
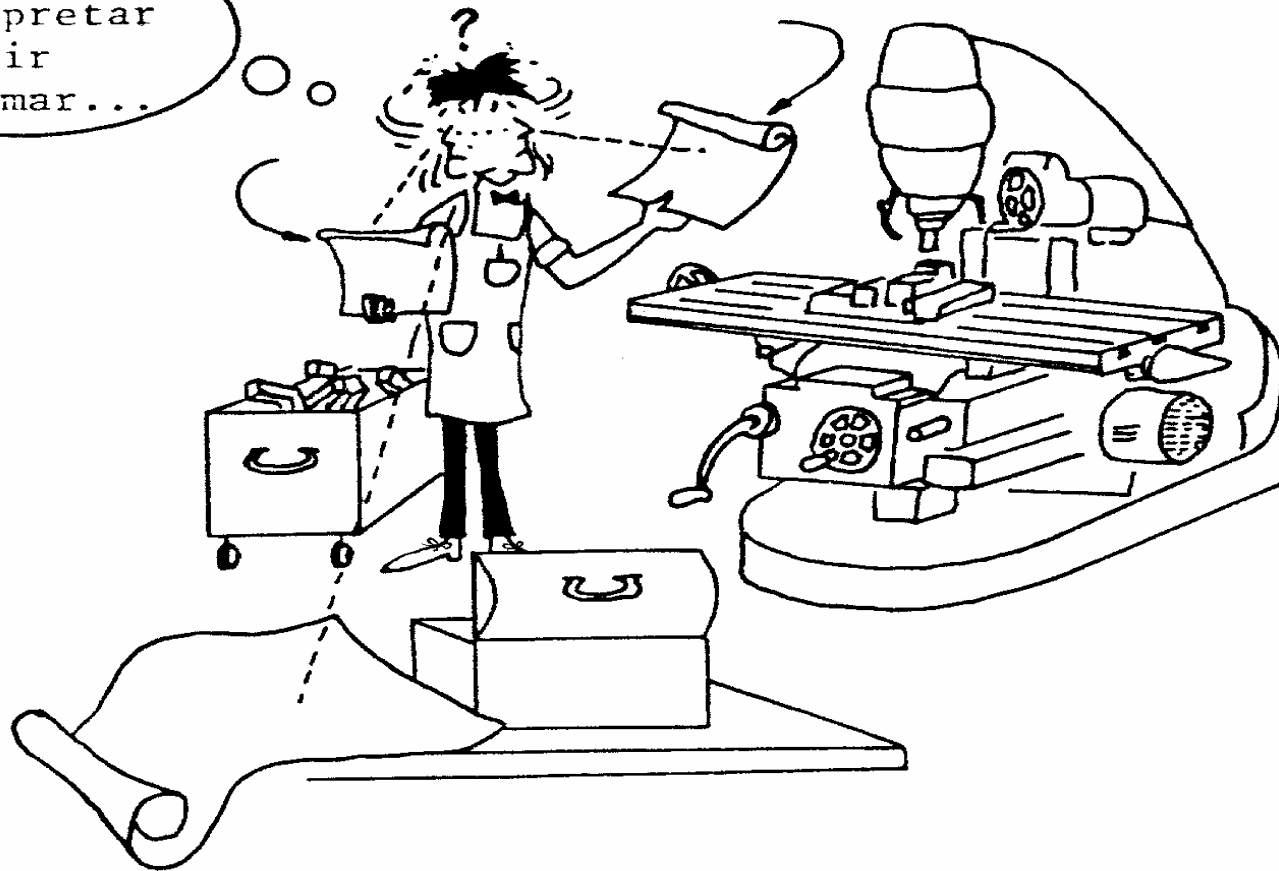


# ***CONTROLE NUMÉRICO E AUTOMATIZAÇÃO INDUSTRIAL***

INTRODUÇÃO:  
NOÇÕES BÁSICAS DE  
CNC

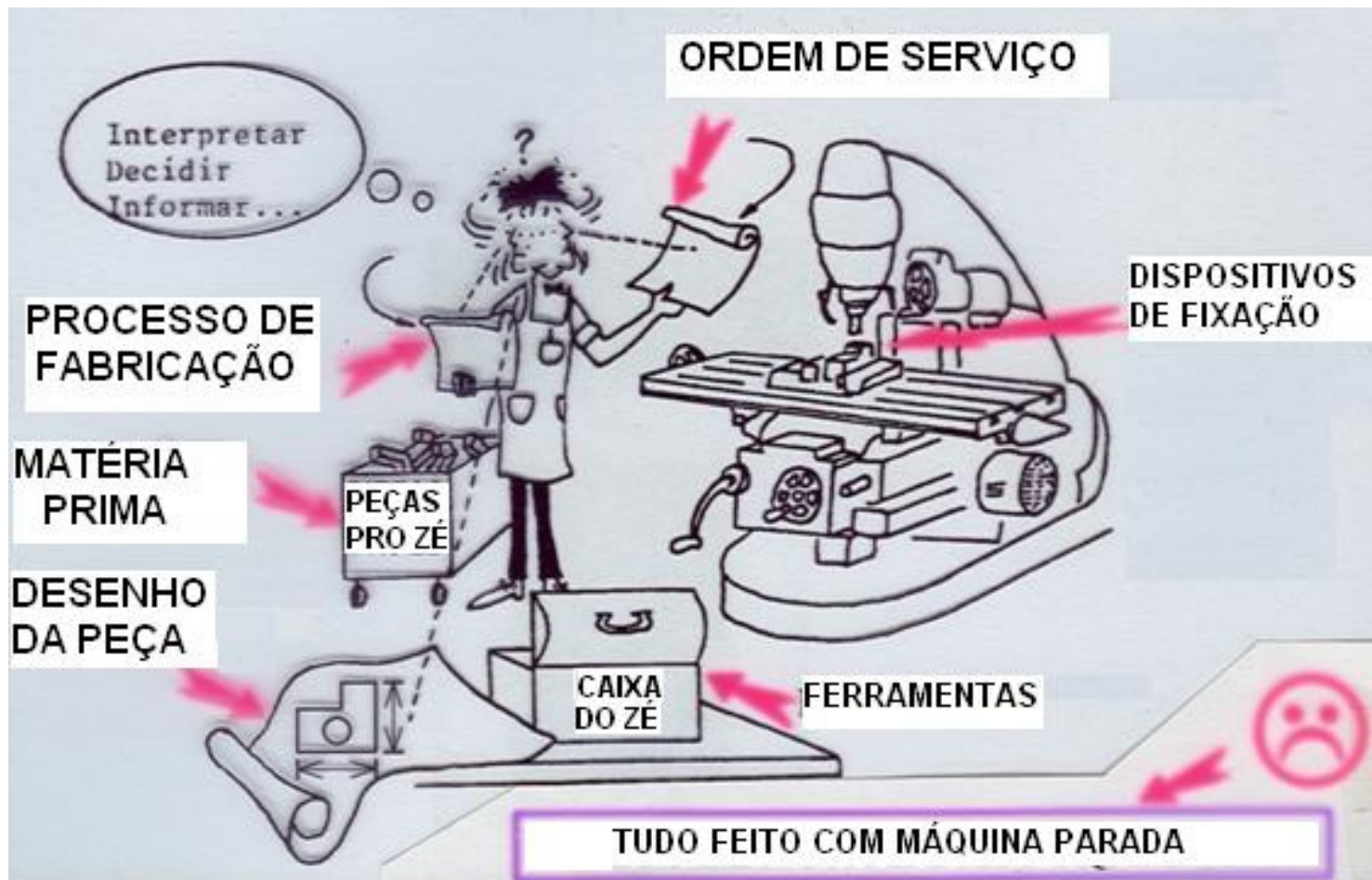


Interpretar  
Decidir  
Informar...



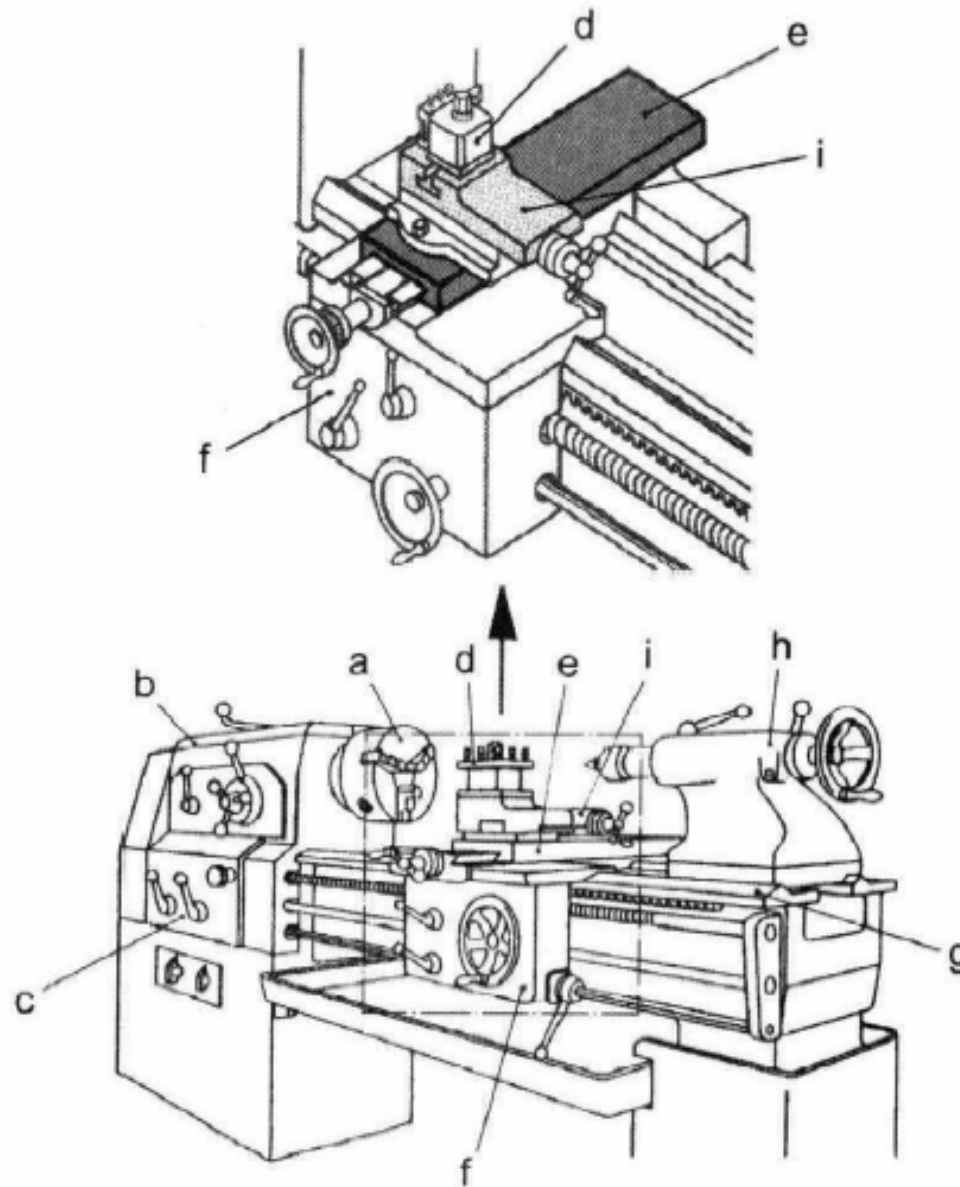
**Operador de máquinas convencionais**

**Comando  
Numérico**



Materials recebidos pelo operador da Máquina Convencional

Comando Numérico



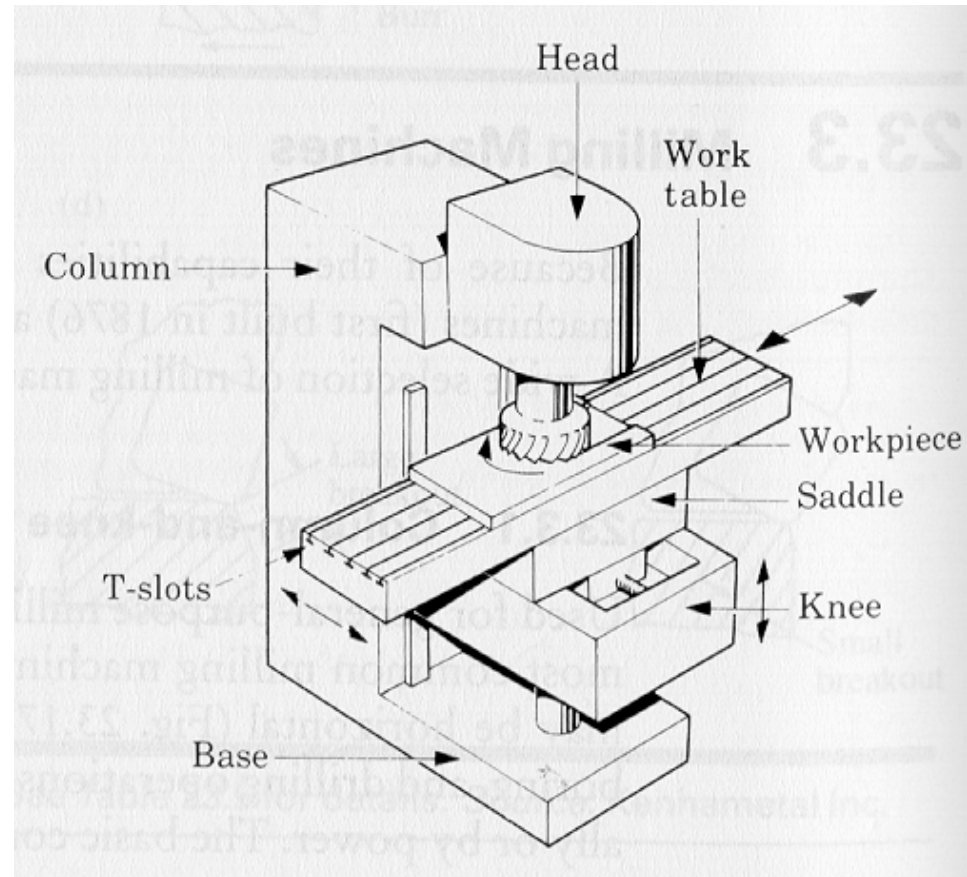
Exemplo de Máquina Convencional - Torno

Comando  
Numérico



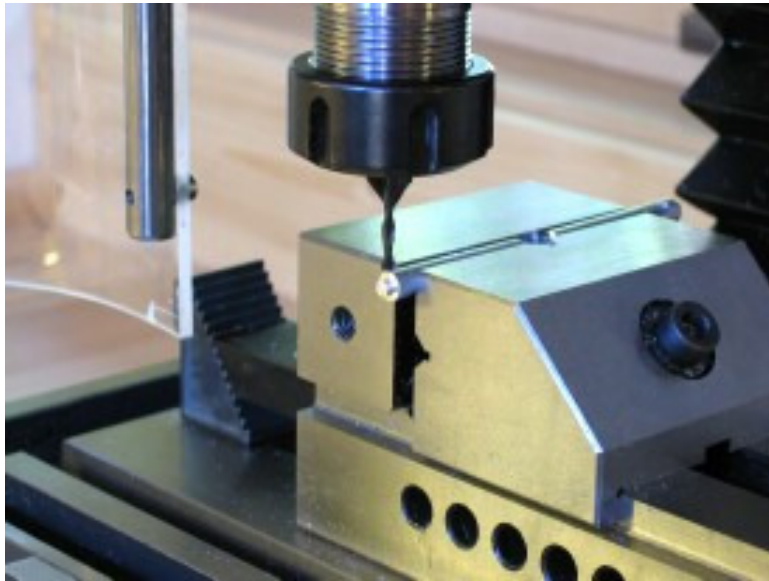
**Exemplo de fixação de uma peça em um torno**

**Comando  
Numérico**



**Exemplo de Máquina Convencional - Fresadora**

**Comando  
Numérico**



*Exemplos de fixações de peças em fresadoras convencionais*

**Comando  
Numérico**

## Definição de Máquinas NC

- Máquina-ferramenta que usa conjuntos de códigos numéricos lidos pela máquina, que controla as atividades usadas em sua operação.
- Relativo ao controle automático de processos pela interpretação correta de dados numéricos pela própria máquina.
- Normalmente refere-se a qualquer tipo de equipamento ou processo automático usado para posicionamento ou perfilamento.
- Máquinas-ferramenta de controle numérico (NC) são máquinas que são operadas automaticamente por comandos que são recebidos por suas unidades de processamento. Máquinas NC foram desenvolvidas logo depois da 2ª Guerra Mundial para a fabricação de peças através de usinagem em grandes quantidades, de maneira repetitiva, precisa, eficiente e confiável.

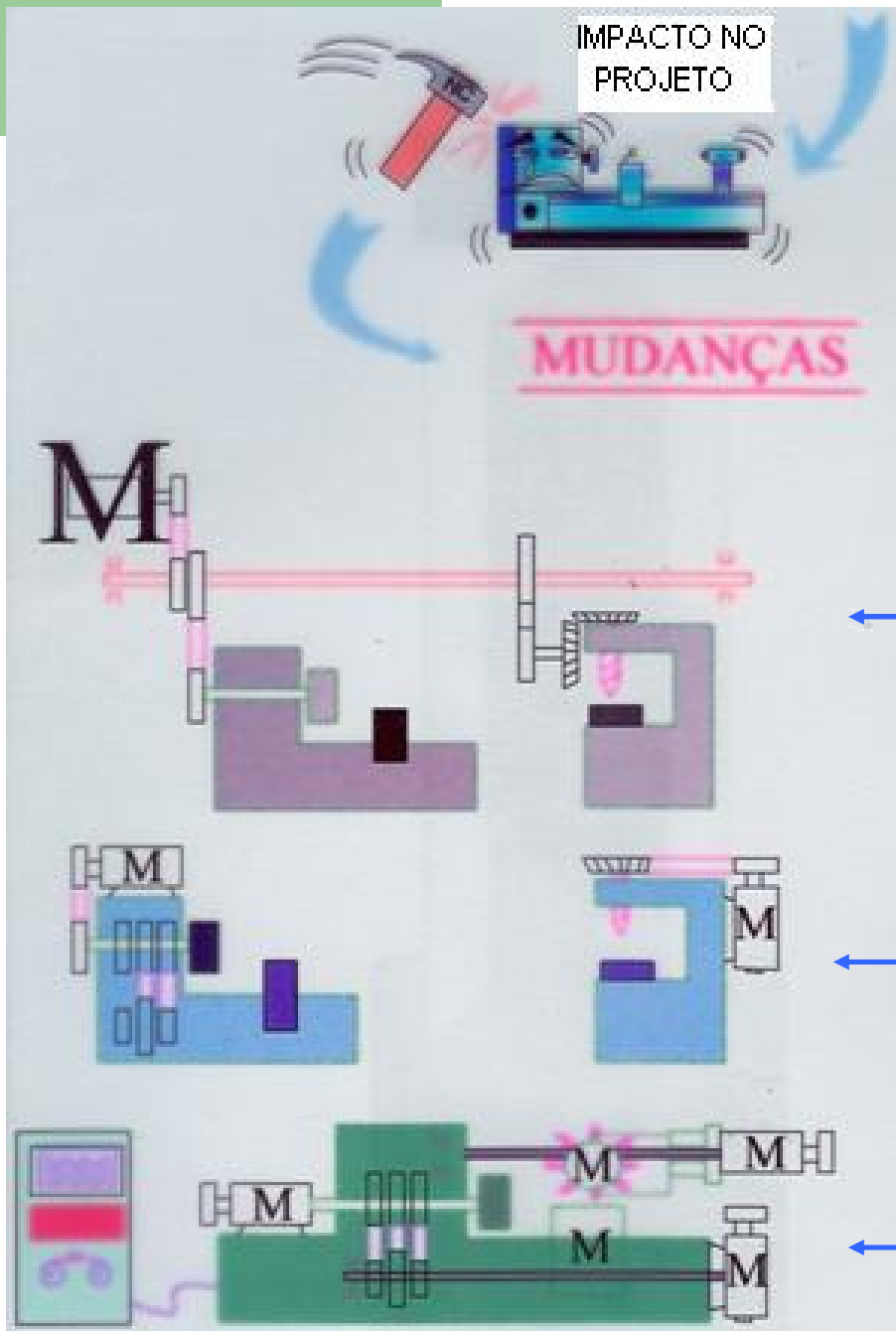


# Causa de Mudanças nas Máquinas

- Produtividade ↑↑
- Produção 24 h/dia
- Trabalho no limite
- Índice de utilização ↑↑
- Máquina altamente solicitada

## **Novo Projeto de Máquinas Busca Reduzir os seguintes itens:**

- Deformações
- Folgas
- Desgaste
- Atrito
- Aquecimento
- Inércias
- Tempos de Resposta



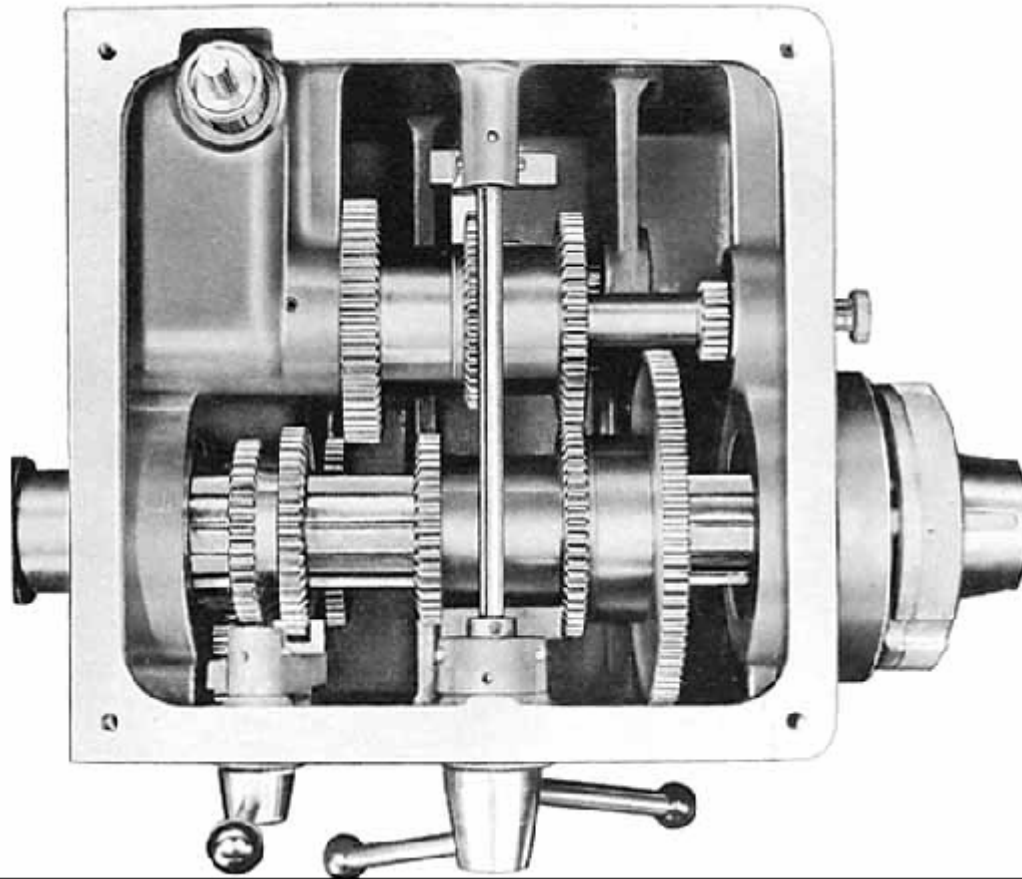
Mais motores; Menos cadeias cinemáticas; Mais Automação e Flexibilidade

**ANTES**

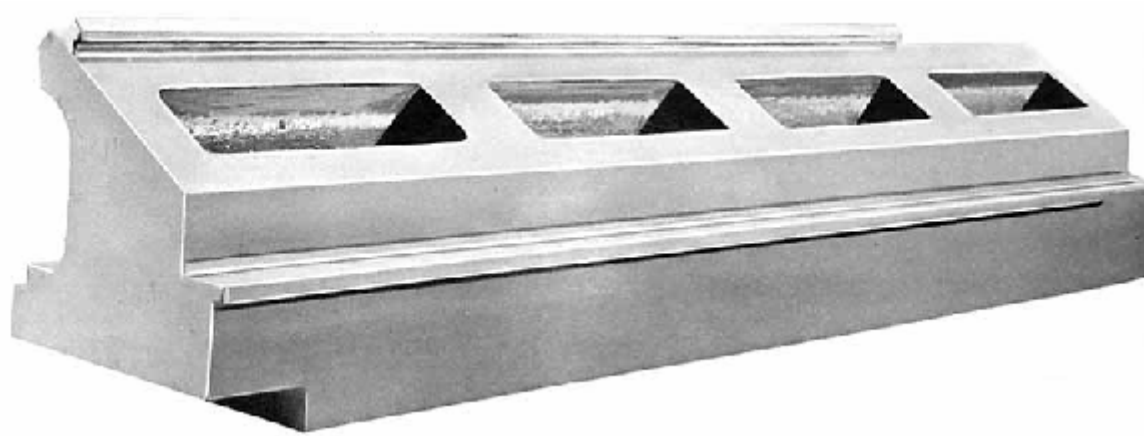
**DEPOIS**

**AGORA**

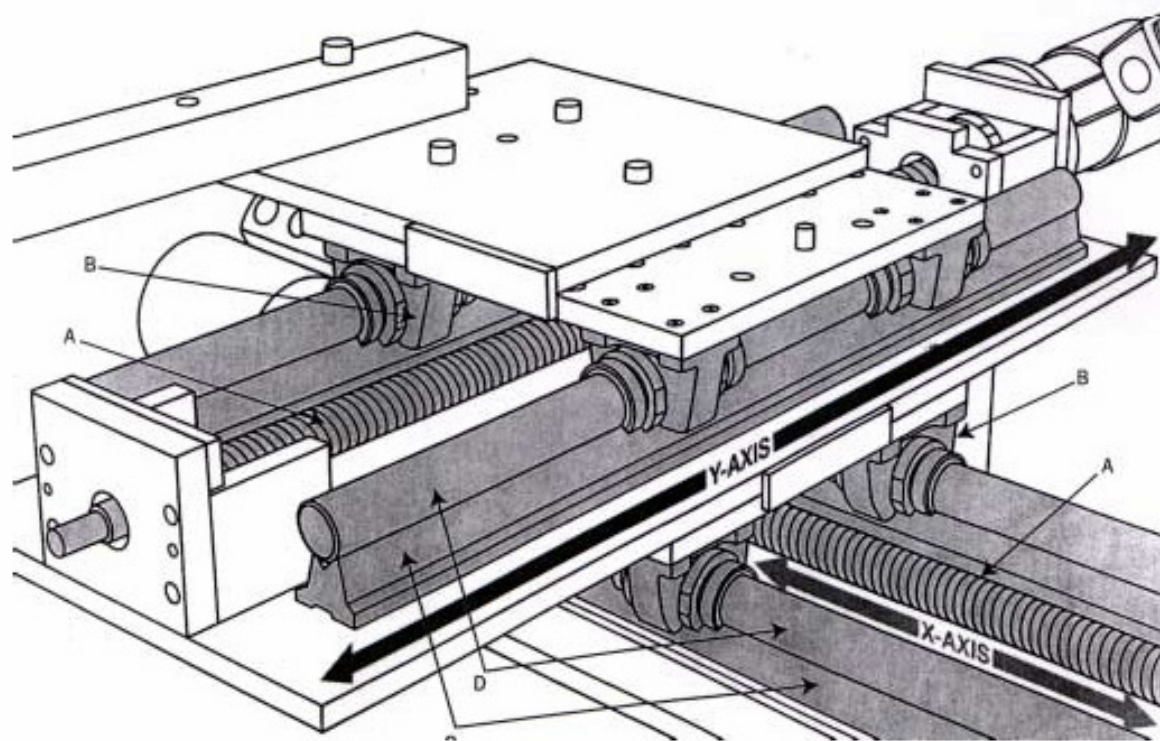
Exemplo de Engrenagens que compõem a Árvore de um Torno



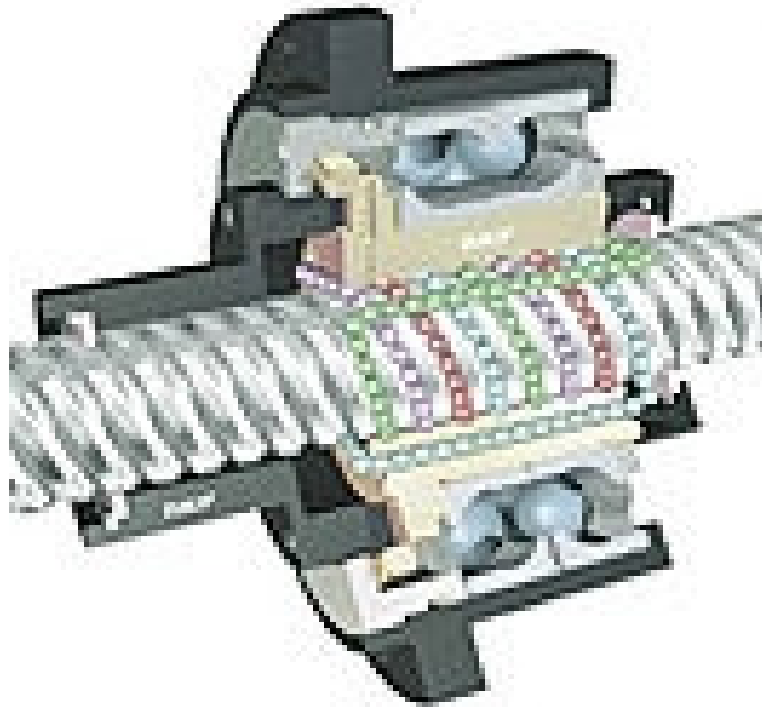
# Torno com Barramento Inclinado



# Fuso e Porca de Esferas Recirculantes



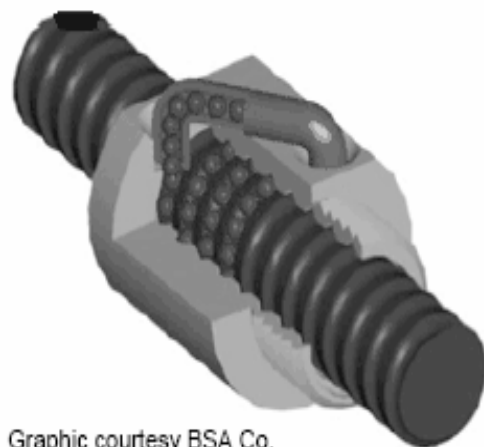
# Fuso e Porca de Esferas Recirculantes



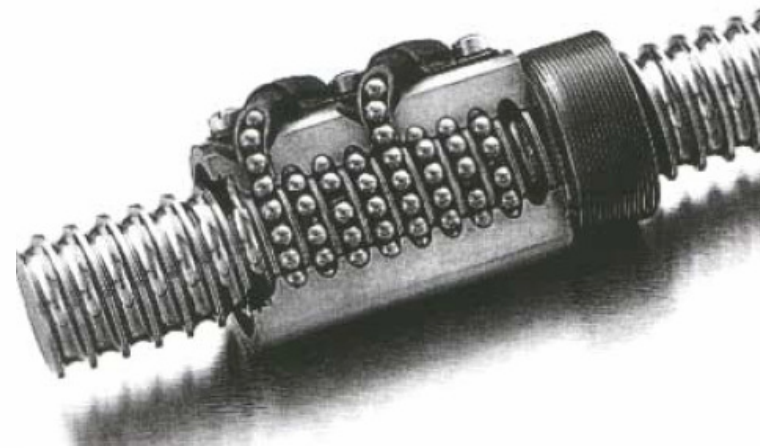
# Fuso e Porca de Esferas Recirculantes



Photo courtesy Thompson Ball Screw.

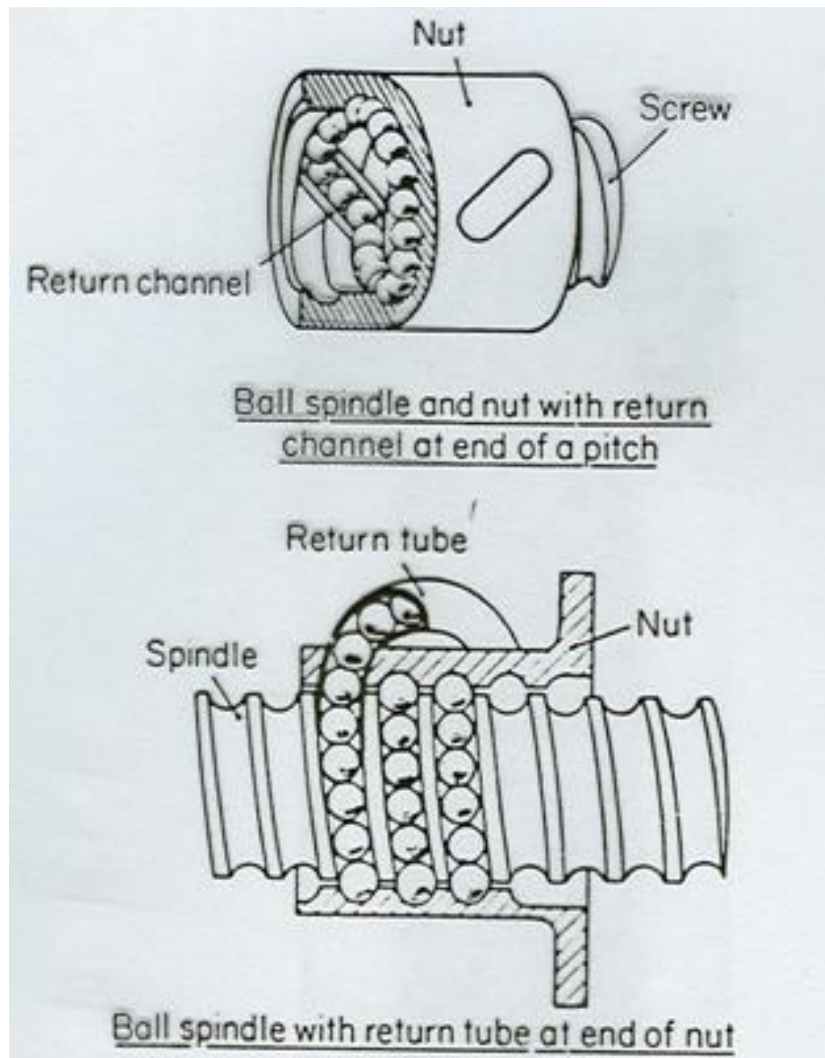


Graphic courtesy BSA Co.





# Fuso e Porca de Esferas Recirculantes

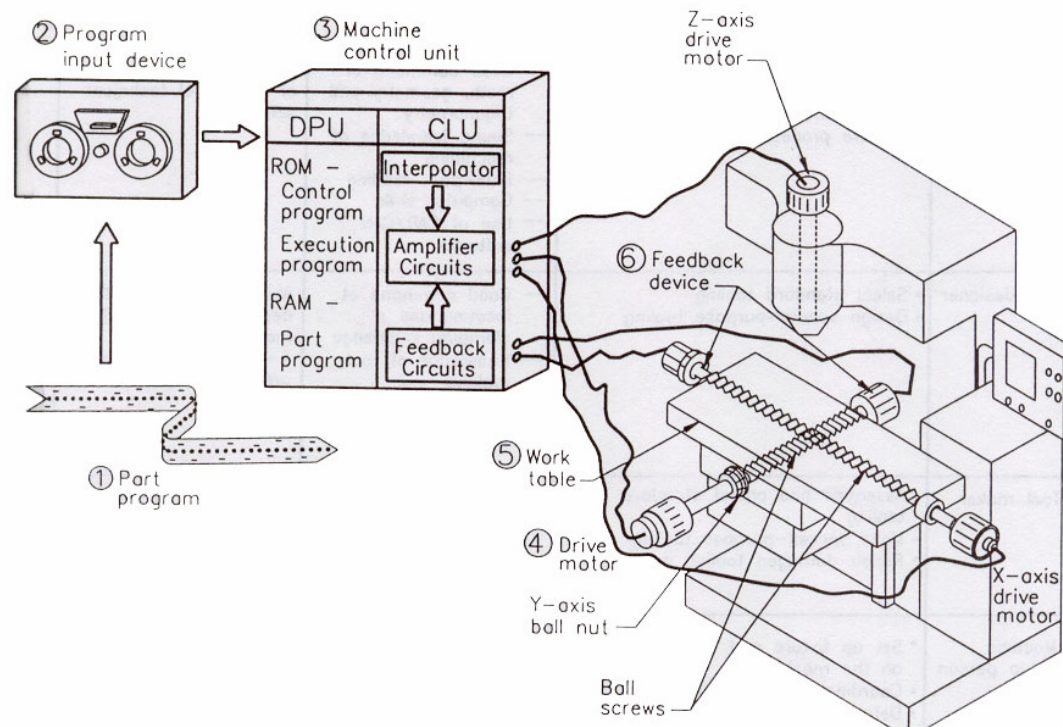


[Filme 1](#)

[Filme 2](#)

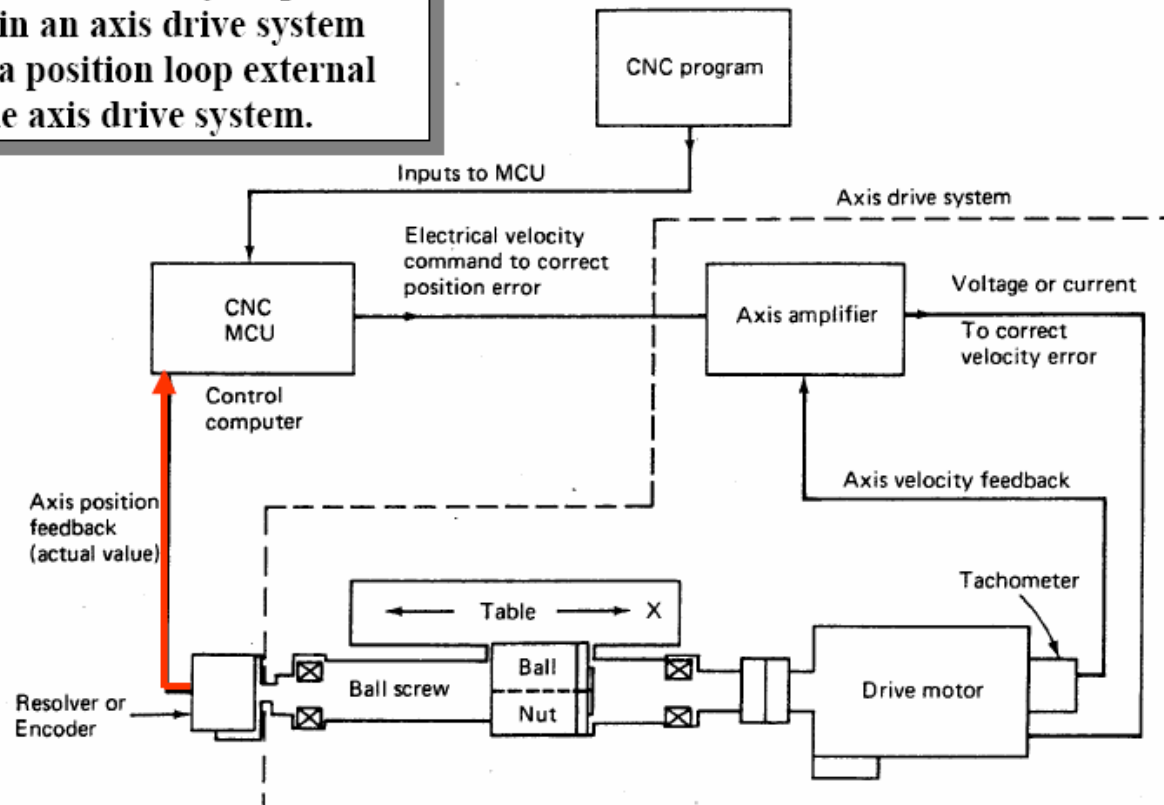
[Filme 3](#)

# Elementos de um Sistema CNC

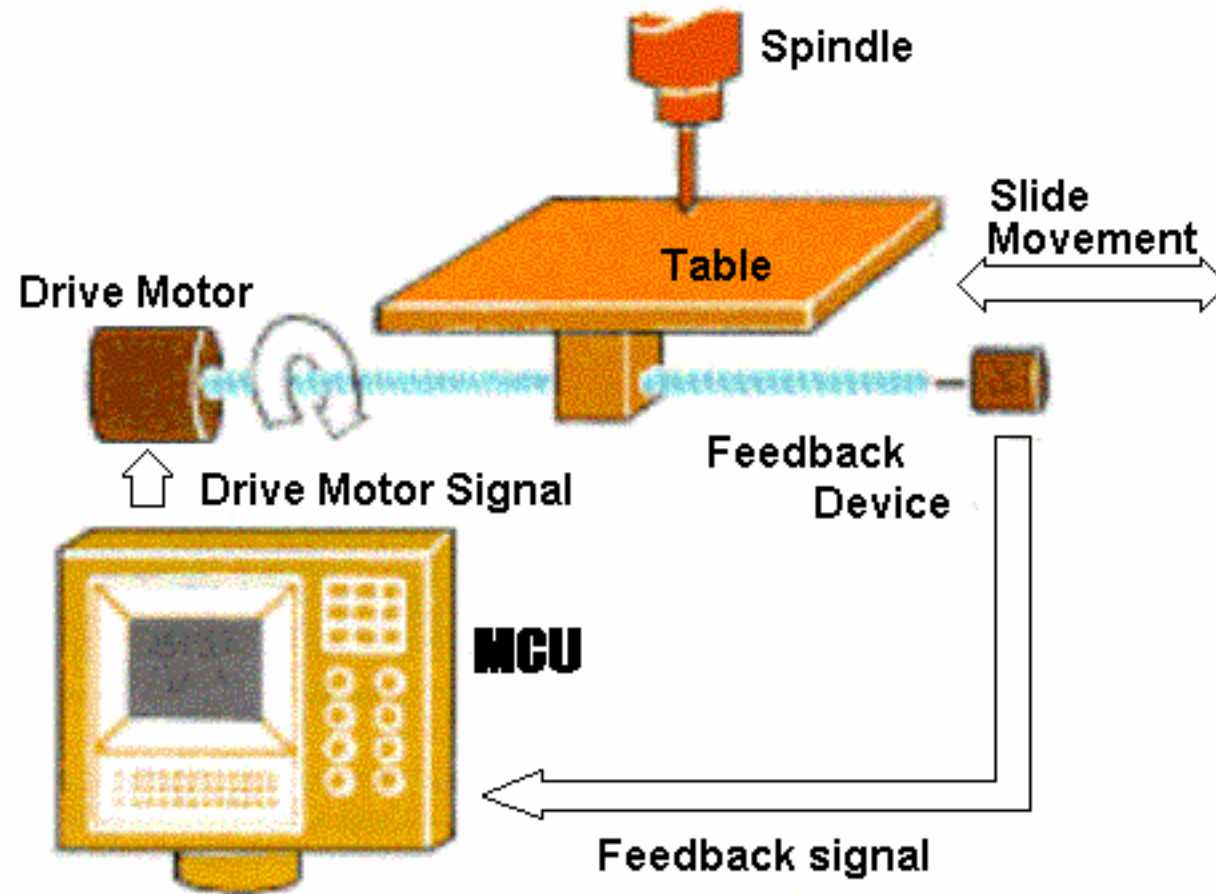


# Elementos de um Sistema CNC

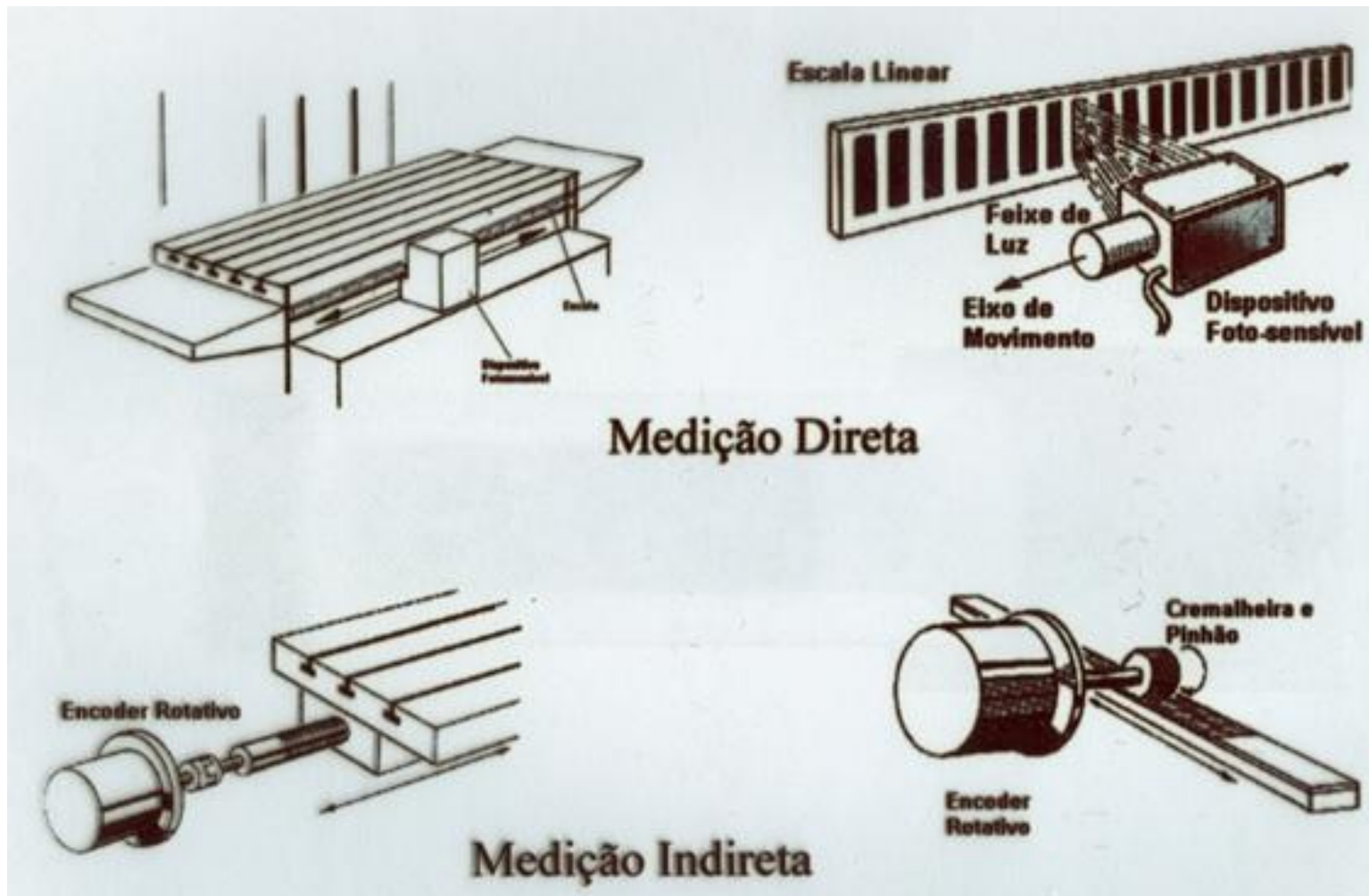
A CNC control system includes a velocity loop within an axis drive system and a position loop external to the axis drive system.



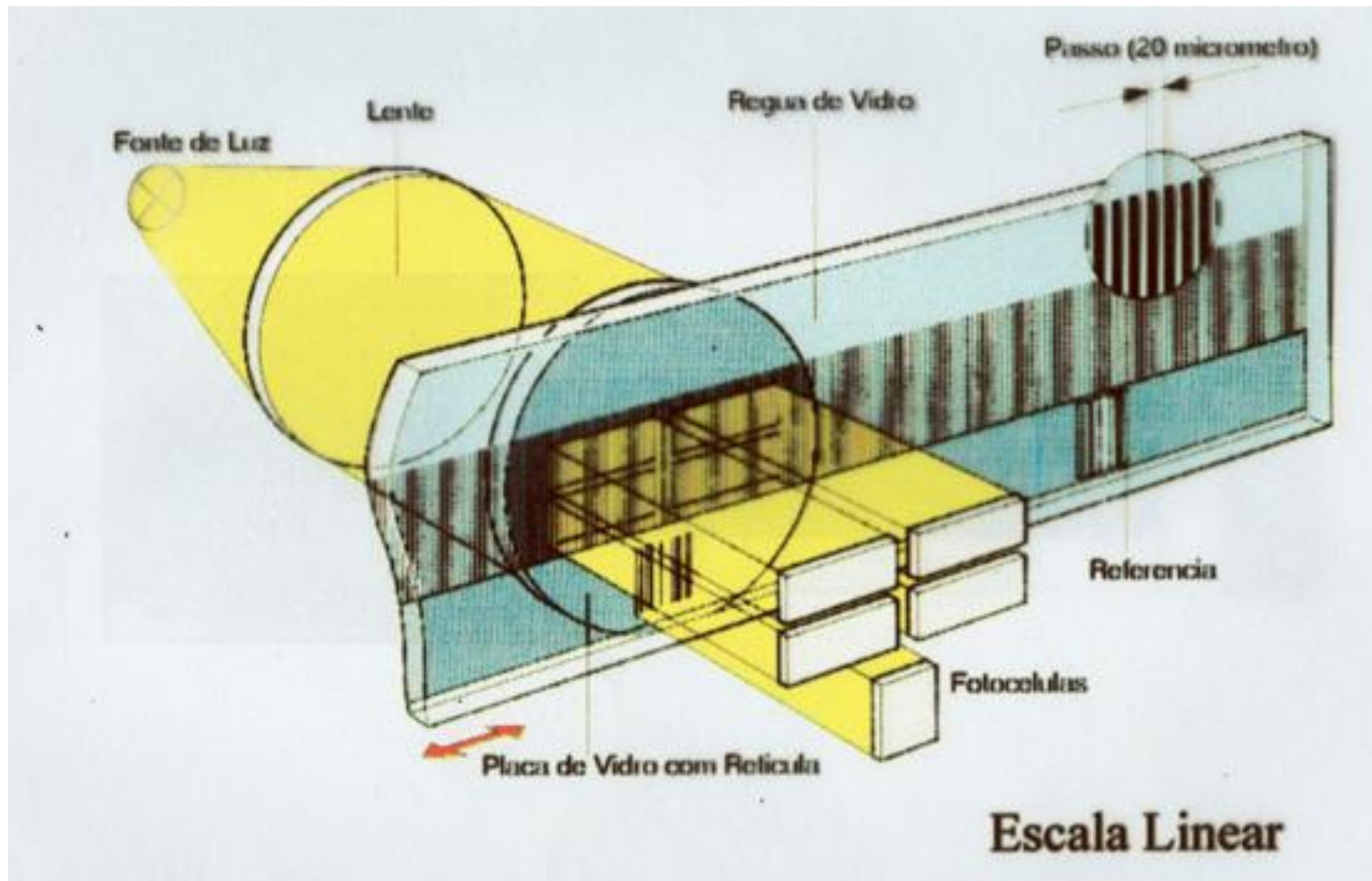
# Medição do Deslocamento da mesa num Torno CNC

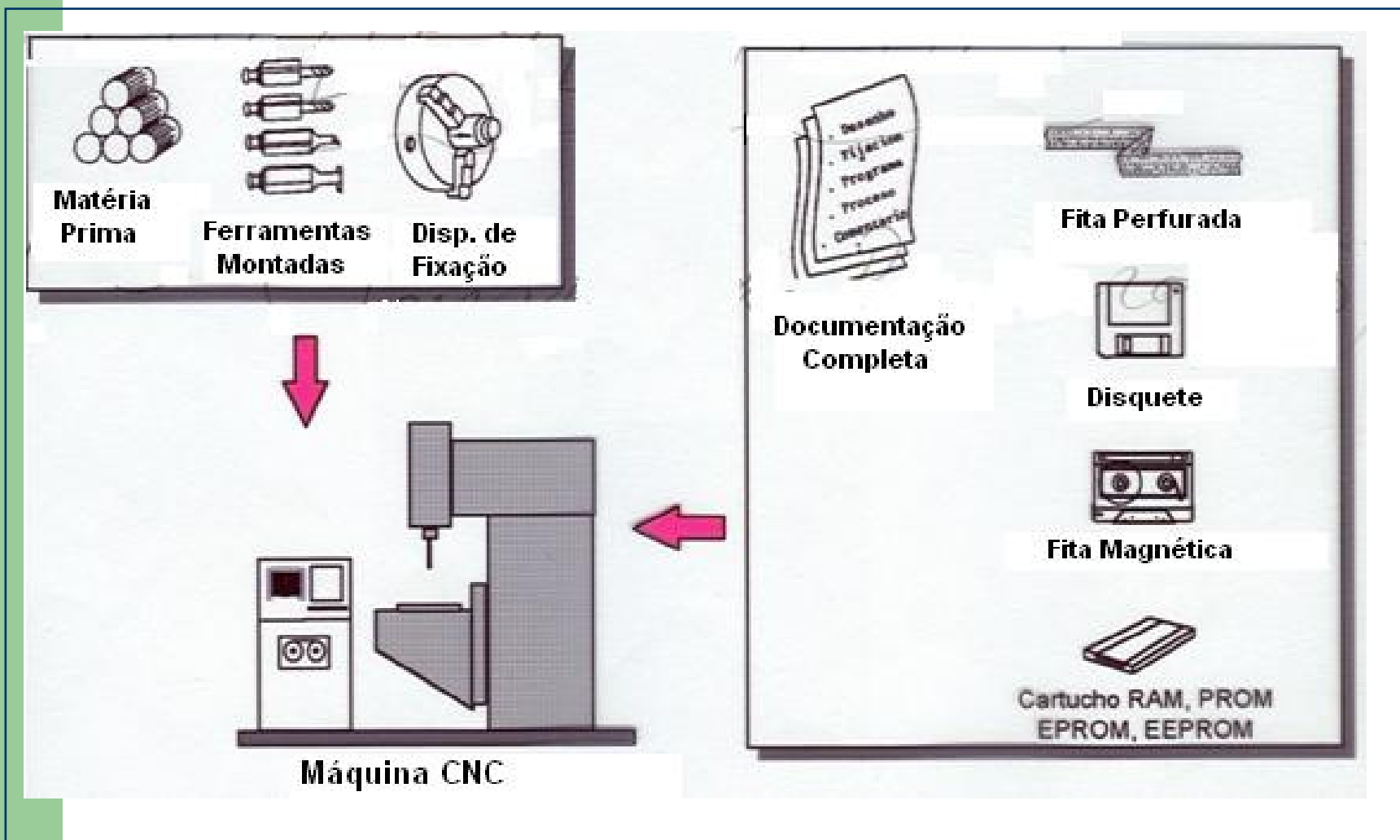


# Medição do Deslocamento da mesa num Torno CNC



# Medição do Deslocamento da mesa num Torno CNC – Escala Linear





**Elementos importantes para a fabricação de peças numa Máquina CNC**

**Comando Numérico**

Tabela de Códigos		ISO DIN 66024						ELA 244												
	No. do bit (teste de paridade)	P	7	6	5	4	3	2	1		8	7	6	P	4	3	2	1		
	No. da trilha	8	7	6	5	4	T	3	2	1		8	7	6	5	4	T	3	2	1
Significado	Caractere	Combinação de furos						Combinação de furos												
No hole	(NULL)						*			No hole						*				
Backspace	BS	•					•	•		RT		•	•	•	•	•				
Tabulator	HT						•	•	•	TAB		•	•	•	•	•				
Line feed (End of record)	LF						•	•	•	< ≡	•					•				
Carriage return	CR	•					•	•	•	LC	•	•	•	•	•	•				
Space	SP	•	•				•	•	•	Space						•				
Control out [remarks]	(						•	•	•	UC	•	•	•	•	•	•				
Control in [remarks]	)	•	•				•	•	•	End						•	•	•	•	
Program start	%	•	•				•	•	•	+		•	•	•	•	•				
Reference block	:						•	•	•	-		•	•	•	•	•				
Block skip	/	•	•				•	•	•	/		•	•	•	•	•				
Plus	+						•	•	•	+		•	•	•	•	•				
Minus	-						•	•	•	-		•	•	•	•	•				
Number 0	0						•	•	•	0		•	•	•	•	•				
Number 1	1	•	•				•	•	•	1						•				
Number 2	2	•	•				•	•	•	2						•				
Number 3	3						•	•	•	3						•	•	•	•	
Number 4	4	•	•				•	•	•	4						•	•	•	•	
Number 5	5						•	•	•	5						•	•	•	•	
Number 6	6						•	•	•	6						•	•	•	•	
Number 7	7						•	•	•	7						•	•	•	•	
Number 8	8	•	•				•	•	•	8						•	•	•	•	
Number 9	9						•	•	•	9						•	•	•	•	
Angular coordinate about X axis	A						•	•	•	a		•	•	•	•	•				
Angular coordinate about Y axis	B	•	•				•	•	•	b		•	•	•	•	•				
Angular coordinate about Z axis	C	•	•				•	•	•	c		•	•	•	•	•				
Angular coordinate about arbitrary axis	D						•	•	•	d		•	•	•	•	•				
Double feed function	E	•	•				•	•	•	e		•	•	•	•	•				
Feed function	F	•	•				•	•	•	f		•	•	•	•	•				
Preparatory function	G	•	•				•	•	•	g		•	•	•	•	•				
Auxiliary function	H						•	•	•	h		•	•	•	•	•				
Interpolation parameter parallel to X axis	I	•	•				•	•	•	i		•	•	•	•	•				
Interpolation parameter parallel to Y axis	J	•	•				•	•	•	j		•	•	•	•	•				
Interpolation parameter parallel to Z axis	K	•	•				•	•	•	k		•	•	•	•	•				
Paper tape subprograms	L	•	•				•	•	•	l		•	•	•	•	•				
Miscellaneous function	M	•	•				•	•	•	m		•	•	•	•	•				
Record number	N						•	•	•	n		•	•	•	•	•				
Not used	O	•	•				•	•	•	o		•	•	•	•	•				
Third X motion coordinate or advance	P						•	•	•	p		•	•	•	•	•				
Third Y motion coordinate or advance	Q	•	•				•	•	•	q		•	•	•	•	•				
Third Z motion coordinate or advance	R	•	•				•	•	•	r		•	•	•	•	•				
Spindle speed function	S						•	•	•	s		•	•	•	•	•				
Tool number	T	•	•				•	•	•	t		•	•	•	•	•				
Second X motion coordinate	U	•	•				•	•	•	u		•	•	•	•	•				
Second Y motion coordinate	V	•	•				•	•	•	v		•	•	•	•	•				
Second Z motion coordinate	W	•	•				•	•	•	w		•	•	•	•	•				
Primary X motion coordinate	X	•	•				•	•	•	x		•	•	•	•	•				
Primary Y motion coordinate	Y	•	•				•	•	•	y		•	•	•	•	•				
Primary Z motion coordinate	Z	•	•				•	•	•	z		•	•	•	•	•				
Delete	DEL	•	•				•	•	•	DEL		•	•	•	•	•				

ZWR = space character

## Detalhe de uma Fita Perfurada

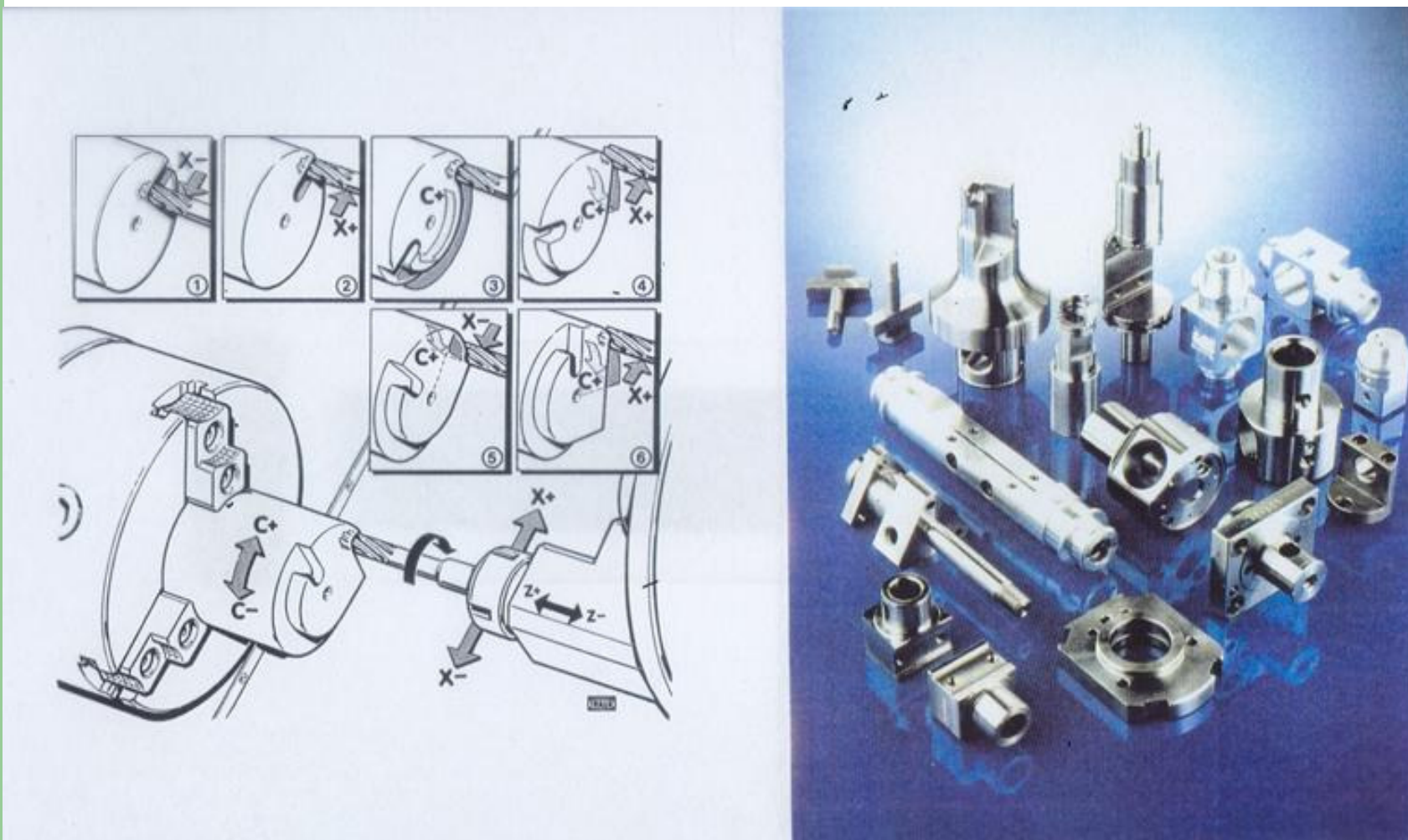
Comando Numérico



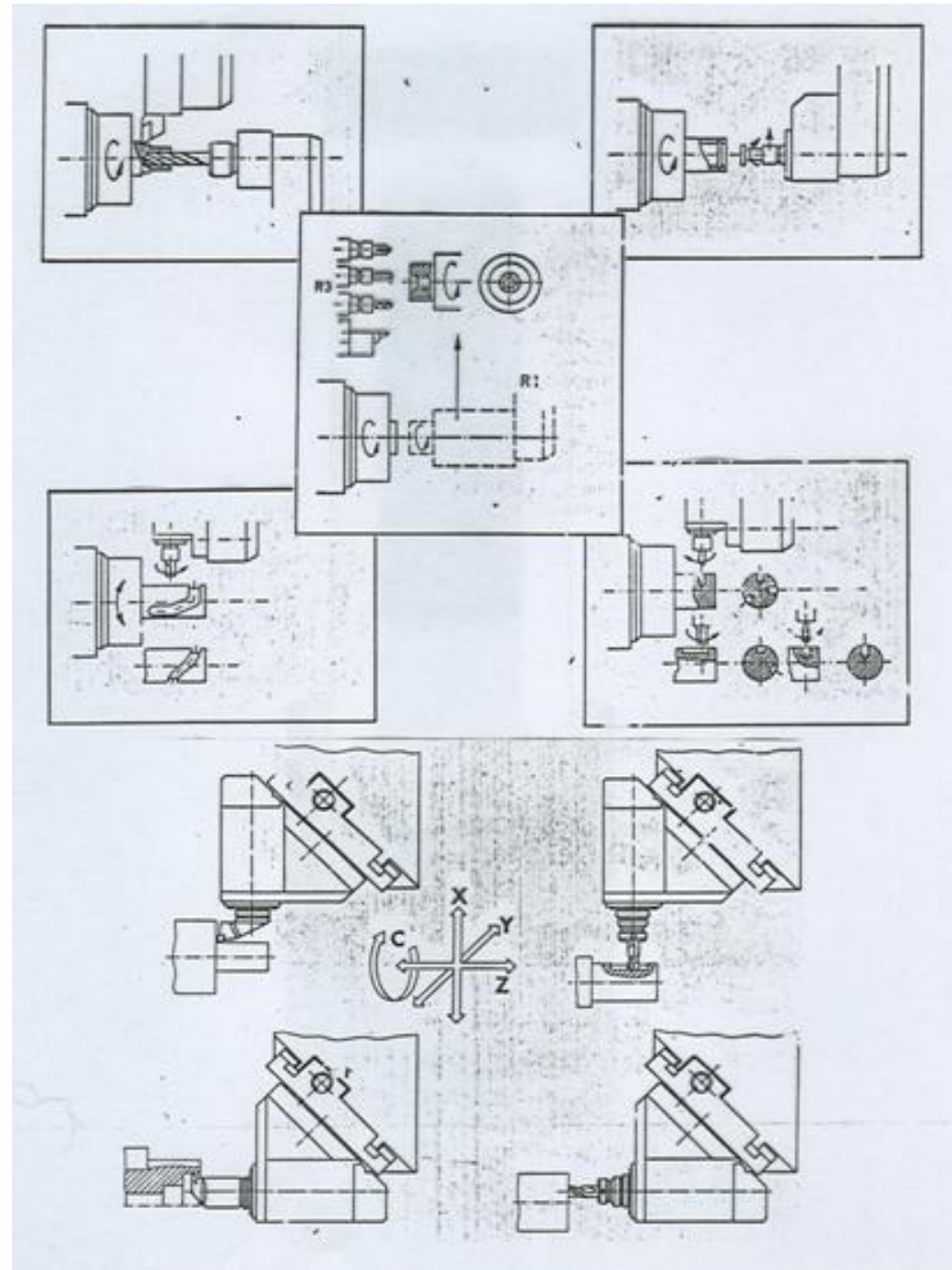
- Todas as informações no programa
- Flexibilidade ↑↑
- Versatilidade ↑↑
- Tempo de preparação (setup) ↓↓
- Precisão / Repetibilidade ↑↑
- Produtividade ↑↑
- Falhas Humanas ↓↓

**>>>>> Automação Flexível**

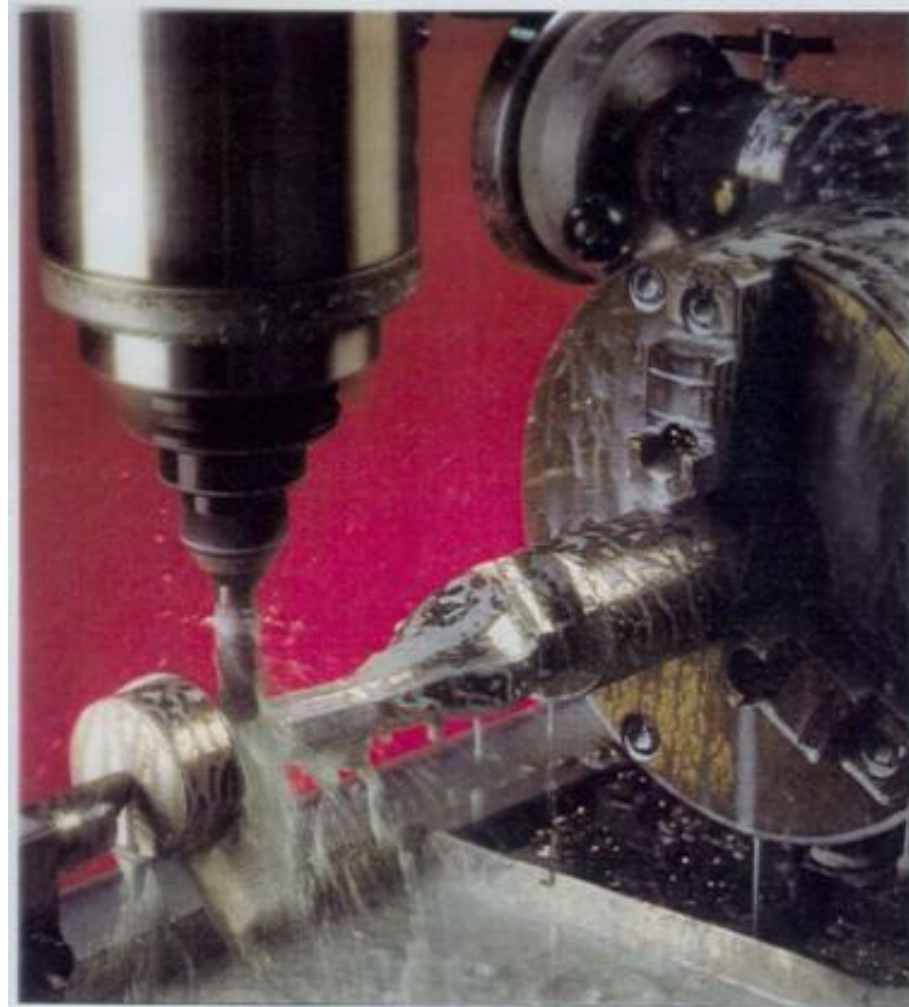
# Recursos de Tornos CNC com 4 Eixos com Ferramentas Ativas

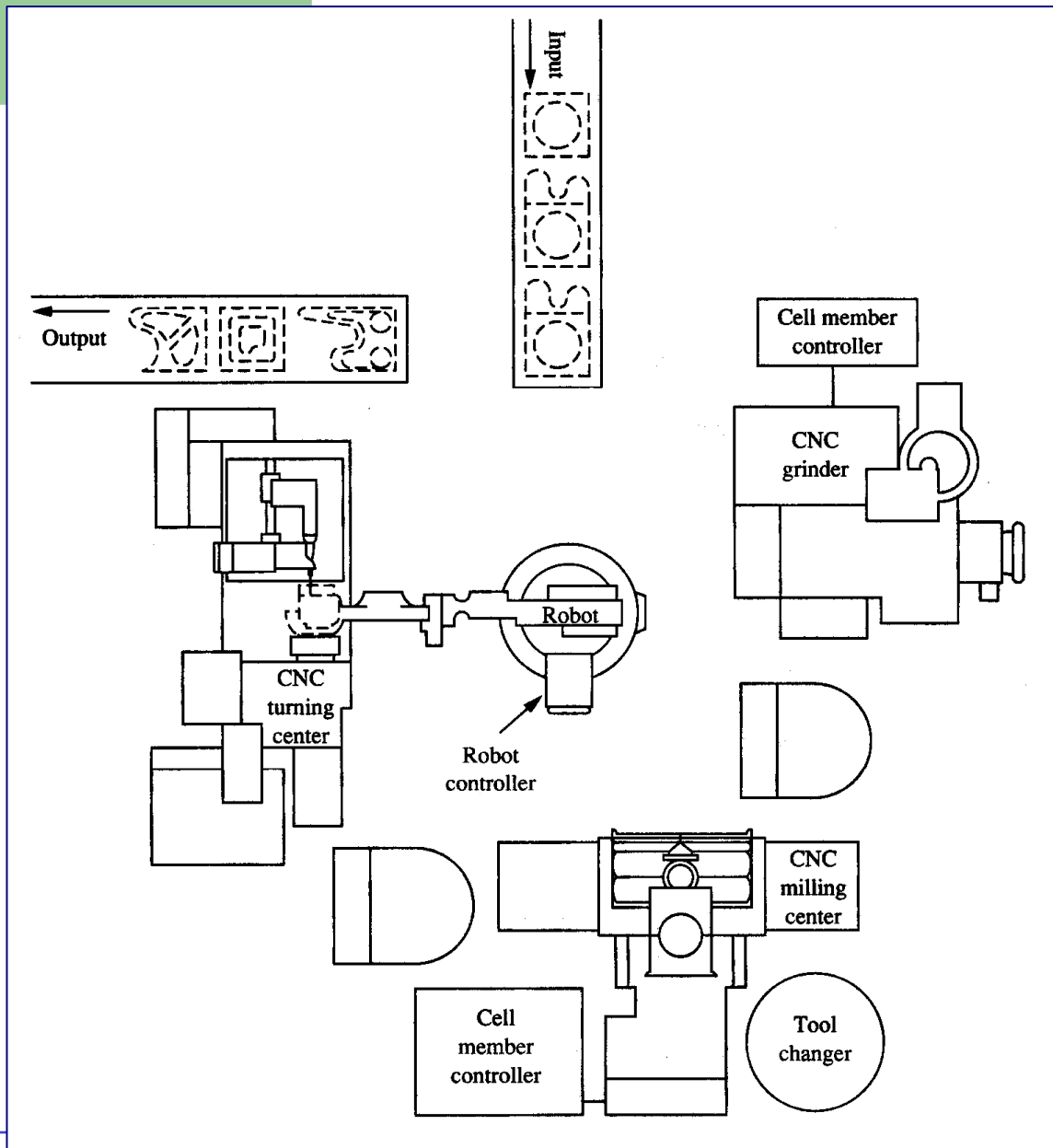


# Recursos Adicionais de Tornos CNC com 4 Eixos com Ferramentas Ativas



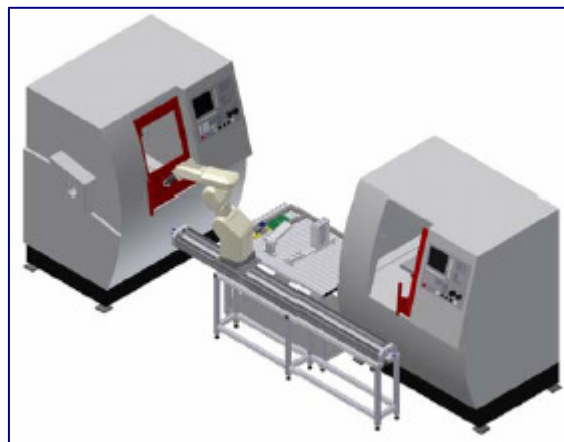
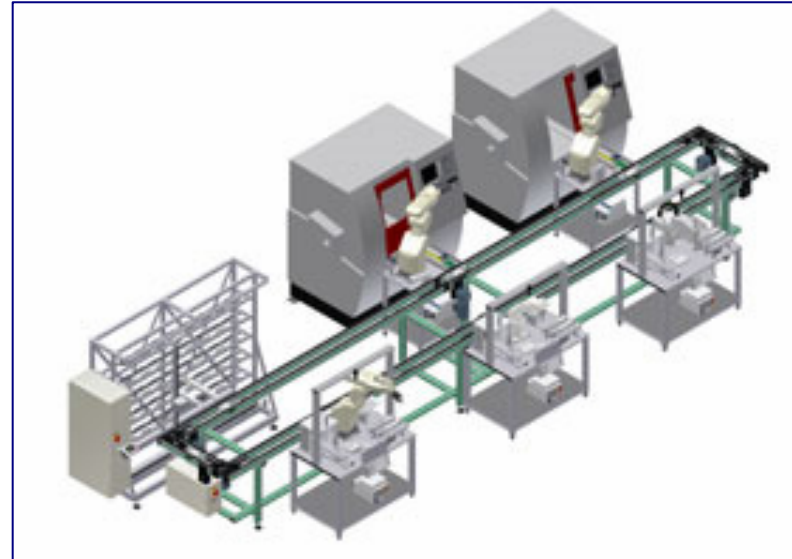
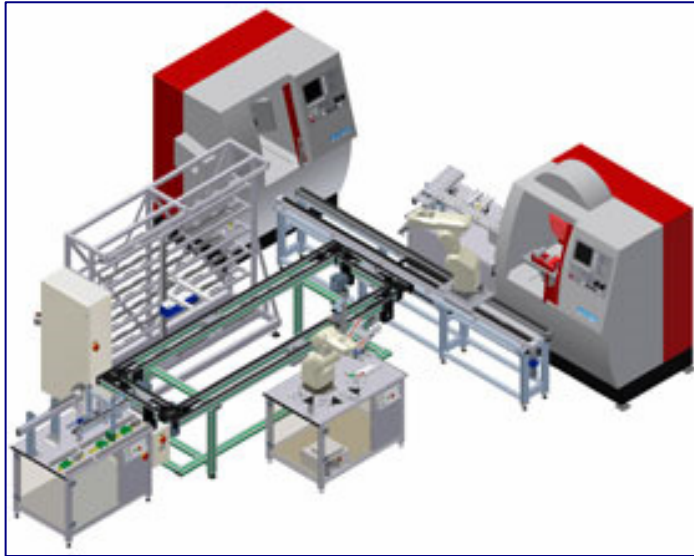
**Recursos  
Adicionais de  
Tornos CNC  
com 4 Eixos  
com  
Ferramentas  
Ativas**





**Flexibilidade e Versatilidade**

**Comando Numérico**



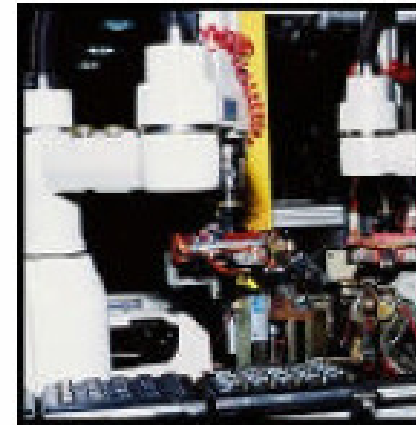
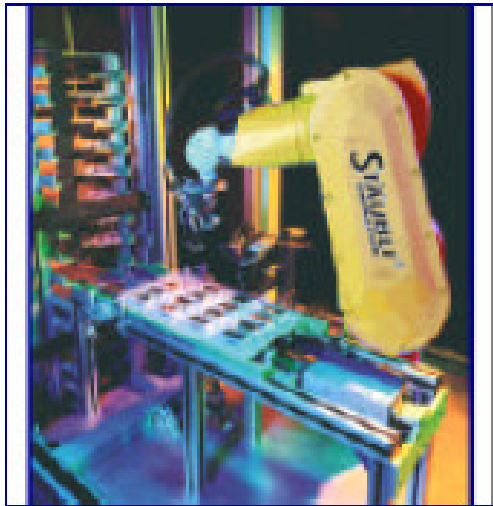
**Flexibilidade e Versatilidade**

**Comando  
Numérico**



**Flexibilidade e Versatilidade**

**Comando  
Numérico**

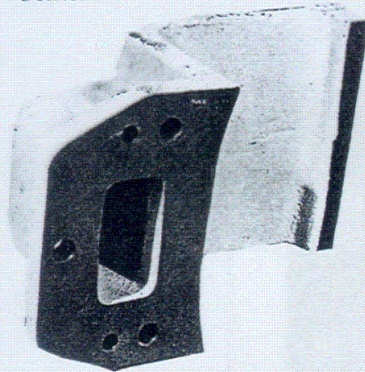


**Flexibilidade e Versatilidade**

**Comando  
Numérico**



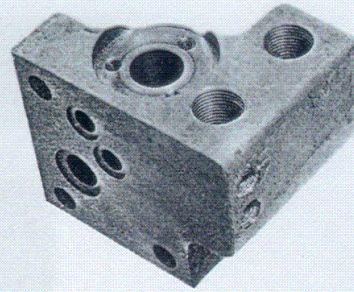
Case Studies of Parts Produced on a Milwaukee-Matic Machining Center.



**SWITCH BRACKET**

Material — Cast Iron  
Lot Size — 15

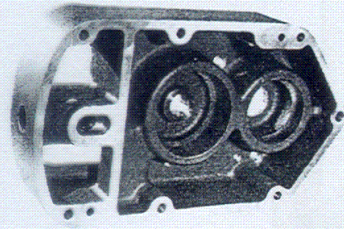
	Conventional	Milwaukee-Matic
Setup	4.63 hrs.	None
Cycle	.64 hrs.	.21 hrs.
Tooling	\$1890	\$260



**MANIFOLD**

Material — Cast Iron  
Lot Size — 30

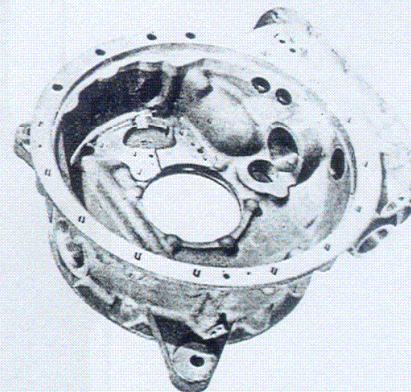
	Conventional	Milwaukee-Matic
Setup	3.3 hrs.	None
Cycle	.7 hrs.	.36 hrs.
Tooling	\$1300	\$430



**MOTOR BASE**

Material — Aluminum  
Lot Size — 15

	Conventional	Milwaukee-Matic
Setup	4.48 hrs.	None
Cycle	1.86 hrs.	.65 hrs.
Tooling	\$2350	\$835

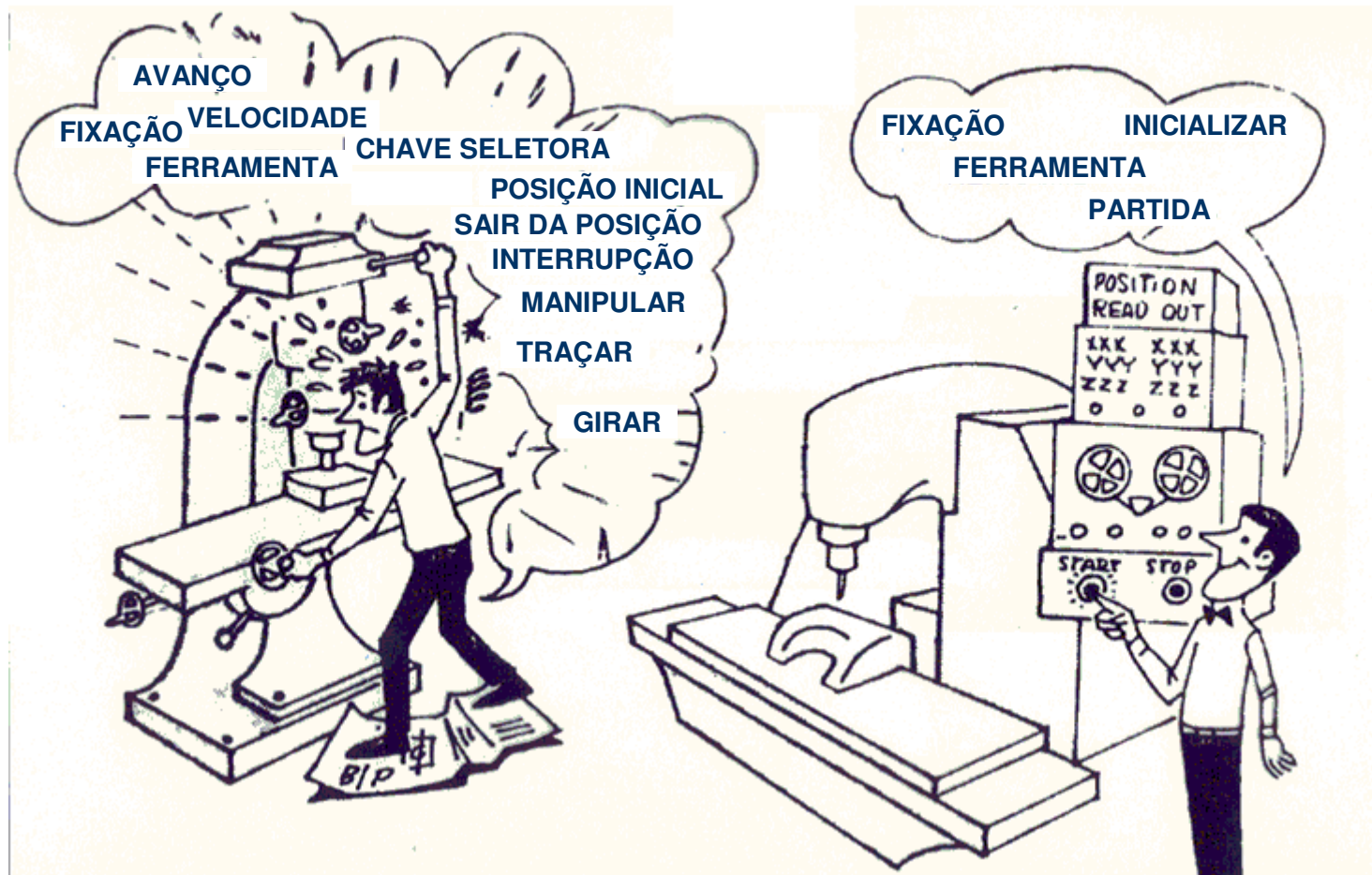


**GEAR HOUSING**

Material — Aluminum Casting  
Lot Size — 10

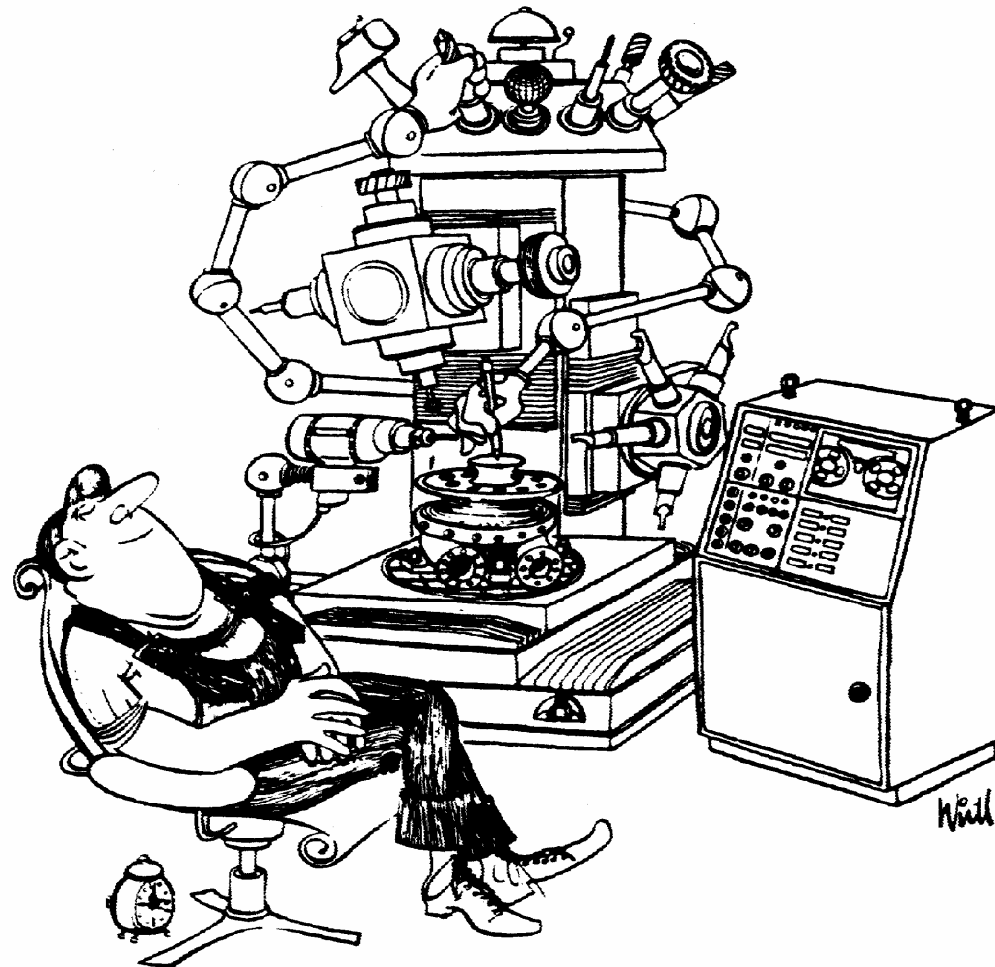
	Conventional	Milwaukee-Matic
Setup	32.5 hrs.	None
Cycle	9.7 hrs.	1 hr.
Tooling	\$3200	\$850

**Produtividade  
de Centros de  
Usinagem —  
Estudos de  
Caso**



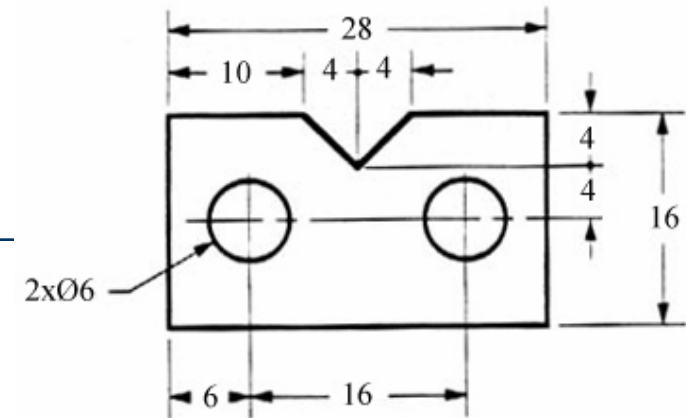
Máquina Convencional X Máquina de Comando Numérico

Comando  
Numérico



**Importância do Controle em Máquinas NC**

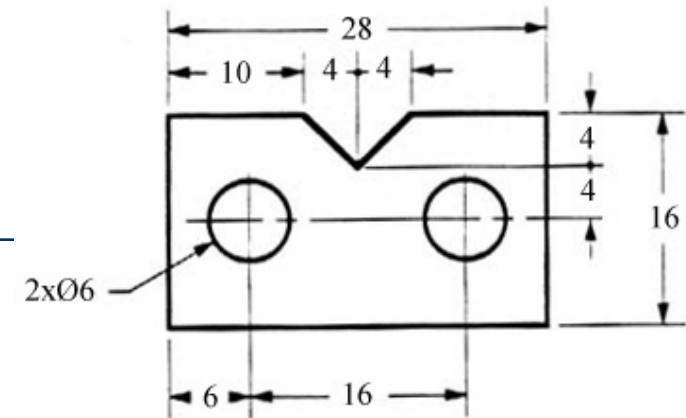
**Comando  
Numérico**



- 1. POSICIONAR E FIXAR A PEÇA**
- 2. DECIDIR SUA SEQÜÊNCIA MAIS ADEQUADA**
- 3. FIXAR A FERRAMENTA E POSICIONÁ-LA SOBRE A POSIÇÃO DO FURO**
- 4. DETERMINAR INFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS (AVANÇO, PROFUNDIDADE, VELOCIDADE)**
- 5. AJUSTAR AS INFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS NA MÁQUINA**
- 6. AJUSTAR FINS DE CURSO**
- 7. LIGAR MOTORES (ÁRVORE, AVANÇO, FLUIDO REFRIGERANTE)**

Operação em Máquina Convencional

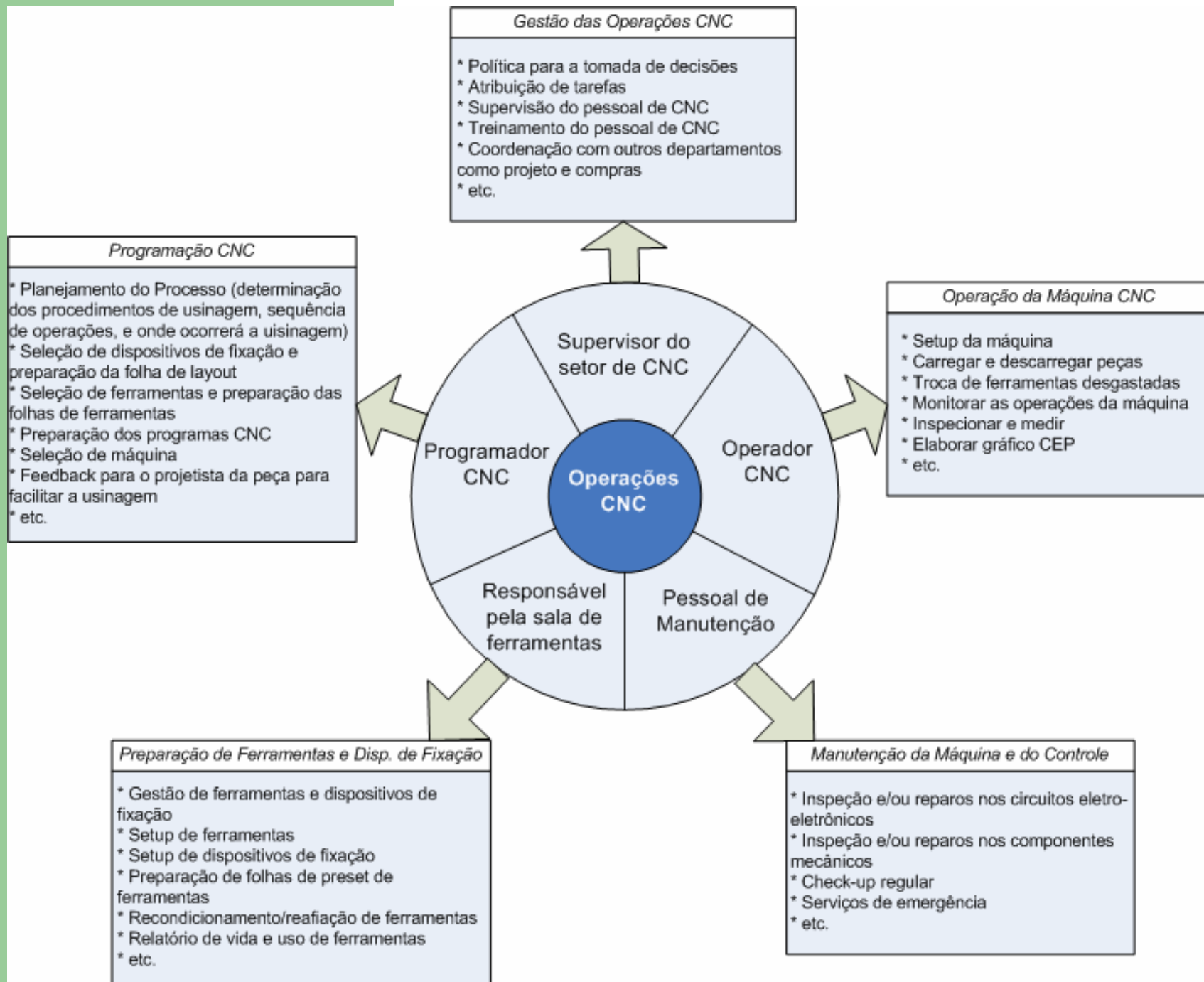
Comando  
Numérico

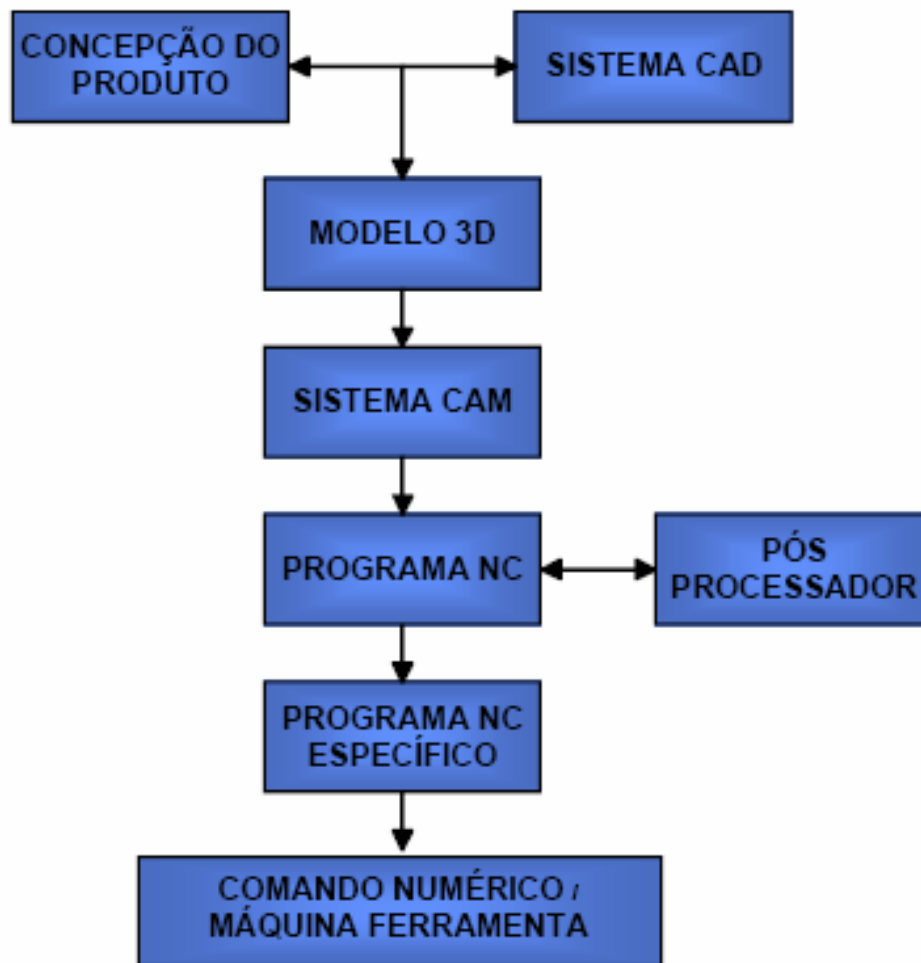


8. ABRIR A CHAVE DO FLUIDO REFRIGERANTE
9. LIGAR O AVANÇO AUTOMÁTICO (FURAÇÃO)
10. RETROCEDER A BROCA DEPOIS DA PRIMEIRA FURAÇÃO
11. DESLIGAR O FLUIDO REFRIGERANTE E A ÁRVORE (CASO NECESSÁRIO)
12. TROCAR A FERRAMENTA (CASO NECESSÁRIO)
13. REPETIR O CICLO
14. RETIRAR A PEÇA ACABADA DA MÁQUINA (**UFA!**)

Operação em Máquina Convencional

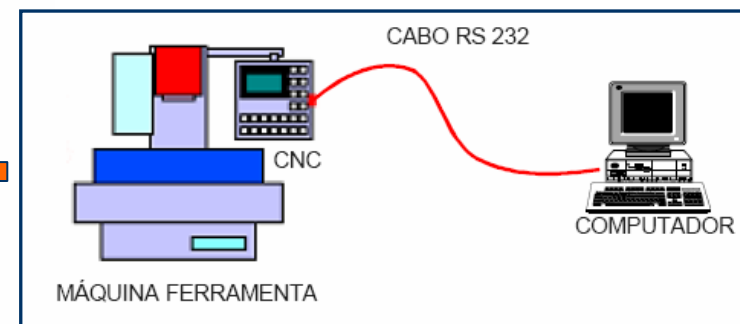
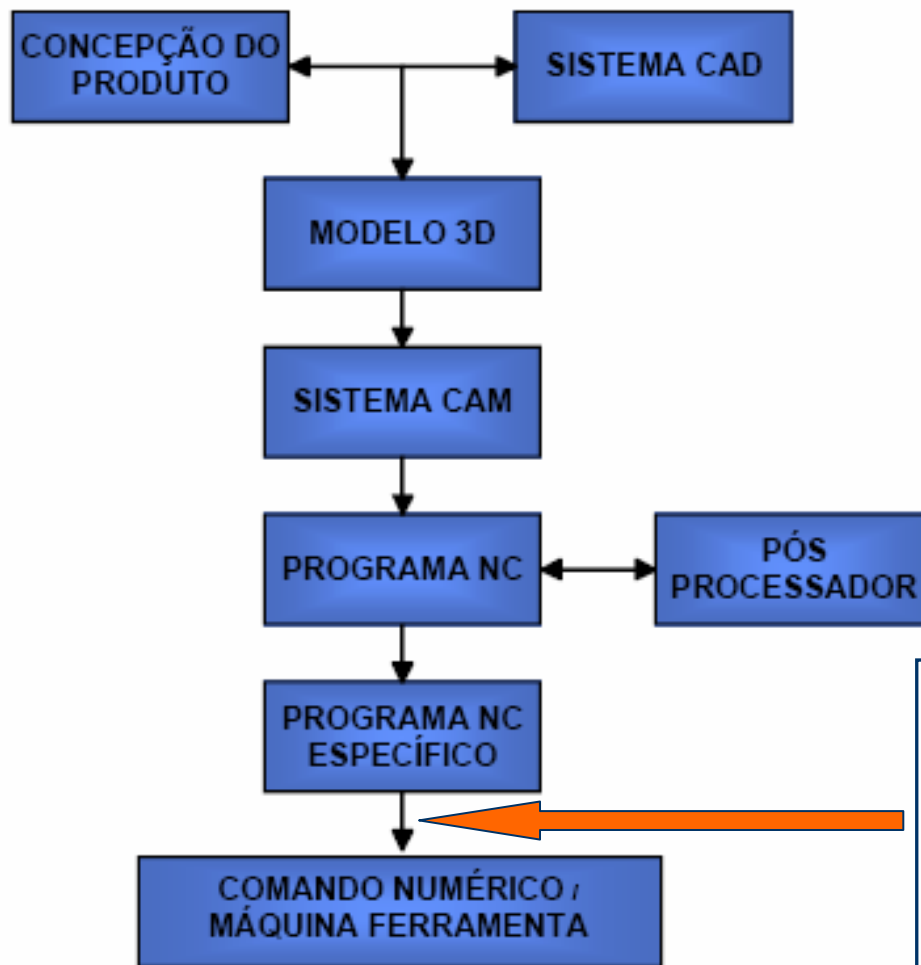
Comando  
Numérico





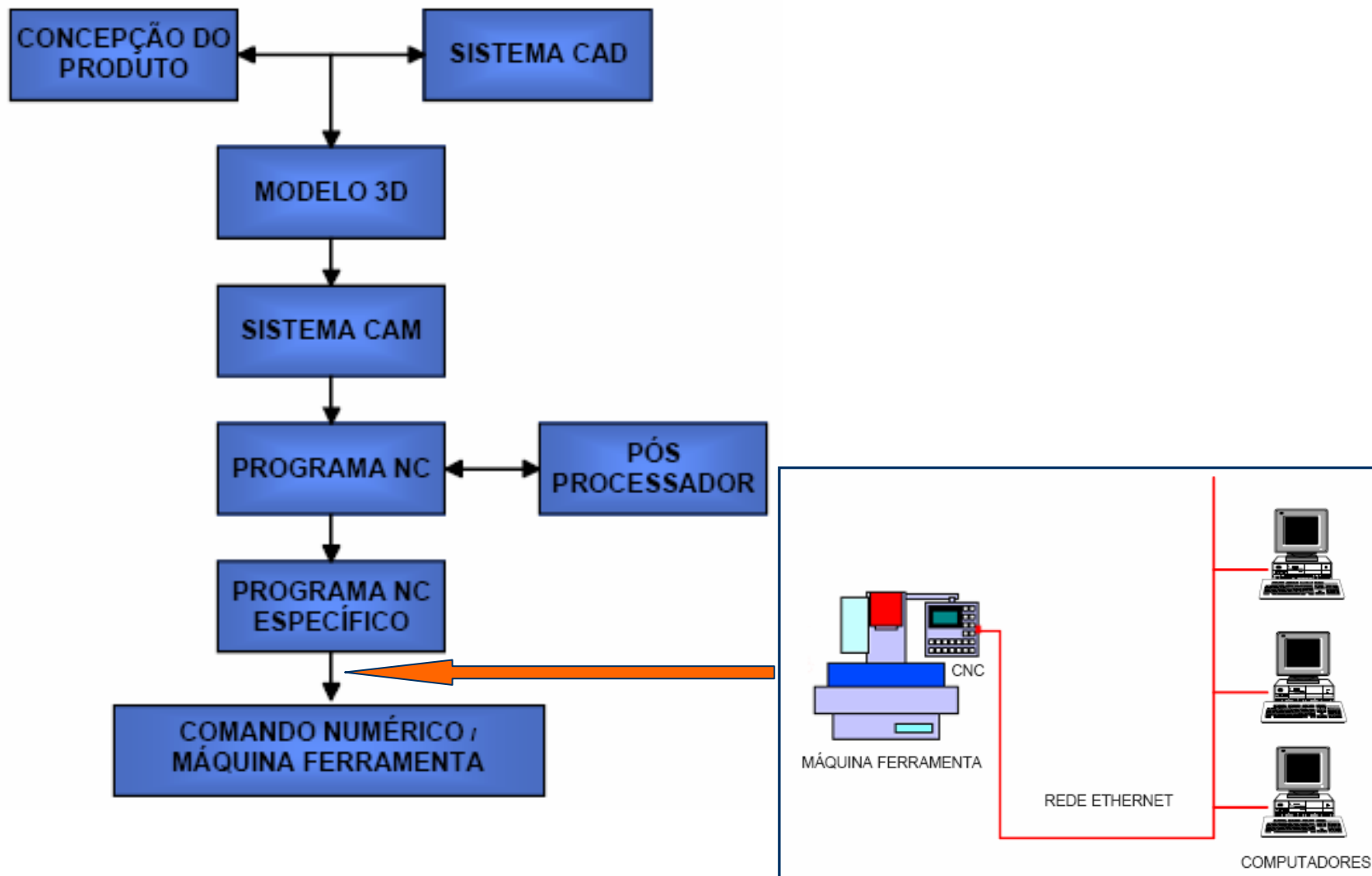
**Etapas da cadeia CAD/CAM/CNC**

**Comando Numérico**



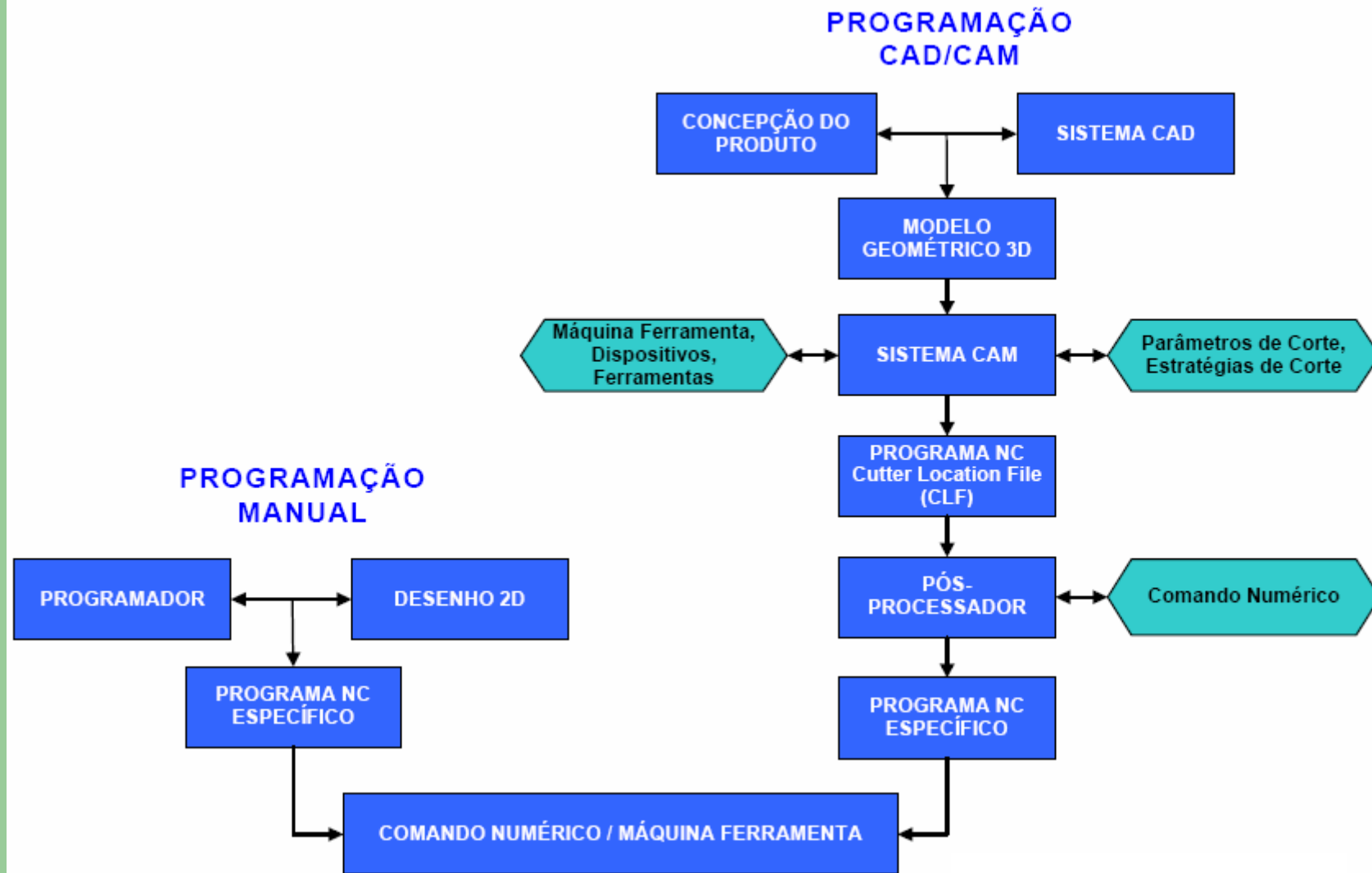
Etapas da cadeia CAD/CAM/CNC	Comando Numérico
------------------------------	------------------



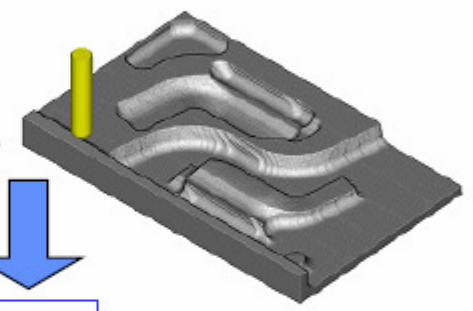
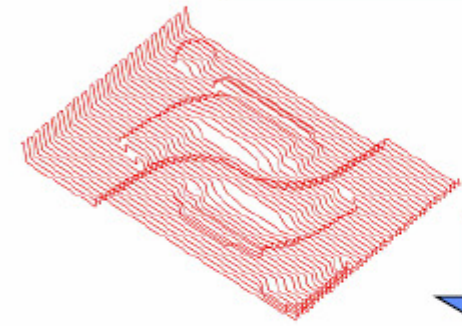
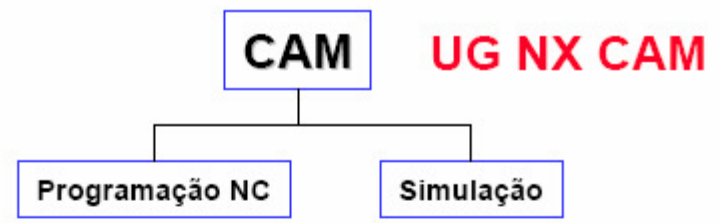
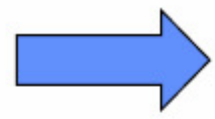
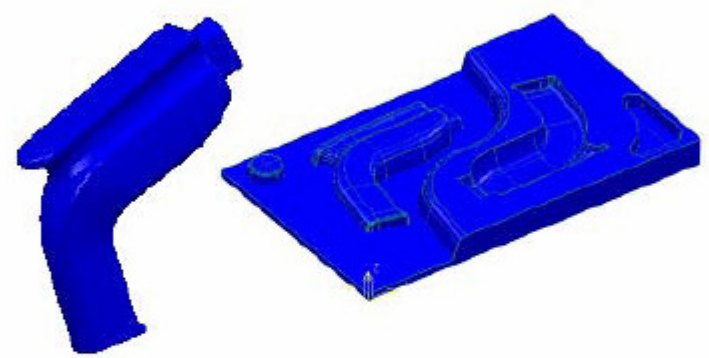
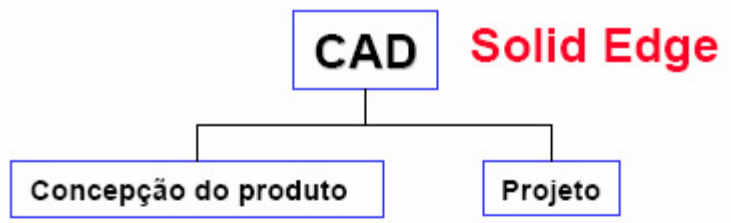


Etapas da cadeia CAD/CAM/CNC

Comando Numérico



Etapas da cadeia CAD/CAM/CNC	Comando Numérico
------------------------------	------------------

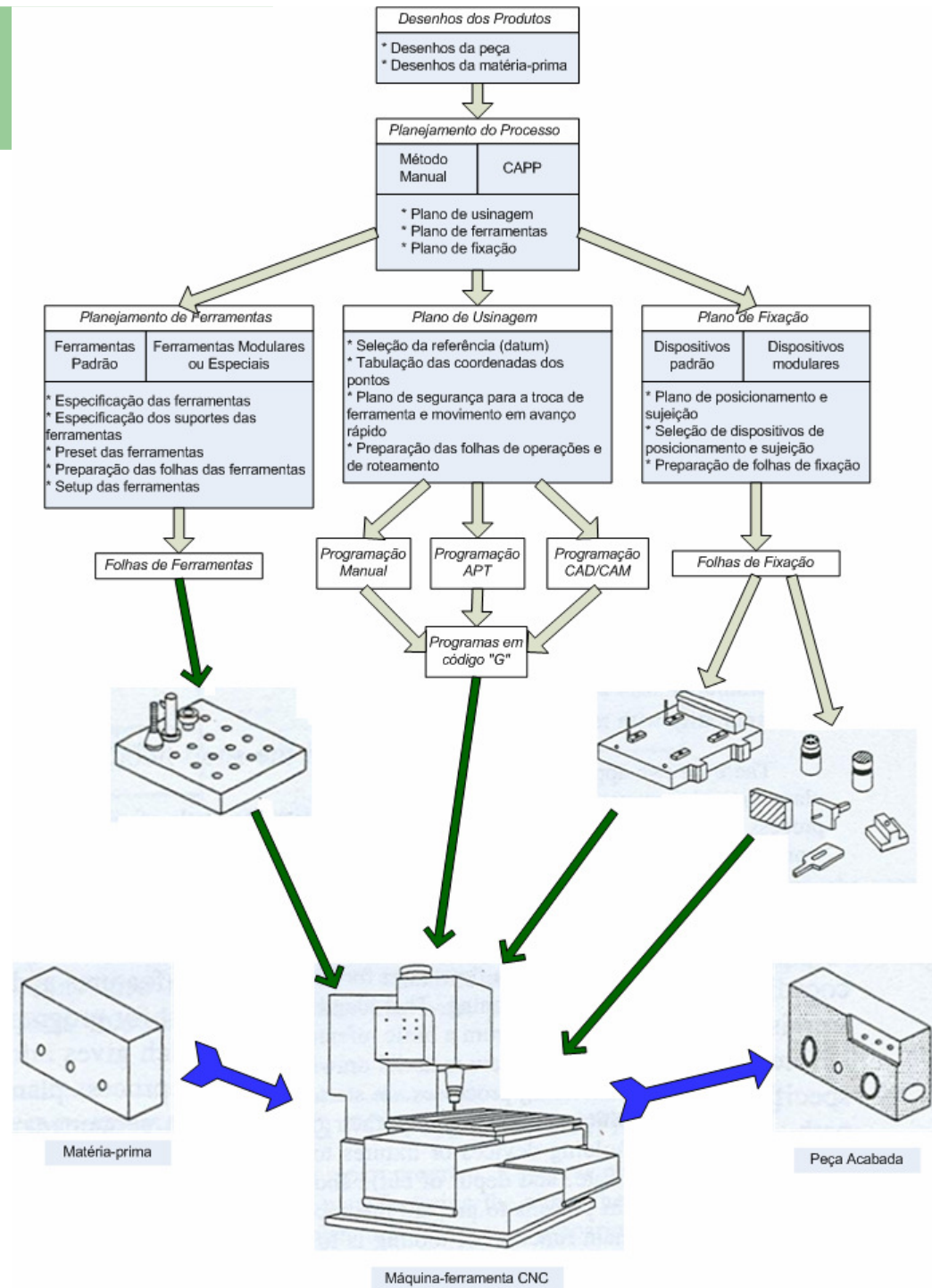


**CNC**

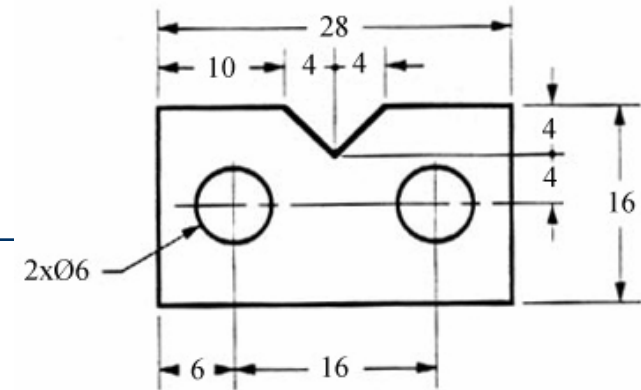
**SIEMENS 810D**



<b>Etapas da cadeia CAD/CAM/CNC</b>	<b>Comando Numérico</b>
-------------------------------------	-------------------------



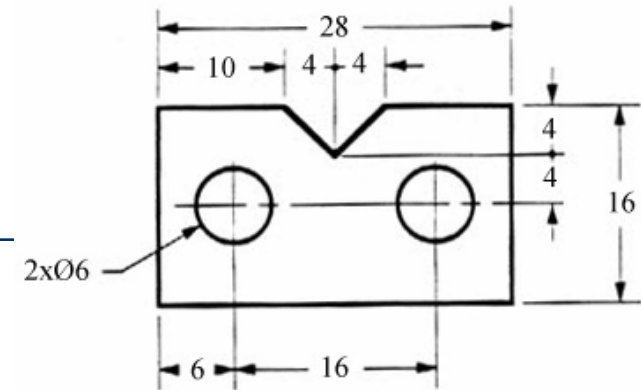
**Fluxograma com atividades de NC**



1. ANALISAR DETALHADAMENTE A ORDEM DE SERVIÇO
2. ZERAR A MÁQUINA IMEDIATAMENTE DEPOIS DE LIGÁ-LA
3. PREPARAR O MAGAZINE DE FERRAMENTAS
4. POSICIONAR O DISPOSITIVO DE FIXAÇÃO
5. ENTRAR COM O PROGRAMA NO COMANDO
6. ENTRAR COM AS DIMENSÕES DAS FERRAMENTAS
7. FAZER UMA SIMULAÇÃO DO PROGRAMA
8. FAZER CORREÇÕES SE FOR O CASO

Operação em Máquina CNC

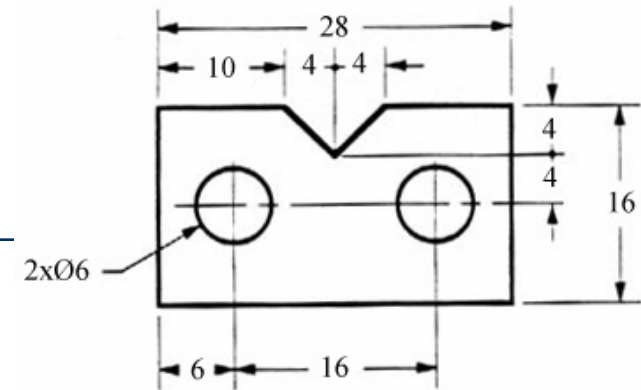
Comando  
Numérico



9. COLOCAR A 1ª PEÇA PARA FAZER O “TRY-OUT”
10. EXECUTAR O PROGRAMA BLOCO A BLOCO CONTROLANDO AS DIMENSÕES
11. FAZER AS CORREÇÕES QUE SEJAM NECESSÁRIAS
12. OBSERVAR PROBLEMAS DE VIBRAÇÃO, MAL ACABAMENTO, CAVACOS QUE NÃO QUEBRAM, DESGASTE EXCESSIVO DA FERRAMENTA, ETC.
13. ALTERAR AS CONDIÇÕES DE USINAGEM PARA EVITAR PROBLEMAS

Operação em Máquina CNC

Comando  
Numérico



14. INTRODUIZIR CORREÇÕES PARA COMPENSAR O DESGASTE DAS FERRAMENTAS
15. REBARBAR PEÇAS E PROTEGER COM ÓLEO (SE FOR O CASO)
16. INICIAR PRODUÇÃO CONTROLANDO CADA PEÇA DURANTE A USINAGEM DA PEÇA SEGUINTE
17. OBSERVAR O PROCESSO DE FABRICAÇÃO E SUGERIR MELHORIAS
18. CONSERVAR A MÁQUINA LUBRIFICADA

Operação em Máquina CNC

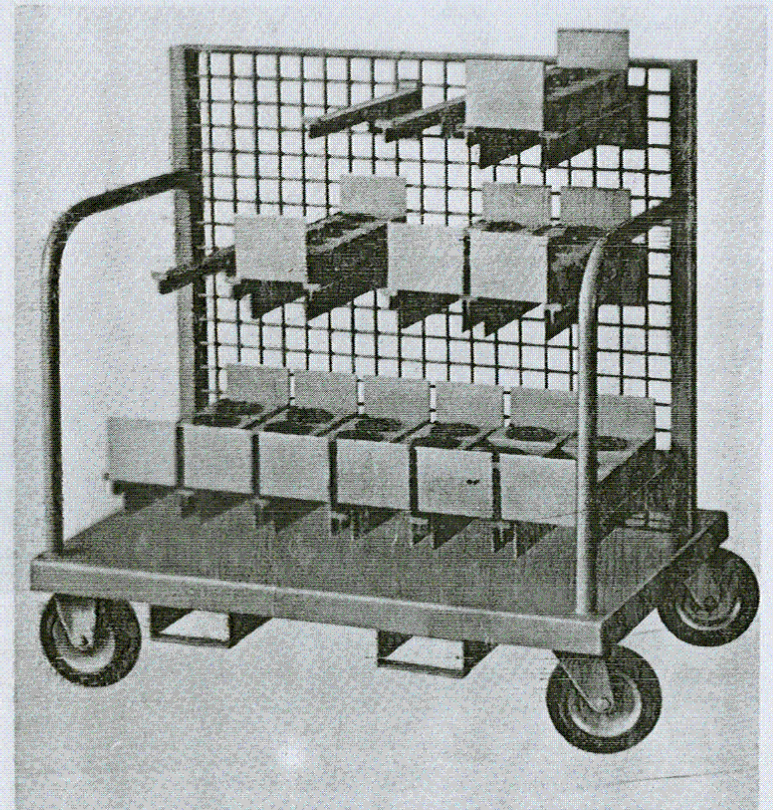
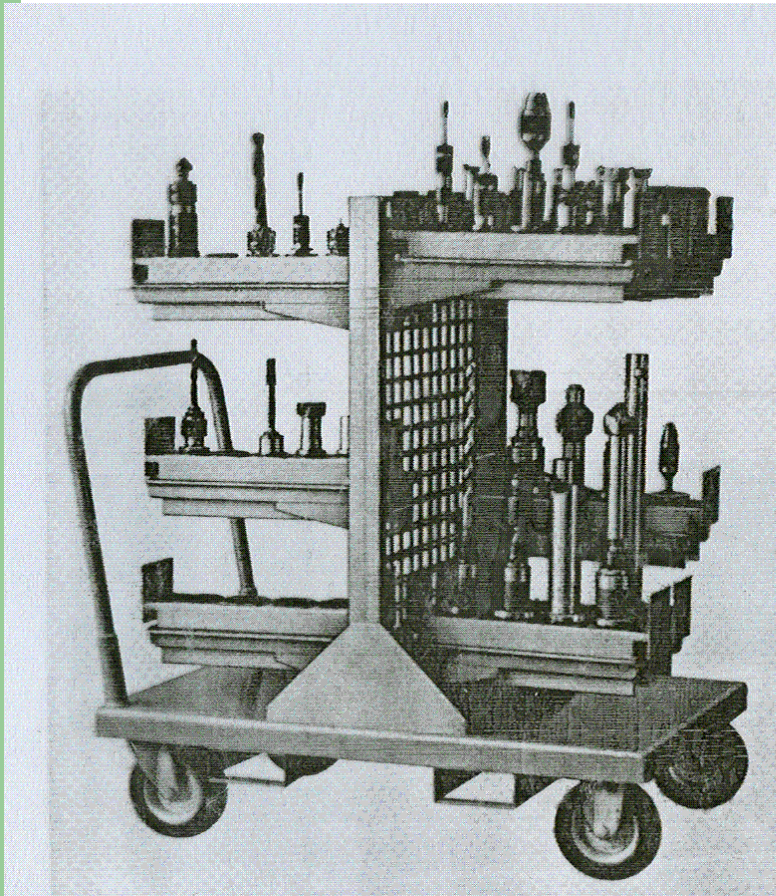
Comando  
Numérico



**Operação em Máquina CNC**

**Comando  
Numérico**





**Carro com Ferramentas Adjacente à Máquina CNC**

**Comando  
Numérico**