

COMPUTAÇÃO GRÁFICA

Unidade 6 – Dispositivos Gráficos

Ivan Nunes da Silva



Representações Gráficas

- **Gráficos “Vetoriais”**

- ♦ Representados por coleções de objetos geométricos:
 - Pontos
 - Retas
 - Curvas
 - Planos
 - Polígonos

- **Gráficos “Matriciais”**

- ♦ Amostragem em grades retangulares
- ♦ Tipicamente, imagens digitais:
 - Matrizes de “pixels”
 - Cada pixel representa uma cor
- ♦ Dados volumétricos
 - Imagens médicas
 - Cada pixel representa densidade ou intensidade de algum campo



Representações Vetoriais

- Permitem uma série de operações (quase) sem perda de precisão:
 - ♦ Transformações lineares/afim.
 - ♦ Deformações.
- Por que “quase”? Estruturas de dados utilizam pontos e vetores cujas coordenadas são números reais.
 - ♦ É necessário usar aproximações:
 - Representação em ponto-flutuante.
 - Números racionais.
- Complexidade de processamento = $O(\text{nº vértices} / \text{vetores})$.
- Exibição:
 - ♦ Em dispositivos vetoriais:
 - Identificar características marcantes na imagem visando a sua representação vetorial.

3



Representações Matriciais

- Representação flexível e muito comum.
- Complexidade de processamento = $O(\text{nº de pixels})$.
- Muitas operações (rotação, escala, etc) implicam em perda de precisão (diversas reamostragens).
 - ♦ Técnicas para lidar com o problema:
 - Ex.: técnicas anti-serrilhado (*anti-aliasing*)
- Exibição:
 - ♦ Em dispositivos matriciais:
 - Requer amostragem, i.e., rasterização.
 - Rasterização é o processo de conversão de representações vetoriais para matriciais.
 - Transformar domínio contínuo em domínio discreto.

4



Dispositivos Gráficos

- **Dispositivos Vetoriais:**

- ♦ **Princípio** → A imagem é gerada através de segmentos de retas entre dois pontos.
- ♦ Ex: Terminais gráficos vetoriais (obsoletos), traçadores (plotters), dispositivos virtuais (como as linguagens de descrição de página HPGL / Postscript em que a rasterização é implícita).

- **Dispositivos Matriciais:**

- ♦ **Princípio** → uma matriz de pontos contém a imagem.
- ♦ Ex: Praticamente sinônimo de dispositivo gráfico (impressoras, monitores, *displays*, etc).

5



Displays (Introdução)

- **Resolução espacial**

- ♦ Tipicamente de 640x480 até 1600x1200.
- ♦ Tendência de aumento.

- **Resolução no espaço de cor**

- ♦ Monocromático (preto e branco)
 - Praticamente restrito a equipamentos de baixo custo.
- ♦ Tabela de cores
 - Cada pixel é representado por um número (tipicamente 8 bits – de 0 a 255) que indexa uma tabela de cores (tipicamente RGB 24 bits).
 - Poucas (ex.: 256) cores simultâneas mas cada cor pode ser escolhida de um universo grande (ex.: 2^{24}).
- ♦ RGB
 - Cor é expressa por quantidades discretas de vermelho (*red*), verde (*green*) e azul (*blue*).
 - Tipicamente 24 bits (8 bits para cada componente).
 - Problema da quantização de cores:
 - Display de 1024x1024 requer 3MBytes de Buffer (delega ao HD).
 - Usando 3 bytes por pixel → Combinação de cores → $2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 16$ milhões.
 - Olho humano é capaz de distinguir apenas 350.000 cores.
 - Minimizar o número de bits por cor pode representar vantagens no processamento.

6



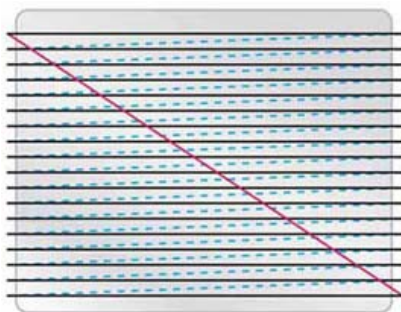
Displays (Métricas)

- **Resolução Espacial**
 - ♦ É o número máximo de pontos que podem ser visualizados sem sobreposição.
 - ♦ É o número de pontos por cm que podem ser desenhados na horizontal e na vertical.
 - ♦ Ex: Resolução 1600x1200 → 1600 pontos nas horizontais e 1200 nas verticais.
- **Tamanho Físico do Monitor**
 - ♦ É dado em termos do comprimento da diagonal da tela.
 - ♦ Ex: monitor de 15", 17", 19", etc.
- **Razão de Aspecto (Aspect Ratio)**
 - ♦ Fornece a razão de pontos verticais para pontos horizontais (ou vice-versa) necessários para produzir linhas de mesmo comprimento, em ambas direções.
 - ♦ **Exemplo 1:** Monitor com aspect ratio de 3/4.
 - Significa que linha vertical com 3 pontos tem mesmo comprimento que linha horizontal de 4 pontos.
 - ♦ **Exemplo 2:** Monitor com resolução de 640x480 pixels, tendo 8" na horizontal (largura) e 6" na vertical (altura).
 - Horizontal → $640/8 = 80\text{pixels/pol}$ Vertical → $480/6 = 80\text{ pixel/pol}$
 - Razão de Aspecto → $80/80 = 1$
 - Portanto o monitor tem pixels quadrados, i.e., o mesmo tamanho nas direções horizontal e vertical.
 - ♦ Se razão for diferente de 1 a imagem deve ser corrigida para não ficar distorcida. 7



Displays (Varredura – Parte 1)

- São displays que ainda são utilizados na atualidade.
- Utilizam tubos CRT (Cathodic Ray Tube).
- O feixe de elétrons varre a linha em zigue-zague, i.e., da esquerda para a direita e de cima para baixo.
- Cada linha é constituída por um conjunto de pontos (pixels).

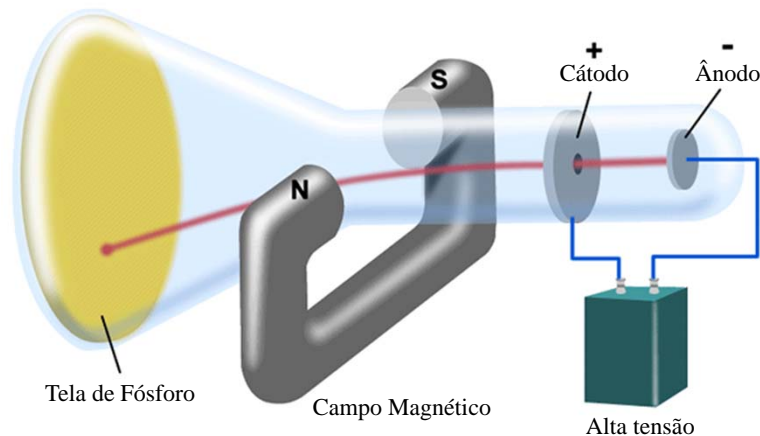


- Os displays podem ser coloridos ou monocromáticos.
- Displays coloridos:
 - ♦ Dispõe de três canhões que emitem três feixes de elétrons.



Displays (Varredura – Parte 2)

Tubo de Raios Catódicos



9



Displays (Varredura – Parte 3)

• Princípio de Geração de Cores (Displays Coloridos)

- ♦ Três canhões que emitem três feixes de elétrons.
- ♦ Os canhões são dispostos de tal forma que incidam sobre a tela em três pontos distintos, onde se encontram depositados três tipos diferentes de fósforo {vermelho (R), verde (G), e o azul (B)}.
- ♦ Os três pontos de fósforo ficam bastante próximos entre si, de tal forma que o olho humano vê um só ponto colorido na tela.
- ♦ Variando-se a aceleração de cada feixe, faz-se com que se varie a intensidade luminosa de cada ponto do fósforo, obtendo-se portanto os inúmeros tons de cores.
- ♦ Uma máscara (grade de sombra) é colocada próximo à camada de fósforo para impedir que um canhão ative o fósforo de uma outra cor.
- ♦ A disposição dos canhões e dos pontos de fósforo podem estar em duas configurações:
 - Triangular (Delta) → Tecnologia descontinuada em virtude da difícil construção da máscara.
 - Retangular → As diferentes cores de fósforo são arranjadas em retângulos formando linhas verticais:
 - Esta tecnologia aumentou muito a resolução dos terminais de varredura por ser mais simples a fabricação da máscara e a deposição do fósforo.

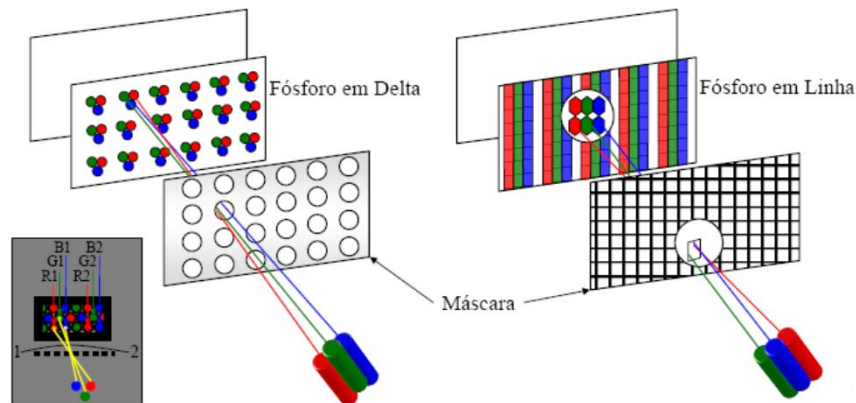
10



Displays (Varredura – Parte 4)

• Ilustração do Display CRT colorido:

- Cada um dos três canhões recebe uma entrada de tensão que regula a intensidade do feixe eletrônico em cada ponto (pixel) da linha de varredura.

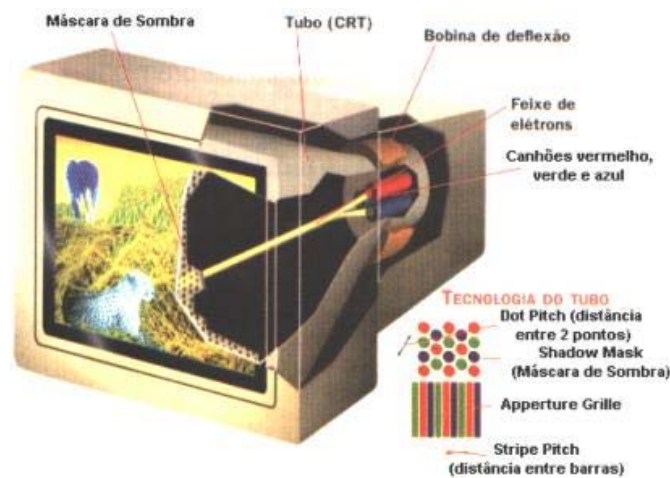


11



Displays (Varredura – Parte 5)

• Ilustração do CRT colorido em Perspectiva:



12



Displays (Varredura – Parte 6)

• Memória de Vídeo:

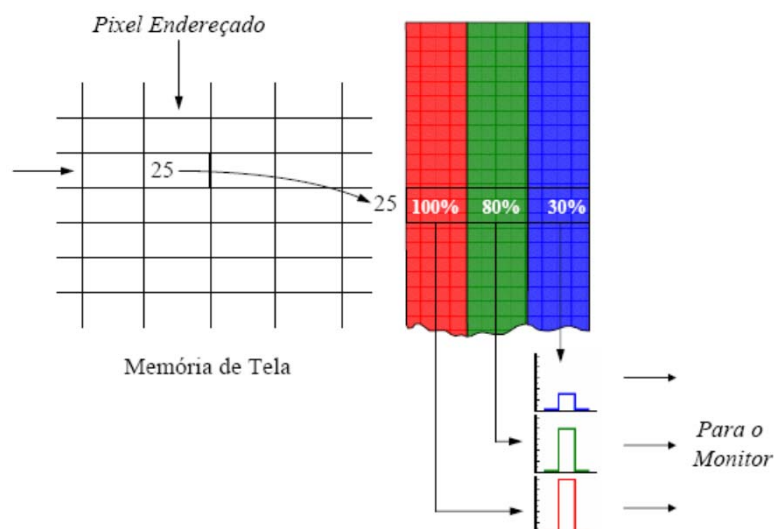
- ♦ A memória de vídeo é responsável pela retenção dos dados referentes à imagem a ser mostrada no vídeo.
 - Esta retenção permite o refrescamento contínuo da tela, redesenhando a imagem.
 - Necessidade de refrescamento → a luz emitida pelo fósforo decai com o tempo.
- ♦ Os dados desta imagem ficam armazenados nesta memória de vídeo que é constantemente lida pelo circuito controlador para regenerar a imagem no vídeo.
 - Para cada ponto da matriz de vídeo deve haver uma célula de memória onde se armazena a intensidade do feixe naquele ponto.
 - O tamanho (em bits) da célula fornece o número de cores que podem ser representadas simultaneamente na tela.
- ♦ O conteúdo da célula de memória pode representar dois tipos de informação:
 - A intensidade dos três feixes no ponto.
 - Exemplo: Célula de 24 bits (8 bits por cada cor primária).
 - O endereço de uma tabela de cores.
 - O uso da tabela reduz o tamanho da célula de memória para se obter um número grande de cores, porque cada célula só terá o tamanho do endereço da tabela.
 - Como exemplo, para uma configuração de 8 bits: cada pixel é mapeado em uma memória de vídeo com 8 bits por célula.
 - Cada célula contém o índice da tabela de cores, com 256 posições (2^8).
 - A tabela de cores mantém 8 bits para cada cor primária.
 - » Total de cores: $2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 16.777.216$ cores possíveis.

13



Displays (Varredura – Parte 7)

• Ilustração da Tabela de Cores:

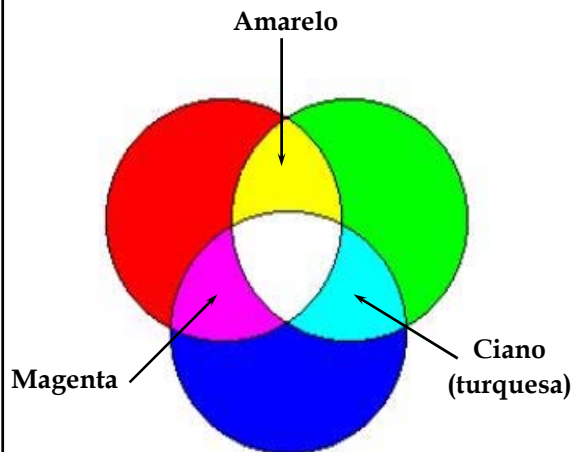


14



Displays (Varredura – Parte 8)

- Ilustração da Cores Primárias:
 - ♦ Sistemas **true color** (ou **full color**) são aqueles com 24 bits/pixel no frame buffer, permitindo 256 intensidades diferentes para cada cor.



R	G	B	valor	cor
0	0	0	0	preto
0	0	1	1	azul
0	1	0	2	verde
0	1	1	3	ciano
1	0	0	4	vermelho
1	0	1	5	magenta
1	1	0	6	amarelo
1	1	1	7	branco

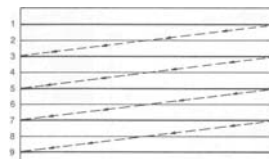
Tabela de cores para 3 bits.

15



Displays (Varredura – Parte 9)

- Controladora de Vídeo:
 - ♦ O circuito controlador de vídeo é responsável:
 - Pelo refrescamento da tela.
 - Pelo armazenamento das informações na memória de vídeo.
 - ♦ O refrescamento da tela inclui as seguintes atividades:
 - A leitura sequencial da memória de vídeo.
 - A conversão da informação digital para os sinais analógicos de tensão que alimentam os canhões do monitor, implicando em níveis de intensidade ou cor.
 - ♦ Modos de atualização ou refrescamento da tela:
 - Sequencial ou Não Entrelaçado → é mostrada toda a imagem no período de uma varredura vertical completa (40 a 100Hz).
 - Vantagem: uma imagem mais nítida.
 - Se for observado cintilação, basta-se então aumentar a frequência de varredura (Valor aceitável → em torno de 75Hz).
 - Entrelaçado → são mostradas as linhas ímpares alternadamente com as linhas pares:
 - Desvantagem: imagem menos nítida, causando cansaço visual.
 - Observados em monitores mais antigos.

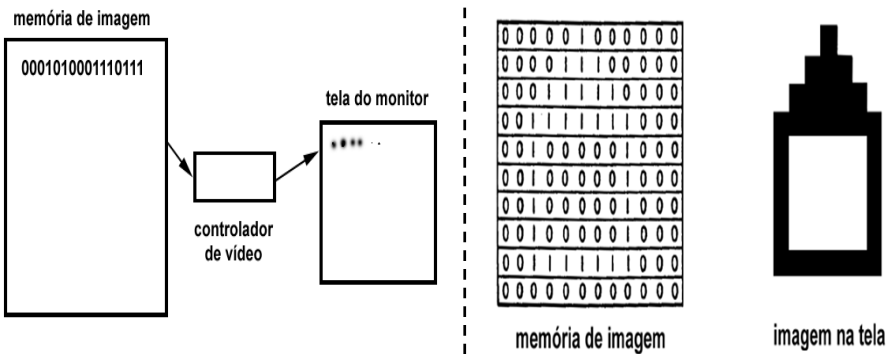


6



Displays (Varredura – Parte 10)

• Ilustração de Elementos do Display:



17



Displays (Vetoriais – Parte 1)

- Ao contrário dos displays de varredura (matriciais), o canhão eletrônico desloca-se ao longo das linhas que compõem o desenho (*random scan display*).
- O controle do movimento do canhão eletrônico é feito por uma unidade de processamento que armazena (em memória) uma lista das coordenadas finais das linhas do desenho.
- A lista é lida repetidamente pelo processador e as coordenadas são convertidas em sinais elétricos correspondentes à deflexão do feixe na tela.
- O movimento do canhão, entre as coordenadas iniciais e finais do vetor, risca a linha sobre o fósforo.
- Diferentemente dos displays de varredura, as linhas que compõem a imagem podem ser desenhadas e *refrescadas* pelo sistema em qualquer ordem.
- Taxa de refrescamento do sistema:
 - ♦ Depende do número de linhas a serem mostradas.
- Tecnologia exige alto custo (atualmente em desuso), tornando-se obsoleta em relação aos displays por varredura.

18



Displays (Vetoriais – Parte 2)

- Ilustração de Monitor Vetorial:



Displays (Cristal Líquido – Parte 1)

- **Princípio de funcionamento:**
 - ♦ Os monitores de cristal líquido não possuem um canhão de elétrons, o que lhes confere uma série de vantagens e algumas desvantagens.
 - ♦ Em substituição ao Tubo de Raios Catódicos, existe um sistema de células contendo um cristal líquido que, havendo a variação de tensão elétrica, sofre uma mudança de polarização.
 - ♦ Ao passar a corrente elétrica pelos cristais, uma cor é gerada. Mudando a orientação dos cristais (polarização), muda-se também a cor representada.
 - ♦ As células fazem o papel dos pixels nos monitores do tipo CRT, mas estas células não podem variar em suas dimensões.
 - ♦ Para controlar a luz, cristais podem ser rotacionados, isto é, sofrerão torção numa certa ordem (permite controlar o contraste).



Displays (Cristal Líquido – Parte 2)

- **LCD de Matriz Ativa:**
 - ♦ Cada célula de um monitor tipo LCD recebe variadas intensidades de corrente elétrica.
 - ♦ O fornecimento destas cargas é controlado por transistores.
 - ♦ Nos monitores de Matriz Passiva é menor o número utilizado destes semicondutores.
 - O efeito resultante tem como característica apresentar cores mais esmaecidas, menos vivas.
 - ♦ Nos monitores de Matriz Ativa emprega-se um transistor para cada célula de cristal líquido.
 - O efeito resultante é uma imagem com cores mais fortes.
- **Desvantagens do LCD**
 - ♦ Em comparação com os monitores do tipo CRT, os monitores LCD têm cores menos vivas, mesmo quando o sistema é de matriz ativa.
 - ♦ Depende do ângulo de visão.
- **Vantagens do LCD**
 - ♦ É um equipamento menor, pois não necessita de canhões.
 - ♦ Consomem até cerca de 40% menos energia que o CRT.
 - ♦ A tela é realmente plana.

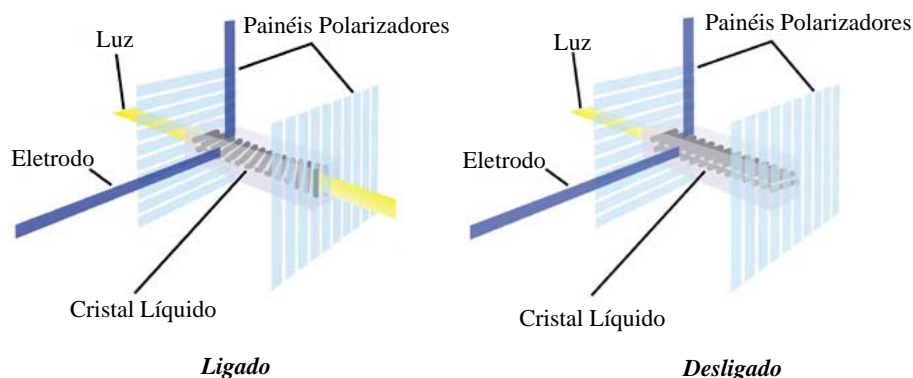


Fonte de luz (LCD) 21



Displays (Cristal Líquido – Parte 3)

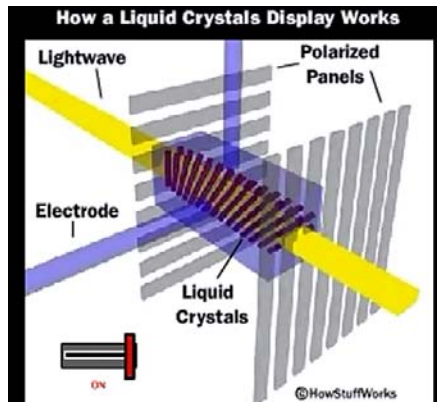
- **Ilustração de Cristais no LCD:**





Displays (Cristal Líquido – Parte 3)

- Ilustração de Cristais no LCD:



Quando uma célula é endereçada pelos eletrodos, os painéis polarizadores fazem com que os cristais mudem seu alinhamento, deixando a luz passar.

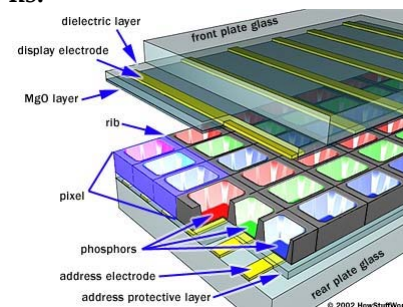
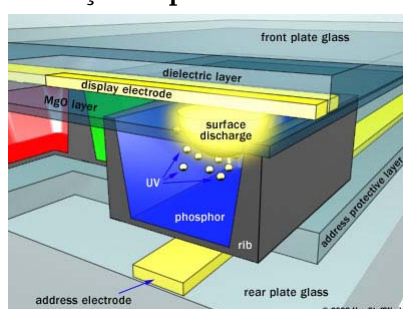
Quando uma célula está desativada, os cristais encontram-se completamente alinhados a um dos painéis de polarização, impedindo assim a passagem da luz.

23



Displays (Plasma – Parte 1)

- Matriz de pontos, com células de gás (Neon/ Xeon).
- Resolução elevada, pois as células são menores.
- Tela extremamente fina, com matriz ativa.
- Tensão nos eletrodos entre 100 e 200 V.
- Duração do pulso em torno de 20 ns.



• Vantagens

- Aspect Ratio elevado.
- Excelente reprodução de cores.
- Grande vida útil.
- Excelente campo de visão.

• Desvantagens

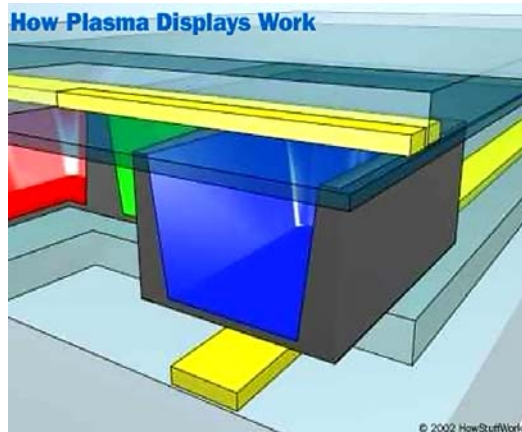
- Apesar de finas, são bem pesadas.
- Não reproduz níveis profundos de preto.
- Extremamente frágil.
- Consumo elevado de potência.
- Alto custo.

24



Displays (Plasma – Parte 2)

- Funcionamento das células de Plasma



Quando uma célula é endereçada, o gás confinado em estado rarefeito sofre uma mudança de estado devido à sua fraca ionização, passando então ao estado de plasma.

Essa mudança emite luz Ultra violeta, que é captada pela cobertura de fósforo. O fósforo por sua vez reage como nos CRT's, emitindo luz.

25



Displays (LED)

- Princípio de funcionamento:

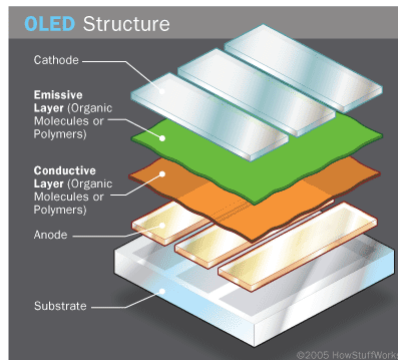
- ♦ São painéis LCD com retro iluminação LED, ou monitor LED, que usam o mesmo mecanismo básico de um LCD mas com iluminação LED.
- ♦ Ao invés de uma única luz branca que incide sobre toda a superfície da tela, encontra-se um painel com milhares de pequenas luzes coloridas e independentes que acendem e geram a imagem.
- ♦ A tecnologia LED permite uma incrível gama de cores, além do negro profundo e do branco puro, coisas não alcançadas pela tecnologia LCD.
- ♦ Além disso, a iluminação LED permite que seu consumo seja reduzido a 40%, pois somente as áreas necessárias da tela são acesas

26



Displays (OLED – Parte 1)

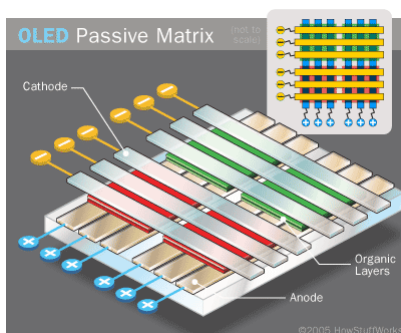
- Organic Light Emitting Diode.
- Desenvolvido pela Kodak em 1970.
- Tela ultra fina, com matriz ativa e passiva.
- Inovação em Displays pois permite telas flexíveis.
- Reproduz cores com 20% mais fidelidade que o LCD.



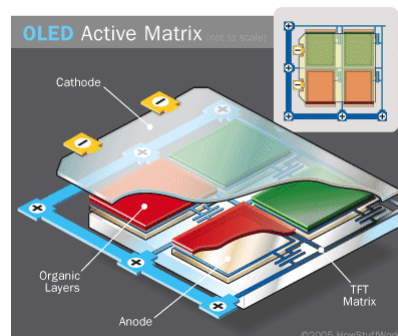
27



Displays (OLED – Parte 2)



OLED com Matriz Passiva: alguns transistores controlam a luminosidade, o brilho e o contraste de todas as células.

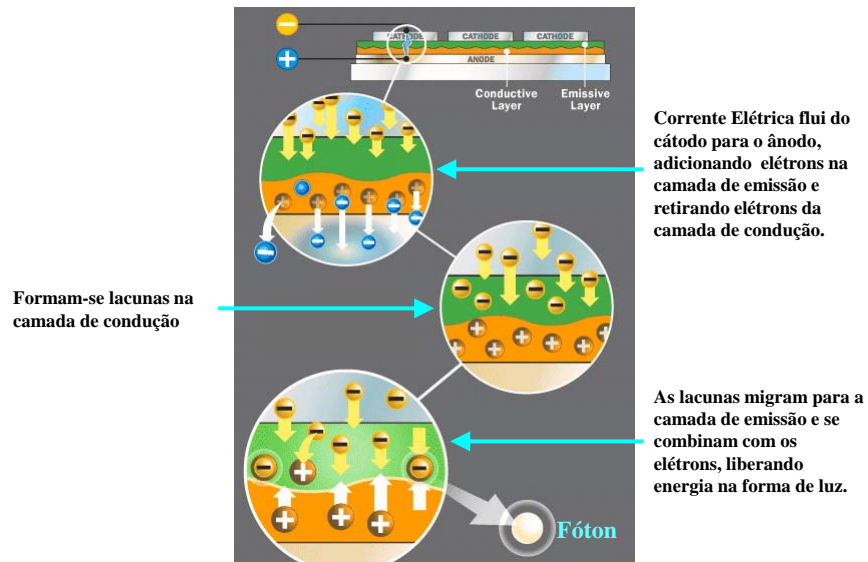


OLED com Matriz Ativa: Uma camada de transistores (TFT) é colocada sob as células, permitindo que cada uma destas tenha sua luminosidade, brilho e contraste controlados de forma independente.

28



Displays (OLED – Parte 3)

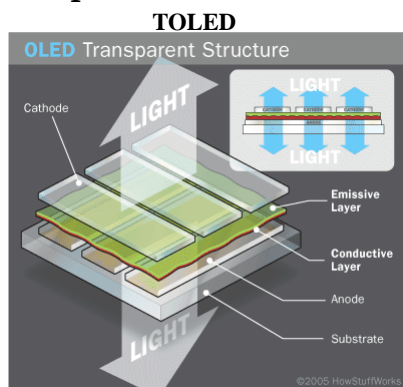


29

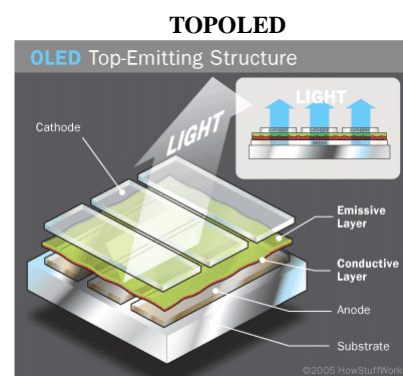


Displays (OLED – Parte 4)

• Tipos de OLED



OLED transparente, capaz de emitir luz nas faces superior e inferior.



OLED com emissão de luz apenas na face superior.

30



Displays (OLED – Parte 5)

- **Tipos de OLED: FOLED:** OLED completamente flexível



31



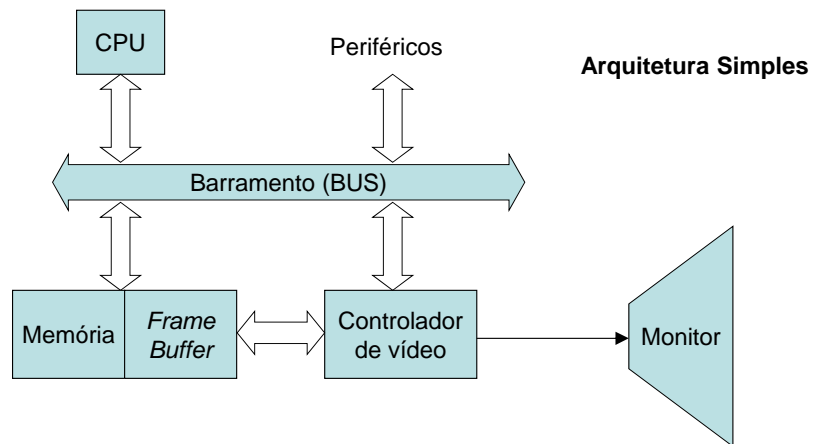
Displays (OLED – Parte 6)

- **Vantagens:**
 - Camadas orgânicas são mais flexíveis.
 - OLED's brilham mais que LED's convencionais.
 - Não precisa de uma fonte de luz como o LCD.
 - Tamanho ilimitado.
 - Campo de visão acima de 170°.
- **Desvantagens:**
 - Vida útil limitada para a cor azul (< 1000 horas).
 - Processo de produção ainda é caro.
 - Extremamente frágil a água.

32



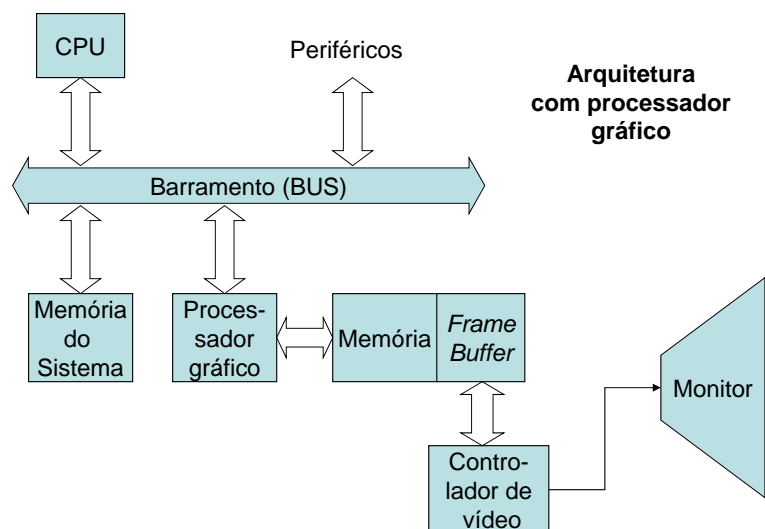
Arquitetura de Sistemas Gráficos (I)



33



Arquitetura de Sistemas Gráficos (II)



34



Processador (Acelerador) Gráfico

- Hardware especializado.
- Uso de paralelismo para atingir alto desempenho.
- Alivia a CPU do sistema de algumas tarefas, incluindo:
 - ♦ Transformações:
 - Rotação, translação, escala, etc.
 - ♦ Recorte (clipping):
 - Supressão de elementos fora da janela de visualização.
 - ♦ Projeção (3D \rightarrow 2D).
 - ♦ Mapeamento de texturas.
 - ♦ Rasterização.
 - ♦ Amostragem de curvas e superfícies paramétricas:
 - Geração de pontos a partir de formas polinomiais.
- Normalmente usa memória separada da do sistema:
 - ♦ Maior banda.