

# **Tecnologia de Comando Numérico**

**164399**

## **Aula 3**

### **Introdução à Tecnologia de Comando Numérico**

- **Resumo histórico;**
- **Componentes básicos de um sistema CN;**
- **Tipos de comando;**
- **CN, CNC e CNA;**
- **DNC (Direto e Distribuído);**
- **Vantagens da tecnologia de Comando Numérico.**

**Prof. Edson Paulo da Silva**

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

## 1. Resumo histórico da Tecnologia de Comando Numérico

- Fatores que induziram a pesquisa, aparecimento e introdução do Comando Numérico (CN):
  - Avanço tecnológico antes e após II Guerra Mundial;
  - Necessidade de adaptação de equipamentos a conceitos de fabricação como:
    - baixo custo, pequenos lotes;
    - baixo *Manufacturing Lead Time* - MLT;
    - geometrias complexas, alta precisão;
    - menor tempo entre projeto e fabricação.
- 1940: Primeiro computador construído pela *Harvard* e pela *IBM*.

## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

- 1949: Primeiro esforço organizado para a aplicação do controle numérico em máquinas operatrizes. No Laboratório de Servo Mecanismo do MIT, associado a U.S. *Air Force* e *Parsons Corporation*, escolheu-se a fresadora de 3 eixos da *Cincinnati Milling Machine Company* como veículo para a experiência;
- 1952: O MIT demonstra a viabilidade técnica com um protótipo;
- 1956: O MIT desenvolve as bases para a linguagem APT (*Automatically Programmed Tool*) para programação de máquinas CN através de um computador; agradável
- 1957: Início de comercialização de CN;

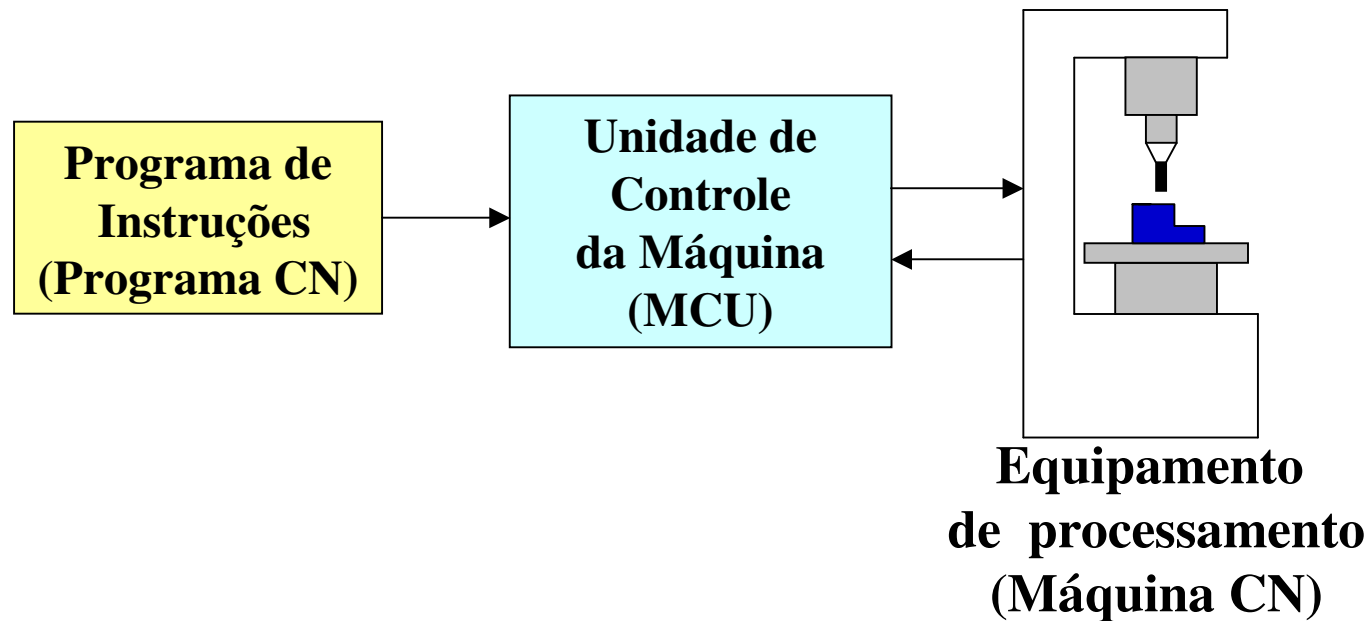
## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

- 1959: Primeira máquina (IBM) com trocador automático ferramentas;
- 1962: A BENDIX desenvolve o Comando Numérico Adaptativo;
- 1967: Primeiras aplicações do CN no Brasil;
- 1970: Primeiro Comando Numérico Computadorizado CNC;
- 1971: Fabricado no Brasil o primeiro torno com CN pela ROMI;
- 1977: Aplicação de microprocessadores em CNC;
- 1980: Sistemas flexíveis de manufatura são aplicados em larga escala;

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

## 2. Componentes básicos de um sistema CN

Um sistema CN é constituído de três componentes básicos:  
*i) um programa de instruções, ii) uma unidade de controle da máquina, e iii) o equipamento de processamento;*



**Componentes básicos de um sistema CN**

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

## i) Programa de instruções (Programa CN)

- Definição: *Seqüência de comandos passo a passo que direcionam as ações do equipamento de processamento. Incluem os seguinte grupos de informações:*
  - posicionamento da máquina (ferramentas e mesas);
  - rotações dos eixos comandados;
  - avanços de posicionamento e de trabalho (ferramentas e mesas);
  - seleção de ferramentas e outras informações auxiliares;
- O programa é codificado em um meio através do qual será transmitido à unidade de controle. Podem ser fita perfurada (comandos mais antigos), fita magnética, disquetes, e transferência eletrônica a partir de um computador;

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

## ii) Unidade de controle da máquina (*MCU - Machine Control Unit*)

- Definição: equipamentos *que armazenam o programa de instruções e o executa convertendo cada instrução em ações mecânicas do equipamento de processamento;*
- Incluem ainda:
  - componentes para a interface da MCU com a máquina;
  - elementos de controle de *feedback*;
  - dispositivos de leitura para gravação de programa;
  - *softwares* de controle de sistemas;
  - algoritmos para cálculos;
  - *softwares* para conversão do programa CN em um formato útil para a MCU;

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

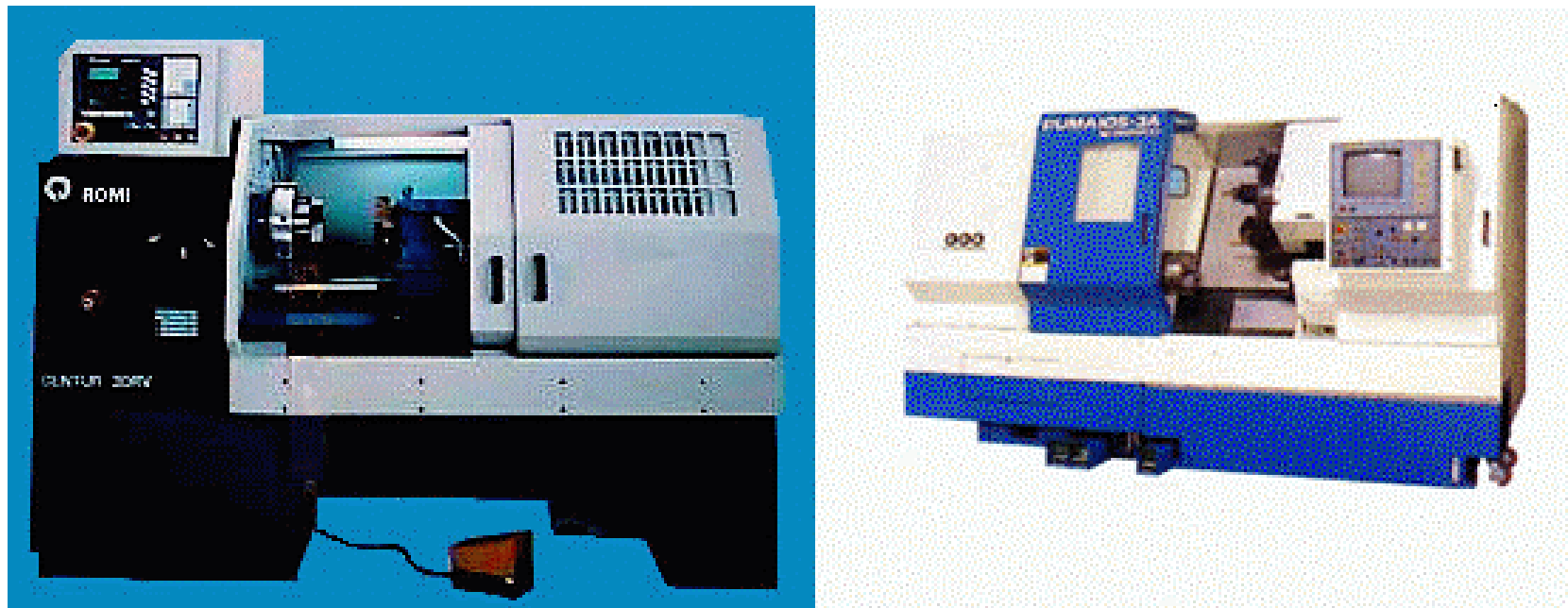
## iii) Equipamento de processamento

- Realiza as operações para transformar a matéria prima em produto acabado. Sua operação é direcionada pela MCU, que por sua vez é comandada pelas instruções contidas no programa;
- Aplicações do CN/CNC:
  - Máquinas ferramenta;
  - Prensas e correlatos;
  - Máquinas de soldagem;
  - Linhas de montagem e robôs industriais;
  - Máquinas de bordar e de corte automáticas;
  - Rebitadoras, etc.



# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

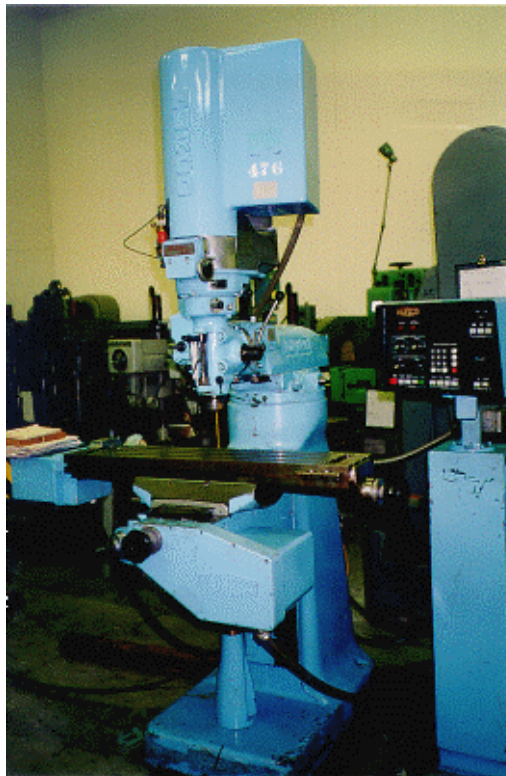
- Entre as Máquinas Ferramenta destacam-se ***Centros de Torneamento - CT***: São tornos equipados com Comando Numérico e podem realizar operações de torneiar, facear, fazer canais, roscar, contornos, etc.



**Exemplos de Centros de Torneamento (CT).**

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

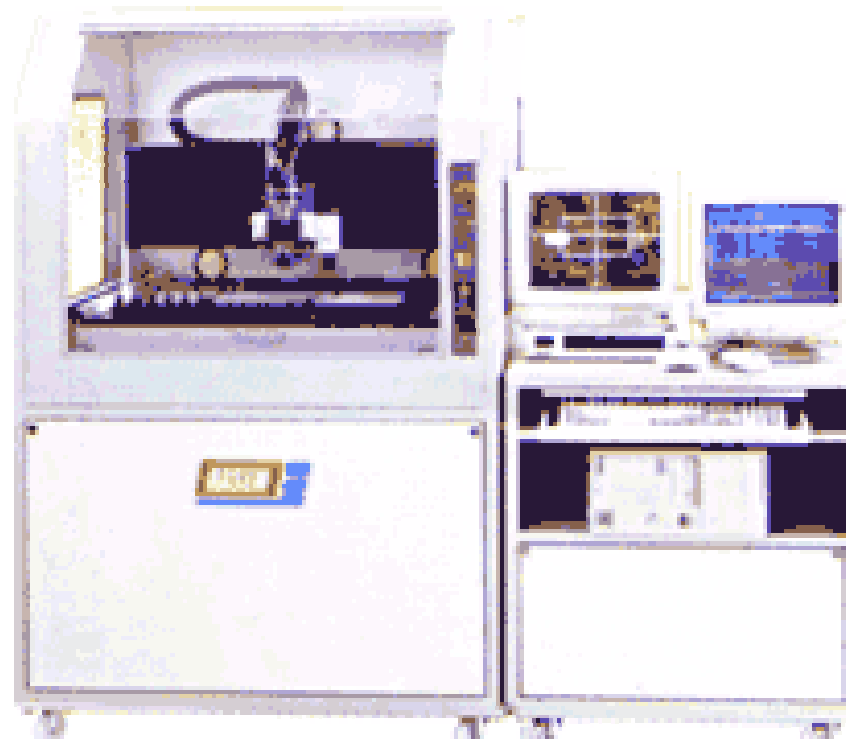
***Fresadoras:*** São máquinas do tipo fresadora, equipadas com comando numérico. Realizam todas as operações de fresamento;



**Exemplo de fresadoras CN.**

## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

***Furadeiras:*** Possuem posicionamento de alta precisão controlado por Comando Numérico. Representa um grupo de máquinas de funções limitadas como puncionadoras e soldadoras de circuitos elétricos;



**Exemplo de furadeira CNC. RMS970D - Petronics**

## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

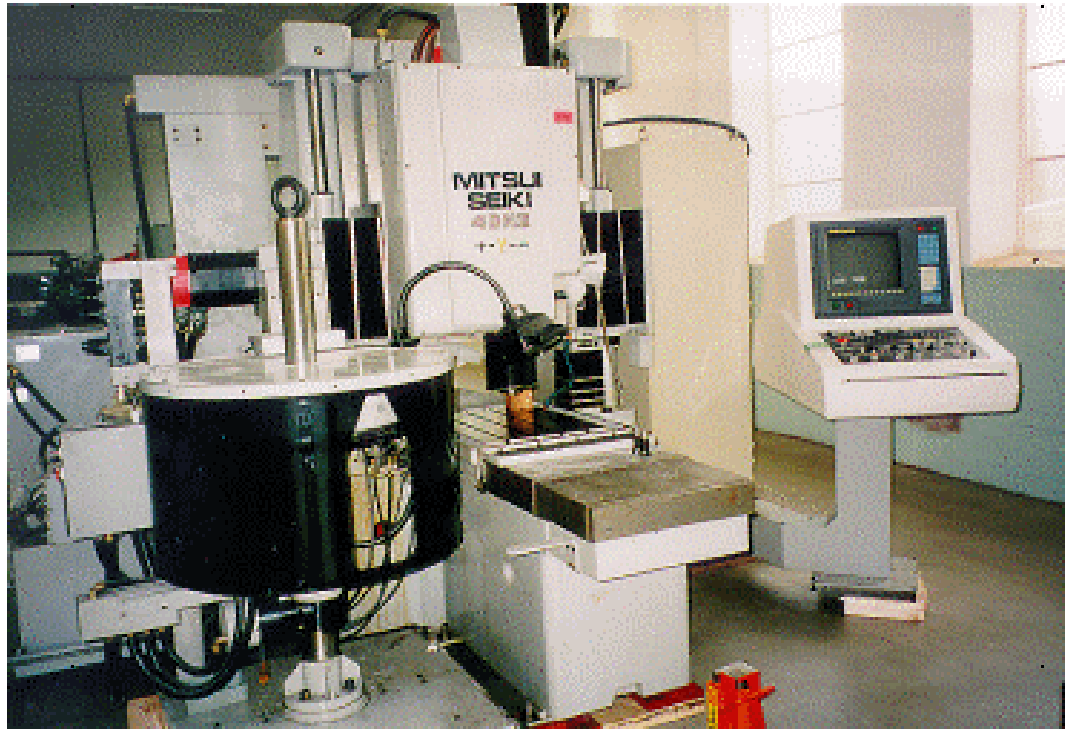
***Retificadoras:*** São retificadoras com comando numérico. Utilizadas em processos que exigem elevada capacidade de produção aliada a excelente grau de precisão e repetibilidade;



**Exemplo de retificadora com CNC.**

## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

***Plainadoras:*** São plainadoras equipadas com comando numérico. Realizam operações de plainamento nas várias faces do objeto com elevado grau de precisão e retilidade da superfície e paralelismo entre as superfícies usinadas;



**Exemplo de plainadora CNC. Mitsui Seiki – 4DYZ**

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

## *Centros de Usinagem - CU*

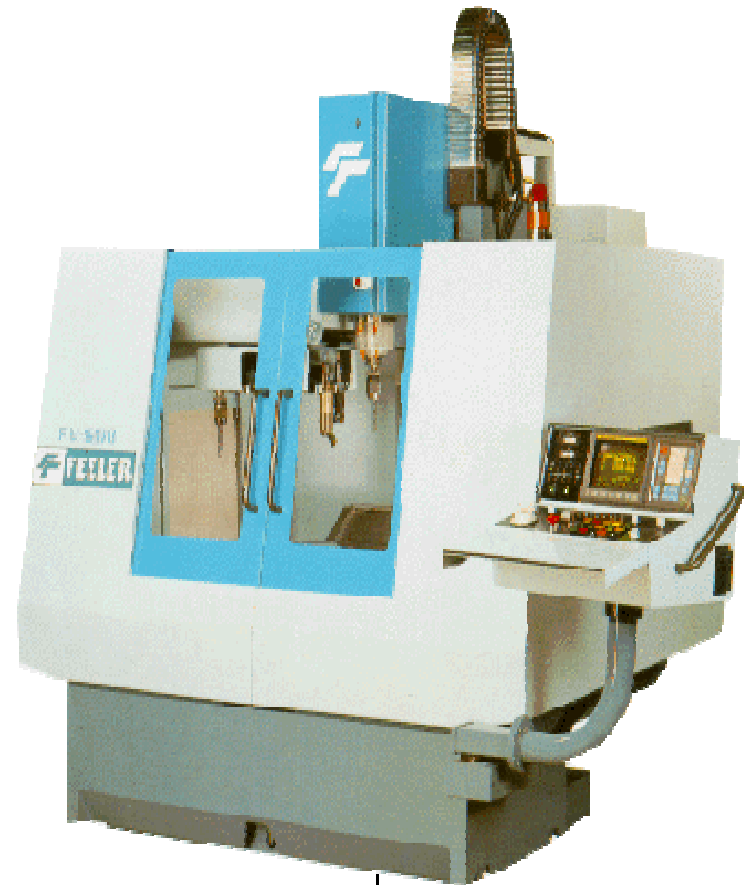
- São máquinas CN que associam as capacidades das diferentes máquinas ferramentas. São capazes de realizar operações de faceamento, fresamento, mandrilhamento, furação, roscamento, operações de abrir canais, rasgos, fazer contornos, superfícies, etc. em vários planos;
- Em relação à posição do eixo árvore os Centros de Usinagem podem ser classificados em verticais e horizontais:

***CU 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;

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico



(a)

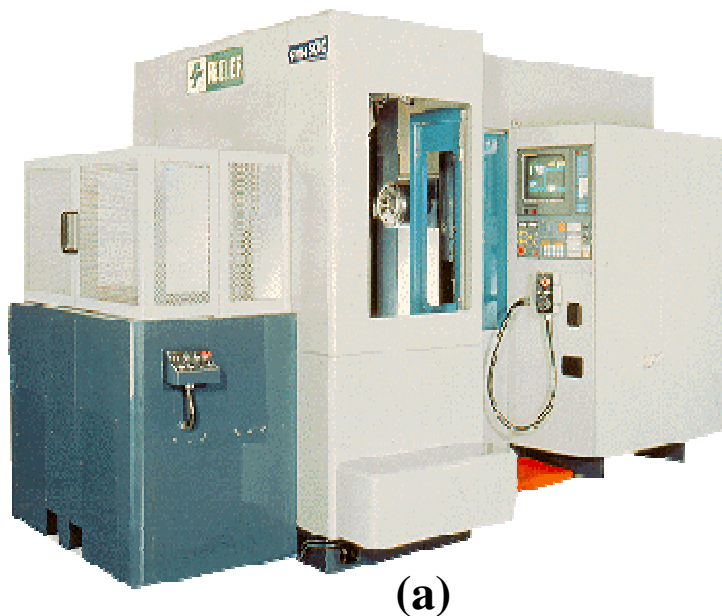


(b)

**Exemplos de CT Verticais - a) Romi Discovery 1250. b) Feeler - FV600-1.**

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

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

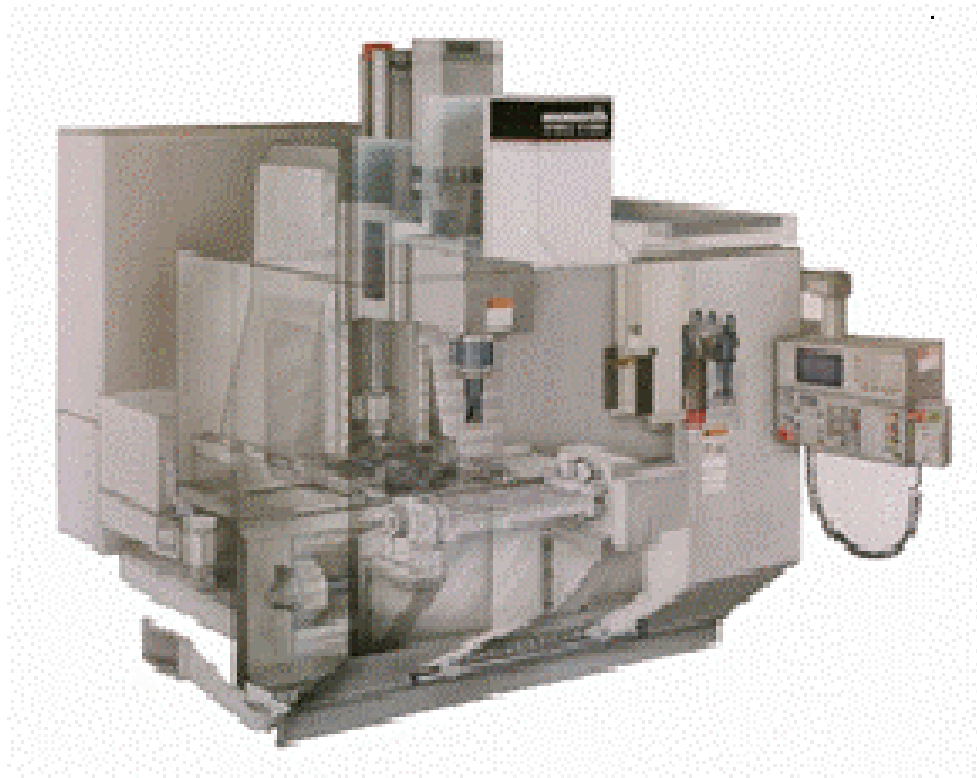


**Exemplos de CU Horizontais - a) Feeler - FMH500. b) Metalmatic -CMH**



## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

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



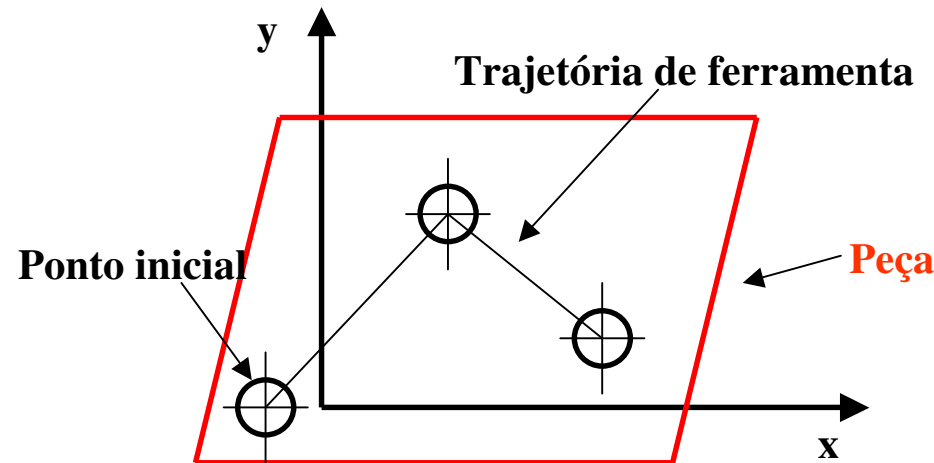
**Exemplo de sistema integrado de fabricação.**

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

## 3. Tipos de comando

### Comando ponto a ponto

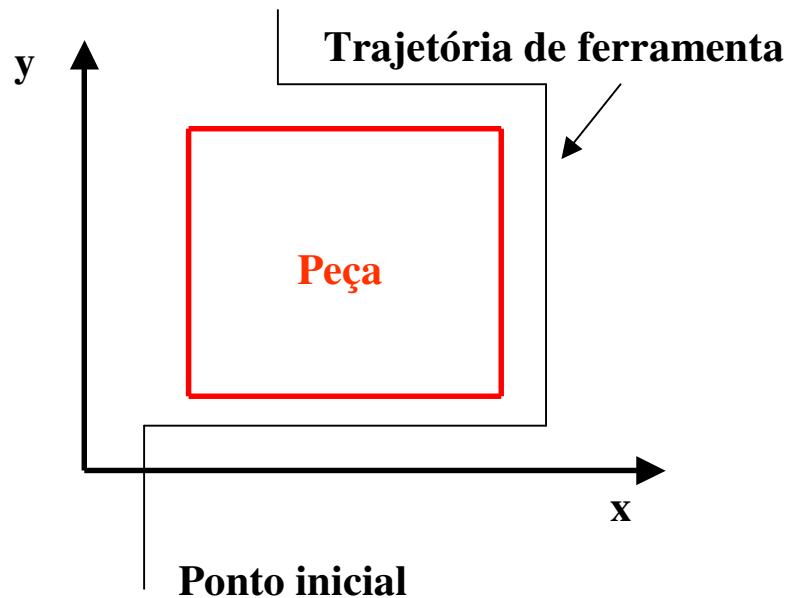
- Permite o *posicionamento* dos eixos no plano em avanço rápido e na profundidade com avanço controlado;
- Uma vez atingida a posição programada, a operação é realizada. É utilizado em furadeiras, puncionadeiras e máquinas de soldagem a ponto;



# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

## 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;



# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

## 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;

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

## **4. Comando Numérico (CN) e 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, são construídas de e permanentemente alocadas na unidade de controle => Elas não podem ser alteradas pelo programador CN ou operador da máquina;

## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

- 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;

## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

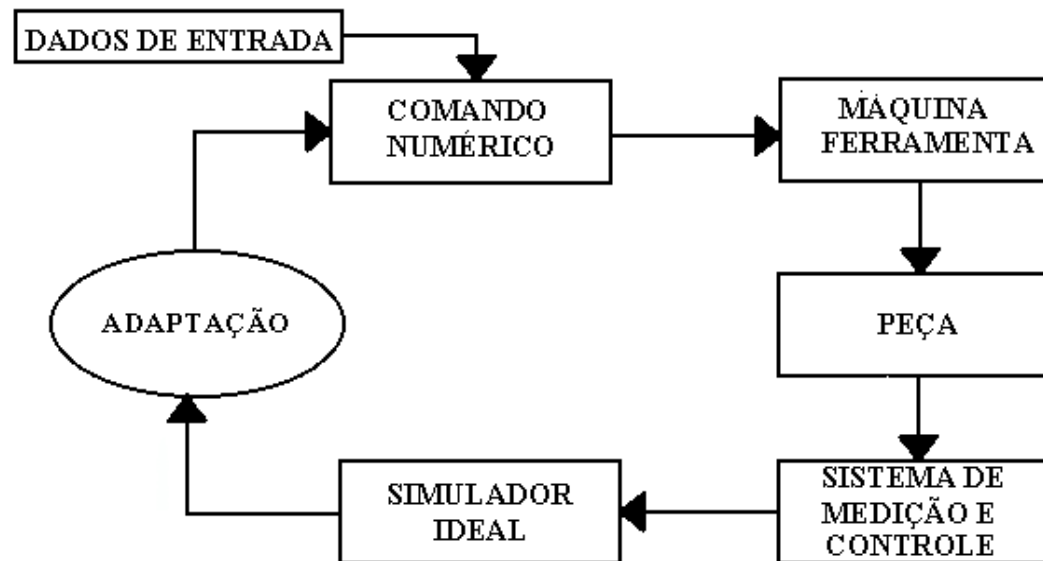
- No sistema CNC o programa e as funções lógicas são armazenadas em microprocessadores como funções de *software*, ou invés de serem construídas por componentes eletrônicos com no sistema CN;

**Atenção:** No vocabulário corrente 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;

# Introdução à Tecnologia de 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.





# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

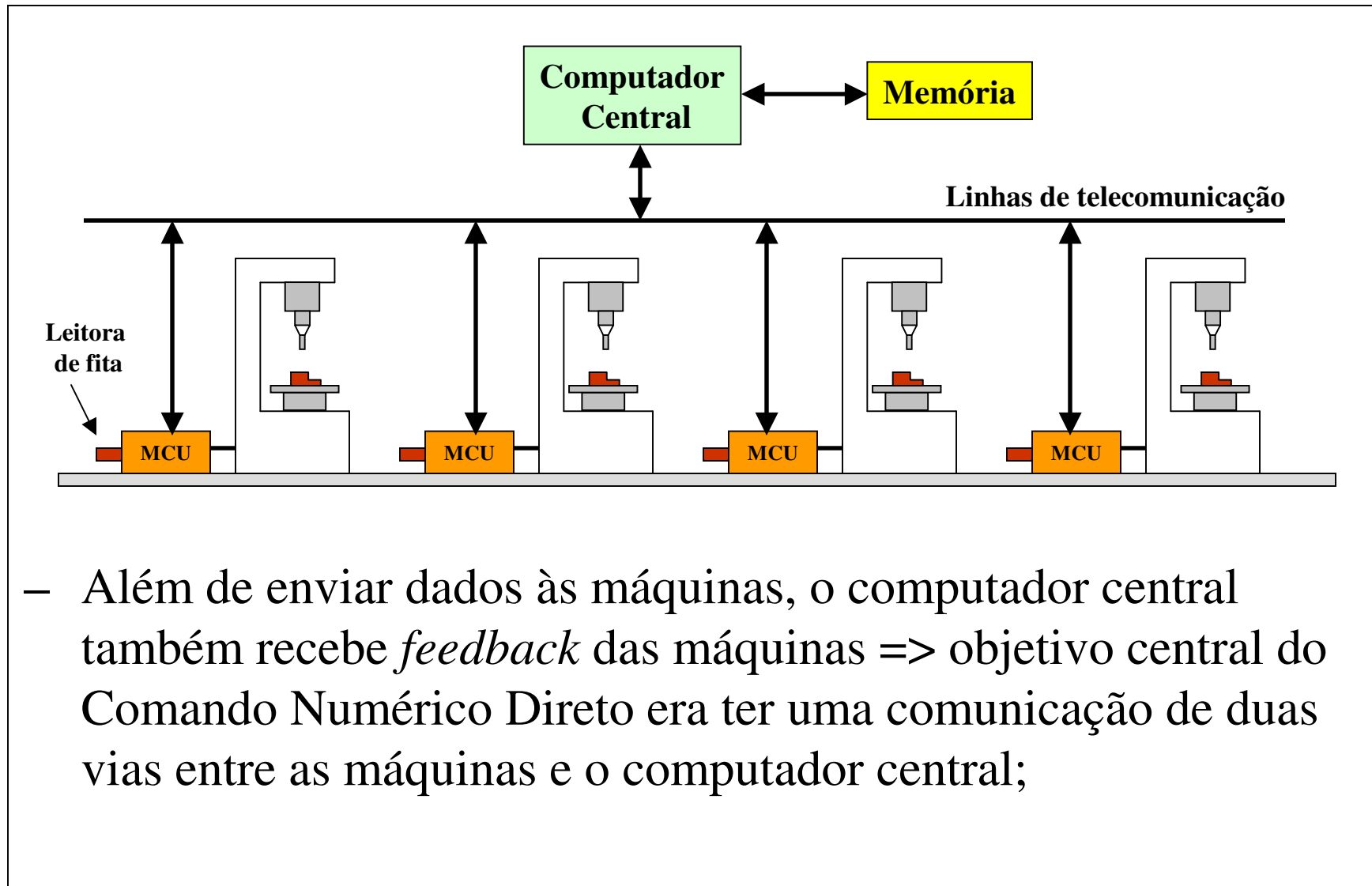
## 5. CN e CNC controlados por um computador central

- 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 à MCU das máquinas CN;
- diferencia-se do CN convencional apenas pela forma através de transmissão do programa à máquina;

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico



## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

- As vantagens atribuídas ao Comando Numérico Distribuído nos anos 70 incluíam:
  - alta confiabilidade de um computador central comparado com MCU's 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;

## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

***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 MCU's que também são computadores, permitindo assim:

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

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

- maior confiabilidade do sistema devido à redundância de computadores;
- avanços nos dispositivos de coleta de dados, nas tecnologia de computadores e de comunicação de dados expandiu a faixa e a flexibilidade da informação que pode ser transmitida;
- Algumas soluções de mercado
  - *Cimco Integration;*
  - *ProForce Integrated Solutions;*
  - *RealVision.*

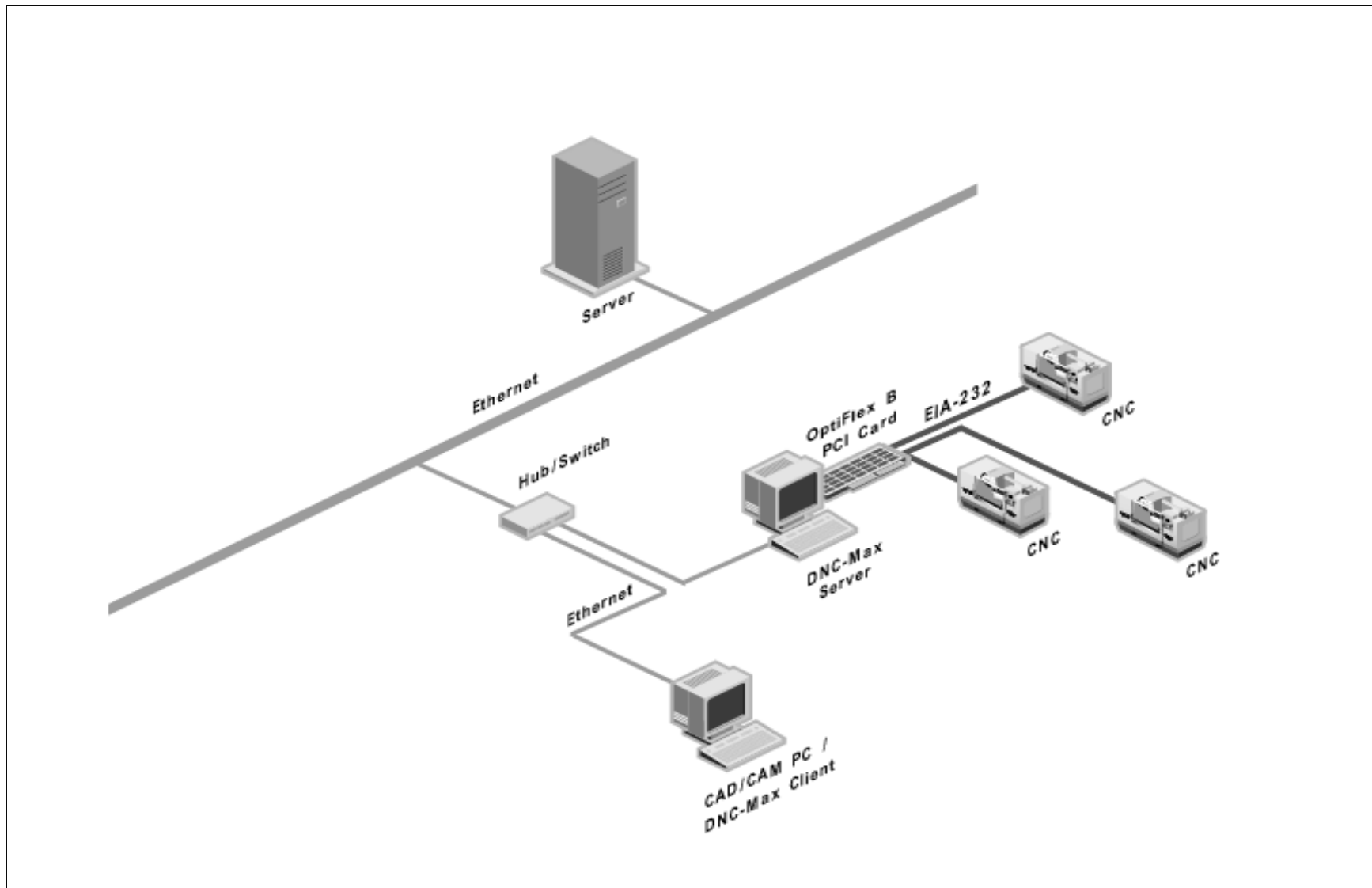
## Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

- **Solução CIMCO Integration: DNC-Max V4**

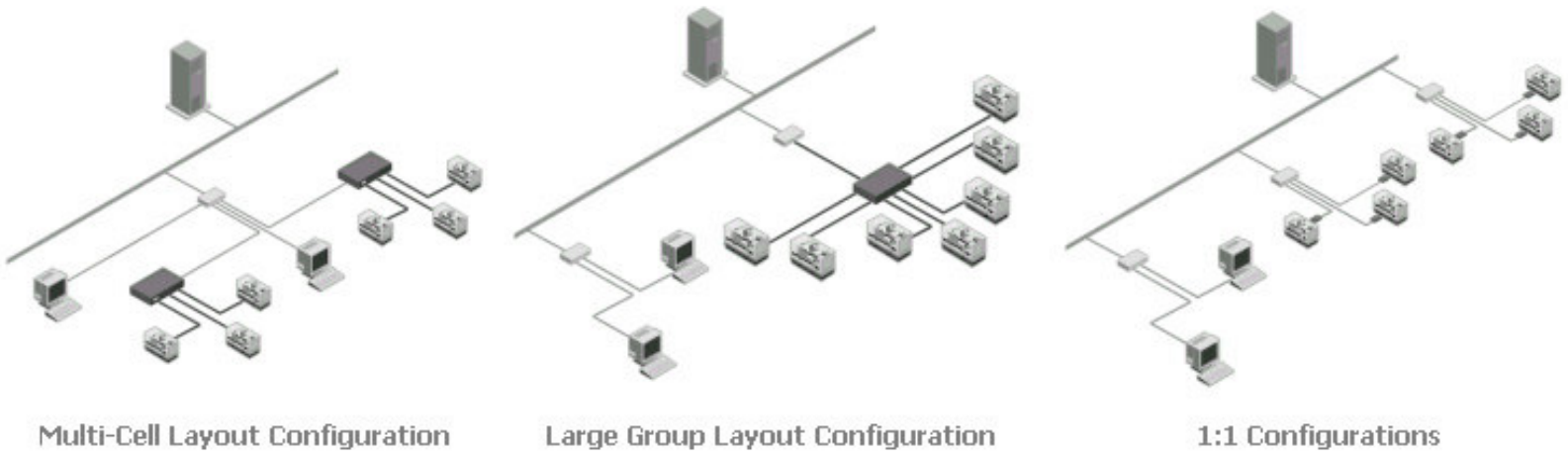
O DNC-Max V4 suporta de 1 até 256 máquinas via rede e uma quantidade ilimitada de máquinas via tecnologia *wireless*. As principais ferramentas do DNC-Max V4 são:

- *DNC-Max Client*
- *DNC-Max Server*

# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

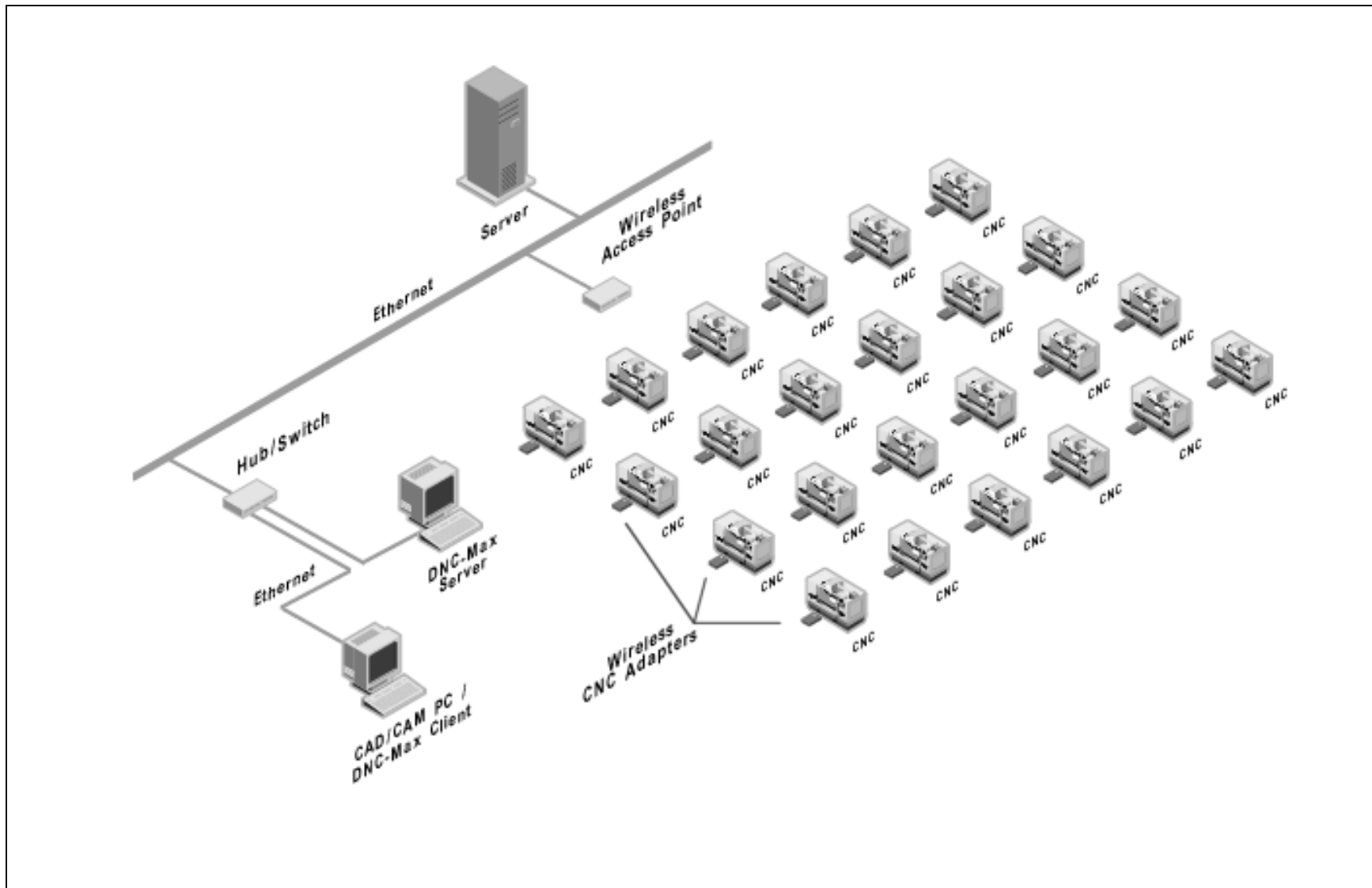


# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico





# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico



# Introdução à Tecnologia de Comando Numérico

## 6. Vantagens de máquinas CN/CNC em relação às convencionais.

- Possibilidade de realizar várias operações no mesmo *setup*;
- Possibilidade de movimentos multiaxiais simultâneos;
- Maior precisão => significativa redução da taxa de refugo;
- Facilidade de incorporação de variações de *design* através de sistemas CAD/CAM;
- Pequena variabilidade de peças fabricadas => facilita o controle de qualidade que pode ser feito por amostras ao invés de controlar todas as peças fabricadas;
- Maior taxa de produção => aumento significativo da capacidade de produção;