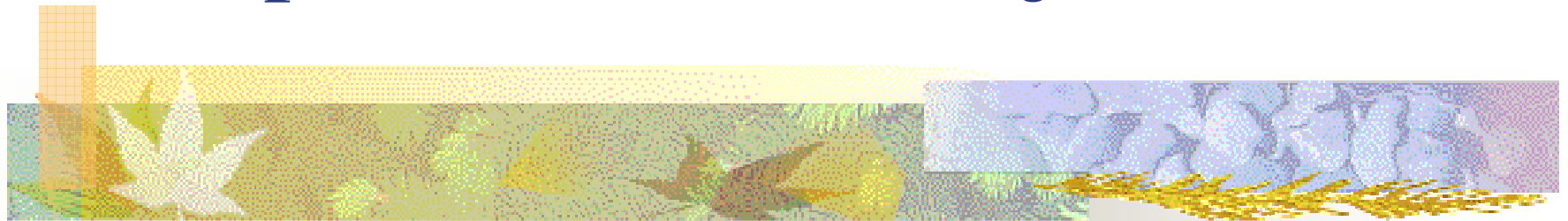


# Dispositivos de Exibição



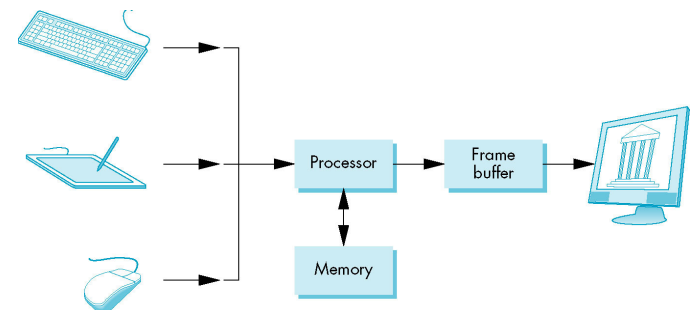
M. Cristina F. de Oliveira

Rosane Minghim

Fernando V. Paulovich

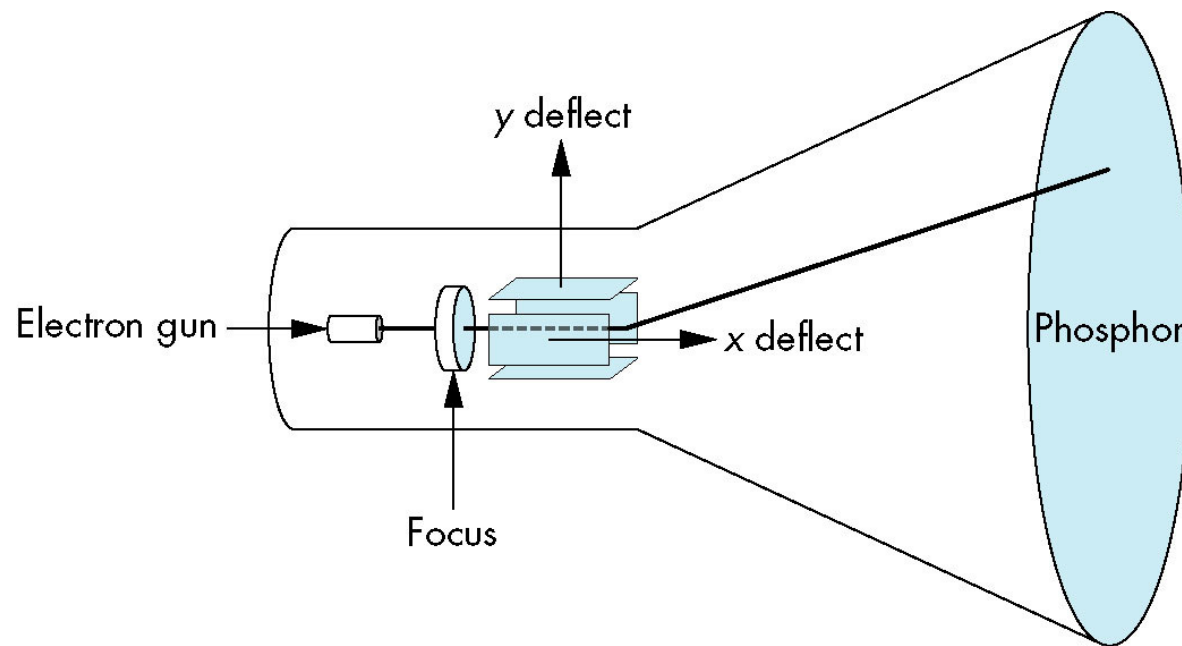
# Sistema Gráfico

- É um sistema de computação
  - Processador
  - Memória
  - *Frame buffer*
  - Dispositivos de saída
  - Dispositivos de entrada

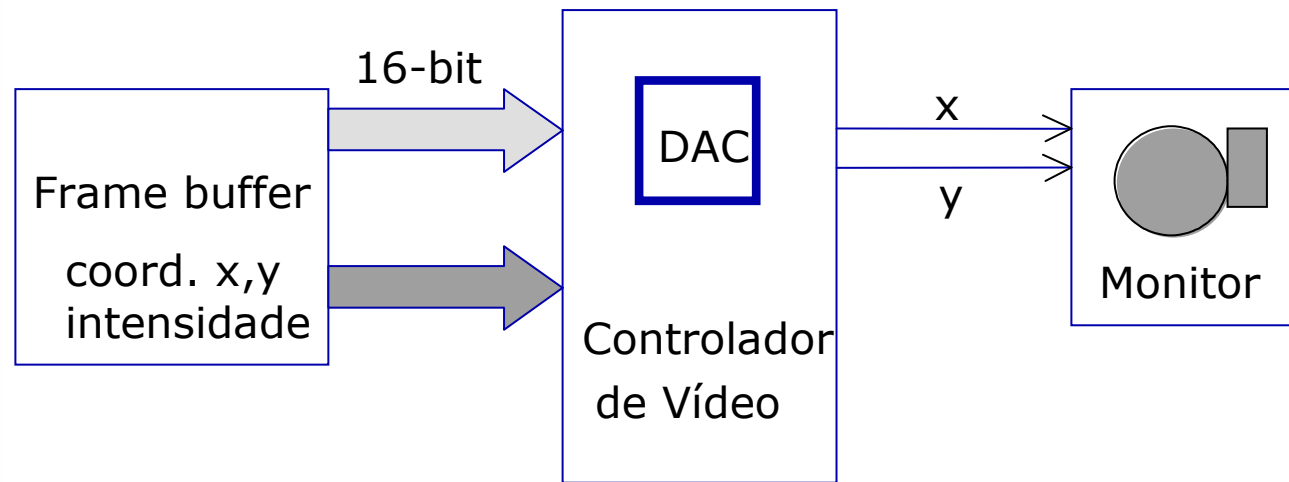




# Monitor de Vídeo

- Tecnologia 'tradicional' é o CRT (*Cathode Ray Tube*)



# Conversão Digital-Analógica para exibição no CRT



-  barramento de controle
-  barramento de dados



# Computação Gráfica: Dispositivos de Exibição

- Natureza Analógica

- gráficos vetoriais  
(“vector graphics” )

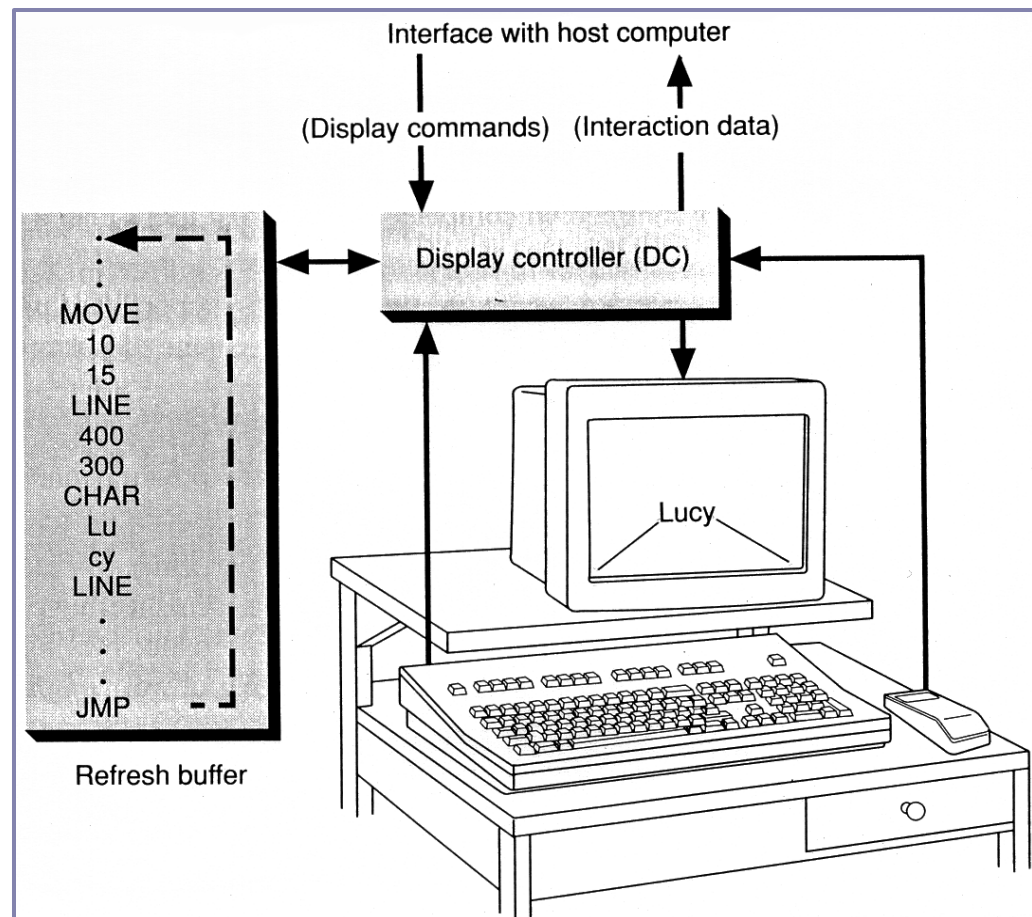
- imagens formadas por segmentos de reta
- geradas a partir de “display files”

- Natureza Digital

- gráficos matriciais  
(“raster graphics”)

- imagens formadas pelo preenchimento de matriz de “pixels”
- geradas a partir de “frame-buffers”

# Arquitetura de Dispositivo de Exibição Vetorial





# Geração da Imagem em Dispositivo Vetorial

- Descrição da cena mantida em arquivo denominado “display file”
- Controlador de vídeo interpreta comandos especificados no *display file*
- Comandos primitivos:
  - posiciona no ponto (x,y)
  - traça linha da posição corrente até o ponto (x,y)



# Dispositivos Vetoriais: Características

- Representação, manipulação e *display* da cena baseadas na representação geométrica dos objetos (mantida na *display list*)
- Restauração da tela é feita retracando os vetores que definem os objetos (varredura por **rastreio aleatório**)





# Dispositivos Vetoriais: Vantagens

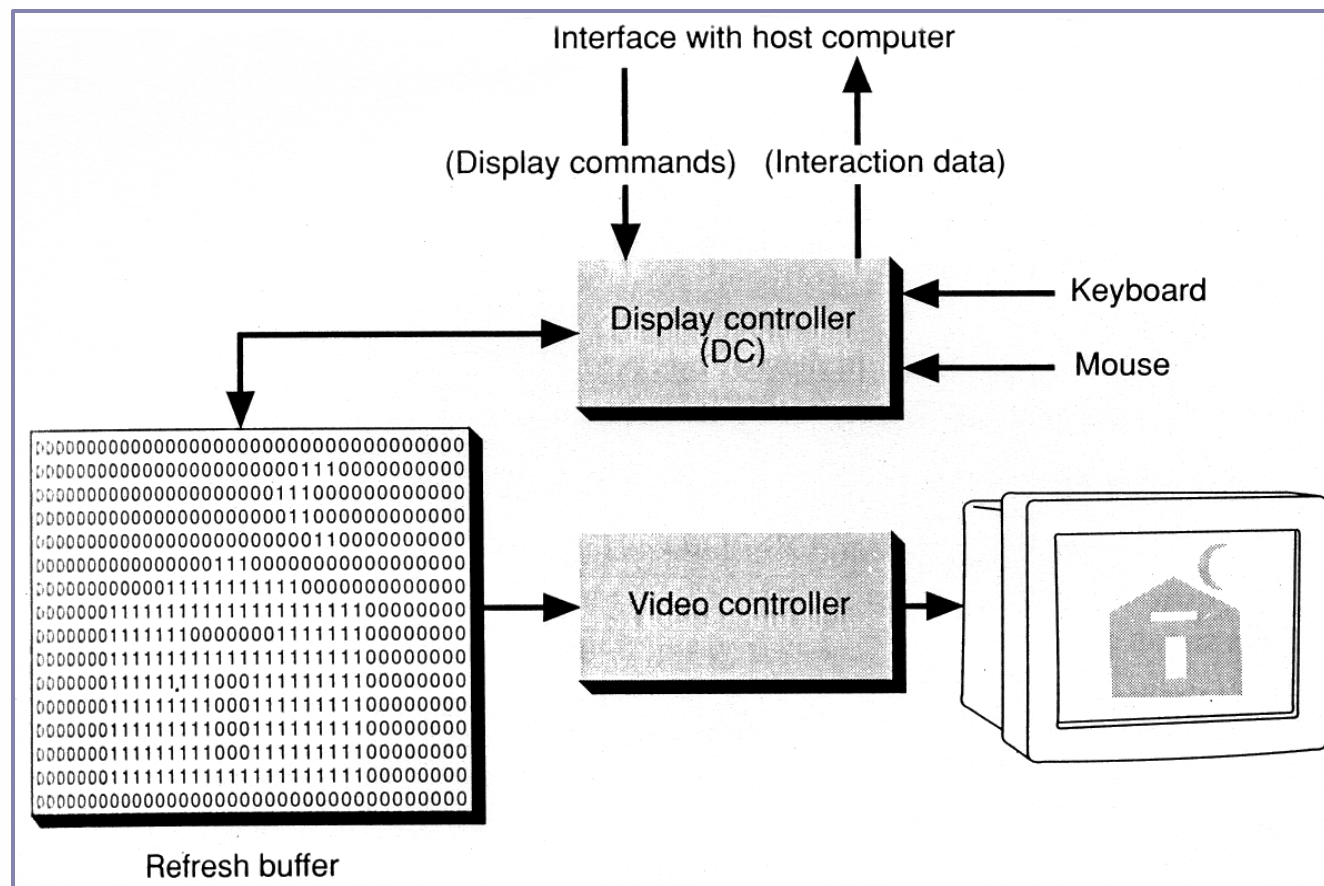
- Operações podem ser aplicadas diretamente sobre objetos
- Transformações podem ser aplicadas apenas aos pontos extremos
- Pouca memória mesmo para cenas complexas
- Ausência de *aliasing*



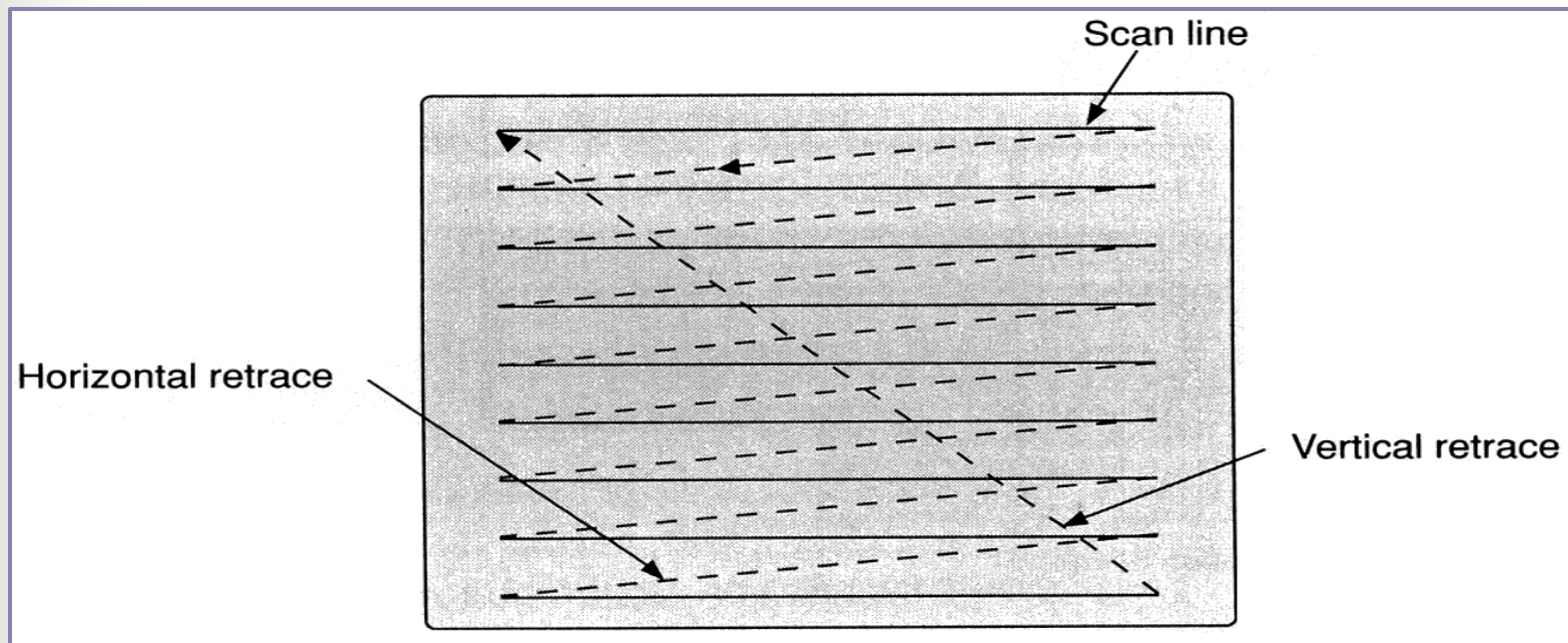
# Dispositivos Vetoriais: Desvantagens

- Difícil preencher interiores dos objetos
- “Flicker” em imagens complexas
- Restauração da tela depende da complexidade da cena
- Alto custo
- Tecnologia ultrapassada (há muito tempo)

# Arquitetura de Dispositivo de Exibição Matricial



# Varredura por Rastreio Fixo



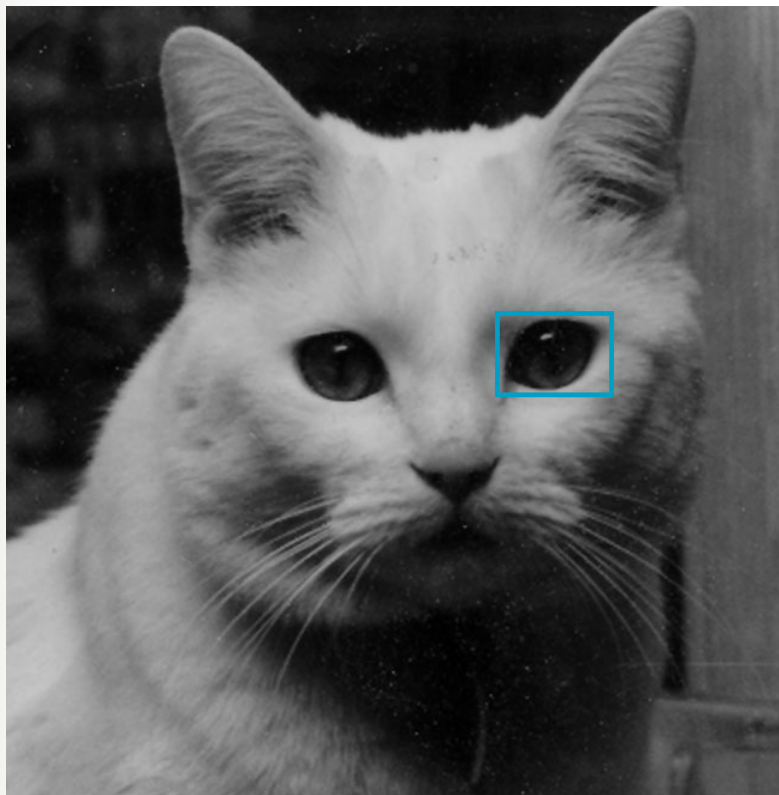
- Não-entrelaçado: linha por linha (50-85Hz)
- Entrelaçado: linhas pares e ímpares (60Hz)



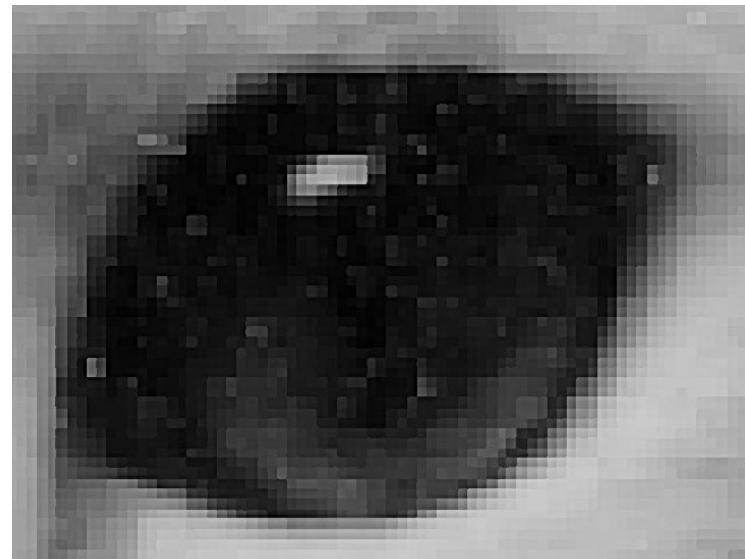
# Geração da Imagem em Dispositivo Matricial

- Descrição da cena mantida no *frame-buffer*, que contém uma posição associada a cada pixel da tela
- Para cada pixel, o valor armazenado na posição correspondente define a intensidade (ou cor) com que o pixel será traçado
- Todos os objetos são pixels

# Pixels

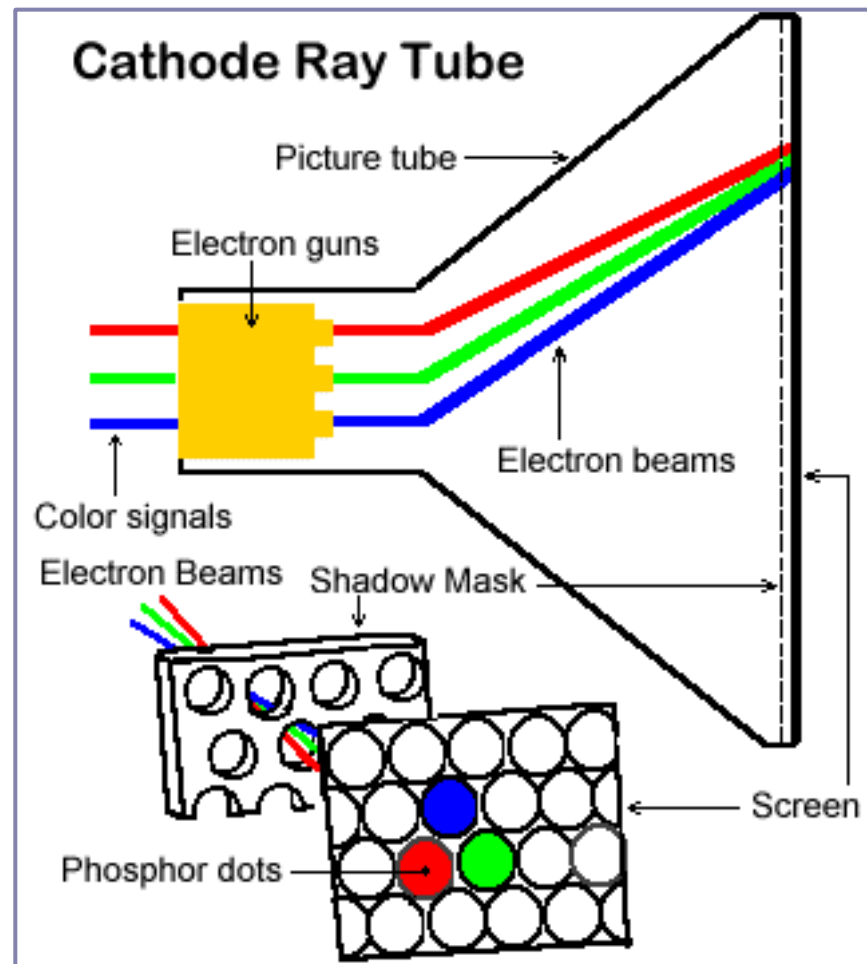


Cada pixel corresponde a uma pequena área da imagem – armazenados no frame buffer





# Estrutura de um CRT Colorido





# Estrutura de um CRT Colorido

- Intensidade dos feixes determina a cor do pixel
- Ex.:
  - pixel com 3 bits (pixel depth = 3, ou bit planes = 3) permite representar 8 cores distintas
  - pixel depth =  $d \Rightarrow 2^d$  cores distintas

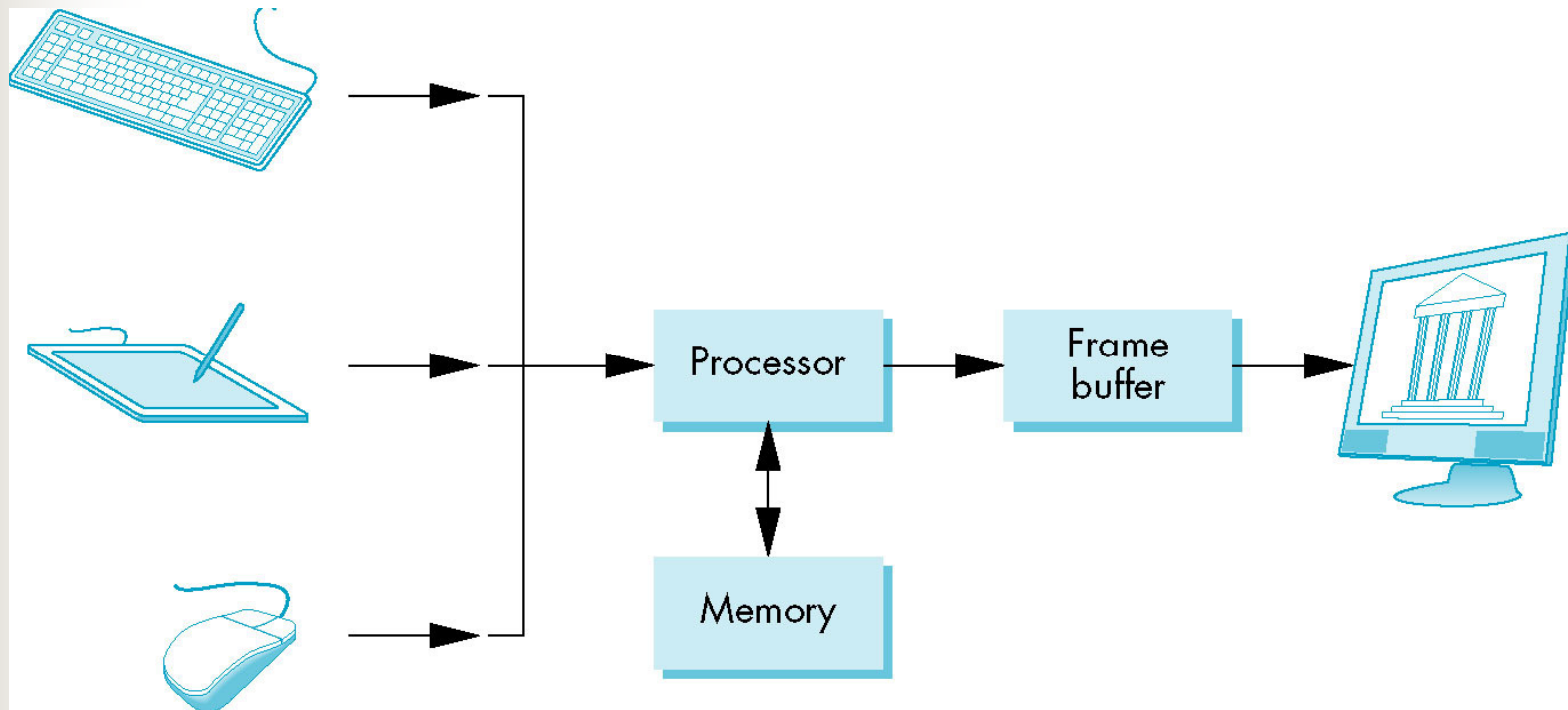




# Cores RGB em 3 bits

<i>Valores</i>			<i>Valor Binário</i>	<i>COR</i>
<i>R</i>	<i>G</i>	<i>B</i>		
0	0	0	0	<b>BLACK</b>
0	0	1	1	<b>BLUE</b>
0	1	0	2	<b>GREEN</b>
0	1	1	3	<b>CYAN</b>
1	0	0	4	<b>RED</b>
1	0	1	5	<b>MAGENTA</b>
1	1	0	6	<b>YELLOW</b>
1	1	1	7	WHITE

# Sistema Gráfico Matricial (*Raster*)





# Frame Buffer

- Resolução: número de pixels
- Implementado c/ memória VRAM/DRAM
  - *Video random-access memory*
  - *Dynamic random-access memory*
  - Acesso rápido para re-exibição e restauro
- f.b. pode armazenar outras informações além da cor do pixel
  - múltiplas camadas, ou múltiplos *buffers*



# Frame Buffer

- Profundidade do f.b. (*depth*):
  - Número de bits p/ cada pixel, determina o número de cores que o sistema consegue exibir
    - 1 bit = 2 cores; 8 bit-deep =  $2^8 = 256$  cores
    - 24 bit =  $2^{24}$  = sistema *true color*
  - Sistema RGB: grupos de bits associados a cada uma de 3 cores primárias: *Red*, *Green*, *Blue*



# Frame Buffer

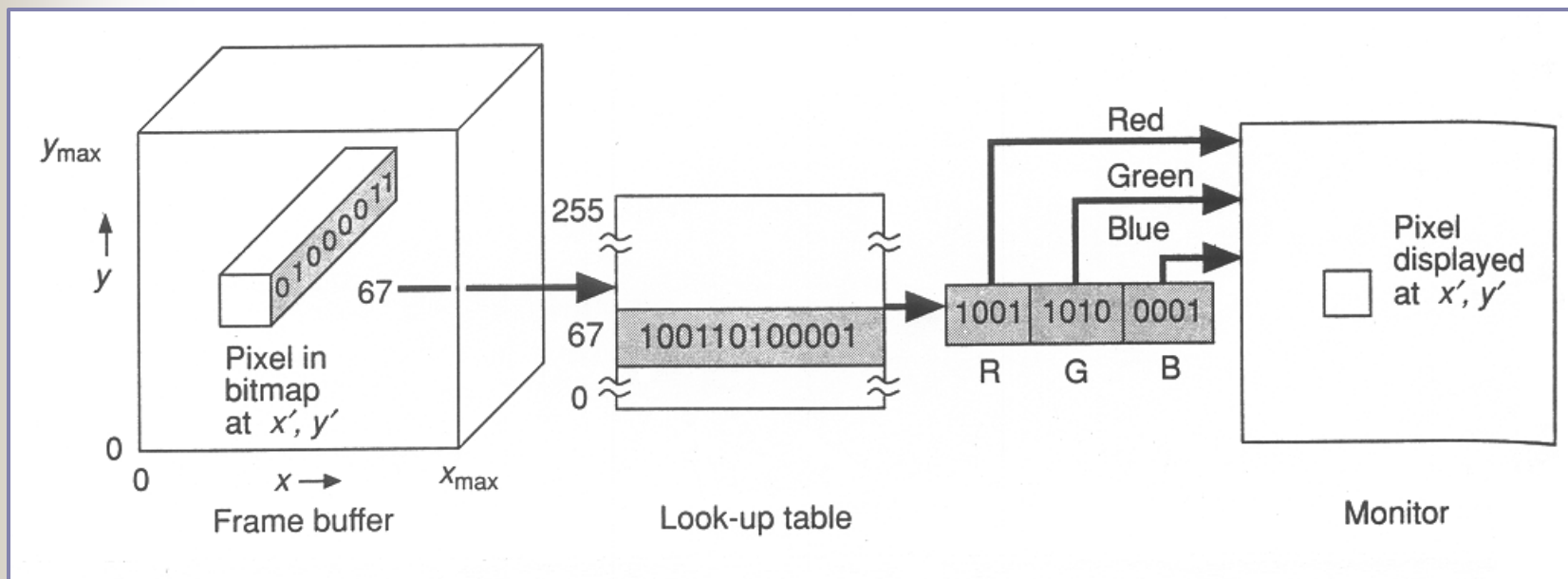
- Sistemas em geral têm processador gráfico dedicado
  - recebem da aplicação especificações de primitivas gráficas e determinam como traça-las na tela
    - Quais pixels devem receber valores de maneira a aproximar as primitivas
    - Processo de 'rasterização', ou conversão matricial
  - Sistemas sofisticados podem ter vários processadores dedicados para funções gráficas específicas



# Frame Buffer

- “*Pixel Depth*” = “*Bit Planes*” (profundidade)
- $depth = d \rightarrow 2^d$  cores possíveis (reais)
- *Palette Range*: Número total de cores que podem ser mostradas simultaneamente, se o valor do pixel for usado como índice para uma tabela de cores
- *Clut: Color Lookup Table*
- $2^d$  “Palettes” possíveis

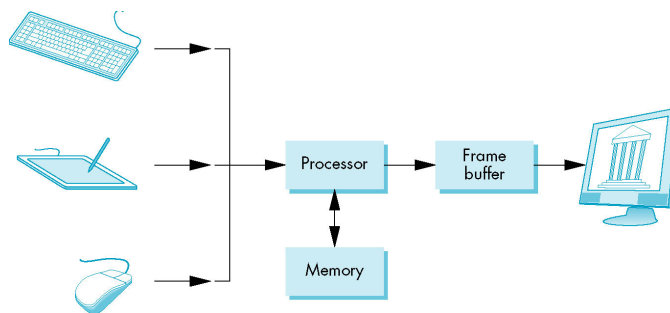
# Video Look-up Table




- Define a paleta de cores
  - Nesse exemplo uma paleta contém 256 cores das 4096 possíveis

# Processador

- O processador é responsável por transformar as primitivas gráficas (linhas, círculos, polígonos, etc.) em pixels no f.b.
  - Essa conversão é conhecida como **rasterization** ou **scan conversion**







# Outras características dos monitores

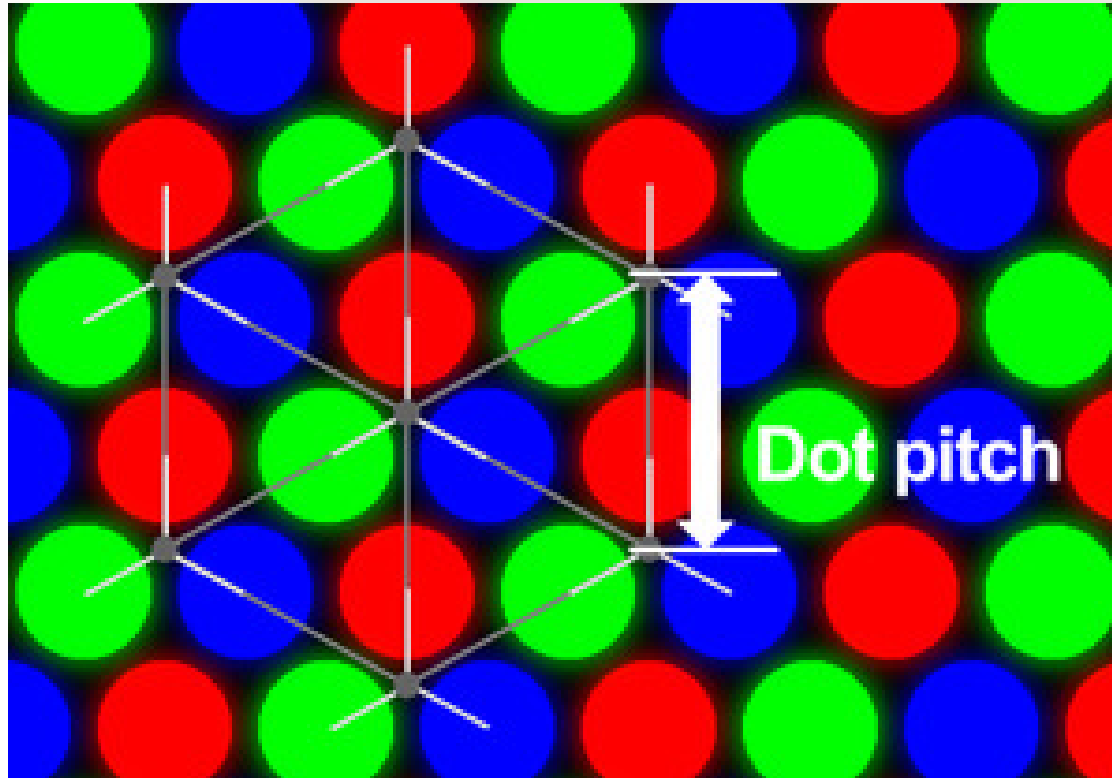
- O que diferencia os inúmeros modelos a venda?
  - Tamanho, *dot pitch*, resolução, taxa de restauro
  
- Tamanho
  - Entre 12 e 27 polegadas (14, 15, 17, 20, 27, ...), ou +
  - Medida da diagonal da área da tela
  - Em geral, tamanhos maiores implicam também em resoluções e taxas de restauro maiores, e
  - Custos maiores



# Outras características

## ■ *Dot pitch*

- Tamanho dos pontos que compõem a tela
- 1 pitch = conj. de 3 'dots' (R,G,B)
- Medidas comuns: 0,29mm<sup>2</sup>, ou 0,22, 0,19... 0,40, 0.80
- Em geral, valores menores indicam melhor qualidade de imagem (nitidez), mas é uma medida que tem pouco significado sozinha
- A densidade é mais importante...



Color displays express dot pitch as a measure of the size of a triad plus the distance between the triads.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Dot\\_pitch](http://en.wikipedia.org/wiki/Dot_pitch)



# Outras características

## ■ Resolução

- Resoluções típicas: 1.280 x 1.024 (17 pol), 1.600 x 1.200 (20 pol)
- Taxa de restauro ('refresh rate')
  - Taxas típicas: > 75 Hz (capaz de atualizar a imagem pelo menos 75 vezes por segundo)
  - Taxas baixas causam o efeito de 'flickering', ou cintilação: desconfortável e prejudicial aos olhos
  - Taxa de restauro e resolução são relacionadas!



# Tempo de Restauro

## ■ Sistema hipotético simples

- 1 acesso (à memória)/pixel, resolução 640 x 480, taxa de restauro 60 ciclos/s (60 Hz)
- tempo necessário para recuperar 1 pixel:  
$$1/(640*480*60) = 54\text{ns}$$
  - sem considerar tempos de horizontal retrace ( $\sim 7\mu\text{s}$ ) e vertical retrace ( $\sim 1.250\mu\text{s}$ )
- dual ported video RAM  $\sim 20\text{ns}$
- (regular RAM de 50 ns é comum)
- Em geral, recupera vários (p.ex., 16) pixels/ciclo
- Restauro entrelaçado



# Dispositivos Matriciais: Características

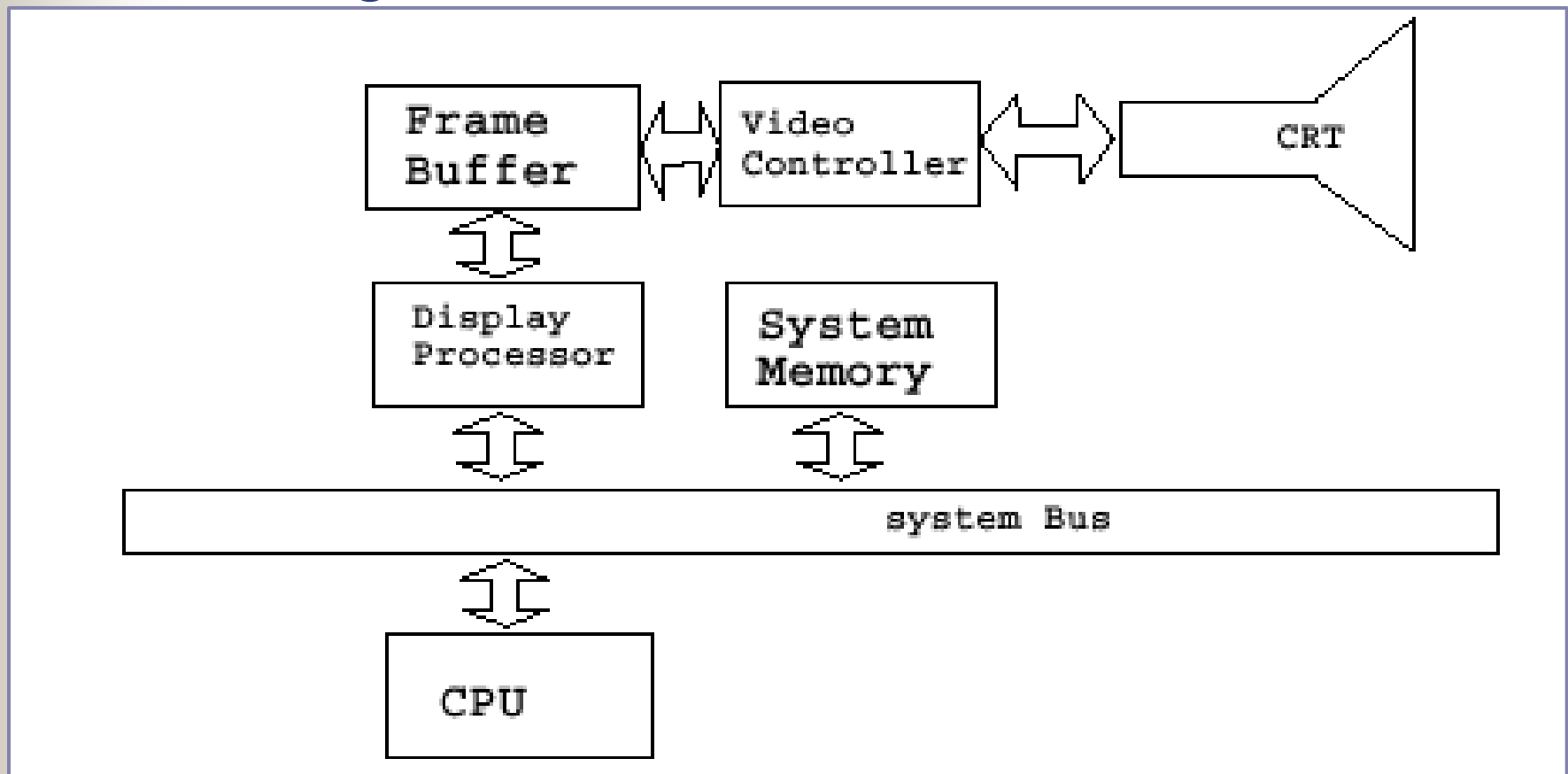
- Representação, manipulação e exibição da cena é feita a partir do *frame-buffer*
  - contém representação matricial discreta da cena
- Gerar imagem a partir da descrição geométrica da cena requer um processo de conversão matricial
  - *Scan conversion*
  - Transforma descrição geométrica em matriz de pixels



# A placa gráfica

- Hardware responsável por receber os comandos de desenho do processador, e controlar o monitor de vídeo
  - **Drawing ‘front end’** (*drawing engine*): recebe os comandos do processador que definem que pixels estão sendo traçados, e com que valor. Pixels são traçados ‘escrevendo’ no bitmap (*frame buffer*)
  - **Video back-end**: responsável por interpretar os valores contidos no bitmap, mapeando-os em suas respectivas cores e gerando os sinais que controlam o monitor de vídeo de maneira que as cores possam ser exibidas (isso é feito a cada restauro)

# Arquitetura de Dispositivo de Exibição Matricial



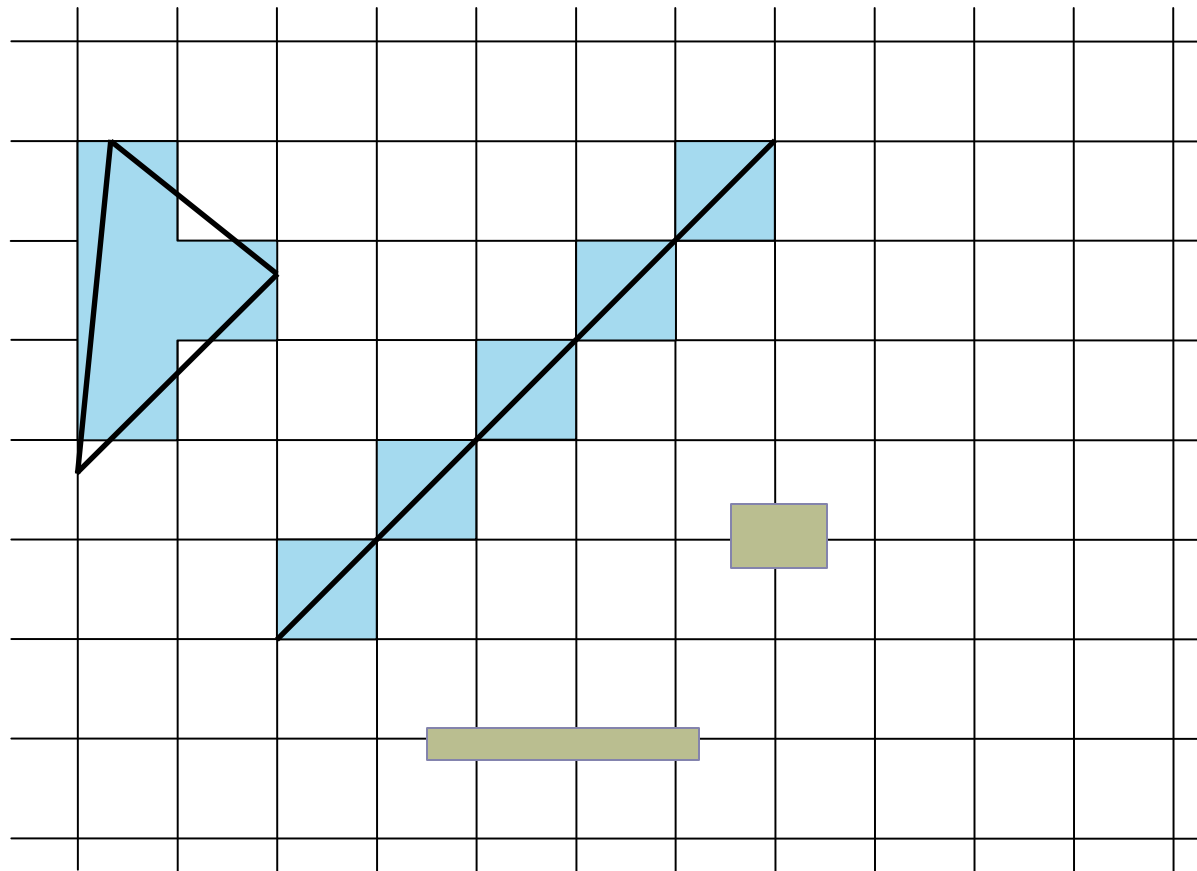




# Dispositivos Matriciais: Características

- Possível discretizar (ou digitalizar) imagens obtidas por processos físicos (amostragem + quantização)
- Ambos os processos, conversão matricial e digitalização, resultam em imagens digitais que exibem o fenômeno de *aliasing*
- Veja em <http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/aliasing/alias2a.htm>

# Aliasing





# Dispositivos Matriciais:

## Vantagens

- Adequados para monitores coloridos
- Capacidade de integrar imagens digitalizadas e sintetizadas
- Baixo custo
- Processo de restauração independe da complexidade da cena (rastreo fixo)
- Possibilidade de preenchimento de interiores com cores ou padrões
- Permitem operações sobre blocos de pixels

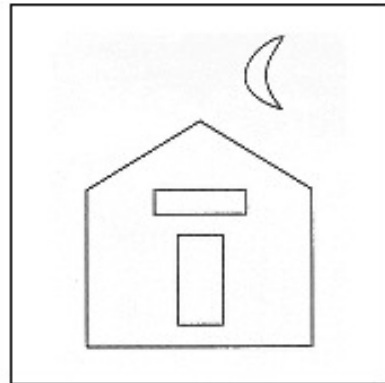


# Dispositivos Matriciais:

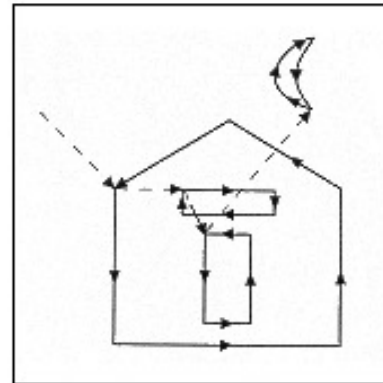
## Desvantagens

- Imagens digitais: gerar cena requer conversão matricial ou digitalização
- Imagens digitais: exibem *aliasing*
- Transformações não são aplicáveis apenas transformando os pontos extremos dos objetos da cena
- Requer muita memória e capacidade de processamento

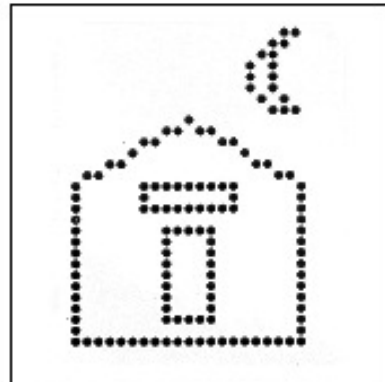
# Imagem Vetorial x Imagem Matricial



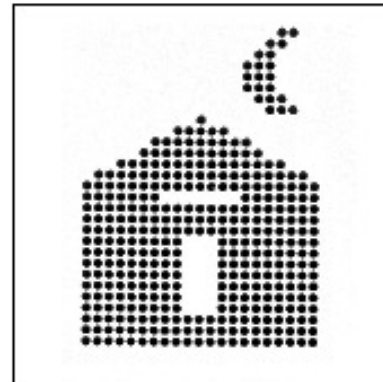
(a) Ideal line drawing



(b) Vector scan



(c) Raster scan with outline primitives



(d) Raster scan with filled primitives



# Outras Tecnologias de Exibição

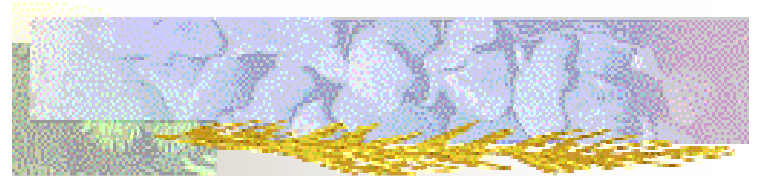
## ■ *Displays* planos

- Volume, peso e consumo de energia reduzidos
- Espessura mínima e possibilidade de escrever na superfície
- Duas categorias
  - Emissivos – convertem energia elétrica em luz
    - Painéis de plasma, displays finos de filmes eletroluminescentes, diodos emissores de luz...
  - Não-Emissivos – usam efeitos óticos para converter luz natural em padrões gráficos
    - LCD – *liquid crystal displays*

# LCD – Cristal Líquido



© 2000 How Stuff Works



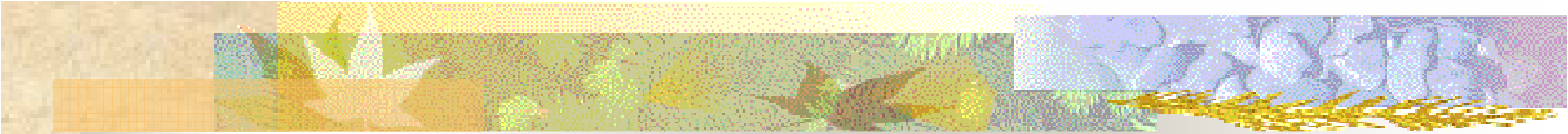
Tipicamente usados em dispositivos portáteis, atualmente também em modelos *desktop*



# O que é Cristal Líquido

- Moléculas de materiais sólidos mantêm suas orientações e posições fixas em relação às outras moléculas
- Moléculas de materiais líquidos podem mudar suas orientações e se movimentarem livremente
- Moléculas dos *Cristais Líquidos* podem se movimentar, mas tendem a manter as suas orientações
  - misturam características de sólidos e líquidos...
  - apesar de originalmente transparentes, a orientação das moléculas pode ser alterada por um campo elétrico, o que as faz assumir diferentes tonalidades de acordo com a intensidade do campo





# Propriedades que permitem a construção de um LCD

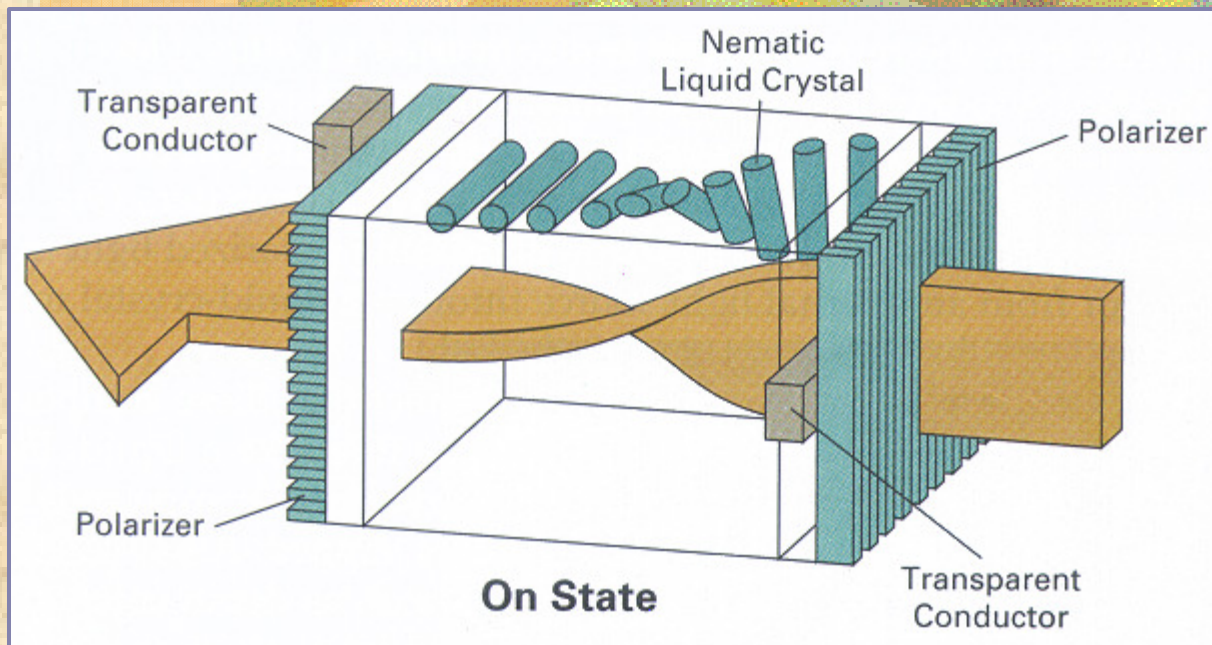
- 1) A luz pode ser polarizada
- 2) Cristais líquidos podem transmitir e mudar a luz polarizada
- 3) A estrutura do cristal líquido pode ser mudada por corrente elétrica
- 4) Existem substâncias transparentes que podem conduzir eletricidade



# Tecnologia LCD

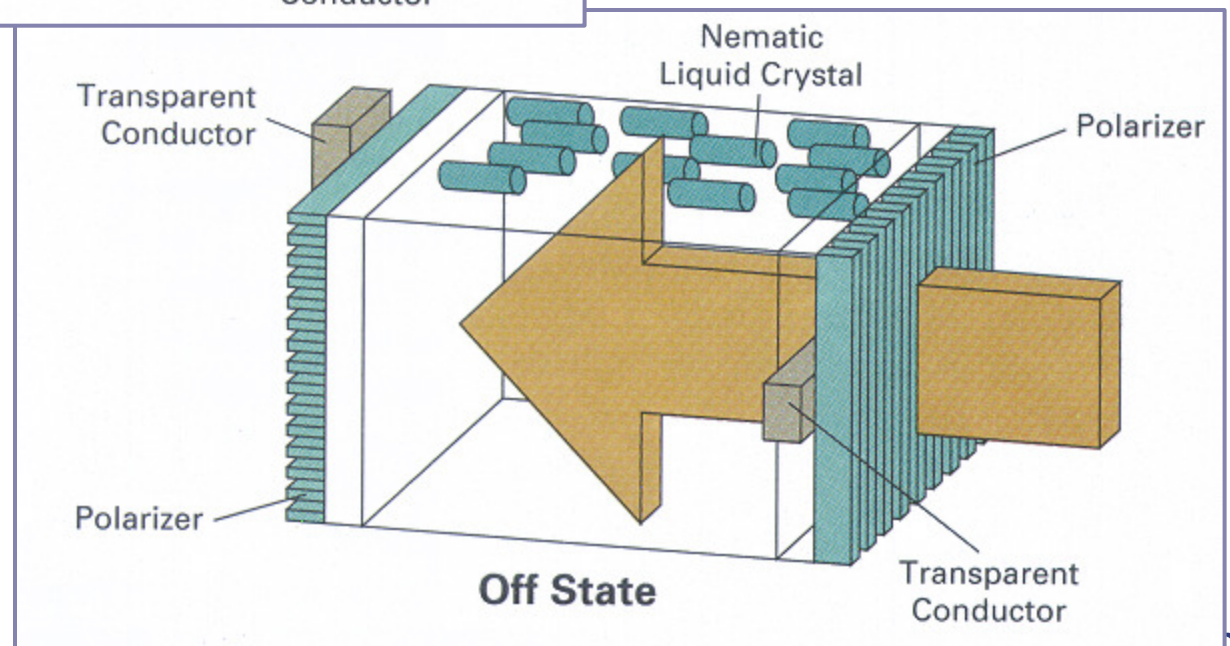
## ■ Ver

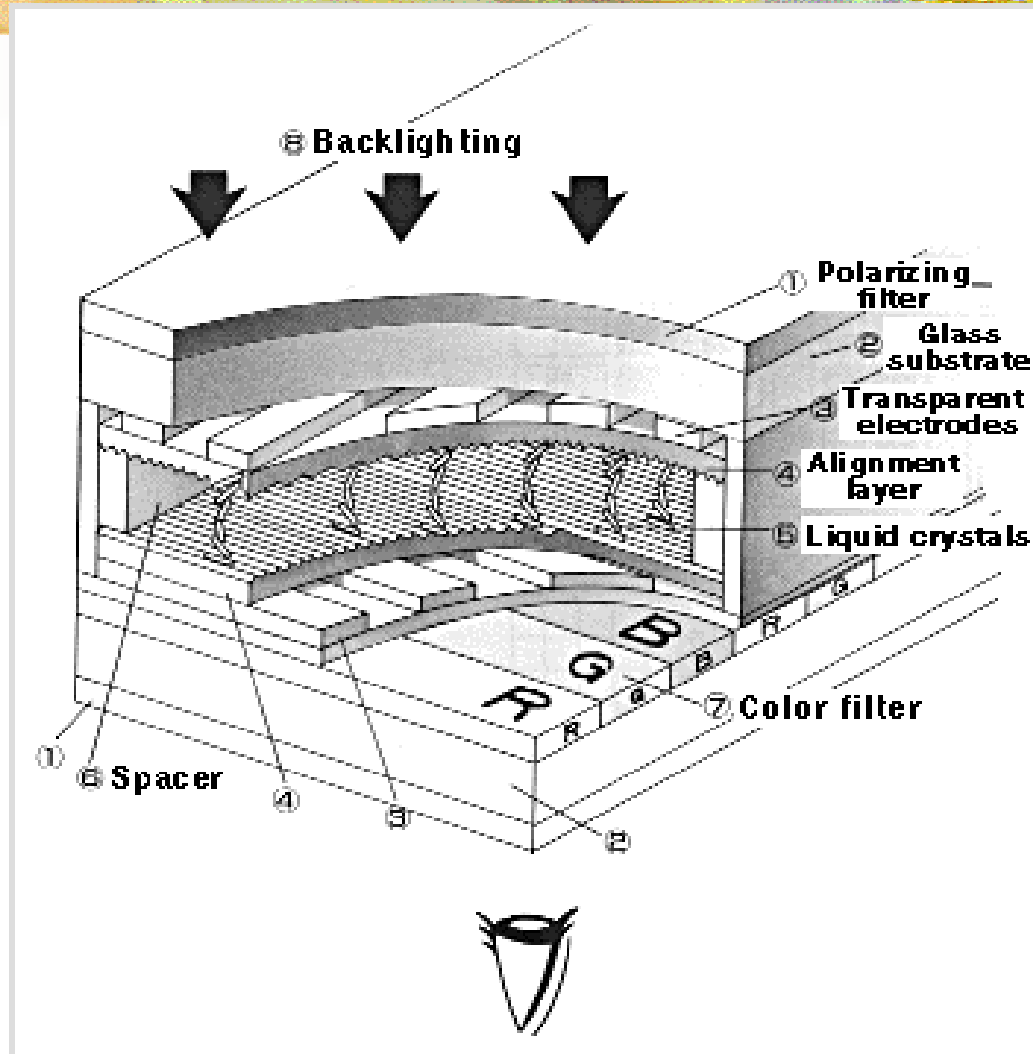
- [http://sharp-world.com/sc/library/lcd\\_e/s2\\_1\\_1e.htm](http://sharp-world.com/sc/library/lcd_e/s2_1_1e.htm)
- [http://sharp-world.com/sc/library/lcd\\_e/index\\_2e.htm](http://sharp-world.com/sc/library/lcd_e/index_2e.htm)
- (mais info)



LCD não emissivo

Fonte: Hearn &  
Baker, fig. 2-15.





Fonte: [http://sharp-world.com/sc/library/lcd\\_e/index\\_2e.htm](http://sharp-world.com/sc/library/lcd_e/index_2e.htm)



# Tipos de LCD

- Matriz Passiva

- Pouca precisão, ângulo de visão restrito, baixo contraste
- Restauro mais lento (em comparação ao CRT)

- Matriz Ativa

- Qualidade superior: precisão e velocidade de atualização
- Transistores de filmes finos posicionados em cada pixel: três transistores (no caso de LCDs coloridos) controlam a voltagem em cada pixel



# Vantagens LCD

- Tamanho reduzido
- Intrinsecamente digital
- Aplicações móveis
- Tela plana elimina distorções e aumenta área útil
  - LCD de 15 pol. tem área útil equivalente a CRT de 17 pol.
- Consomem menos energia
- Emitem menor quantidade de radiação nociva



## Desvantagens LCD

- Custo – cada vez menos
- Tempos de resposta mais lentos
- Trabalham em uma única resolução
- Sensível a variações de temperatura
- Ângulo de visão limitado (45 a 60°)
  - Qualidade percebida da imagem varia com o ângulo de observação (quanto maior, pior)
  - Problema tende a ser resolvido...



# Painéis de plasma

- Monitores de descarga de gás
- *Displays* de gás plasma: consistem de uma superfície plana coberta com milhões de minúsculas cápsulas de vidro
- Cada cápsula contém uma substância gasosa (o plasma) e uma capa de fósforo
- As cápsulas são os pixels e cada uma é composta de 3 sub-pixels que correspondem às cores RGB
- Uma corrente elétrica, controlada digitalmente, flui através da tela plana, fazendo com que o plasma dentro das bolhas designadas emita raios ultravioleta
- Essa luz faz o fósforo brilhar na cor apropriada





# Vantagens da tecnologia a plasma

- Telas produzem imagens muito nítidas, com cores vivas e vibrantes, diversos níveis de tons de cinza
  - Exibem imagem brilhante e uniforme em ambientes com iluminação normal, com ângulo de visão de 160° em todos os lados
- Têm alta resolução e excelente capacidade para mostrar movimentos suaves de vídeos
- Não distorcem a imagem, mesmo nas bordas e nos cantos da tela
- Tela super fina (3 a 6.5"), ocupa muito pouco espaço, permite *designs* arrojados



# Desvantagens

- Custo ainda relativamente alto
- Mais informações sobre estas e outras tecnologias de exibição: Cap. 2, livro Hearn & Baker
- Tecnologias para displays de dispositivos pequenos
  - G. Crawford, A Bright New Page on Portable Displays, IEEE Spectrum, outubro 2000, pp. 40-46



# Outros dispositivos de exibição

- Impressoras - matricial
- Plotters - vetorial
- Estereoscópicos: visão 3D
  - Duas visões da cena, do olho esquerdo e do olho direito
- Componente de ambientes de RV
  - *Head-mounted displays*: visão 3D e rastreamento: imersão
- ...



# Bibliografia

- Hearn, D. Baker, M. P. Computer Graphics with OpenGL, Prentice Hall, 2004 (Cap. 2)
- E. Angel, Interactive Computer Graphics, 3a. Edição, Addison Wesley, 2003
- <http://http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/hypergraph.htm>



# Tarefa

- Ler o artigo:
- G. Crawford, A Bright New Page on Portable Displays, IEEE Spectrum, outubro 2000, pp. 40-46