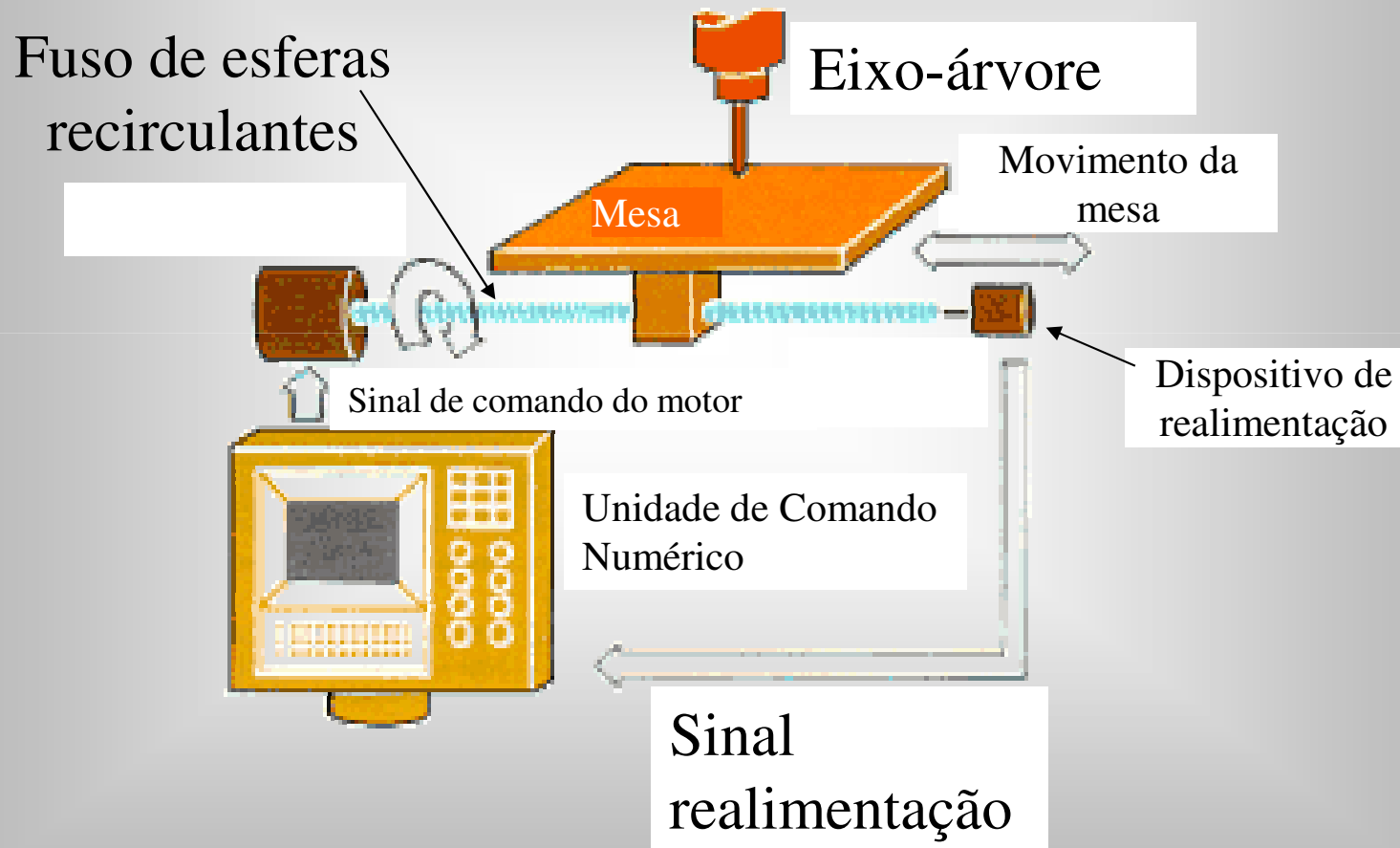
- Lineares

- Movimento ocorre ao longo de uma linha reta
- Mesa + Porca + Parafuso + Motor + Sensor
- Acuracidade de deslocamento linear e posicionamento
- Alta rigidez e controle de velocidade

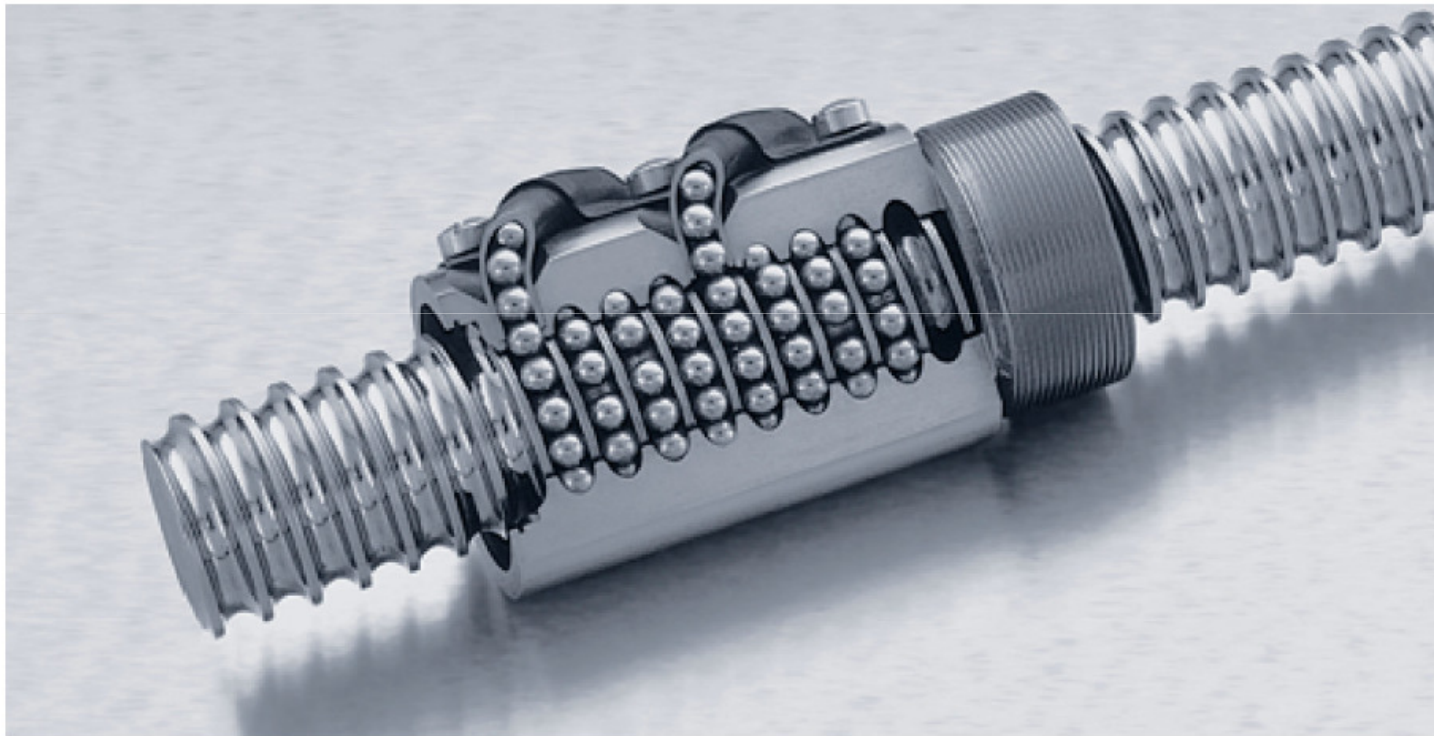
Diagrama básico de uma máquina CNC

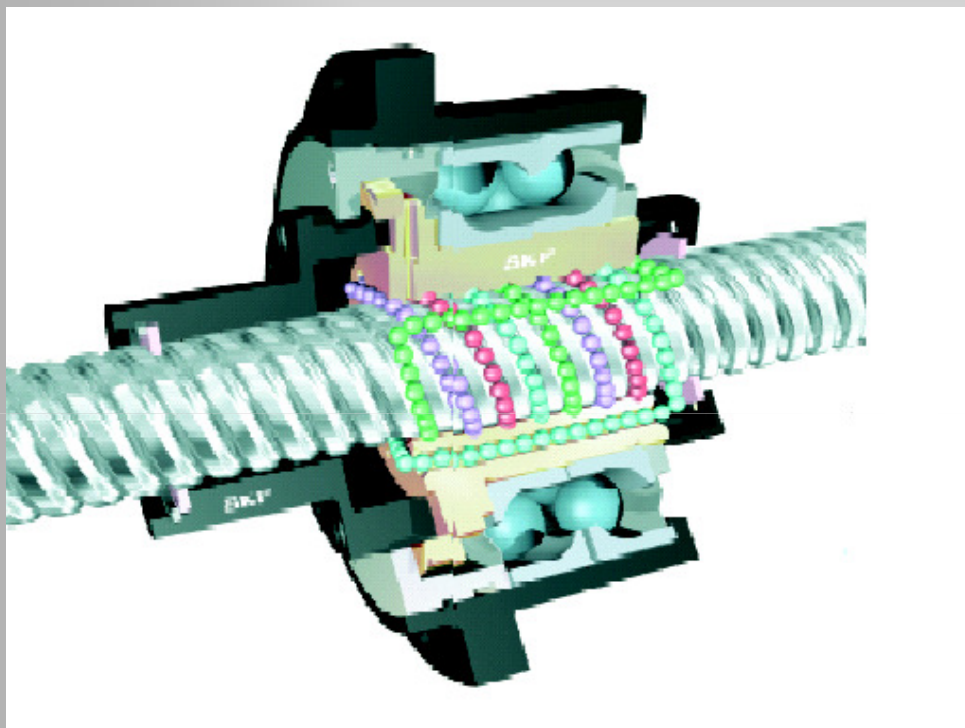


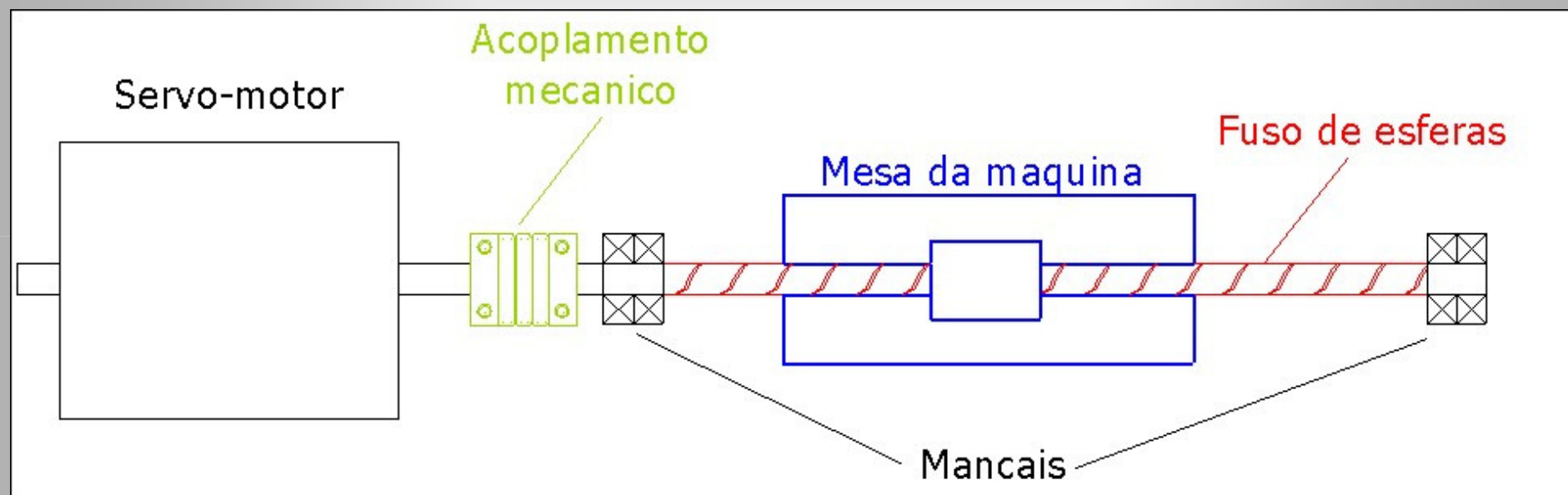
SISTEMA CNC BÁSICO



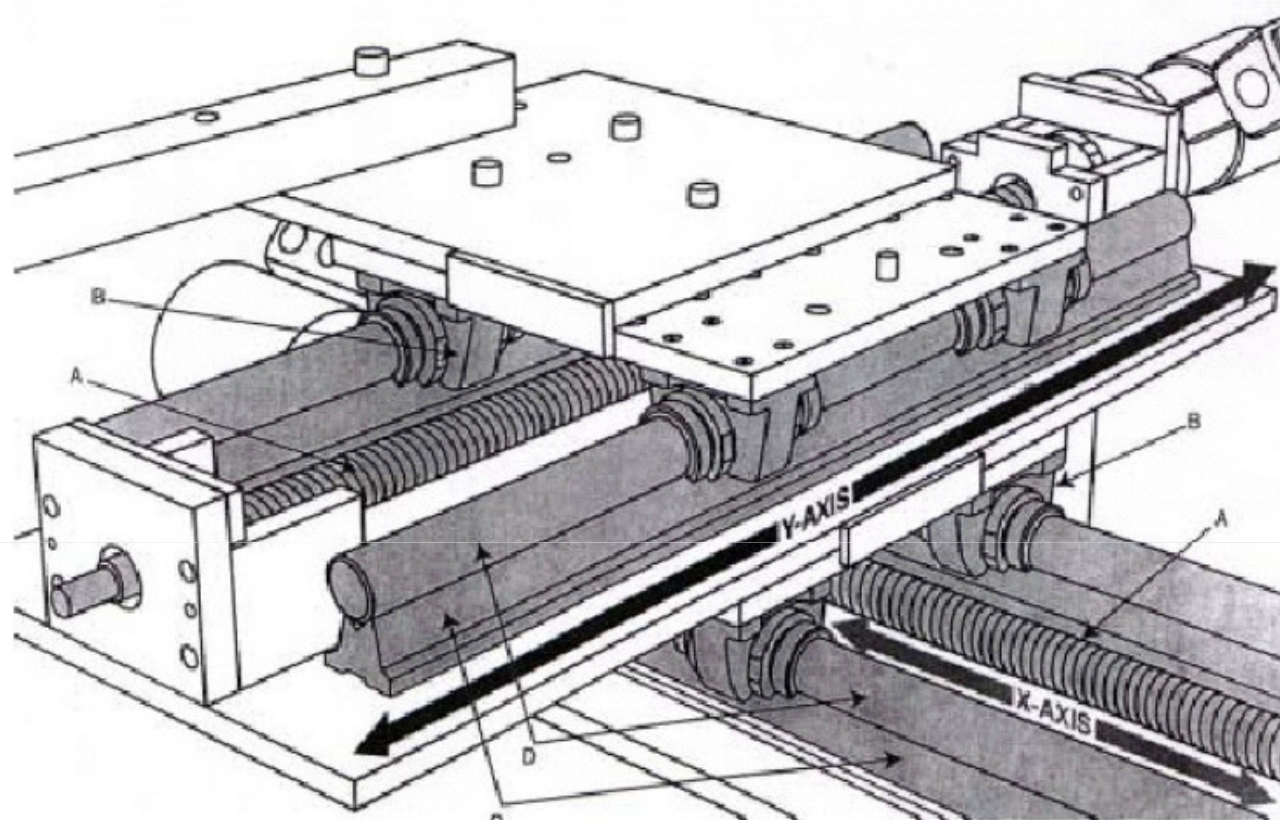
Fuso com castalha de esferas recirculantes







Exemplo de mesa XY



A - Ball Screw

B – Linear Bearings

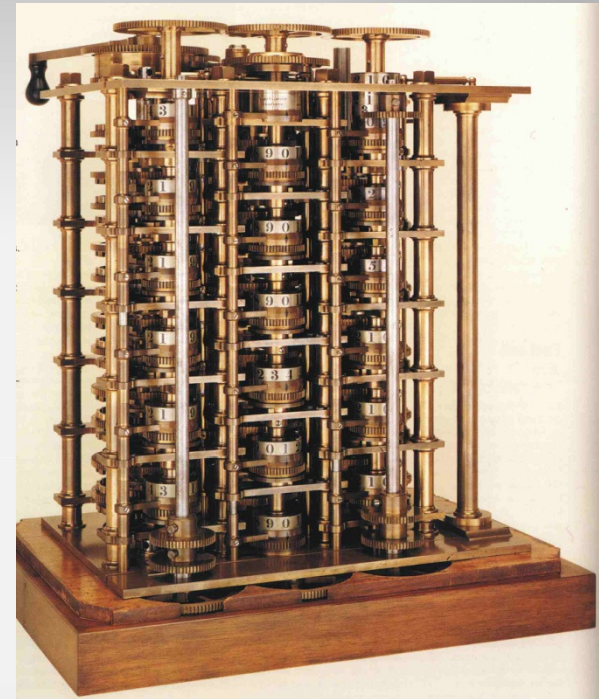
C – Apoio da Guia Linear

D – Guia Linear

Microcomputer Controlled X-Y Table

Como implementar?

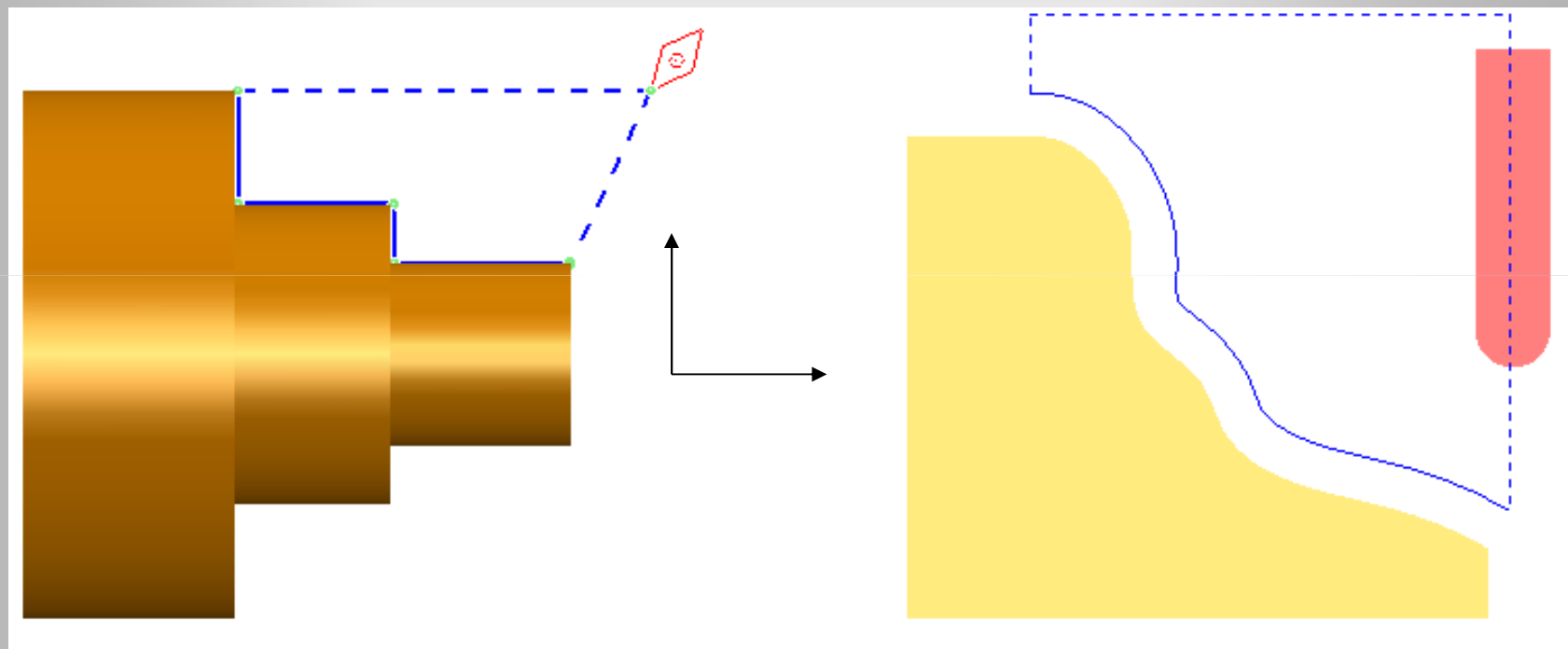
- Revisão sobre lógica Booleana/Sistemas Digitais;
- Revisão sobre Sistemas de Controle



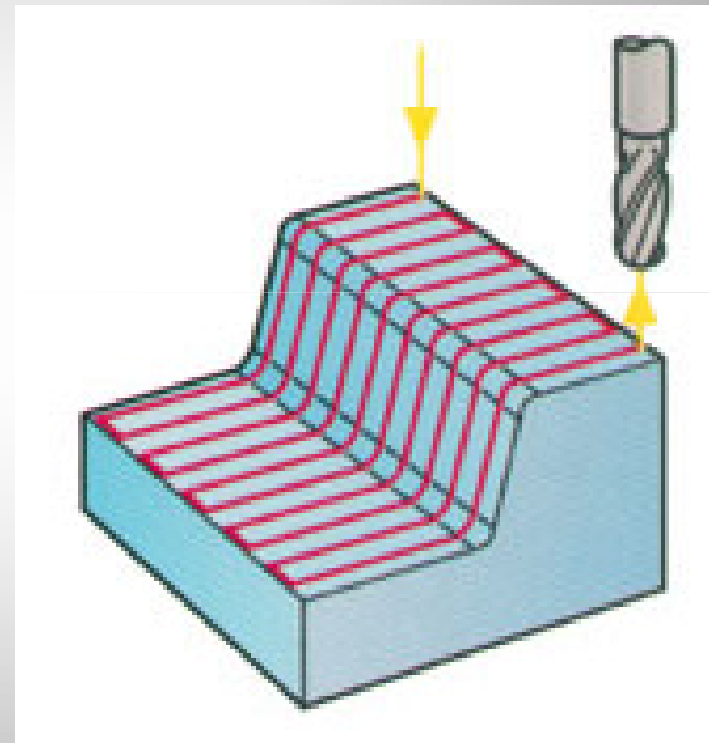
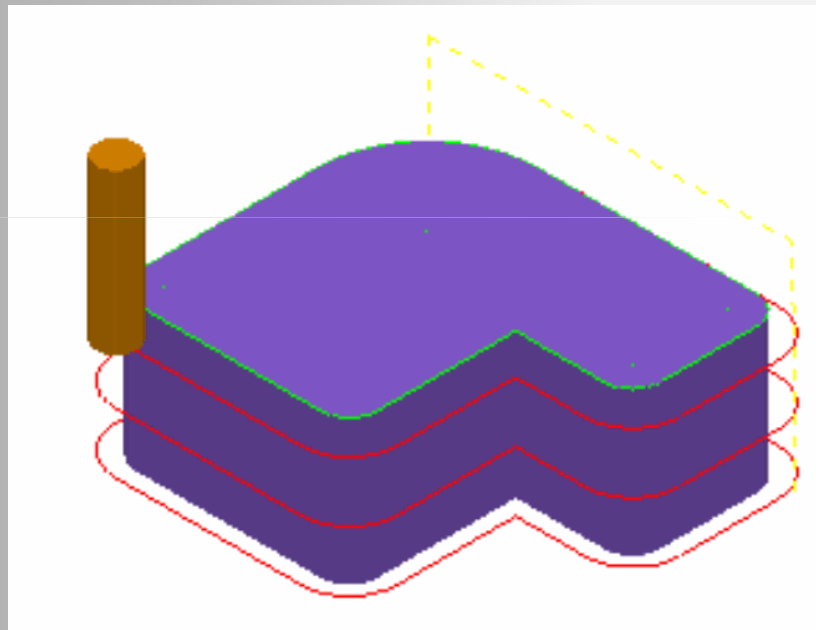
Maquina Diferencial programável (Charles Babbage).

Exemplos de Configurações dos Eixos

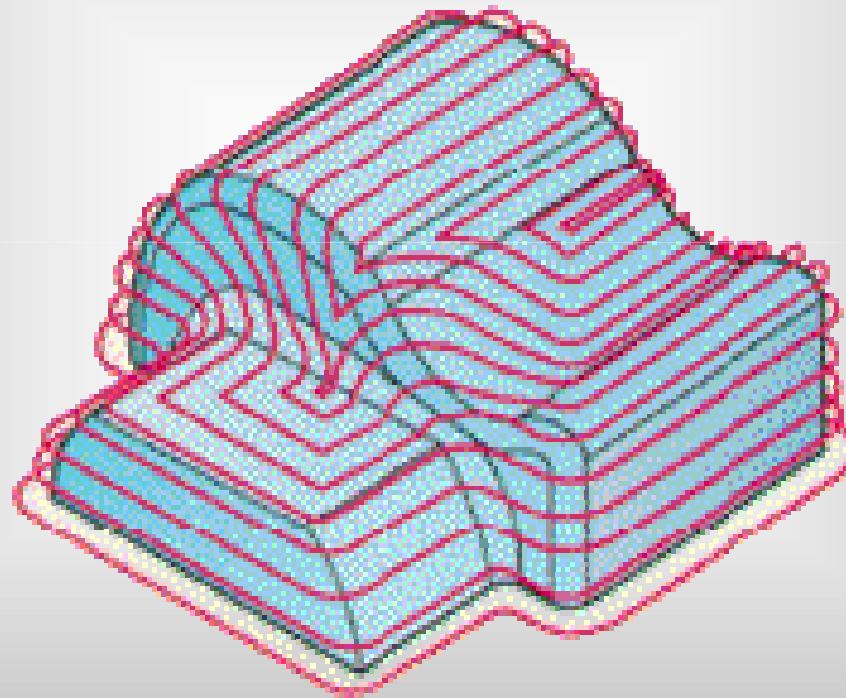
Configuração de 2 Eixos



Configuração Dois Eixos e Meio (2 1/2)

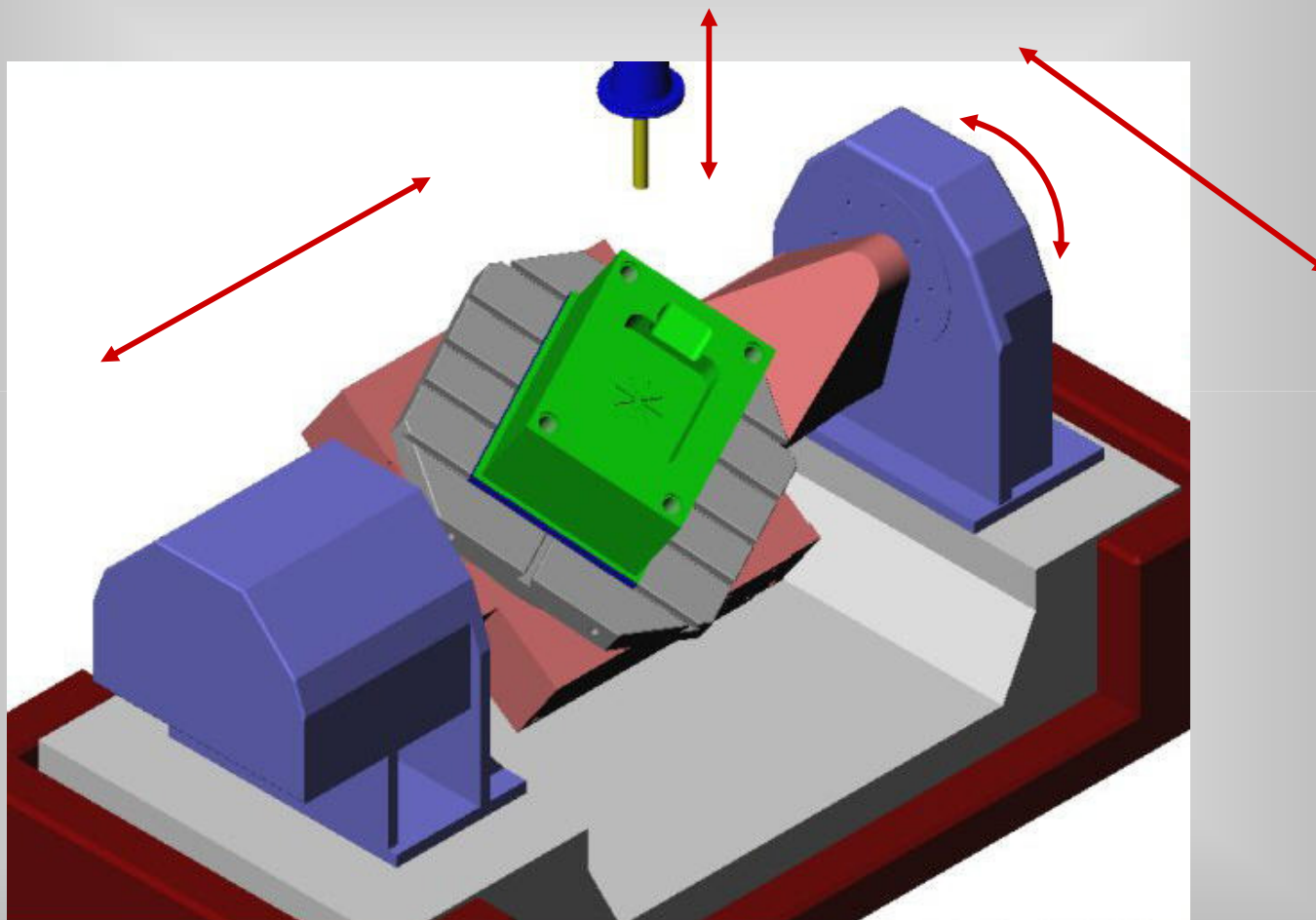


Configuração 3 Eixos

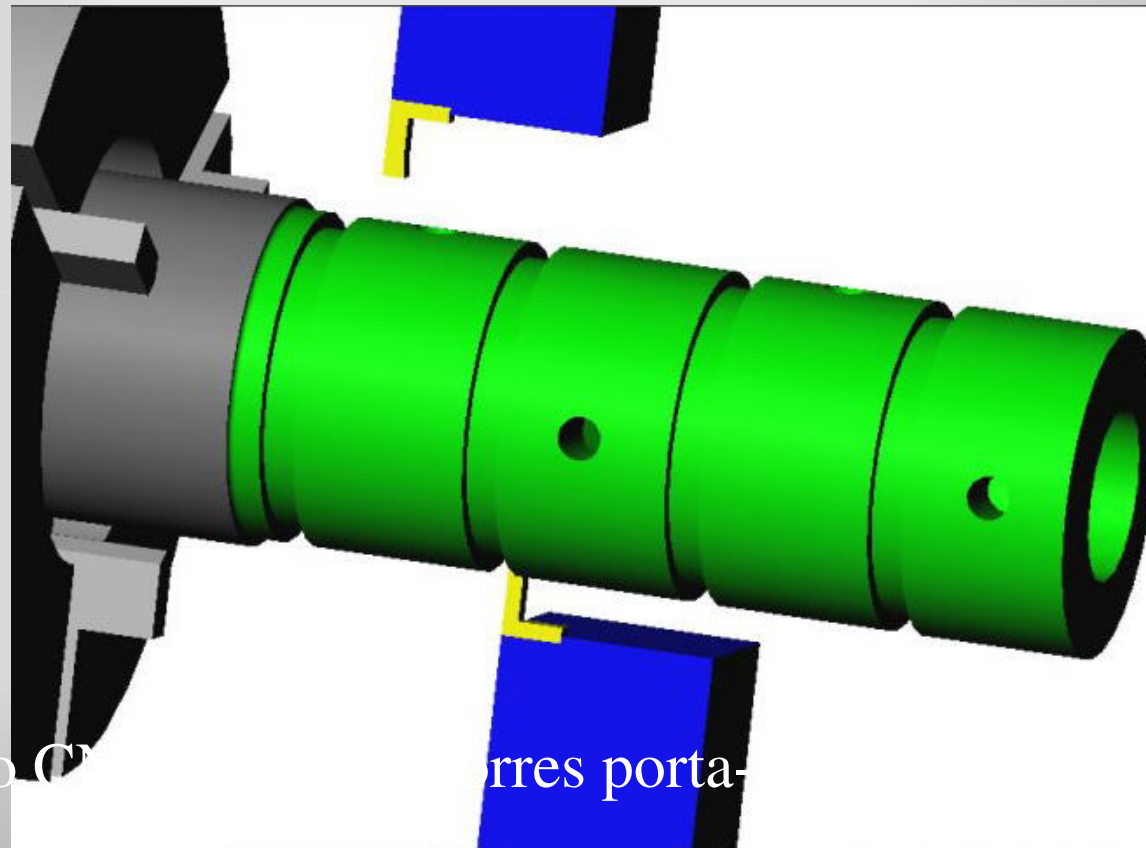


Interpolação simultânea em três eixos

Configuração Multi-Eixos



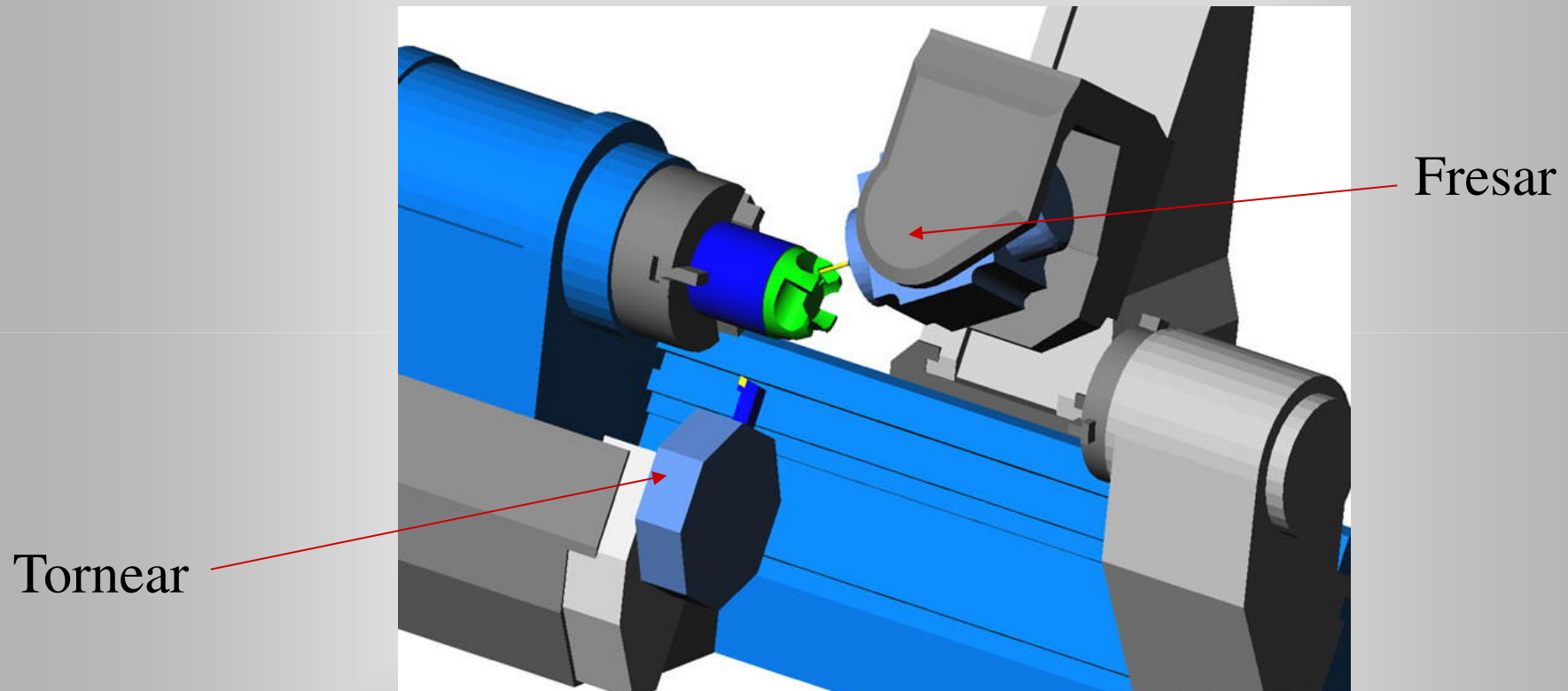
Configurações Especiais



Torno C

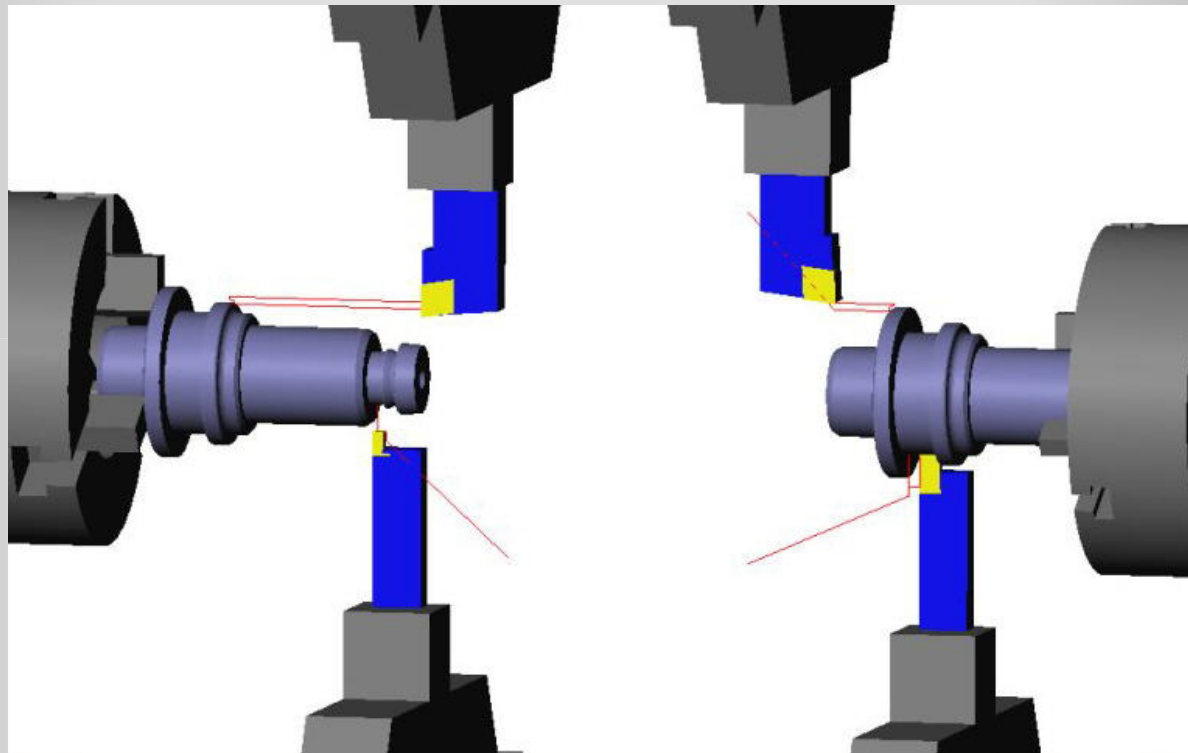
rres porta-

Configurações Especiais



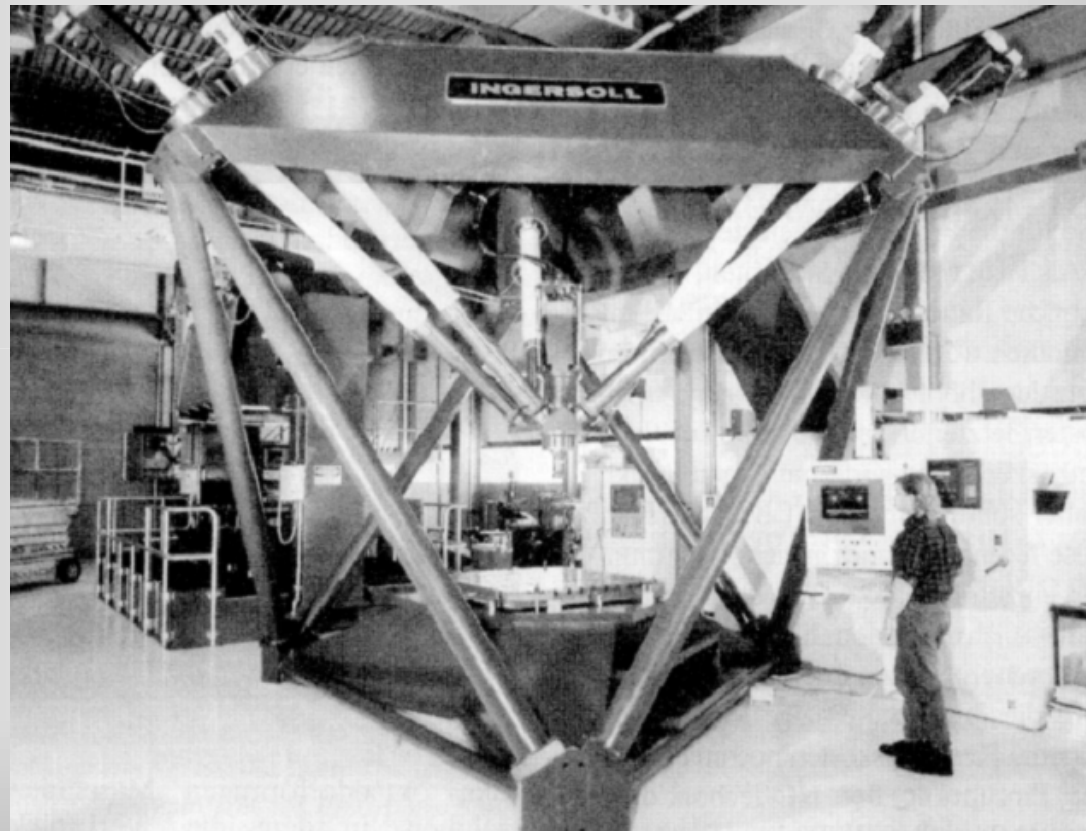
Torno CNC com torre porta-ferramentas para fresamento

Configurações Especiais



Torno CNC com dois eixos-árvore e quatro torres

Configurações Especiais



Centro de Usinagem Hexapode

TIPOS DE MÁQUINAS-FERRAMENTAS A COMANDO NUMÉRICO

- TORNOS
- CENTROS DE TORNEAMENTO
- FRESADORAS
- CENTROS DE USINAGEM
- MANDRILADORAS
- OUTROS

Centros de Torneamento - CT: São tornos equipados com Comando Numérico e podem realizar operações de torneiar, facear, fazer canais, roscar, contornos, etc.

Torno CNC



Fresadora CNC



Centro de Furação e Roscamento



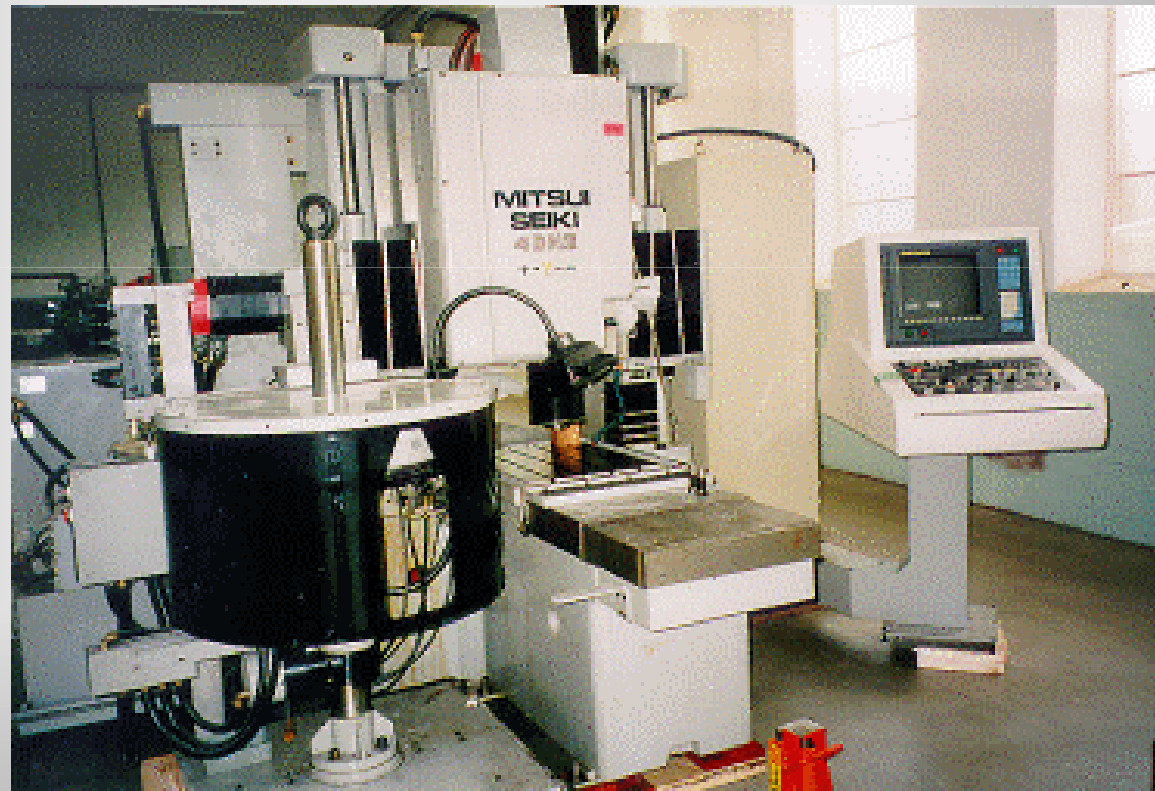
Retíficas: Utilizadas em processos que exigem elevada capacidade de produção aliada a excelente grau de precisão e repetibilidade;



Mandriladora Vertical CNC

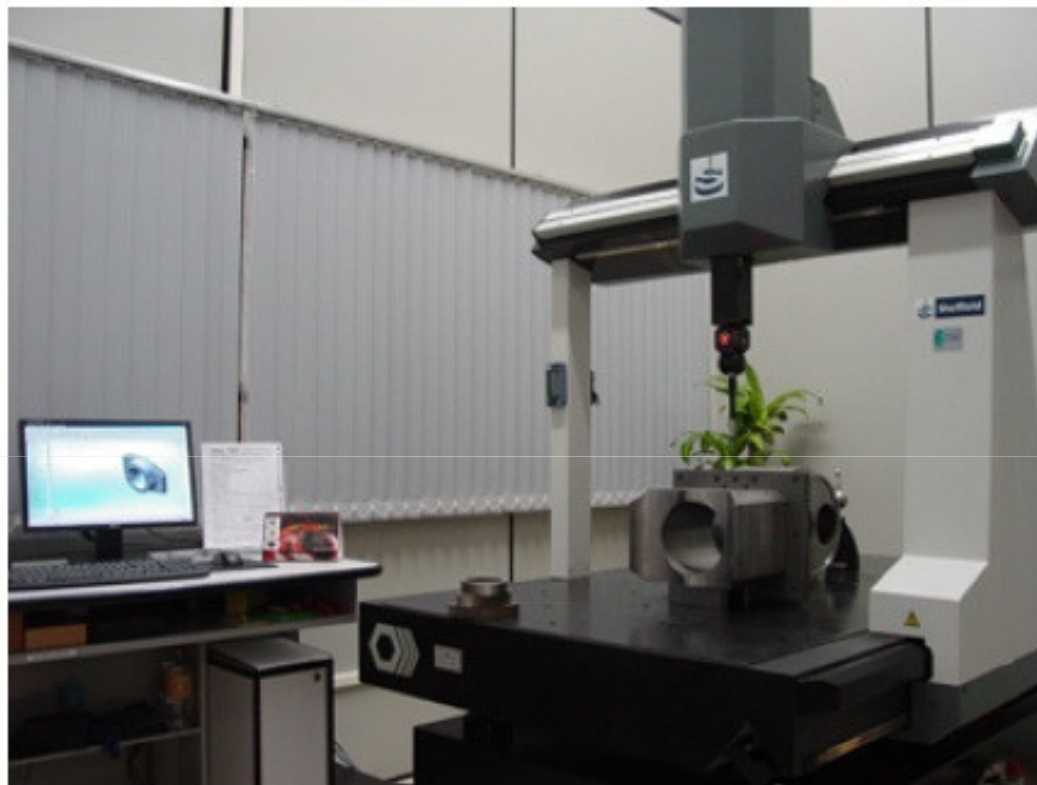


Plainas: Realizam operações nas várias faces do objeto com elevado grau de precisão e retilidade da superfície e paralelismo entre as superfícies usinadas;





Corte a Plasma



Máquina de Medir por Coordenadas

- São máquinas CN que associam as capacidades das diferentes máquinas ferramentas. São capazes de realizar operações de faceamento, fresamento, mandrilhamento, furação, roscamento, operações de abrir canais, rasgos, fazer contornos, superfícies, etc. em vários planos;
- Em relação à posição do eixo árvore os Centros de Usinagem podem ser classificados em verticais e horizontais:
- **Verticais:** são aqueles cuja direção de profundidade, isto é, a direção de movimento do eixo árvore é vertical. Indicadas para peças de pouca altura com usinagem restrita a uma ou duas faces;

Centros de Usinagem Horizontais: são aqueles cuja direção de profundidade, isto é, a direção de movimento do eixo árvore é horizontal. Indicados para usinar peças de grande volume, pois é possível trabalhar qualquer face com facilidade de carga e descarga da máquina;

Centro de Usinagem Horizontal CNC



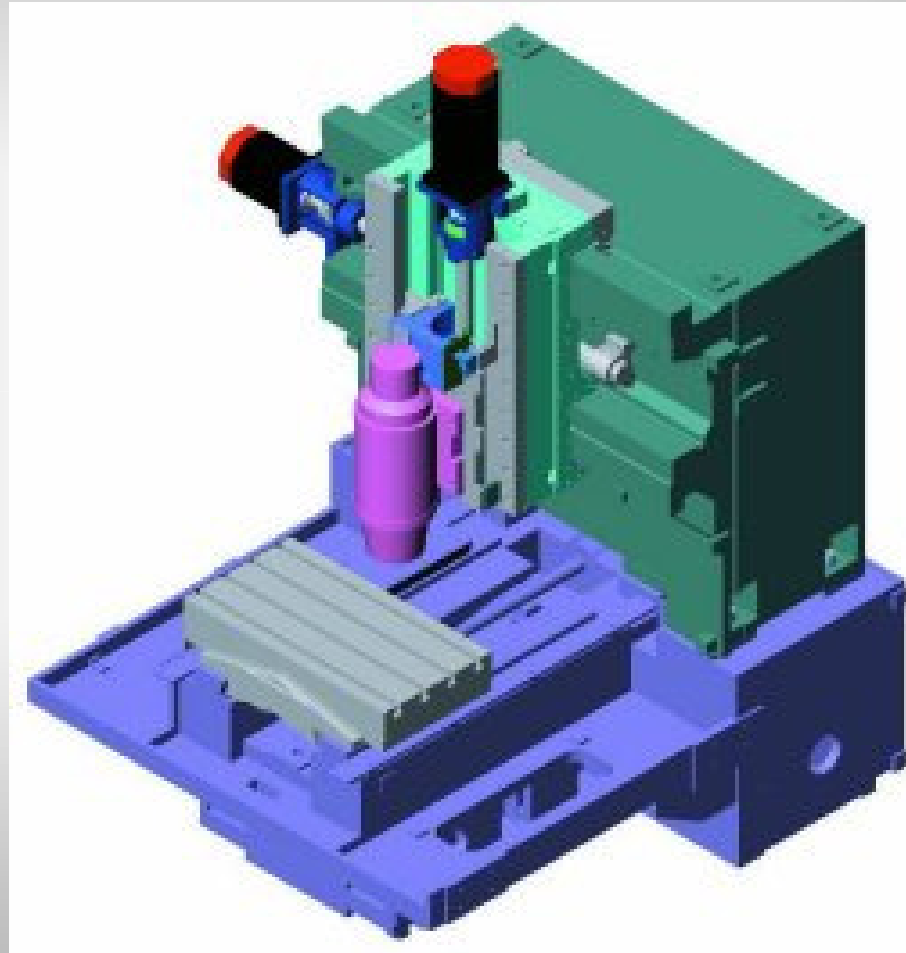
Centro de Usinagem Vertical CNC



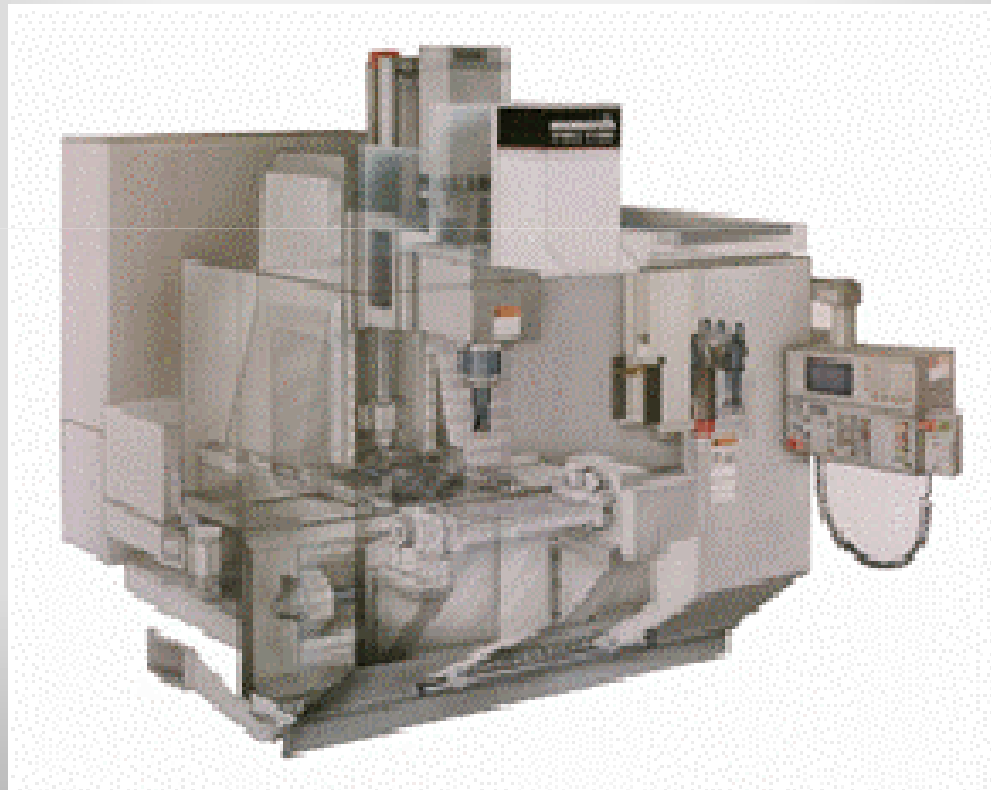
Centro de Usinagem Vertical Romi



Estrutura Típica de um Centro de Usinagem Vertical



Sistemas Integrados de Fabricação: são Centros de Usinagem Verticais e Horizontais interligados num único sistema de fabricação, versáteis e altamente produtivos;



Centro de Usinagem 5 Eixos

Cabeçote com
giro controlado



- Três movimentos lineares
- Dois movimentos rotativos

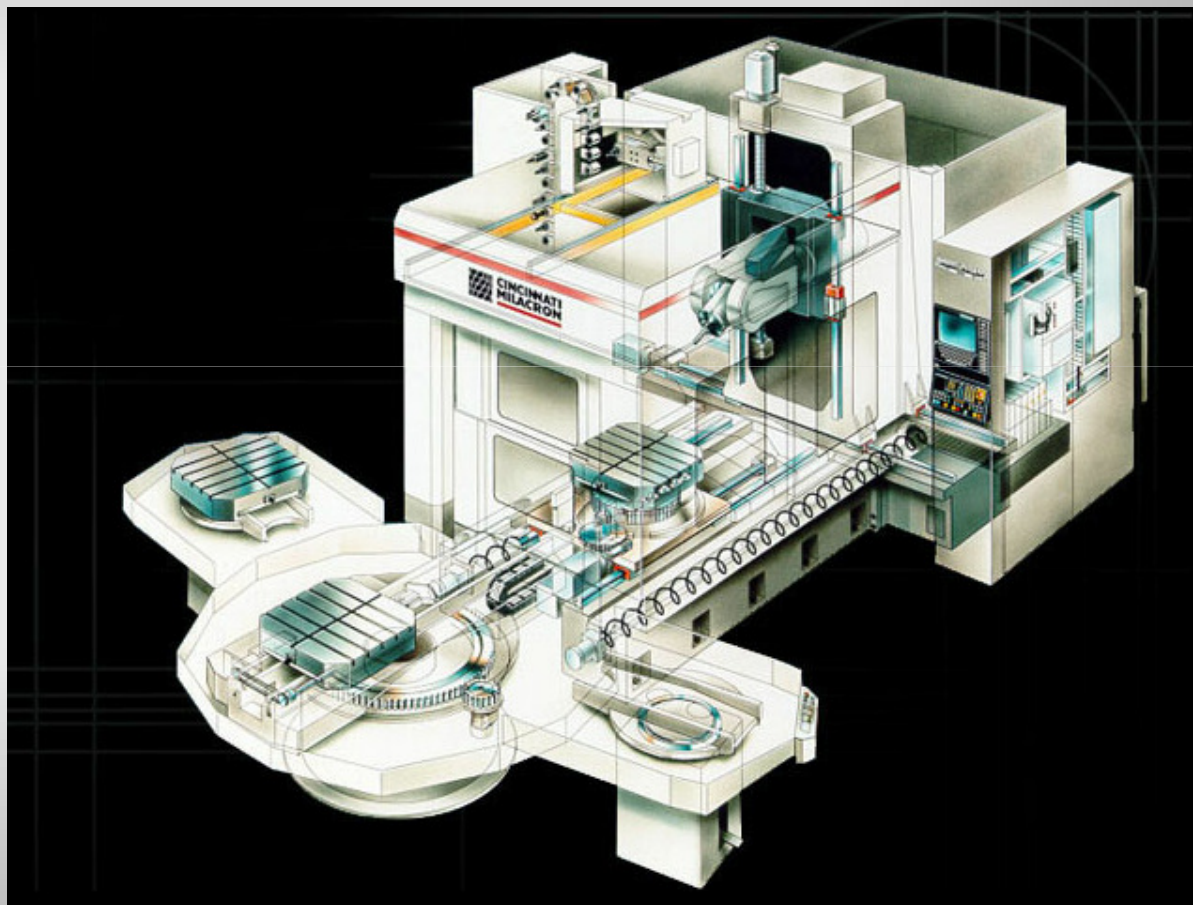
Mesa com giro
controlado

ACESSÓRIOS

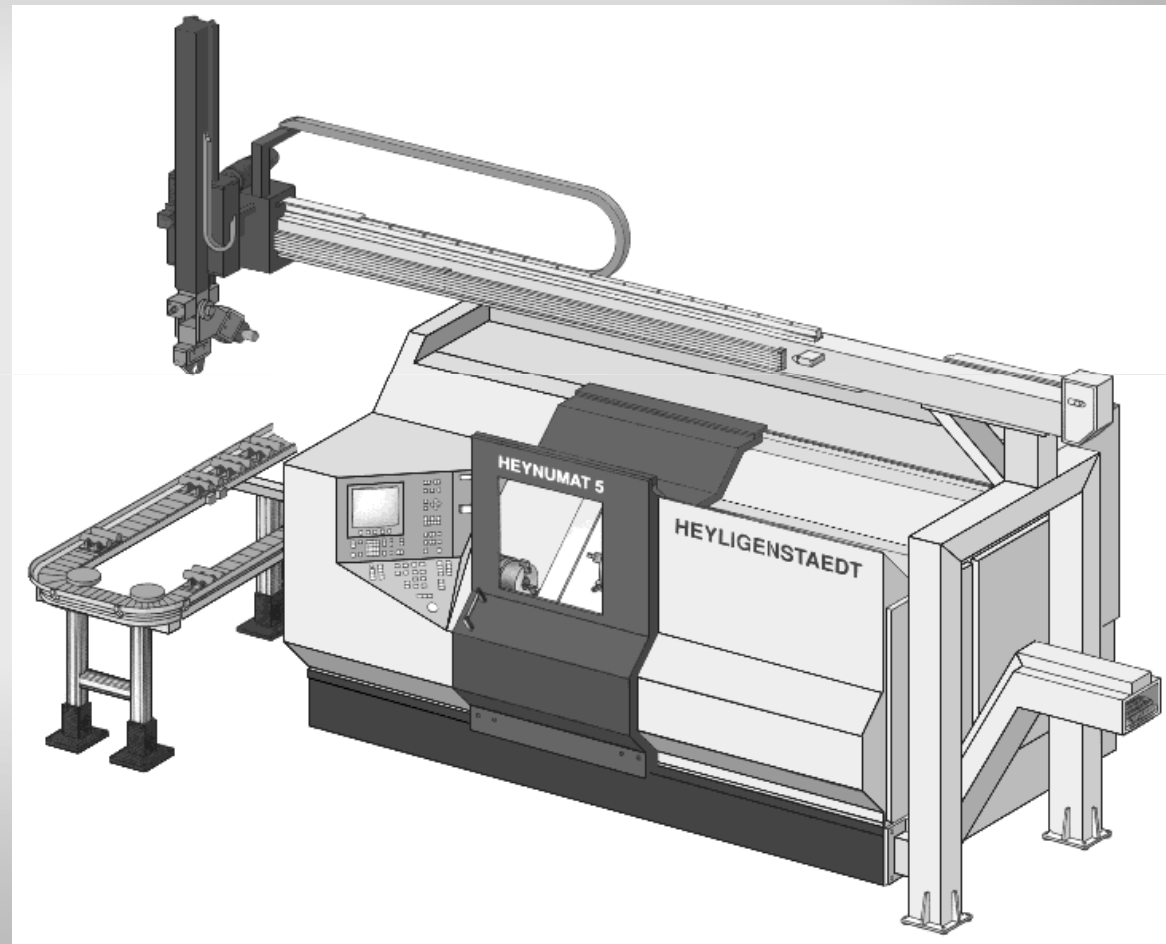
Magazine de Ferramentas



Sistema Multi-Pallets



Sistema de Carga e Descarga de Peças



Fabricantes de Comandos Numéricos



Fidia



Fanuc



Siemens



Fadal



Heidenhain

Fabricantes de Máquinas-Ferramenta



Romi



Hermle



Debmaq



Mikron



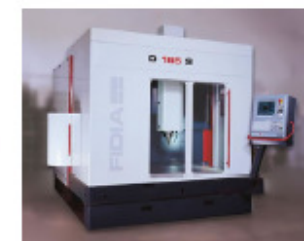
Makino



Okuma



Mazak

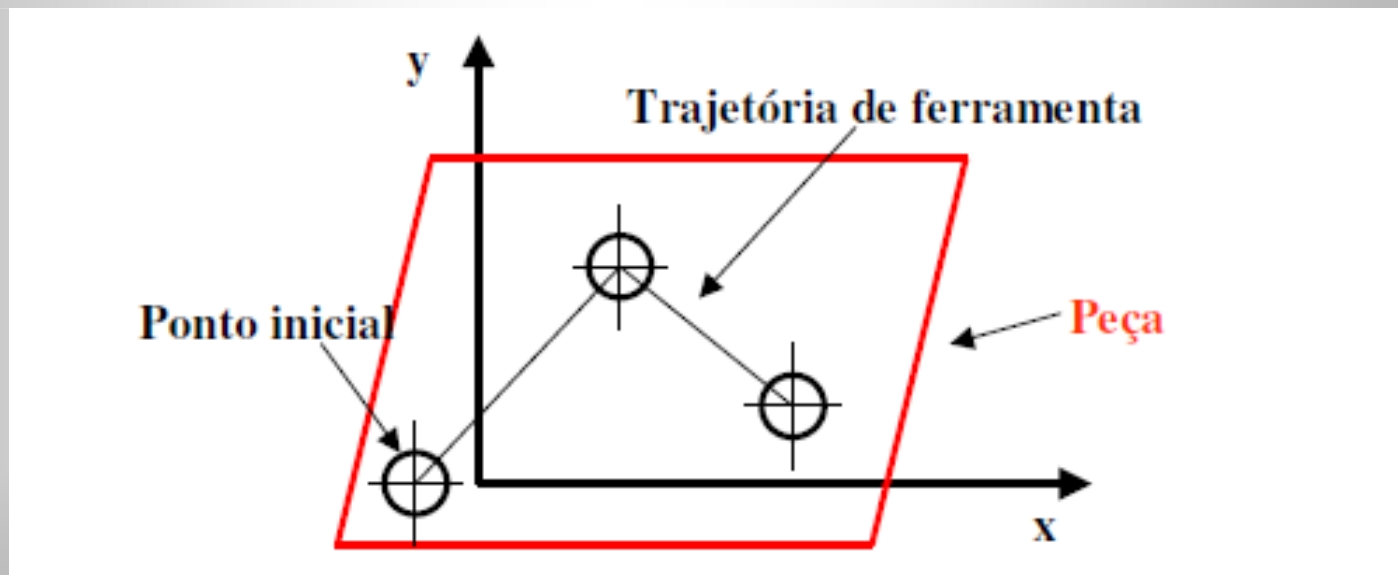


Fidia

Tipos de comando

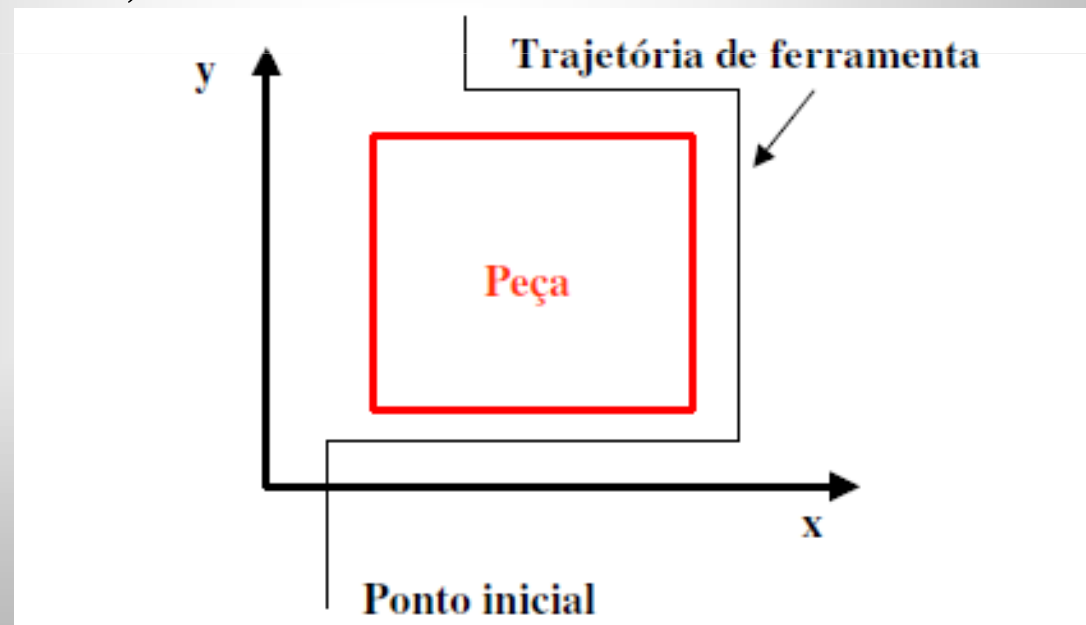
Comando ponto a ponto

- Permite o *posicionamento dos eixos no plano em avanço rápido* e na profundidade com avanço controlado;
- Uma vez atingida a posição programada, a operação é realizada. É utilizado em furadeiras, puncionadeiras e máquinas de soldagem a ponto;



Comando corte reto

- Permite o *movimento da ferramenta de corte paralelamente* aos eixos principais numa dada velocidade. Não é possível combinar movimentos em mais de uma direção. É utilizado em operações de fresamento para fabricação de peças de formatos retangulares;



Comando contínuo

- Permite realizar os tipos anteriores de movimentos, e ainda o *movimento simultâneo em mais de uma direção*;
- A trajetória da ferramenta é continuamente controlada permitindo a geração de qualquer geometria;

Comando Numérico (CN), Comando Numérico Computadorizado (CNC) e Comando Numérico Adaptativo (CNA)

- CN representa a tecnologia de Comando Numérico antiga e original e CNC representa a tecnologia mais moderna;
- Ambos os sistemas realizam as mesmas tarefas de manipulação de dados destinados à realização de alguma tarefa. As funções lógicas do sistema de controle são realizadas através de componente eletrônicos;
- O sistema CN usa funções lógicas fixas, permanentemente alocadas na unidade de controle => não podem ser alteradas pelo programador CN ou operador da máquina;

- O sistema CN pode interpretar o programa NC, mas não permite nenhuma modificação do programa, usando as características do controle. Qualquer modificação precisa ser feita em laboratório adequado;
- O sistema CNC usa um microprocessador (um computador) que contém registros de memória que armazenam uma grande variedade de rotinas capazes de manipular funções lógicas



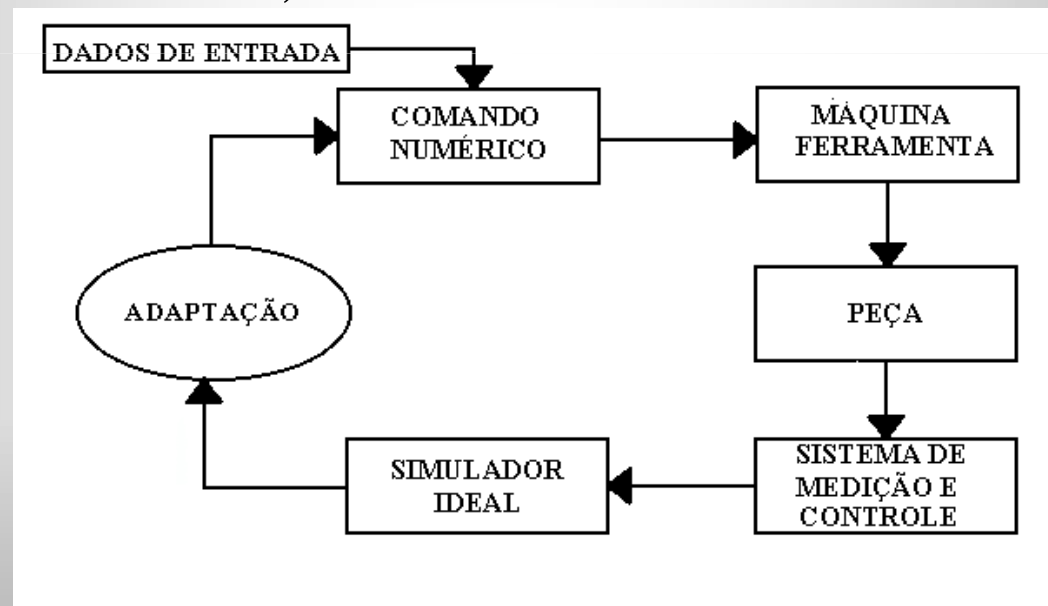
o programador CN ou o operador da máquina podem mudar o programa na própria máquina. Esta flexibilidade é a maior vantagem do sistema CNC;

– No sistema CNC o programa e as funções lógicas são armazenadas em microprocessadores como funções de *software*, ao invés de serem construídas por componentes eletrônicos como no sistema CN;

Obs.: a sigla CN pode se referir tanto ao Comando Numérico (antiga tecnologia) quanto ao Comando Numérico computadorizado (nova tecnologia). Por outro lado, CNC nunca se refere ao antigo Comando Numérico;

– Comando Numérico Adaptativo (CNA)

- Além de controlar os movimentos da máquina, um sistema CNA é dotado de mecanismos que o permitem monitorar e controlar variáveis como velocidade de corte, avanço, medidas da peça, vibração e posicionamento, etc.

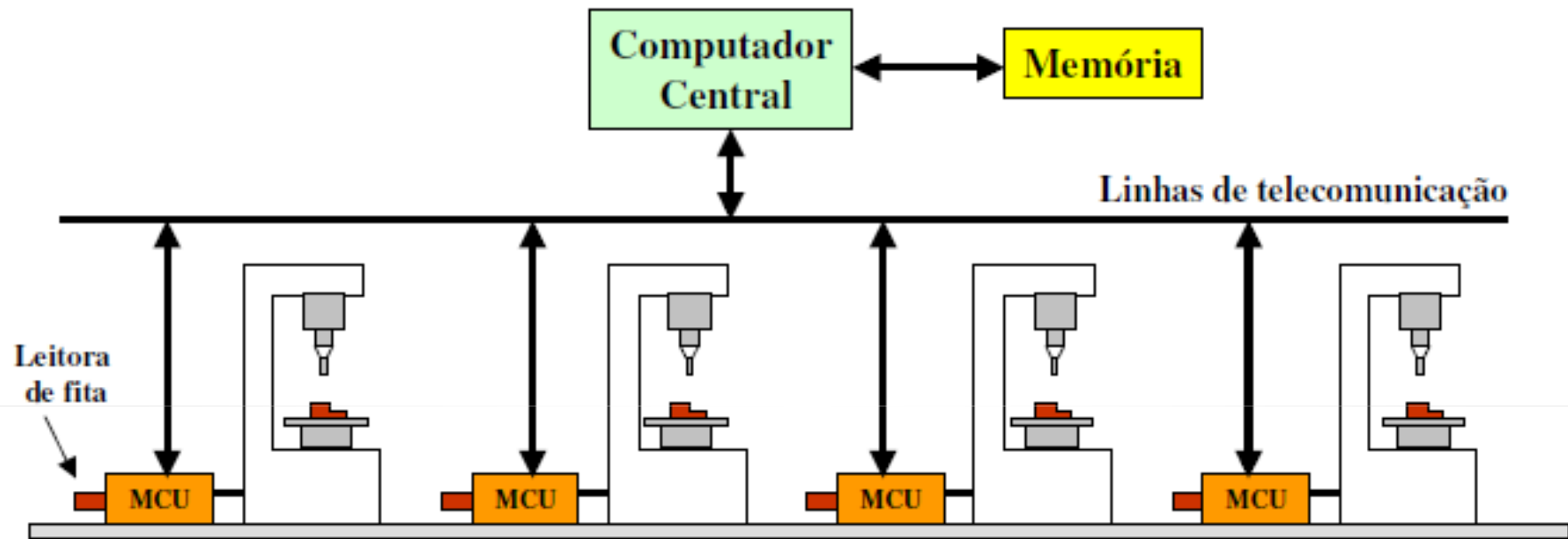


CN e CNC controlados por um computador central

- A sigla DNC representa um sistema composto de *hardware* e *software* que permite o controle de várias máquinas CN e CNC através de um computador central. Se apresentam em duas versões:

DNC - Direct Numerical Control: Envolve o controle de um grupo de máquinas por um único computador através de uma conexão direta e em tempo real:

- o programa é transmitido bloco a bloco diretamente às máquinas CN;
- diferencia-se do CN convencional apenas pela forma de transmissão do programa à máquina;



– Além de enviar dados às máquinas, o computador central também recebe *feedback das máquinas* => o objetivo central do Comando Numérico Direto era ter uma comunicação de duas vias entre as máquinas e o computador central;

– As vantagens atribuídas ao Comando Numérico Distribuído nos anos 70 incluíam:

- alta confiabilidade de um computador central comparado com unidades de controle individuais;
- eliminação da fita e da leitora de fita, que não eram confiáveis e fonte de problemas;
- controle de várias máquinas por um único computador;
- maior capacidade computacional para interpolação circular;
- programas armazenados magneticamente em memória num unidade central;
- computador central localizado num ambiente adequado;

DNC - Distributed Numerical Control: Com o crescimento das instalações de máquinas CNC surgiu nos anos 80 uma nova concepção para o DNC, que agora significa Comando Numérico Distribuído (*Distributed Numerical Control*);

– sua configuração é similar ao Comando Numérico Direto exceto que o computador central está conectado às unidades de controle que também são computadores, permitindo assim:

- envio de programas inteiros à máquina;
- implementação mais fácil e mais barata, já que permite a instalação das máquinas CNC e colocação em funcionamento, com posterior instalação do sistema DNC;

