



# HARDWARE GRÁFICO

Adair Santa Catarina  
Curso de Ciência da Computação  
Unioeste – Campus de Cascavel – PR

Maio/2025

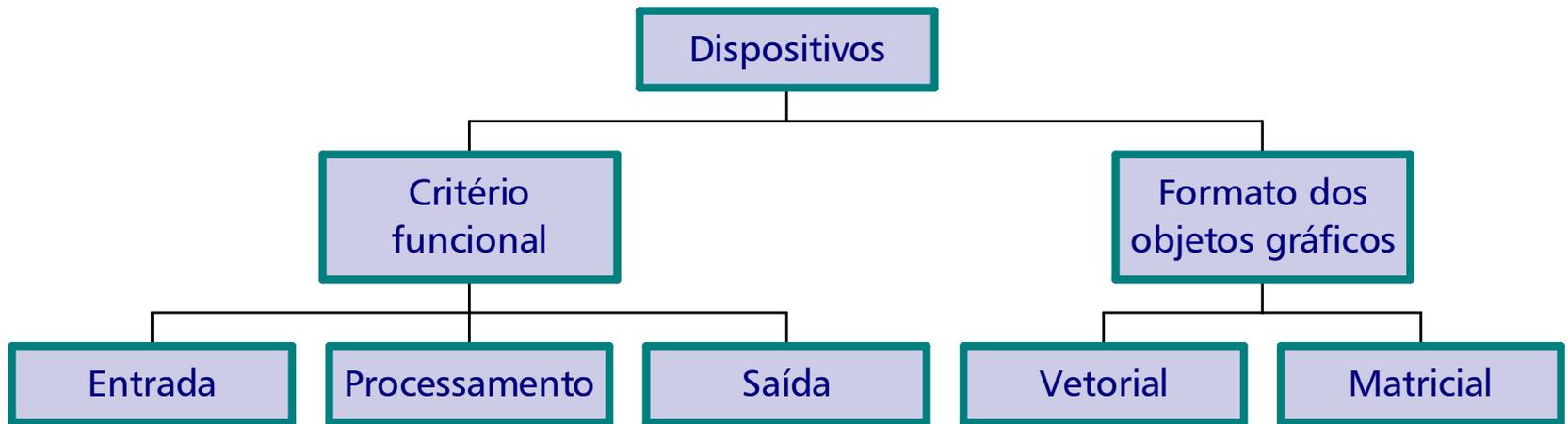


# Classificação dos dispositivos

- Os dispositivos gráficos são projetados para privilegiar um dos formatos:
  - Vetorial → especificação e manipulação dos modelos geométricos;
  - Matricial → exibição, processamento e análise de imagens;
  - Transformação (Vetorial → Matricial) = rasterização (hardware).
- Desenvolvimento do hardware ← influência de fatores técnicos, industriais, econômicos e o desenvolvimento das técnicas de CG;
- Custo da memória:
  - 1960 – 1970 → Vetoriais;
  - Atualmente → Matriciais.

# Critérios de classificação

Abstração das características operacionais visando a independência entre software e hardware



# Operação dos dispositivos gráficos



- Interativos:
  - Usuário participa ativamente do processo fechando o ciclo: entrada → processamento → saída;
  - Realizado em tempo real;
- Não-interativos:
  - Usuário participa passivamente;
  - Processos offline.



# Modelo de interação

- Classes lógicas de operação:
  - Implementam o conceito de dispositivo lógico;
  - Gera independência dos dispositivos físicos.
- **Keyboard:**
  - Entrada de valores textuais em cadeias de caracteres.
- **Locator:**
  - Entrada de valores vetoriais.
- **Valuator:**
  - Entrada de dados escalares; valores reais.
- **Buttons:**
  - Seleção de um ou mais objetos num conjunto discreto de opções.
- **Pick:**
  - Identificar um objeto numa coleção de objetos.



# Sistema de coordenadas do dispositivo

- Cada dispositivo gráfico possui um sistema de coordenadas associado, em relação ao qual os dados são referenciados.
- Podem ser:
  - Absolutos:
    - A posição é dada em relação a uma origem fixa;
    - Dispositivo de coordenadas absolutas.
  - Relativos:
    - As coordenadas de posição são referenciadas a partir do ponto corrente;
    - Dispositivo de coordenadas relativas.



# Equipamentos de entrada gráfica

## ■ Vetoriais:

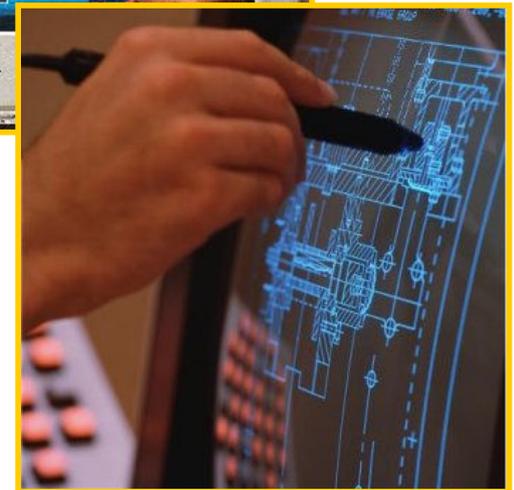
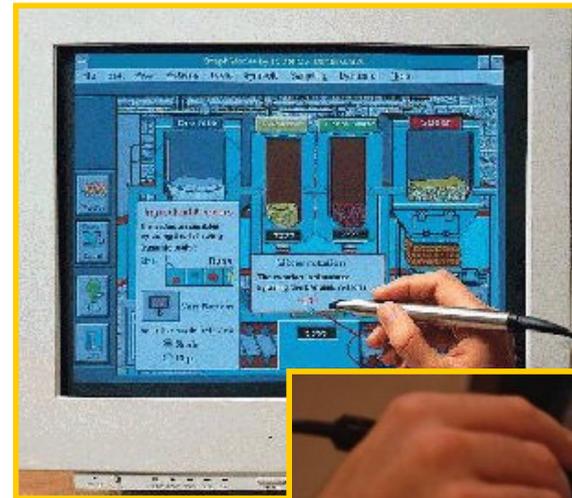
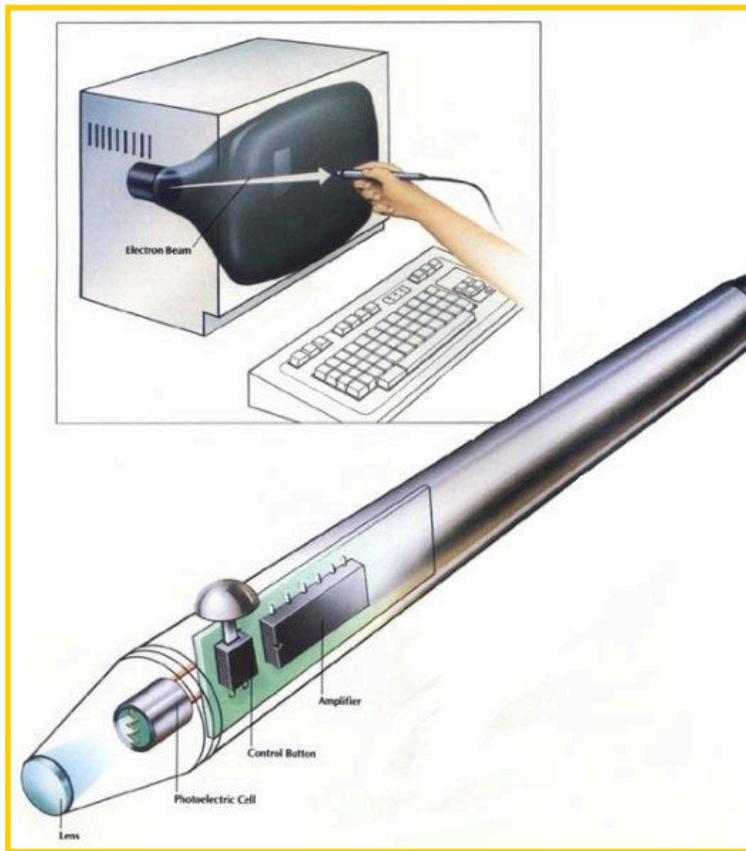
- São, em sua maioria, utilizados em estações gráficas interativas;
- Por exemplo, o mouse.

## ■ Matriciais:

- São tradicionalmente utilizados de modo não interativo, devido ao grande número de dados manipulados;
- Pela evolução dos equipamentos, há uma tendência de que esses dispositivos poderão ser utilizados em aplicações em tempo real.

# Dispositivos absolutos – Entrada vetorial

## Light Pen



# Dispositivos absolutos – Entrada vetorial

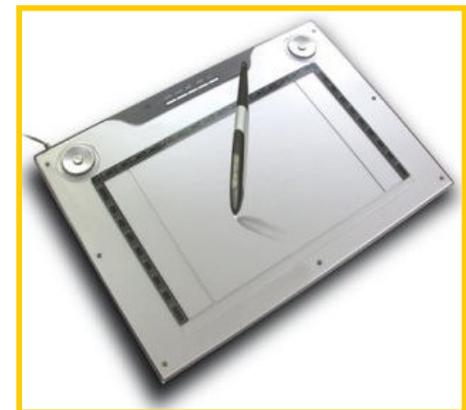
## Touch Panel





# Dispositivos absolutos – Entrada vetorial

## Tablet



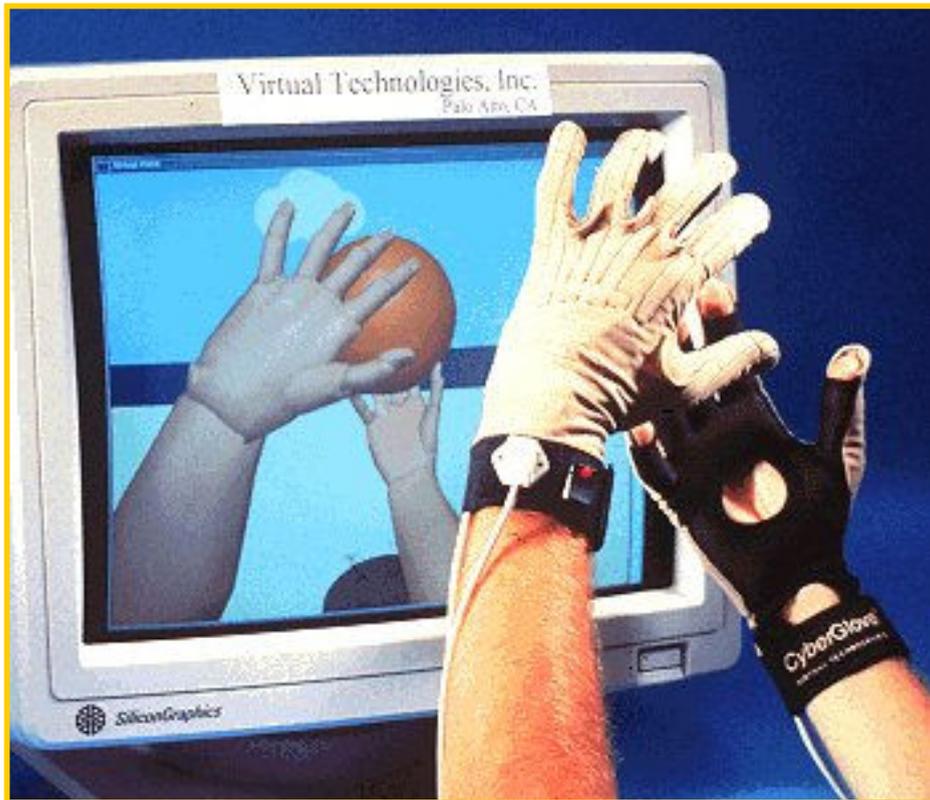
# Dispositivos absolutos – Entrada vetorial

## 3D Digitizer



# Dispositivos absolutos – Entrada vectorial

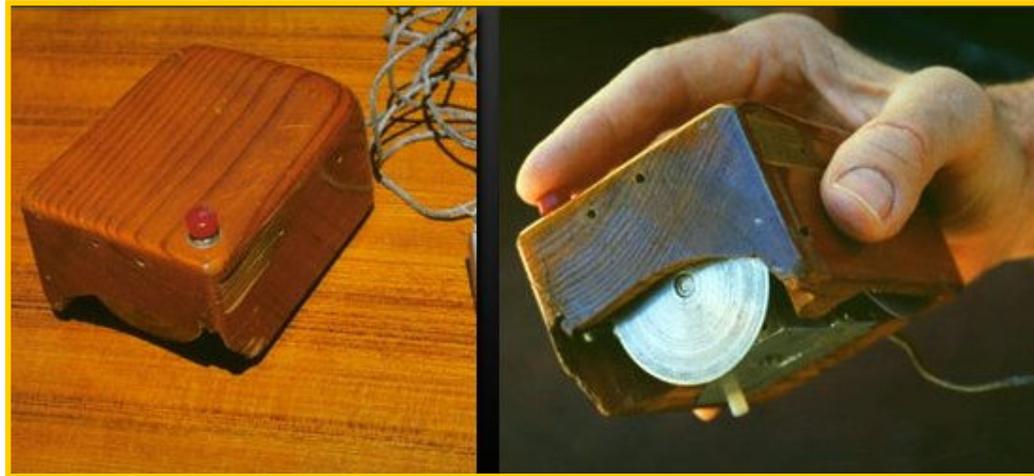
## Data Glove





# Dispositivos relativos – Entrada vetorial

## Mouse





# Dispositivos relativos – Entrada vetorial

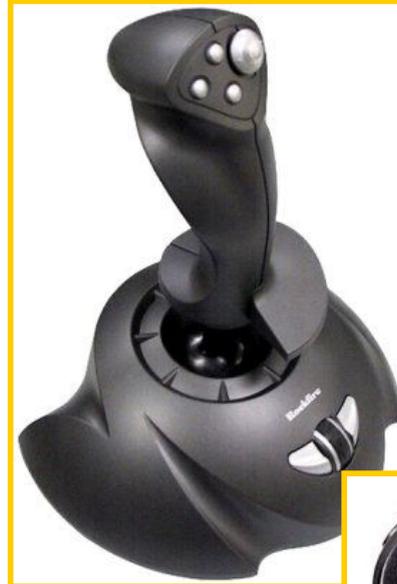
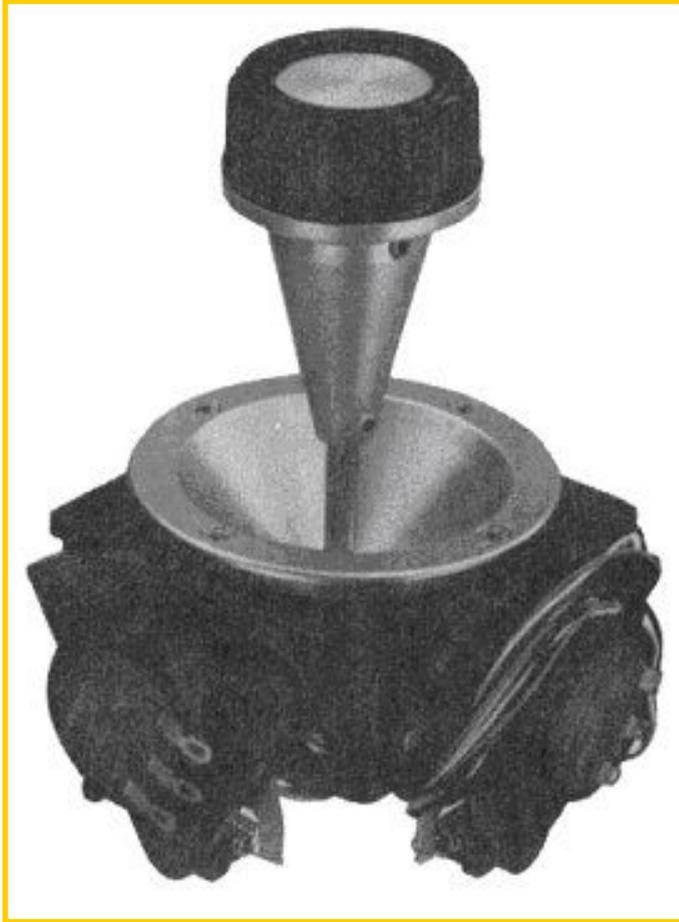
## Trackball





# Dispositivos relativos – Entrada vetorial

## Joystick





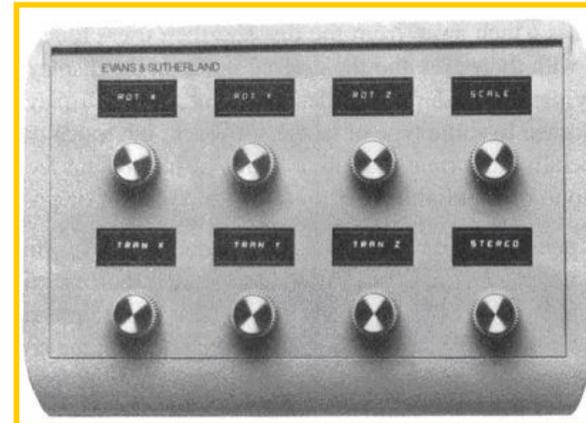
# Dispositivos relativos – Entrada vetorial

## Spaceball

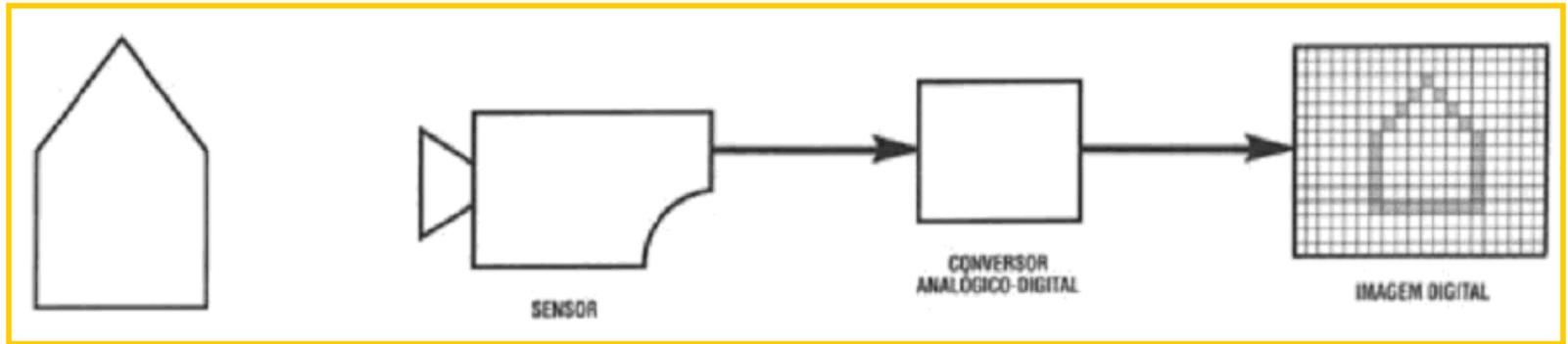


# Dispositivos relativos – Entrada vetorial

## Dials



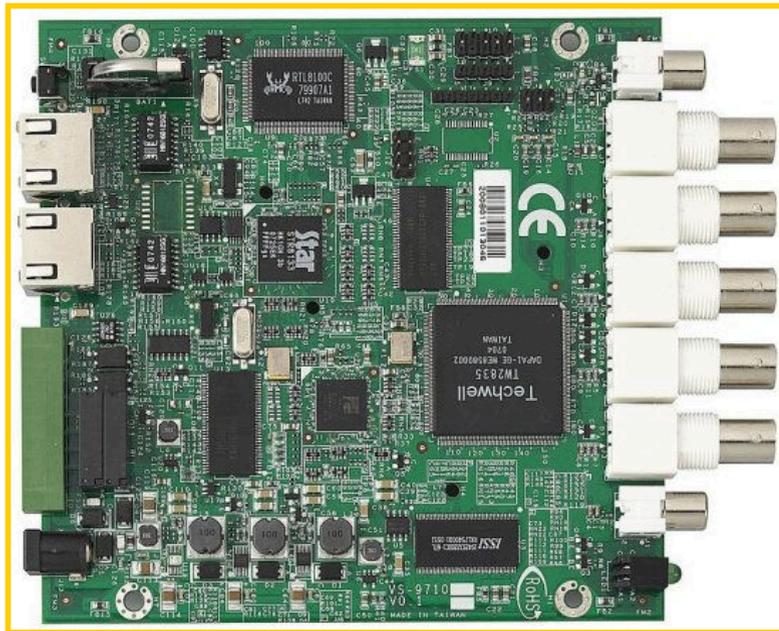
# Dispositivos de entrada matricial



- Consistem de um sensor que capta os sinais no espaço ambiente e um circuito analógico-digital que converte esses sinais analógicos para o formato matricial;
- Este processo chama-se **digitalização**.

# Dispositivos de entrada matricial

## Frame Grabber





# Dispositivos de entrada matricial

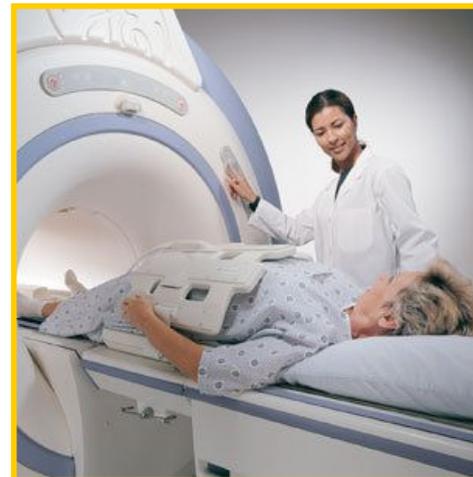
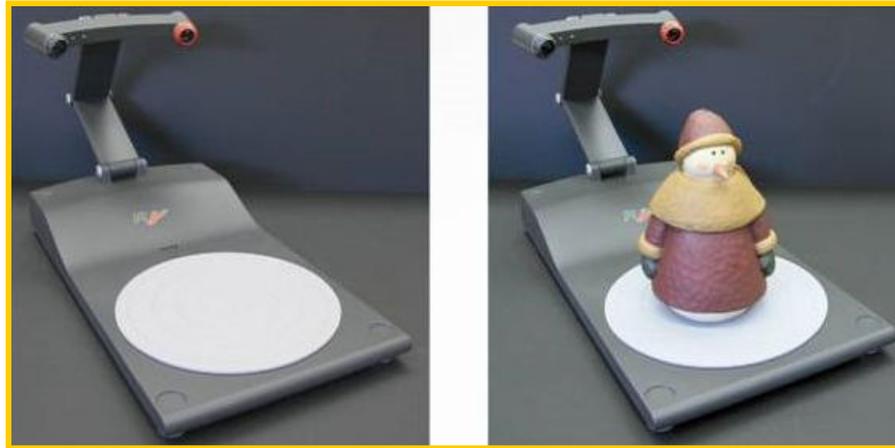
## Scanner





# Dispositivos de entrada matricial

## Depth scanner





## Equipamentos de saída gráfica

- Podem ser vetoriais ou matriciais;
- Monitores são os mais importantes e comuns;
- Monitores de vídeo:
  - CRT, Plasma, LCD e LED

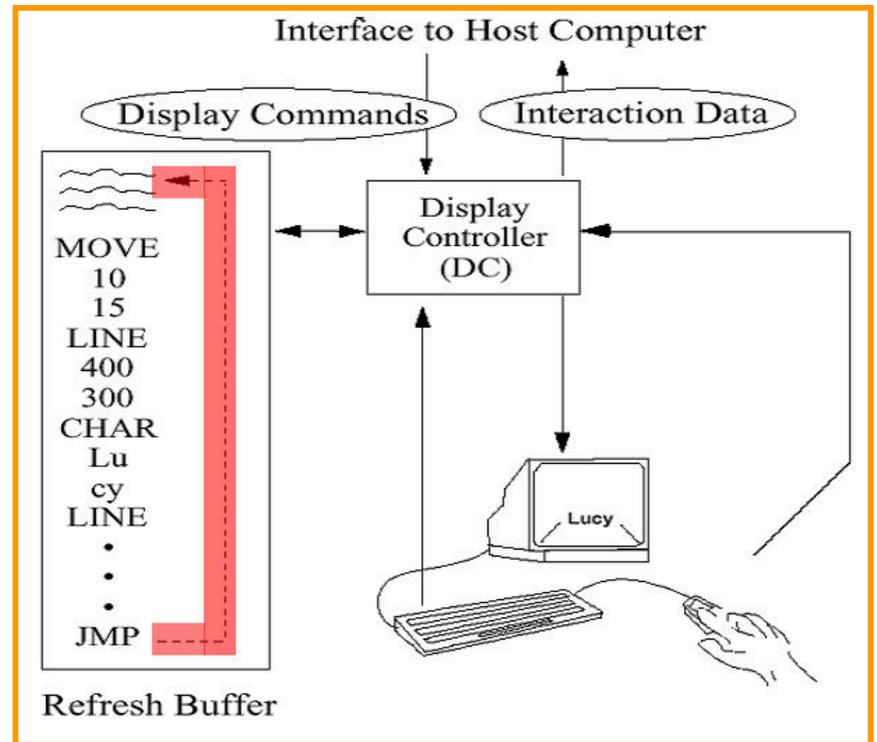
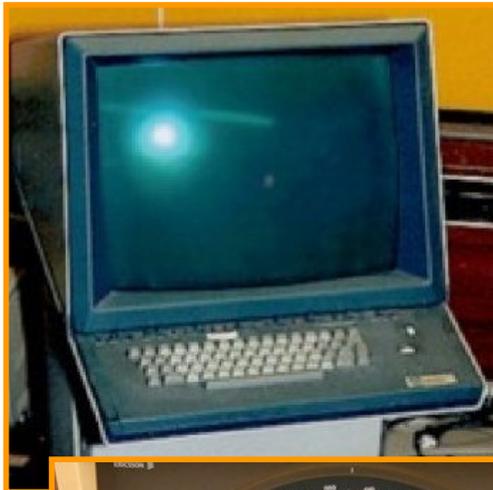


# Monitores de vídeo

- Dispositivos matriciais:
  - **Memória de exibição** = frame buffer → estrutura matricial;
  - Armazena dados que serão transformados pelo conversor digital-analógico em voltagens, que acionarão o canhão de elétrons.
- Dispositivos vetoriais:
  - **Display list**: instruções de desenho e coordenadas de tela dos objetos gráficos.

# Dispositivos de saída vetorial

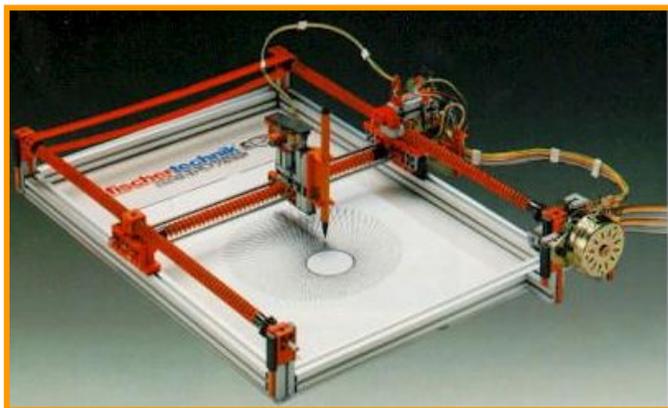
## Display Caligráfico





# Dispositivos de saída vetorial

## Plotadores



# Dispositivos de saída matricial

Display Raster, Plasma, LCD, LED



# Dispositivos de saída matricial

## Impressoras





# Dispositivos de saída matricial

## Film Recorder



# Dispositivos tridimensionais

## Display Estereoscópico



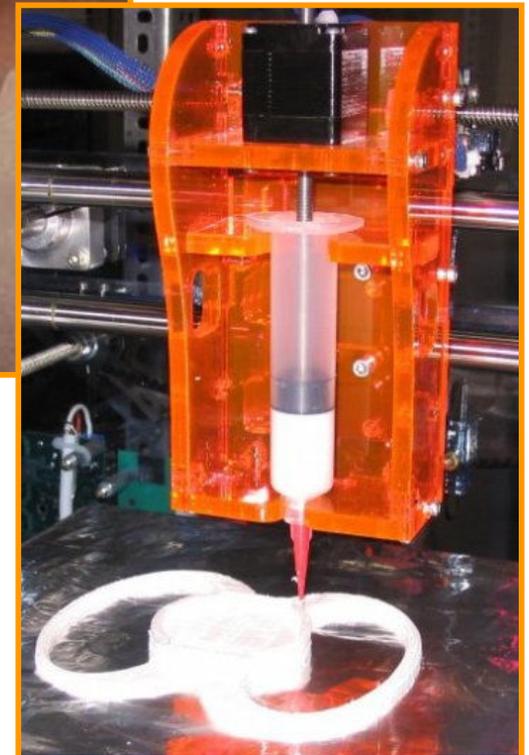


# Dispositivos tridimensionais

## Head Mounted Display



# Dispositivos de impressão 3D





# Máquinas-ferramentas de controle numérico





## Equipamentos de processamento gráfico

- A relação Funcionalidade x Acoplamento afeta o desenvolvimento de GPUs;
- Funcionalidade está relacionada com o grau de especialização das funções da GPU;
  - Processadores especializados são mais eficientes e caros;
- Acoplamento está relacionado com o canal de comunicação entre GPU e o sistema de computação:
  - Alto acoplamento proporciona acesso rápido aos dados, mas implica em grande interdependência;
  - Baixo acoplamento favorece a independência entre GPU e sistema, mas a comunicação fica restrita.

# Equipamentos de processamento gráfico

- Problema no desenvolvimento de GPUs:

**Como equilibrar a relação  
Funcionalidade x Acoplamento?**

- Uma GPU especializada necessita de comunicação em alta velocidade;
- Uma GPU mais geral executa mais processamento local, reduzindo comunicação.

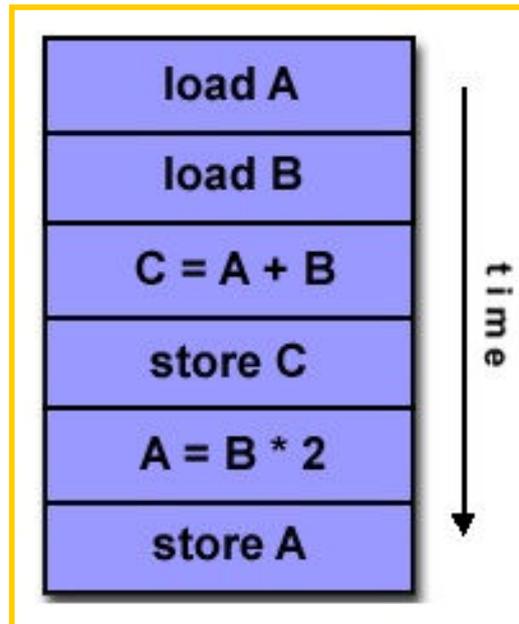
# Equipamentos de processamento gráfico

## ■ Historicamente:

- Primeiros adaptadores gráficos eram simples e específicos. O processamento era realizado na CPU;
- Estes adaptadores evoluíram e cada vez mais ganharam funcionalidades → Maior especialização;
- Até que passaram a realizar processamento local (GPUs programáveis = processador de uso geral);
- Para continuar a evolução das GPUs retornou-se à especialização → **“Roda da reencarnação”**.
- Atualmente temos GPU altamente especializadas, com características de processadores de uso geral.

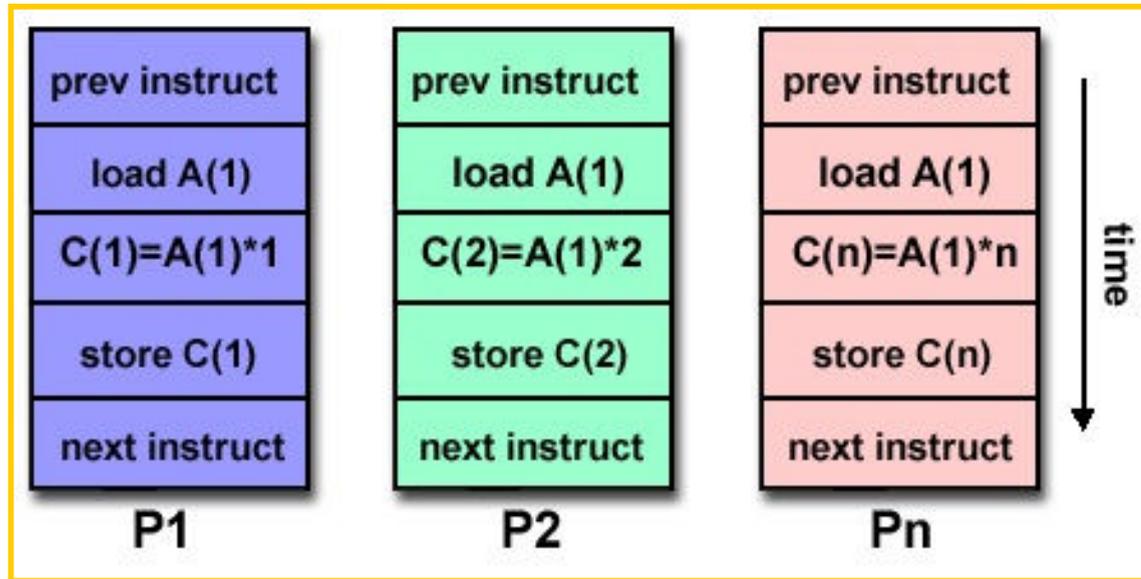
# Dispositivos de processamento vetorial

- Destinam-se ao processamento de modelos geométricos. Podem ser SISD ou MISD;
  - SISD (Single instruction, single data stream):
    - Uniprocessadores para processamento de dados geométricos, como multiplicação de matrizes por vetores.



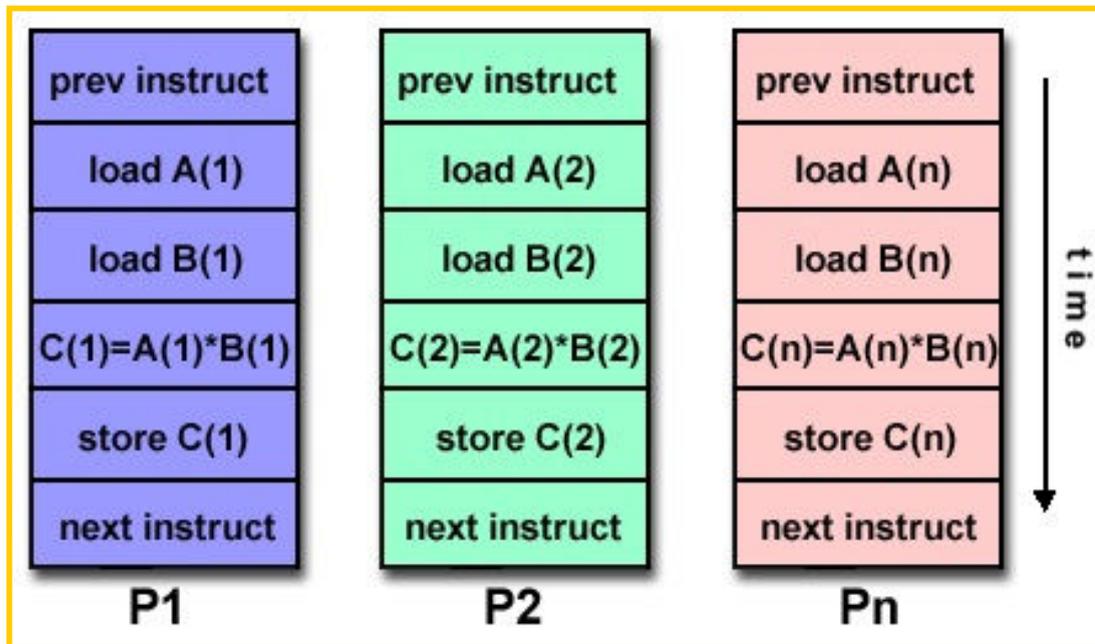
# Dispositivos de processamento vetorial

- MISD (Multiple instruction, single data stream):
  - Pipelines compostas por vários processadores sequenciais;
  - O processamento é dividido em etapas, sendo realizadas por processadores especializados em classes de operações gráficas.



# Dispositivos de processamento matricial

- Equipamentos multiprocessadores utilizados no processamento de imagens, para rasterização e outros algoritmos paralelizáveis. Podem ser SIMD ou MIMD;
  - SIMD (Single instruction, multiple data stream):
    - Realiza a mesma operação em vários elementos simultaneamente.



# Dispositivos de processamento matricial

- MIMD (Multiple instruction, multiple data stream):
  - São processadores paralelos que se comunicam entre si;
  - A maneira como estão interligados define uma topologia de rede e, conseqüentemente, o fluxo de dados.

