

Máquinas-Ferramentas de Comando Numérico

Tópicos

- Histórico
- Máquinas-ferramentas convencionais X CNC
- Conceitos básicos

Histórico

- 1942 – John Parson – idéia de usar “computadores” IBM com cartões perfurados para calcular trajetórias de ferramentas
- 1952 - Primeira máquina-ferramenta NC é demonstrada no Massachusetts Institute of Technology



Florianópolis, julho de 2004

Histórico

- 1955 - Giddings and Lewis desenvolveram a primeira máquina NC comercial. Era uma fresadora “5 eixos” com fitas-magnéticas e tinha uma mesa de 1,98 X 5,94 m (6–18') com dois cabeçotes cada um se movendo ao longo de dois eixos



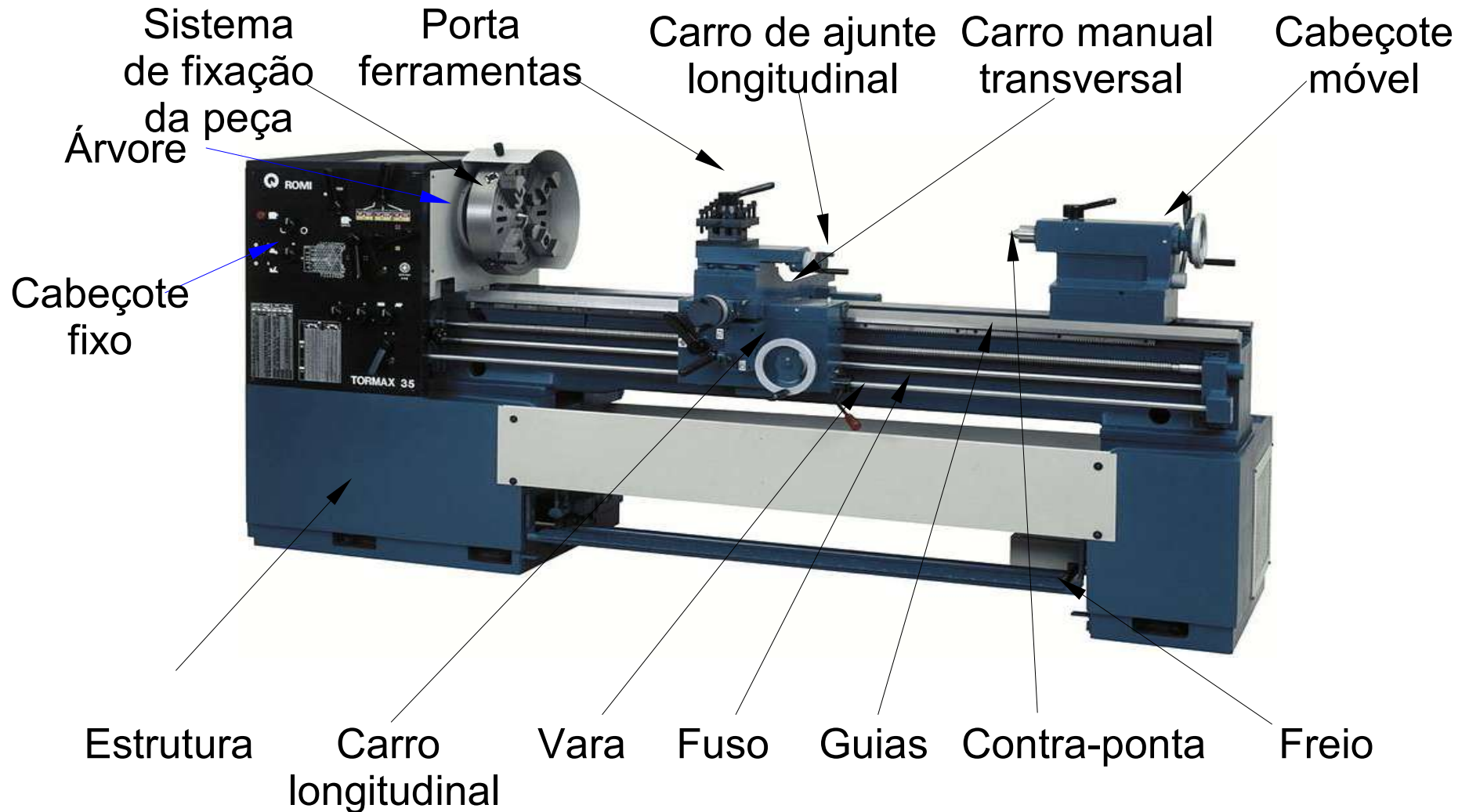
Histórico

- 1958 – 14 de Janeiro John T. Parsons and Frank Stulen. Recebem a Patent No. 2,821,187
- 1968 – Primeira máquina-ferramenta NC no Brasil – furadeira
- 1972 – Primeira máquina-ferramenta NC nacional - ROMI

Máquinas-ferramentas convencionais X CNC

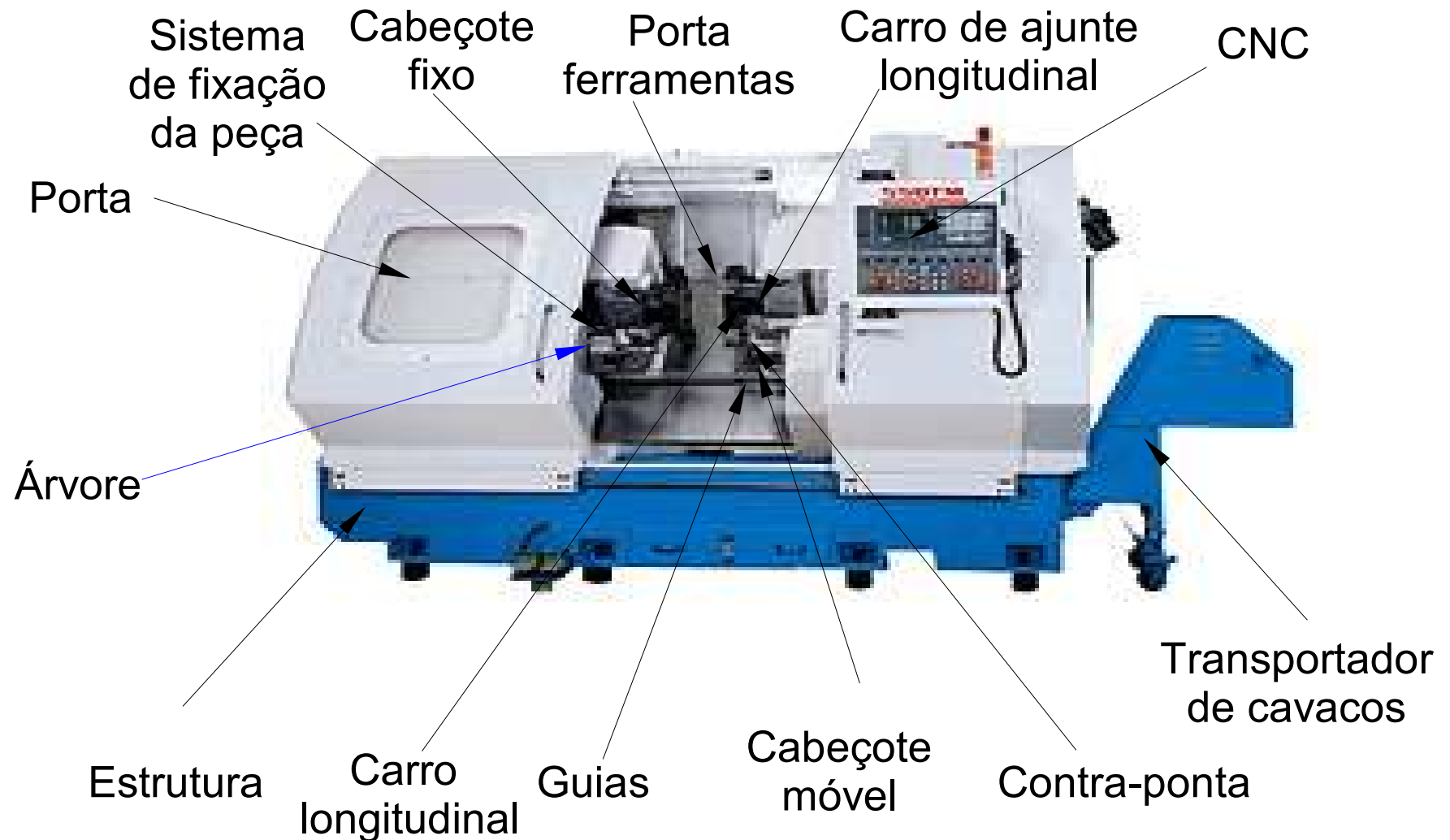
Máquinas-ferramentas convencionais

- Constituintes

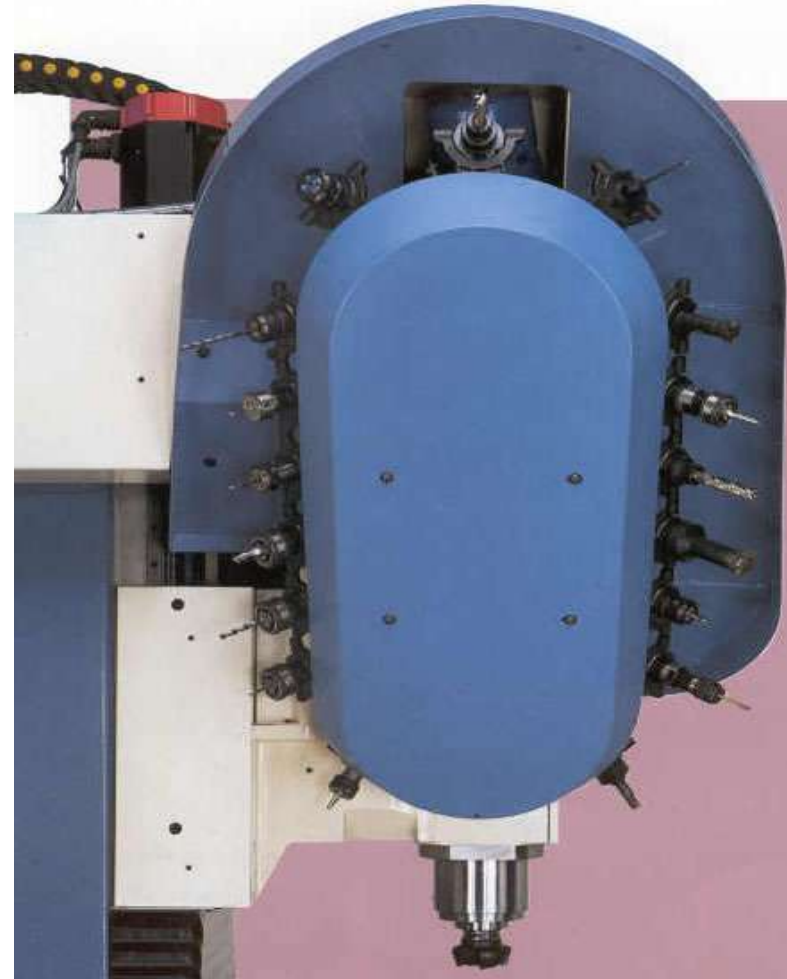


Máquinas-ferramentas CNC

- Constituintes



Torcadores de ferramentas



Acionamentos

- Motores AC mono e/ou trifásico



Acionamentos CNC

- Sermotores CC



- Motores lineares

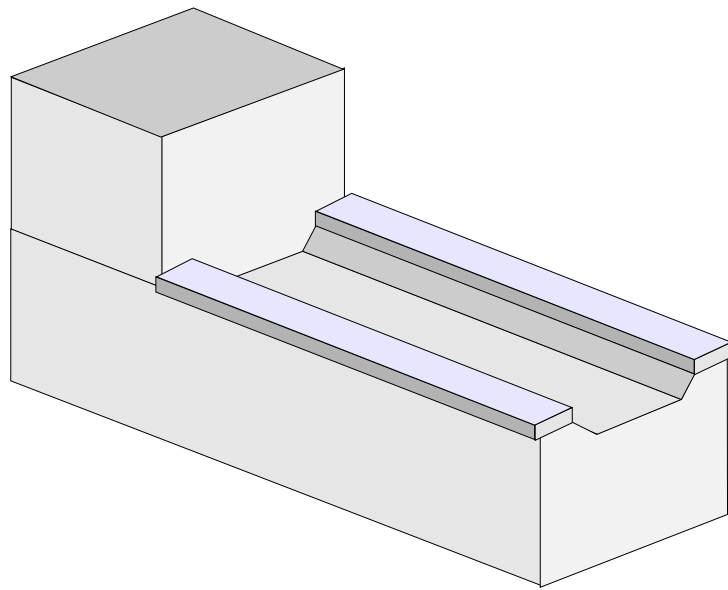


- Motores de torque

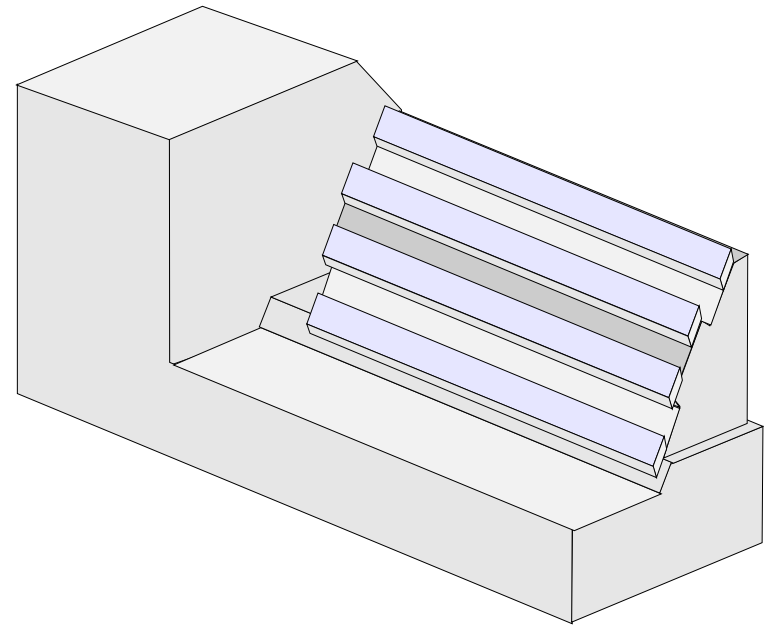


Estruturas de máquinas-ferramentas

Convencional x CNC



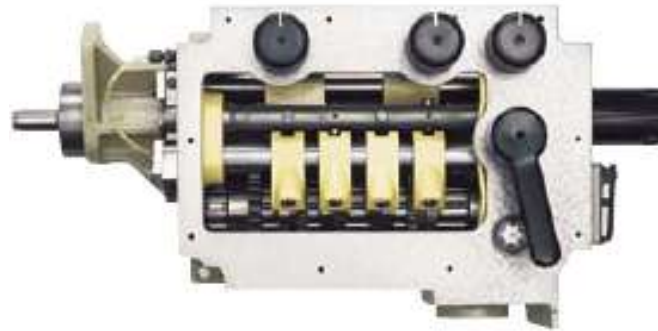
Plana



Inclinada

Conceitos básicos

- Constituintes



Transmissão



Cabeçote fixo

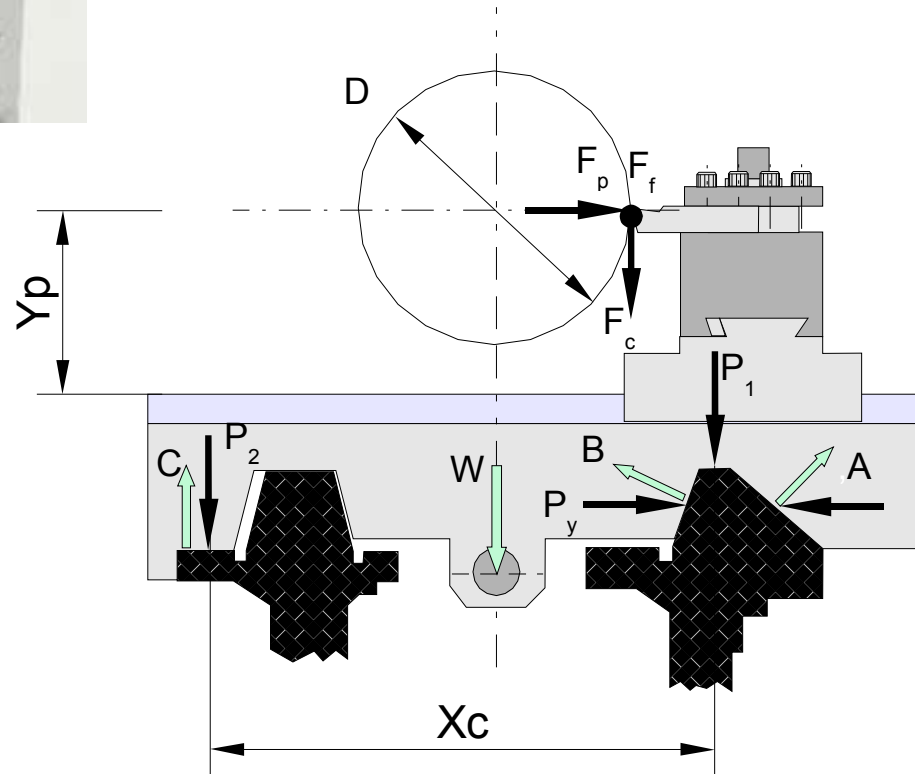


Avental



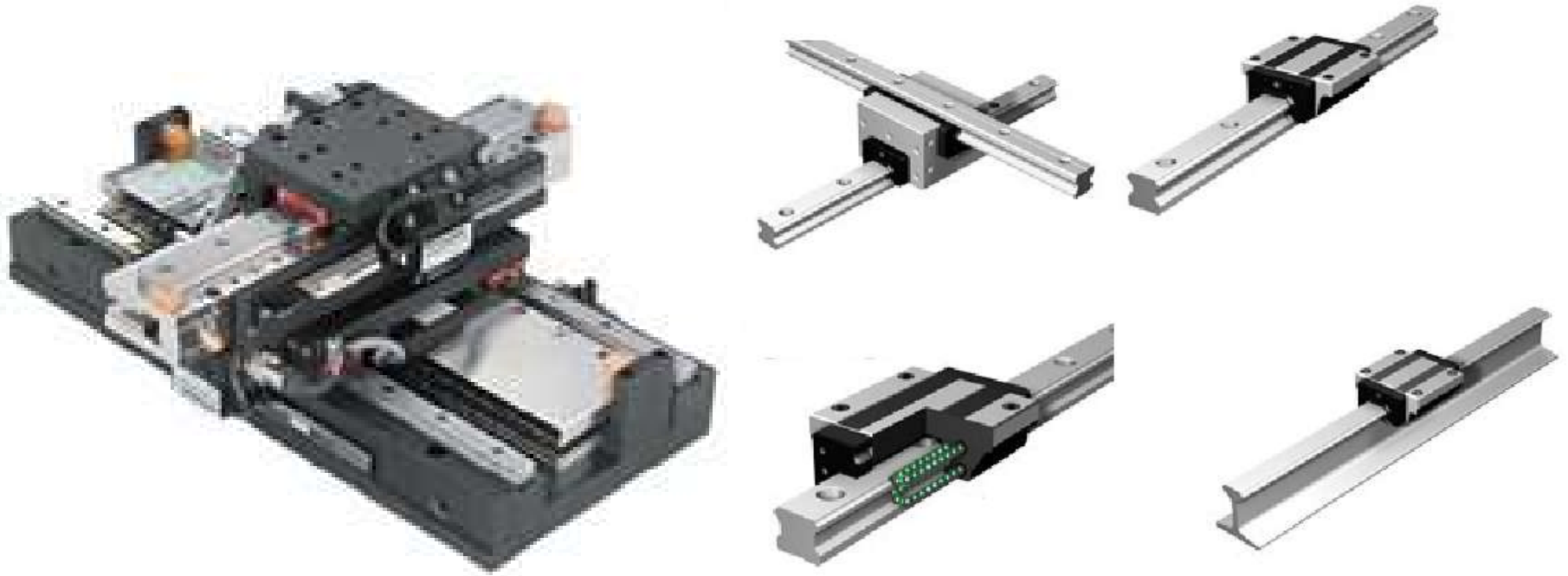
Caixa de
avanço e roscas

Guias de escorregamento



Guias

- De elementos rolantes

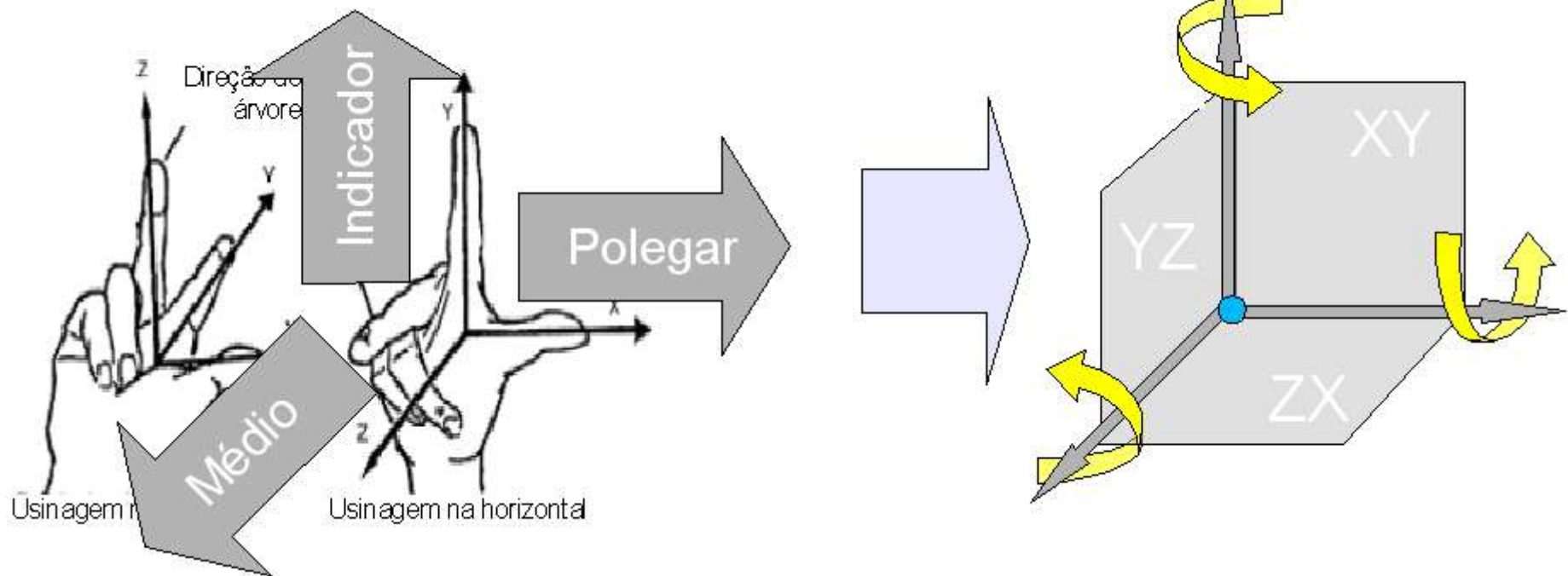


Guías de elementos rolantes



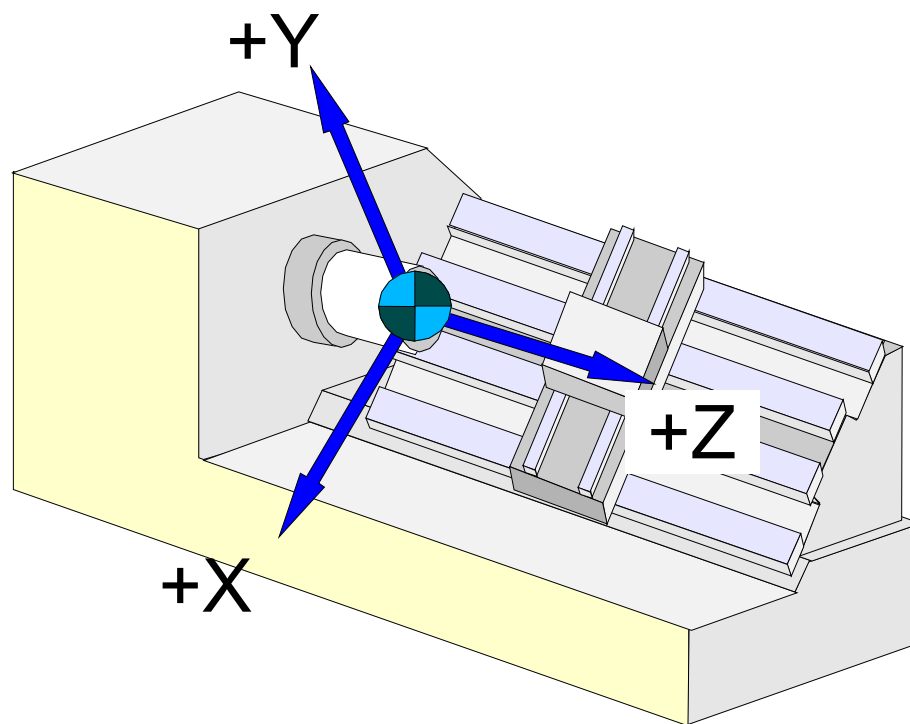
Eixos e sistemas de coordenadas

→ Regra da mão direita



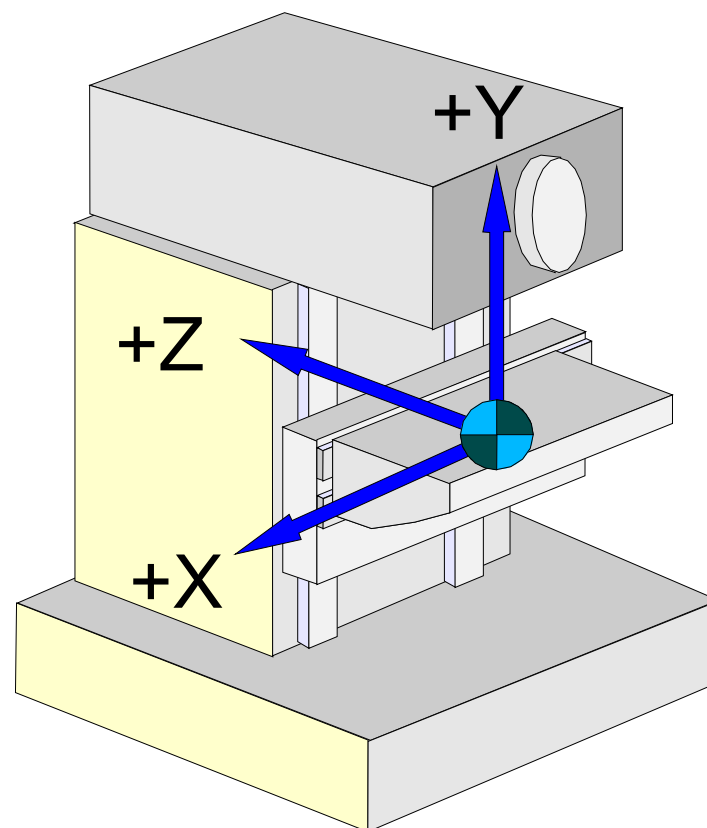
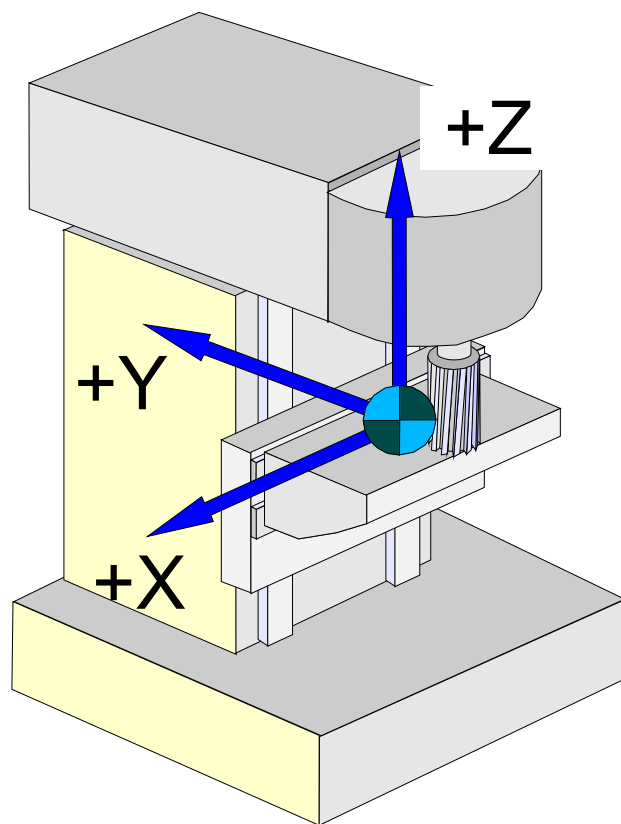
→ Referências do sistema de coordenadas

•



→ Referências do sistema de coordenadas

-



Principais acessórios – sistemas de fixação de peças



Placa de quatro
castanhas



Placa Lisa



Placa de três
castanhas

Sistemas de referenciação da peça



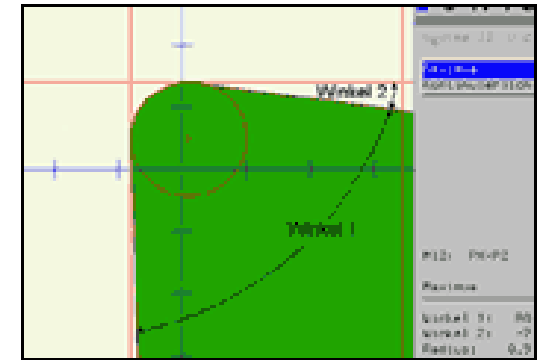
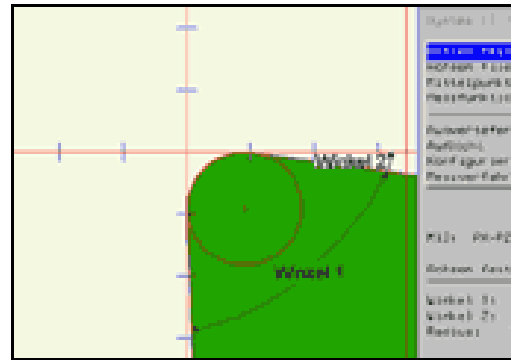
Sistemas de referenciação das ferramentas



Sistemas de *presetting* de ferramentas



Sistemas de *presetting* de ferramentas



Sistemas de *presetting* de ferramentas



Insert Holder General

Holder
Holder ID 30 Holder
Holder Type Turning

Angles
Lead Angle (LA) 0
Nose Angle (NA) 86
Relief Angle (RA) 10

Holder Properties
Style A 0 Lead
Shank AxB 5 - .31 x .31
Clamp Style S Screw
Clearance Angle N 0°
Hand of Tool Right
Insert Shape Diamond 86°

Geometry

A 0.312 C 4 E 1.25
B 0.312 D 0 F 0.812

Open... Save... OK Cancel Help

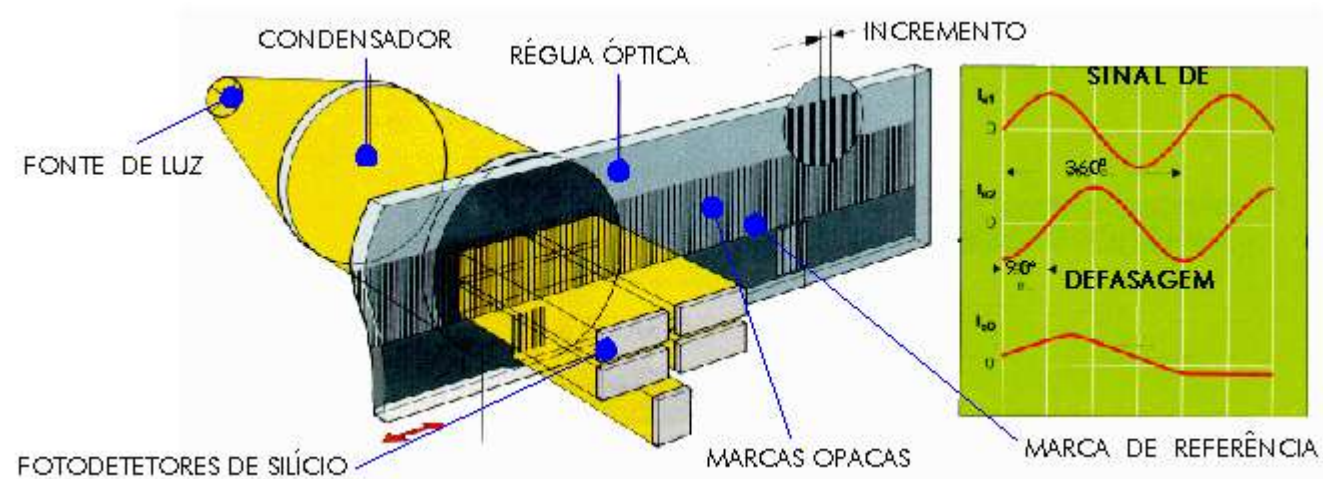
Sistemas de medição

· Medição Direta:

- Na medição direta a escala de medição está montada no carro ou na mesa da máquina;
 - Imprecisões dos eixos e dos acionamentos não têm nenhuma influência nos resultados das medições;
 - Um sistema óptico de medição toma a divisão de rastros da escala de medição, transformando esta informação em um sinal elétrico e enviando ao comando.
-

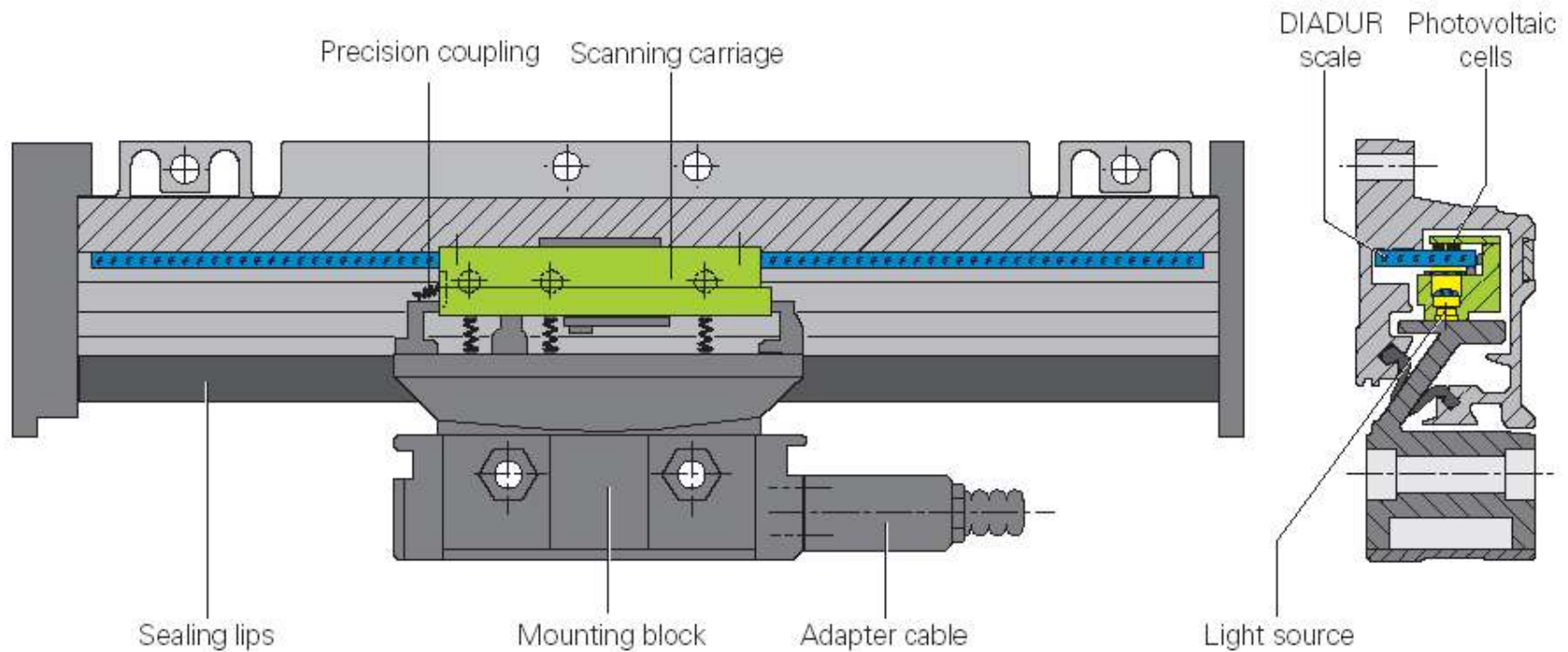
Sistemas de medição

- Medição Direta:



Sistemas de medição

- **Medição Direta:**



Sistemas de medição

· Medição Indireta:

- Na medição indireta de posicionamento, o curso do carro é tomado pelo giro de um eixo de esferas recirculantes
 - Um sistema de medição rotativo registra o movimento de giro de um disco de impulso, que está montado em um eixo de esferas recirculantes
 - No comando os impulsos do giro são transformados em movimentos do carro
-

Sistemas de medição

- Medição Indireta:

-

- Rotação e passo



Programação

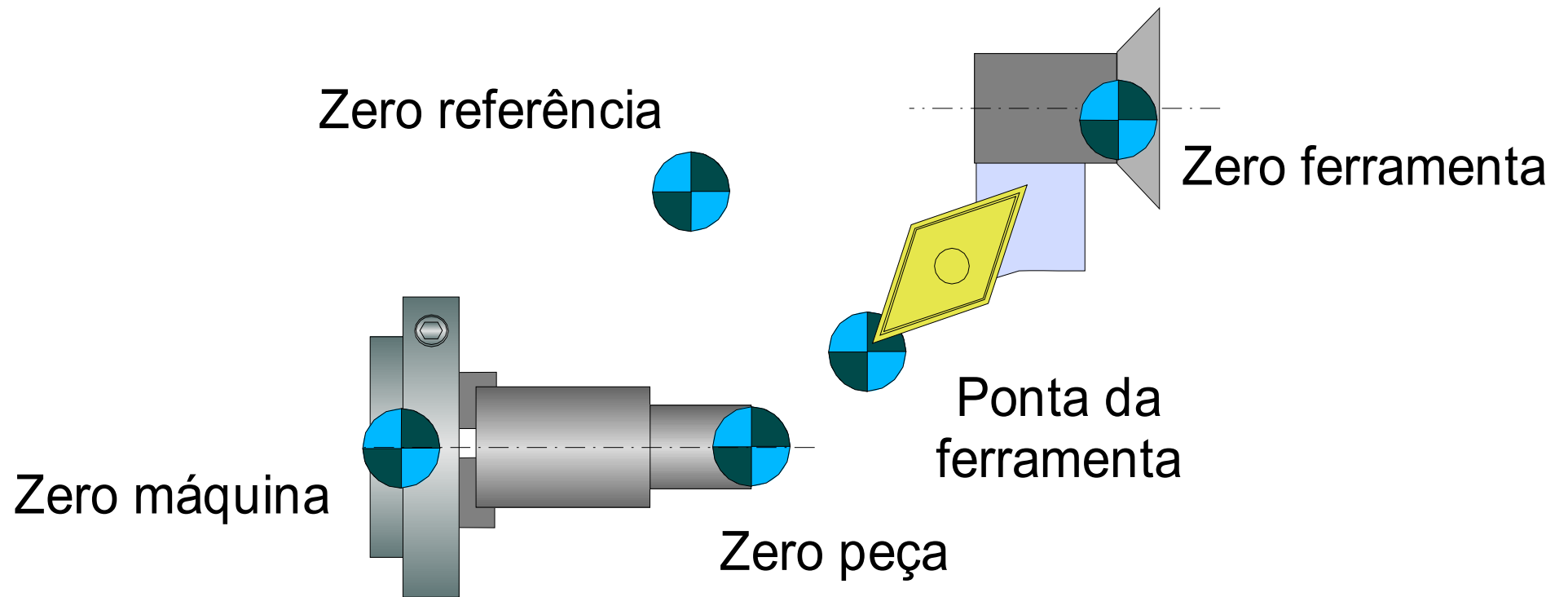
- Programação Manual
- Programação auxiliada por computador
- Programação via CAD

Formas de Programação

- Programação CNC
 - Referências do sistema de coordenadas
 - Zeros da programação
 - Programação manual – ISO, Códigos de programação
 - Sintaxe da programação
 - Estrutura da programação
 - Comandos de programação
 - Exemplos de programas
 - Outras formas de programação
-

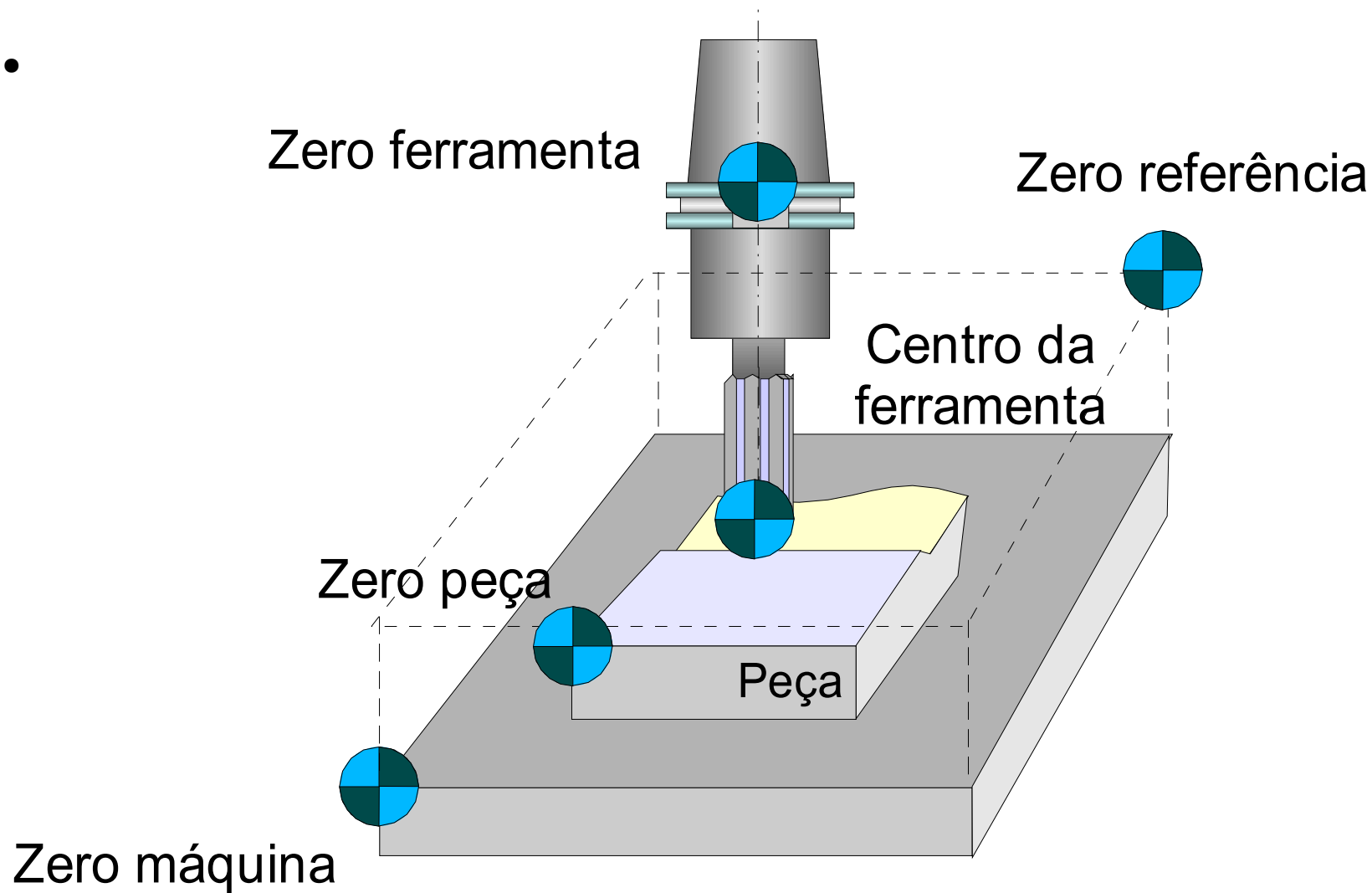
→ Zeros da programação

-



→ Zeros da programação

-



→ Programação manual – ISO, Códigos de programação

- A,B,C – rotações em torno dos eixos coordenados X, Y e Z
 - D – correção da ferramenta
 - E – avanço secundário
 - F – avanço da ferramenta
 - G – código de movimentação
 - H – comando livre
 - I,J,K – parâmetros de interpolação circular
 - L – comando livre
 - M – funções miscelâneas
 - N – linha de programação ou linha de comando
-

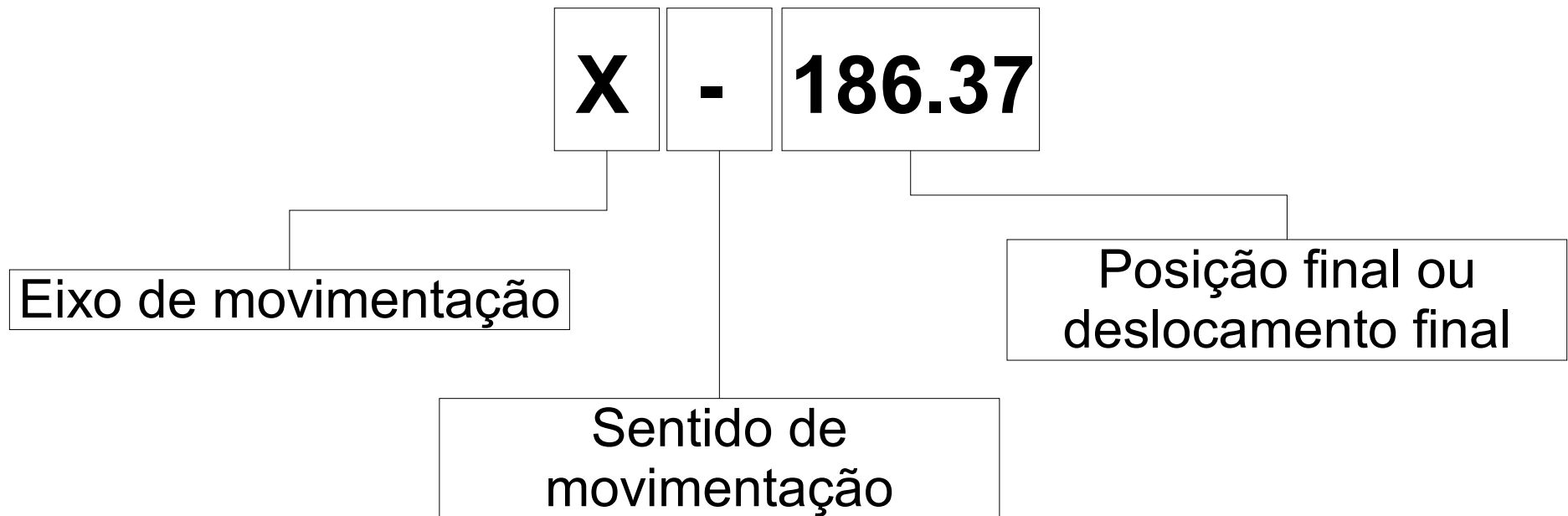
→ Programação manual – ISO, Códigos de programação

- O – comando livre
- S – rotação da árvore
- T – ferramenta
- U – eixo secundário X
- V – eixo secundário Y
- W – eixo secundário Z
- X,Y,Z – sentido de movimentação, eixos coordenados

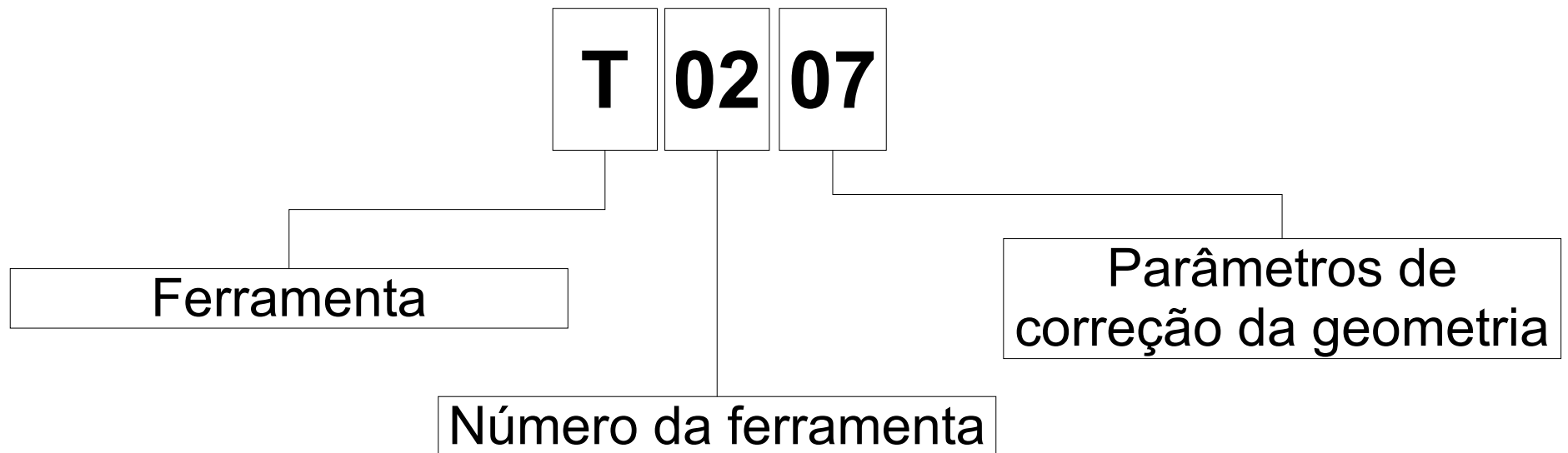
→ Programação manual – ISO, Códigos de programação

- % – parada de programa
 - () – comentários
 - + – mais ou sentido positivo
 - - – menos ou sentido negativo
 - / – divisão
 - : – parada
 - . – ponto decimal
 - , – virgula
-

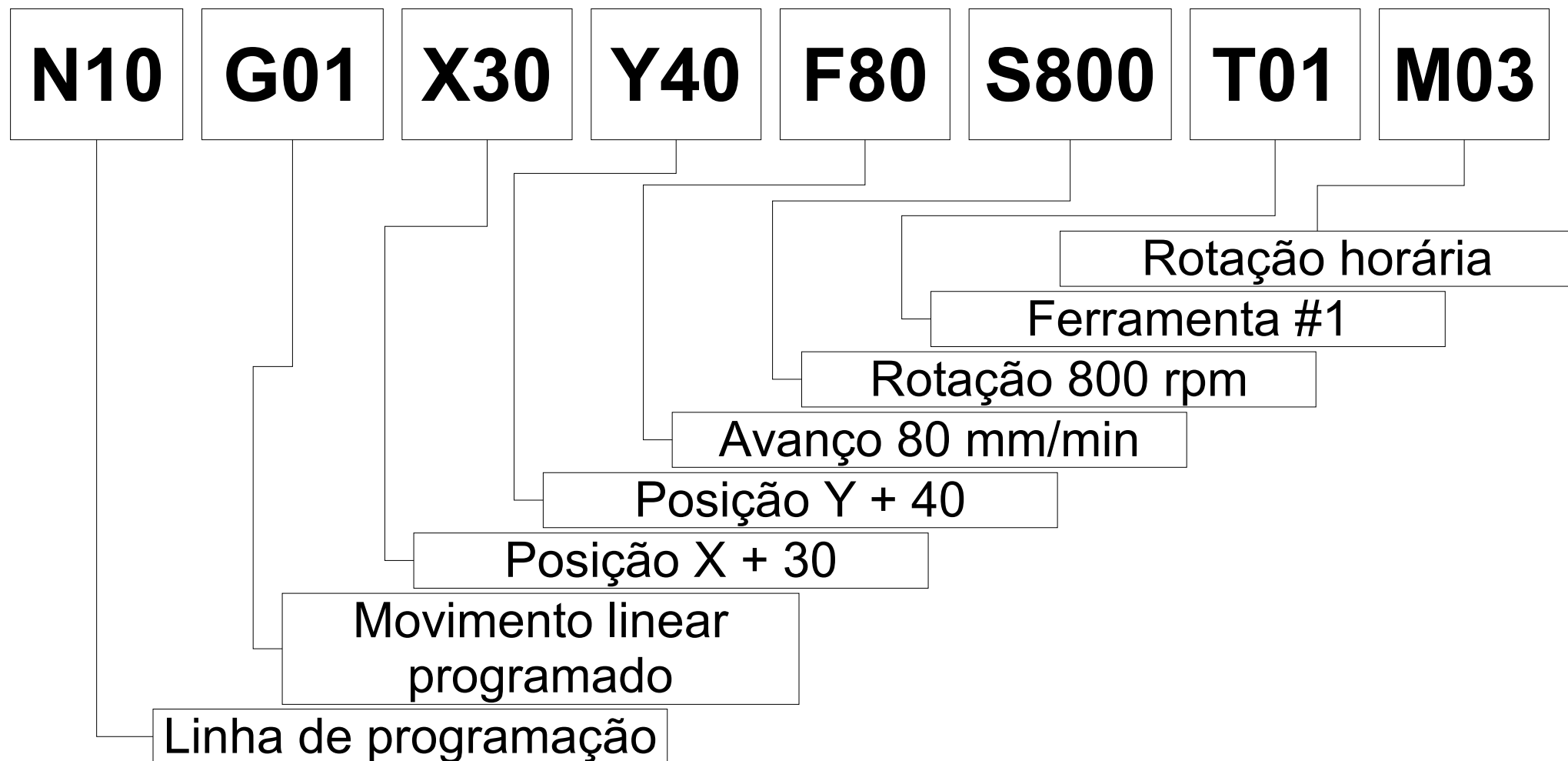
→ Sintaxe da programação



→ Sintaxe da programação



→ Sintaxe da programação



→ **Estrutura da programação**

- Declaração de ferramentas
- Início
- Declaração de subrotinas
- Movimentação
- Fim do programa

Comandos ISO para torneneamento

Comandos ISO para torneamento

- G00 – movimento linear rápido
 - G01 – movimento linear com avanço programado
 - G02 – movimento circular horário com avanço programado
 - G03 – movimento circular anti-horário com avanço programado
 - G04 – cavidade
 - G07 – eixo de interpolação imaginário - seno
 - G09 – curva
 - G10 – parada exata
 - G11 – ativa sobre metal
 - G12 – desativa sobre metal
 - G20 – dimensões em polegadas
 - G21 – dimensões em milímetros
-

Comandos ISO para torneamento

- G22 – limite de movimentos ligados (ON)
 - G23 – limite de movimentos desligados (OFF)
 - G27 – verificação do ponto de segurança
 - G28 – retorno ao ponto de segurança
 - G29 – retorno do ponto de segurança
 - G30 – retorno ao 2°, 3° e 4° ponto de referência
 - G31 – destiva função
 - G32 – execução de rosca
 - G34 – execução de rosca de roscas com passo variável
 - G35 – compensação de ferramenta em X
 - G37 – compensação de ferramenta em Z
-

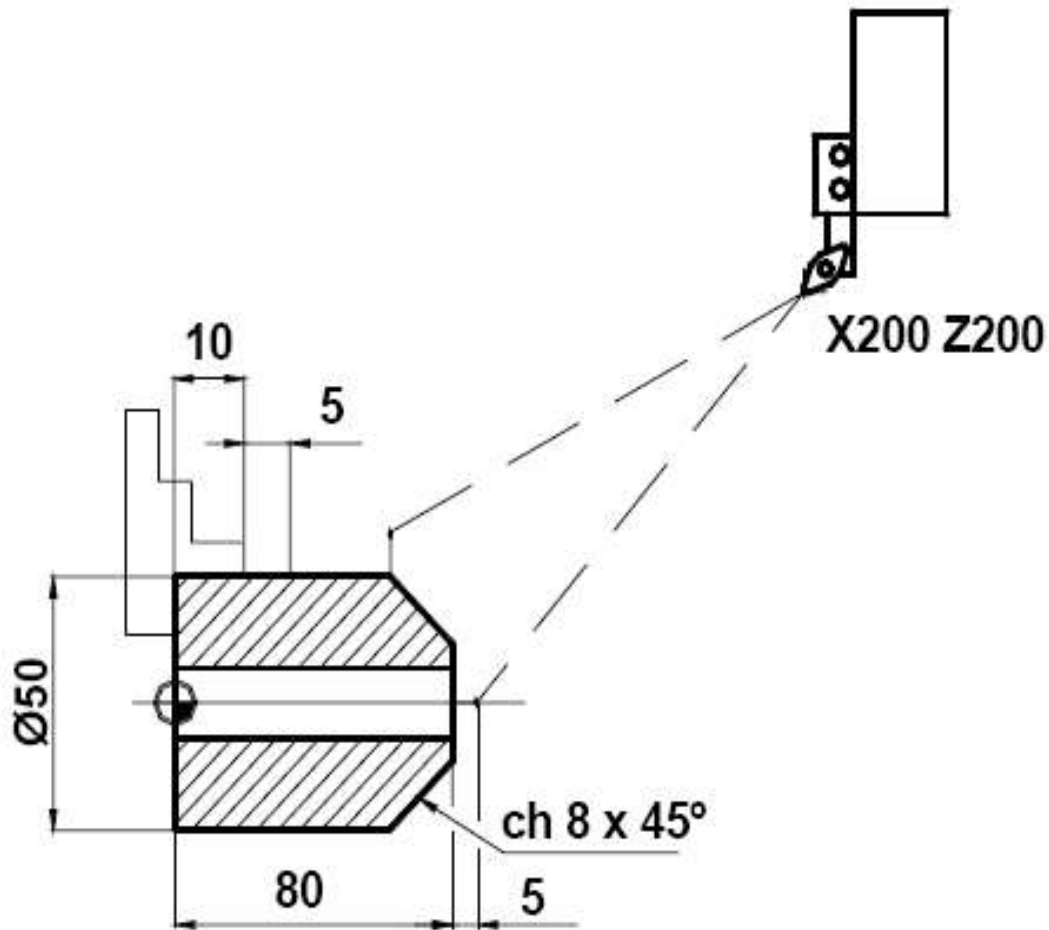
Comandos ISO para torneamento

- G40 –compensação do raio da ferramenta
 - G41 –cancela G40
 - G40 –compensação do raio da ferramenta
 - G41 –cancela G40
 - G42 – compensação do raio da ferramenta a esquerda
 - G43 – compensação do raio da ferramenta a direita
 - G50 – programação do zero absoluto
 - G65 – chamada de macro simples
 - G66 – chamada de macro customizado
 - G67 – cancela G66
 - G68 – imagem espelhada para tornos de duas torres ligada (ON)
 - G69 – imagem espelhada desligada (OFF)
-

Comandos ISO para torneamento

- G70 – ciclo de acabamento
 - G71 – ciclo de desbaste
 - G72 – ciclo de faceamento
 - G73 – repetição de um padrão de movimentação
 - G74 – furação no eixo Z
 - G75 – cavidade no eixo X
 - G76 – ciclo de usinagem de rosca
 - G90 – ciclo de corte A
 - G92 – ciclo de usinagem de rosca
 - G94 – ciclo de corte B
 - G98 – avanço em mm/min
 - G99 – avanço em mm/rotação
-

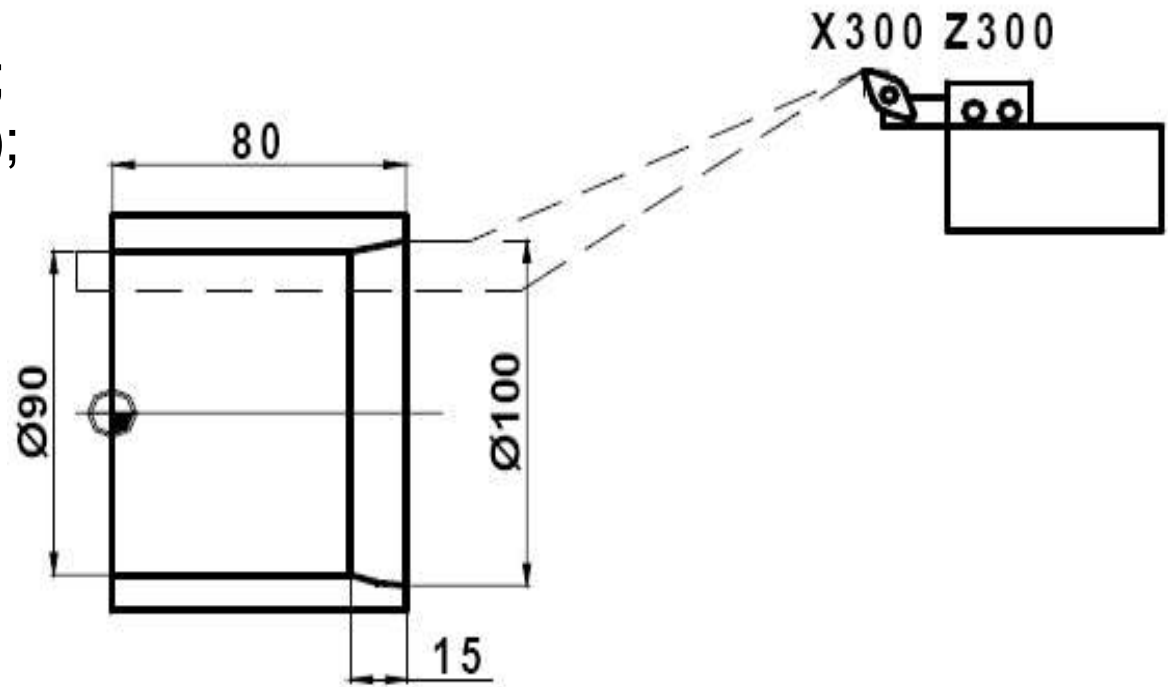
Exemplo de programa



```
O0001 (Exercício 01);  
N10 G21 G40 G90 G95;  
N20 G00 X200 Z200 T00;  
N30 T0101 (acabamento);  
N40 G54;  
N50 G96 S220;  
N60 G92 S3500 M4;  
N70 G00 X0 Z85;  
N80 G01 Z80 F.5;  
N90 X34 F200;  
N100 X50 Z72;  
N110 X55;  
N120 G00 X200 Z200 T00;  
N130 M30;
```

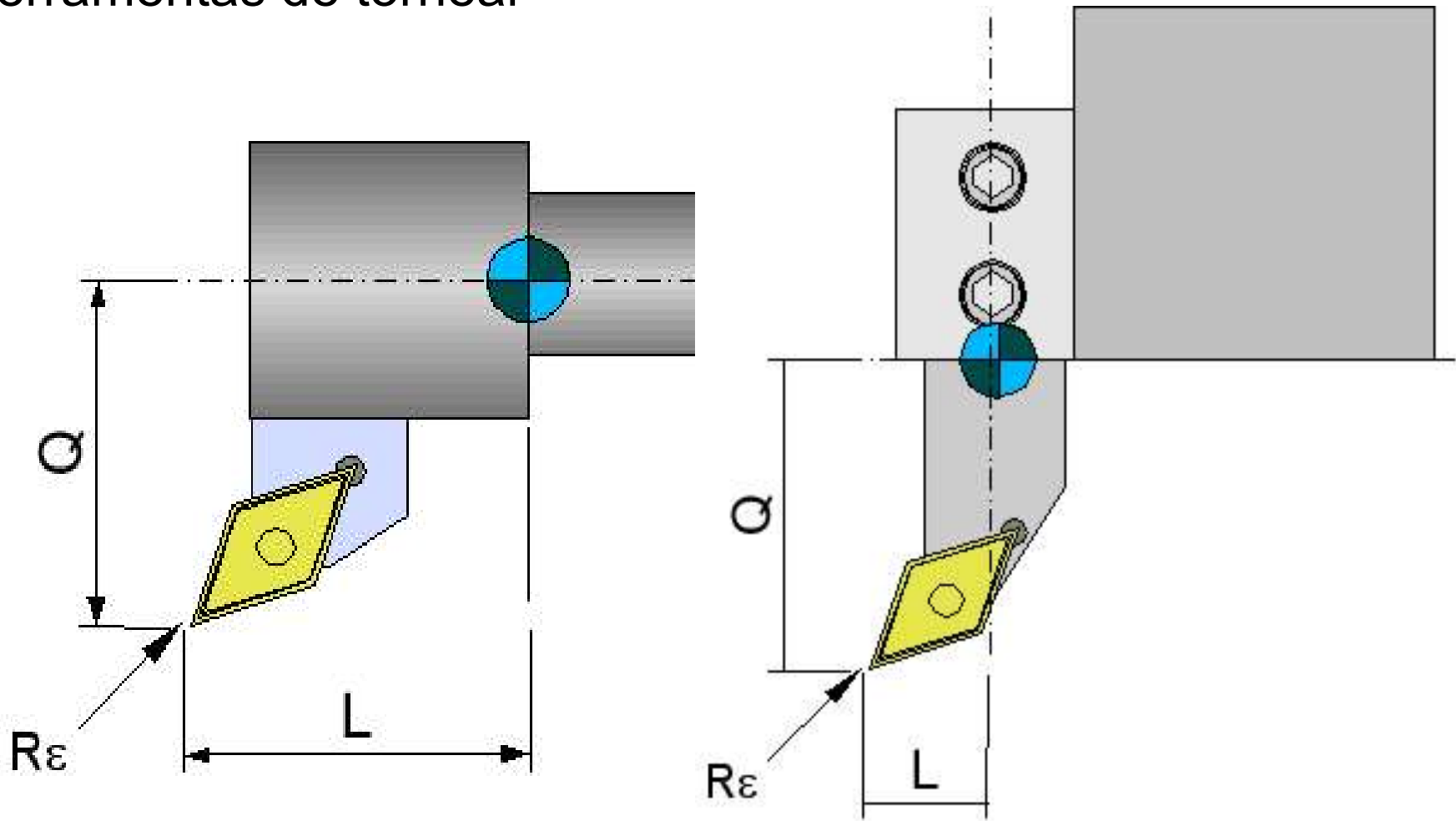
Exemplo de programa

```
O0002 (Exercício 02);  
N10 G21 G40 G90 G95;  
N20 G00 X300 Z300 T00;  
N30 T0303 (acabamento);  
N40 G54;  
N50 G96 S200;  
N60 G92 S3500 M4;  
N70 G00 X100 Z85;  
N80 G01 Z80 F50;  
N90 X90 Z65 F20;  
N100 Z-3;  
N110 G00 X85;  
N120 Z85;  
N130 G00 X200 Z200 T00;  
N130 M30;
```



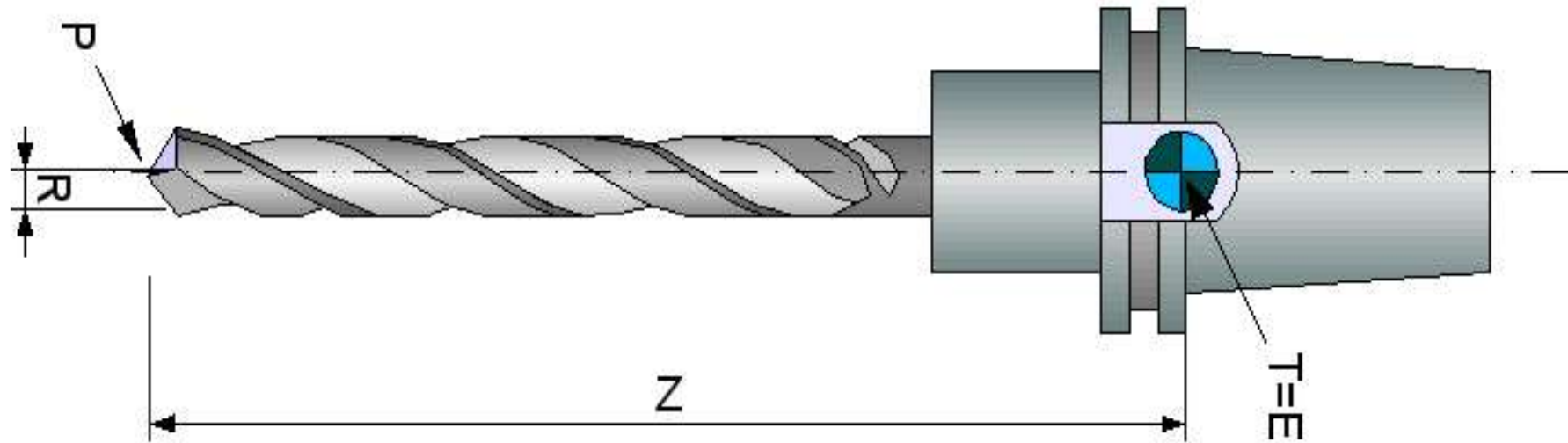
Dados da ferramenta

- Ferramentas de torneiar

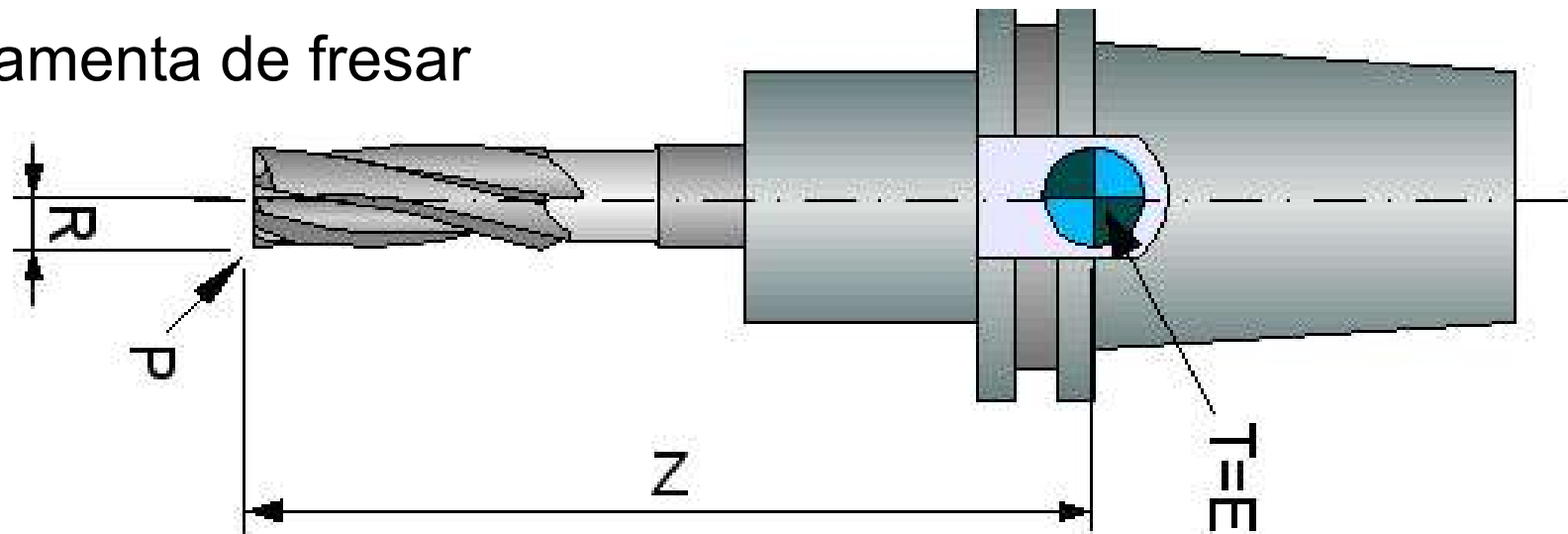


Dados da ferramenta

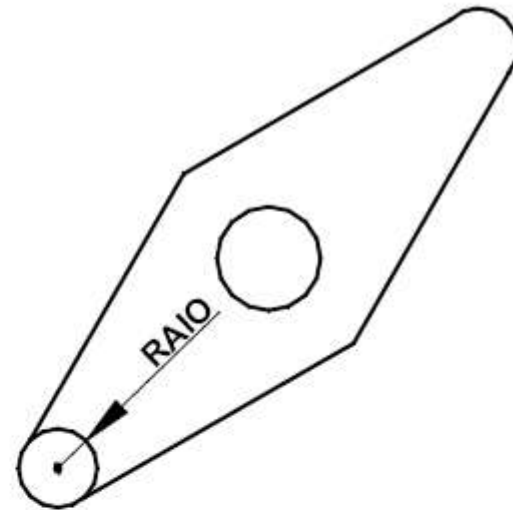
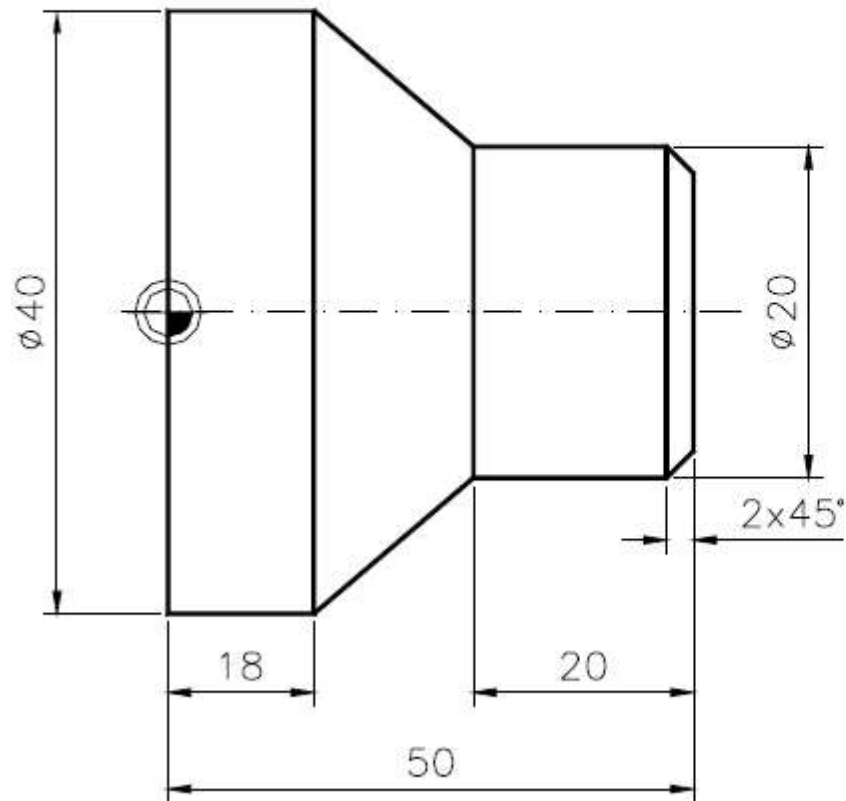
- Ferramenta de furar



- Ferramenta de fresar



Exemplo - 1



Exemplo de programação

```
N080 G0 X0 Z55;  
N090 G42;  
N100 G1 Z50 F.1;  
N110 G1 X16;  
N120 X20 Z48;  
N130 Z30;  
N140 X40 Z18;  
N150 X43;  
N160 G40;  
N160 G1 X45 F0.5;  
N170 G0 X250 Z250 T00;  
N180 M30;
```

Outras formas de programação

→ Linguagem de programação automática da ferramenta

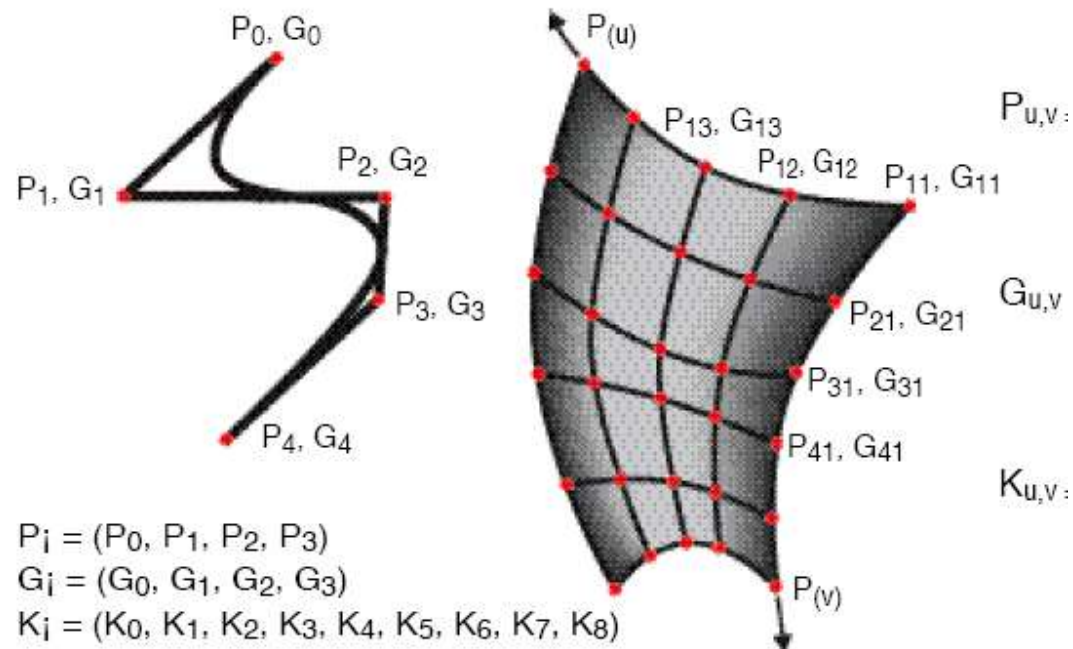
- APT, EXAPT, ENAPT

→ Programação assistida por CAD

→ Programação CAD-CAM - integrada

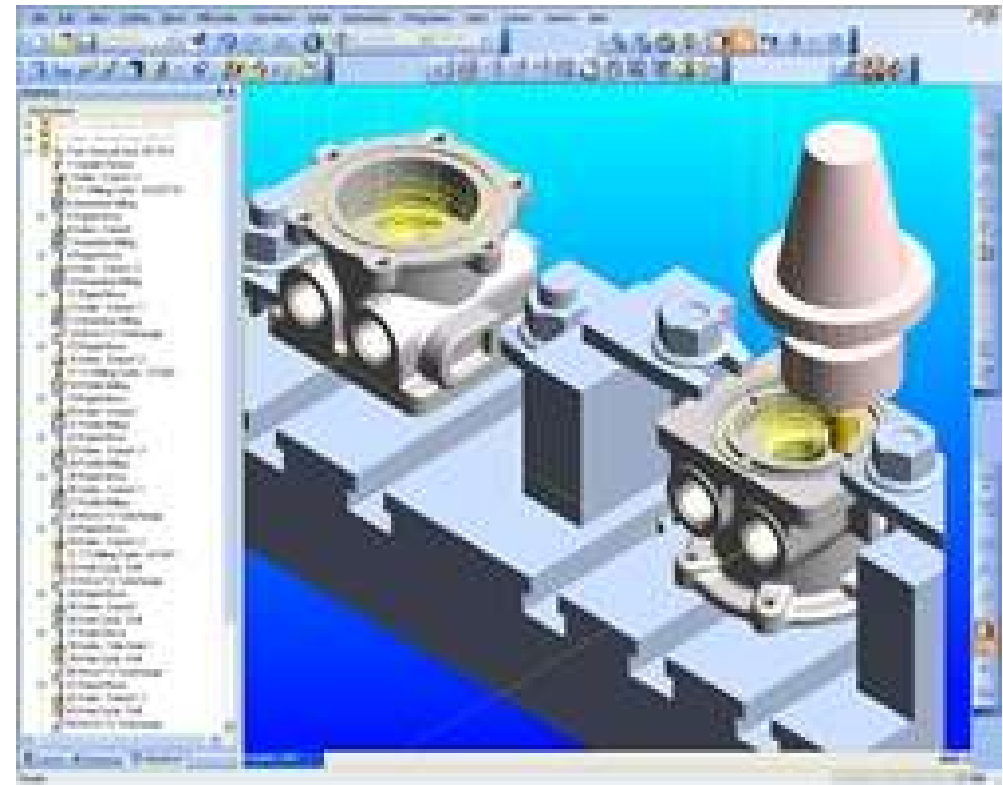
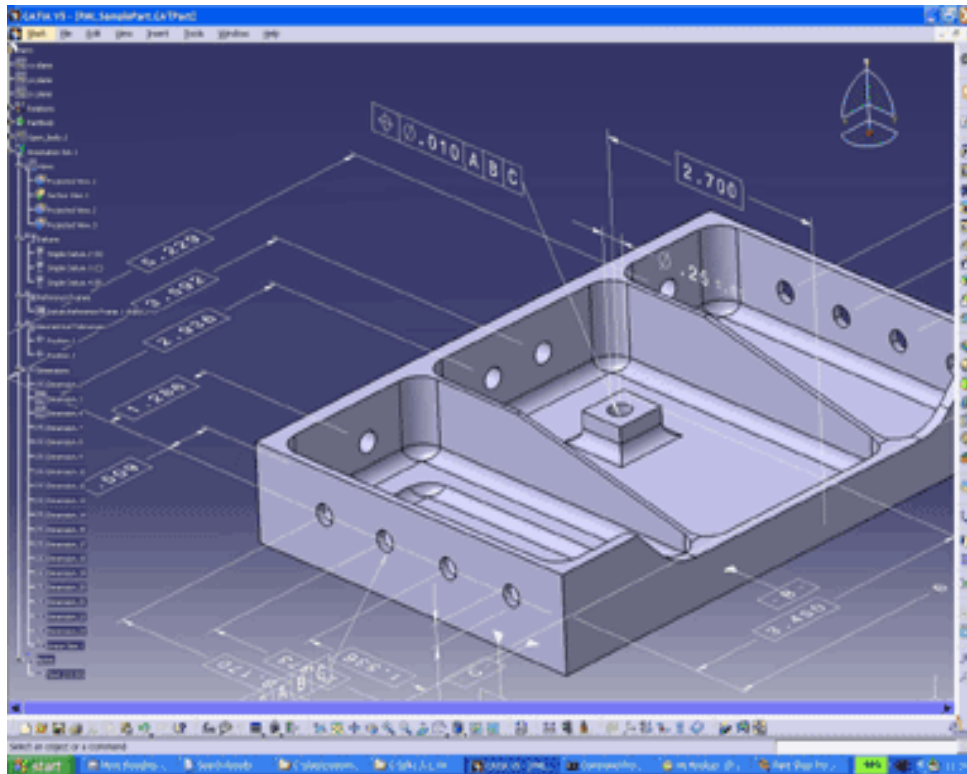
Programação

- Programação auxiliada por computador
- Ex. Linguagem APT e EXAPT



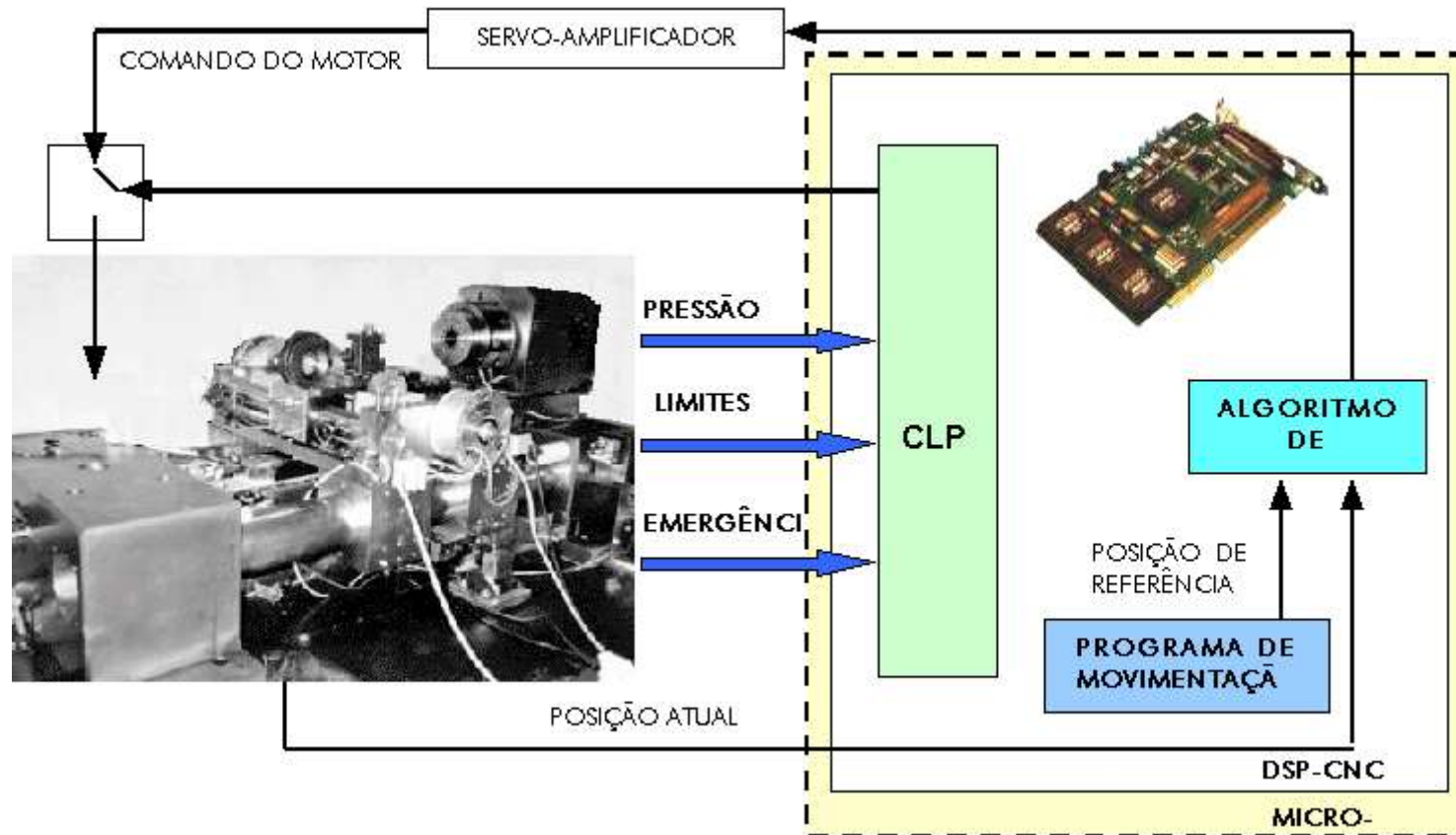
Programação

- Programação via CAD



Sistema de Controle

Conceitos básicos



-
- ➡ O controle em máquinas-ferramentas pode ser realizado de duas formas distintas:
 - ➡ Rígidos → típicos de máquinas convencionais
 - ➡ Flexíveis → típicos de máquinas CNC

➡ Controles onde não há flexibilidade de adaptação a necessidades ou configurações diferentes impostas pelo usuário, não permitem o gerenciamento de funções primárias

➡ Tipos:

- ➔ Mecânicos (batentes, etc.)
- ➔ Eletro-mecânicos (chaves de fim de curso, etc.)
- ➔ Eletro-hidráulicos (válvulas inversoras, etc.)

Obs: em máquinas flexíveis (CNCs) são utilizados com sistemas de segurança em conjunto com outros sistemas de controle

Controle Numérico Computadorizado

- ➔ O sistema de controle, e sua respectiva eletrônica, é responsável por gerenciar todas as informações relevantes da máquina
- ➔ Formas de controle flexível
 - ➔ malha aberta
 - ➔ malha fechada



Atuação dos controles numéricos

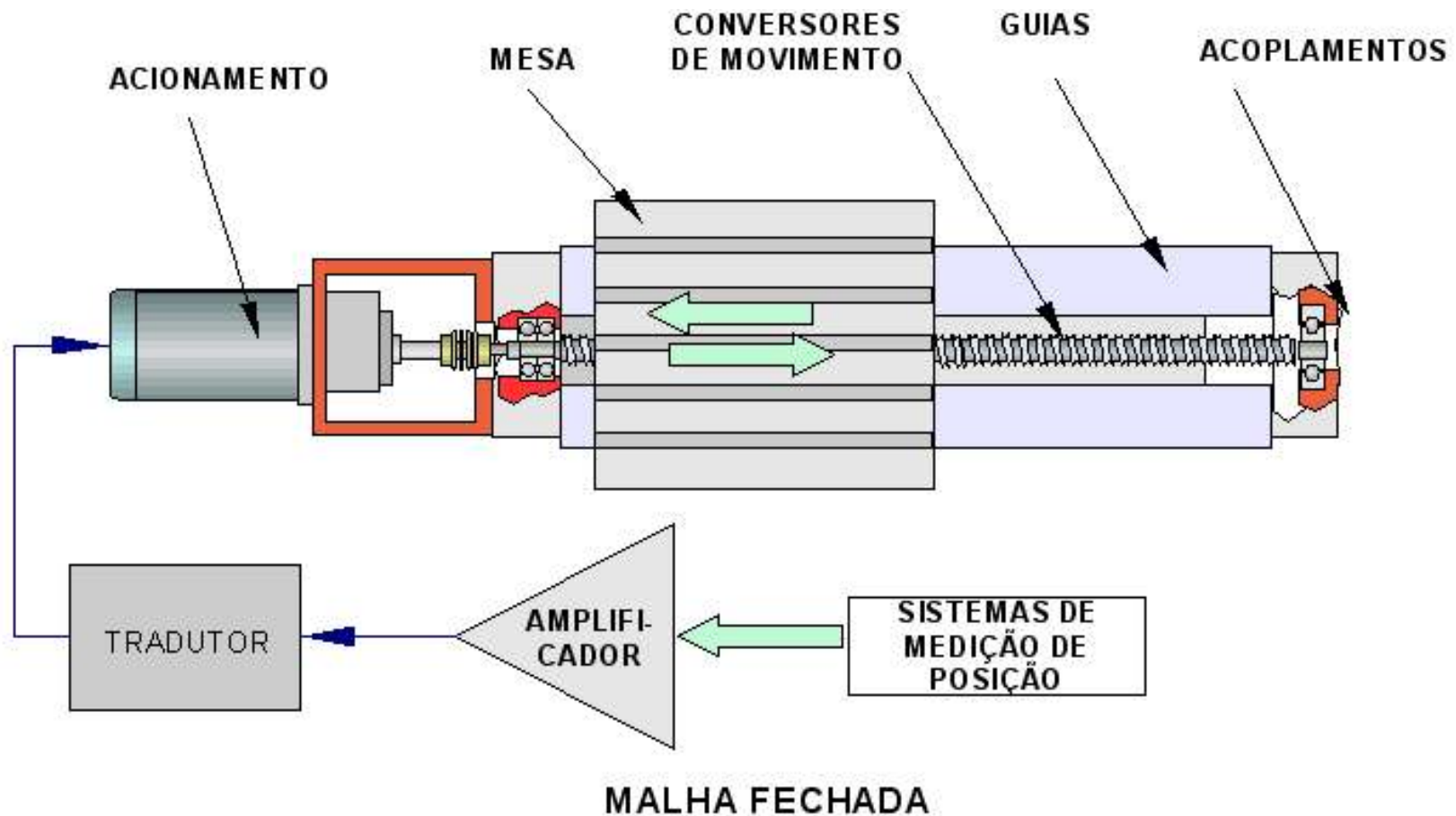
- ➔ Controle dos movimentos
 - ➔ Controle das funções secundárias
 - ➔ Monitorar o processo
 - ➔ prover ao usuário informações gerais sobre o estado da máquina e o andamento do processo
 - ➔ Servir de interface entre o usuário e a máquina
-

➔ Informações

- ➔ **primárias** ==> controle dos movimentos principais da máquina (rotação da árvore, movimento, incremento e sincrosnismos dos eixos de movimentação, acelerações e velocidades de avanço, etc.)
 - ➔ **secundárias** ==> controle dos sistemas auxiliares, (refrigeração, troca de ferramantas, transporte de cavacos, pressão nas linhas ar comprimido e fluido hidráulico, vácuo, etc.)
-

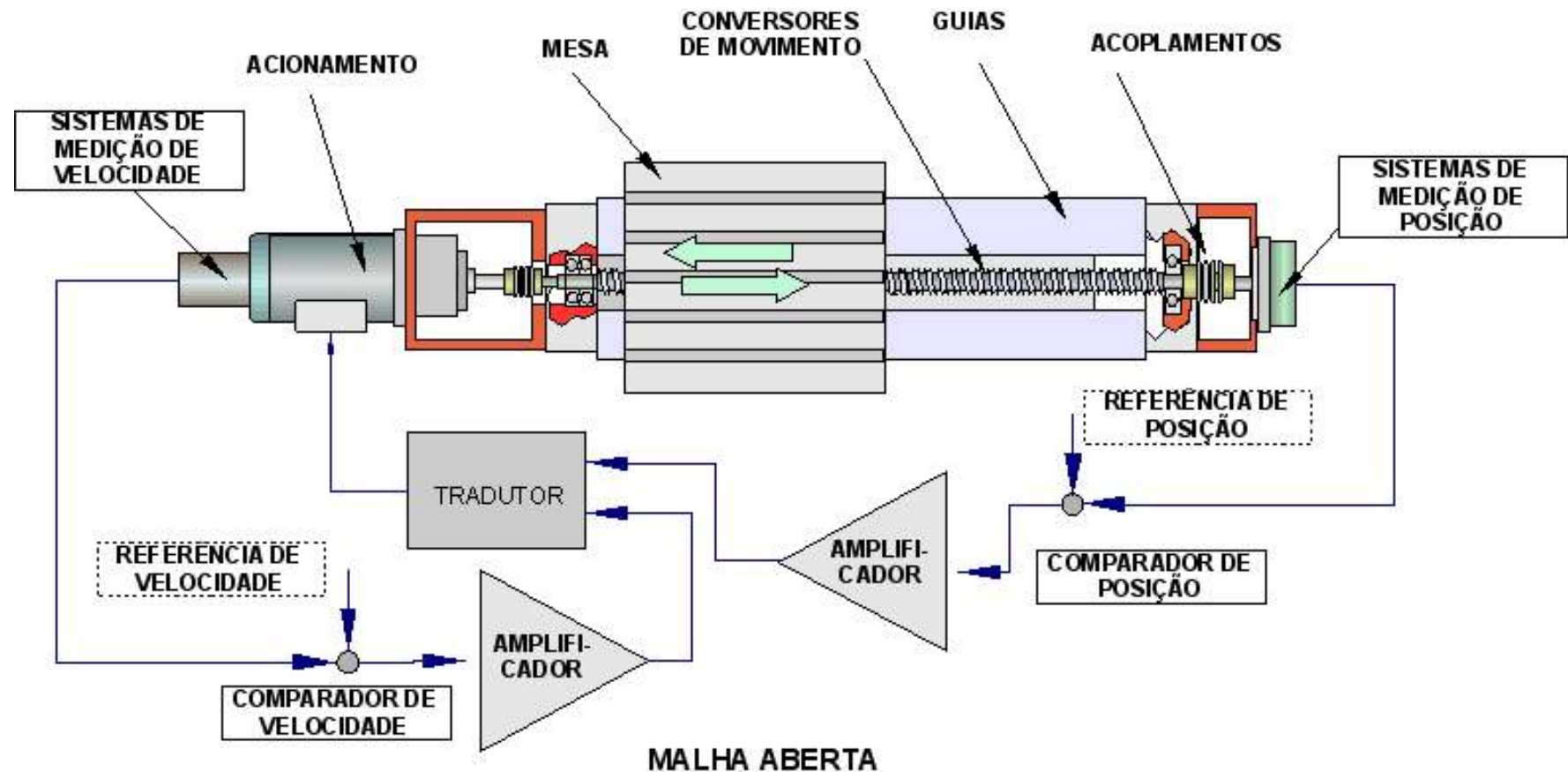
Sistemas de controle em Malha Aberta

- ➡ malha aberta, onde **não** há realimentação de posição e o deslocamento é controlado pelo número de pulsos enviados aos acionamentos



Sistemas de controle em Malha Fechada

- ➔ malha fechada, onde há a necessidade de se realimentar a malha com informações de posição, velocidade ou equivalentes



FIM
