

Análise Comparativa entre as tecnologias CRT, LED, PLASMA e LCD.

Pedro Yoshio Inoue da Silva

¹Departamento de Informática – Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Maringá – PR – Brasil

ra117116@uem.br

Abstract. *This paper does a comparative analysis of the technologies used in the construction of video monitors: CRT, LED, PLASMA and LCD. The objective is to explore the differences, advantages and disadvantages of each of these technologies, in order to understand which type of monitor is most suitable for each purpose.*

Resumo. *Este artigo realiza uma análise comparativa das tecnologias utilizadas na construção de monitores de vídeo: CRT, LED, PLASMA e LCD. O objetivo é explorar as diferenças, vantagens e desvantagens de cada uma dessas tecnologias, a fim de ajudar na escolha do tipo de monitor mais adequado para cada finalidade.*

1. Introdução

Desde a invenção do primeiro monitor de vídeo em 1922, diversas tecnologias foram desenvolvidas e aprimoradas para a construção de displays de vídeo. Atualmente, quatro tecnologias dominam o mercado de monitores: CRT, LED, PLASMA e LCD. Cada uma dessas tecnologias tem suas próprias características, o que pode tornar difícil a escolha do tipo de monitor mais adequado para um determinado uso. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é realizar uma análise comparativa das tecnologias utilizadas na construção de monitores de vídeo, a fim de ajudar na escolha do tipo de monitor mais adequado para cada finalidade. Para tanto, serão exploradas as diferenças, vantagens e desvantagens de cada uma dessas tecnologias.

2. Tecnologias utilizadas na construção de monitores de vídeo

2.1. CRT

O CRT (Cathode Ray Tube) é um monitor que faz uso de raios catódicos, os CRTs têm formato cônico e possuem um canhão de elétrons na parte de trás do monitor e uma tela de fósforo na frente. O canhão de elétrons dispara um feixe de elétrons através de um tubo de vácuo em direção à tela de exibição, também conhecido como raios catódicos. No centro do monitor, existem anodos magnéticos que são magnetizados pelo controlador de exibição, direcionando os elétrons para a área correta do revestimento de fósforo na tela. Quando os elétrons atingem o revestimento de fósforo, ele se ilumina e cria um ponto exibível na tela do computador. Em resumo, a imagem que o usuário vê na tela é criada pelo padrão de luz emitido pelo revestimento de fósforo.

2.1.1. Vantagens

- **Resolução e Proporção de Aspecto:** Os CRTs podem exibir imagens em qualquer resolução, geometria e proporção de aspecto sem a necessidade de redimensionar a imagem.
- **Maior Resolução:** Os CRTs são capazes de operar nas mais altas resoluções de pixels disponíveis.
- **Black level e Contraste:** CRTs produzem um preto muito escuro e níveis de contraste mais elevados do que outros monitores. Isso os torna adequados para uso em ambientes com pouca luz ou escuros.
- **Precisão de Cor e Nível de Cinza:** Os CRTs produzem a melhor cor e escala de cinza e são o padrão de referência para todas as calibrações profissionais. Eles têm uma escala de cinza suave com um número infinito de níveis de intensidade.
- **Custo:** Os CRTs são geralmente mais baratos do que monitores comparáveis que usam outras tecnologias de exibição.

2.1.2. Desvantagens

- **Nitidez:** A imagem produzida pelos CRTs possui bordas mais suaves e menos nítidas do que um LCD em sua resolução nativa. Foco imperfeito e registro de cor também reduzem a nitidez.
- **Interferência:** Todos os CRTs coloridos produzem padrões de interferência Moiré. Vários monitores incluem redução de Moiré, mas normalmente não elimina por completo esses padrões de interferência.
- **Distorção Geométrica:** CRTs estão sujeitos a problemas de distorção geométrica e de regulação da tela, além de serem afetados por campos magnéticos de outros equipamentos.
- **Brilho:** Embora relativamente brilhantes, os CRTs não são tão brilhantes quanto os LCDs e não são adequados para ambientes muito iluminados.
- **Formato da Tela:** Alguns CRTs possuem uma tela esférica ou cilíndrica arredondada, enquanto os mais recentes possuem telas planas.
- **Emissões:** CRTs emitem campos elétricos, magnéticos e eletromagnéticos. Embora os estudos científicos mais autoritativos concluam que não são prejudiciais, há controvérsia sobre se esses campos representam um risco para a saúde, especialmente os campos magnéticos.
- **Questão Física:** CRTs são grandes, pesados e volumosos, além de consumirem muita eletricidade e produzirem muito calor.

2.2. LCD

Os monitores LCD são compostos de numerosos pixels, os quais são situados na frente de um refletor ou fonte de luz, e a imagem é formada através de uma fina camada de cristal líquido colocada entre duas camadas de vidro. Cada um dos sulcos nas camadas de vidro representa um dos pontos da imagem, e essa mistura é colocada entre duas camadas de um elemento polarizador. Além disso, o LCD possui componentes como placas de vidro, cristais de luz, filtros de cor, eletrodos e uma superfície de exibição. A fonte de luz, geralmente composta por lâmpadas fluorescentes ou LEDs, é instalada atrás da tela, sendo responsável por formar o conteúdo visual.

2.2.1. Vantagens

- **Nitidez:** A imagem é clara na resolução nativa do painel, mas pode exigir ajuste cuidadoso para LCDs com entrada analógica.
- **Distorção Geométrica:** Não há distorção geométrica na resolução nativa do painel, mas pode haver alguma distorção em outras resoluções devido ao redimensionamento.
- **Brilho:** O brilho máximo produz imagens muito claras, sendo ideal para ambientes bem iluminados.
- **Formato da Tela:** As telas são completamente planas.
- **Questão Física:** Os displays são finos, ocupam pouco espaço, consomem pouca energia e geram pouco calor.

2.2.2. Desvantagens

- **Resolução:** Os displays LCD possuem uma resolução fixa de pixels que não pode ser alterada, o que pode levar a uma degradação significativa da imagem quando redimensionada para outras resoluções. Dessa forma, é recomendado usar o display na resolução nativa.
- **Black level, contraste e saturação de cor:** Os LCDs têm dificuldade em produzir preto e cinzas muito escuros, o que resulta em um contraste mais baixo do que os CRTs e a saturação de cor reduzida para cores de baixa intensidade. Por isso, não são indicados para ambientes com pouca luz.
- **Pixels ruins e uniformidade da tela:** Os LCDs podem ter muitos pixels fracos ou presos, o que pode causar problemas de uniformidade na tela. Além disso, o painel pode não ser uniformemente iluminado pela luz de fundo.
- **Custo:** Os LCDs possuem um custo maior em comparação com os CRTs.

2.3. LED

Os monitores LED são essencialmente uma variação dos monitores LCD. Ambos funcionam tendo um painel LCD que controla a exibição das imagens, mas o que diferencia o monitor de LED é o uso de diodos emissores de luz para fornecer a luz de fundo, em vez da tradicional lâmpada fluorescente utilizada nos monitores LCD. Isso permite que os monitores de LED tenham melhor qualidade de imagem, com cores mais ricas e um contraste mais nítido, além de uma maior definição visual. Em resumo, os monitores de LED são uma evolução dos monitores LCD, graças ao uso de uma tecnologia de iluminação mais avançada.

2.3.1. Vantagens

- **Eficiência:** Os LEDs são mais eficientes do que as lâmpadas incandescentes em termos de lúmens emitidos por watt de energia consumida.
- **Cor:** Os LEDs podem emitir luz em uma cor específica sem a necessidade de usar filtros de cor, ao contrário dos métodos de iluminação tradicionais.

- **Vida útil:** Os LEDs têm uma vida útil relativamente longa, com estimativas de 35.000 a 50.000 horas de uso, embora possam durar ainda mais antes de falharem completamente.
- **Luz fria:** Em comparação com outras fontes de luz, os LEDs emitem muito pouco calor e não produzem radiação UV.

2.3.2. Desvantagens

- **Preço inicial:** Comparado às lâmpadas tradicionais, os LEDs têm um preço inicial ligeiramente mais elevado.
- **Dependência da temperatura:** O desempenho dos LEDs é afetado significativamente pela temperatura ambiente em que são utilizados, sendo necessárias boas propriedades de gerenciamento térmico para maximizar sua eficiência.
- **Sensibilidade à voltagem:** Para que os LEDs funcionem corretamente, é necessário fornecer-lhes uma voltagem acima de um determinado limite e uma corrente abaixo de um certo valor máximo. Pequenas variações na voltagem aplicada podem afetar drasticamente sua corrente e vida útil.

2.4. Plasma

Tanto a tecnologia de monitores de plasma quanto de monitores de LCD compartilham o mesmo princípio básico de iluminar pequenas luzes para criar pixels de imagem. No caso do monitor de plasma, essas luzes são luzes fluorescentes coloridas compostas de três cores diferentes: vermelho, verde e azul. Cada pixel na tela é formado por três células correspondentes às três cores RGB, que são preenchidas com um tipo de gás armazenado em milhões de células. Quando essas células são estimuladas eletricamente, liberam luz ultravioleta que causa uma reação nos átomos de fósforo que revestem as células. Cada célula de fósforo recebe uma intensidade de luz ultravioleta diferente, o que permite milhões de combinações que resultam em uma ampla gama de cores na tela.

2.4.1. Vantagens

- Os ângulos de visão dos displays de LED são muito amplos, o que significa que a imagem pode ser vista claramente de qualquer ângulo, em contraste com os displays de LCD. A razão para isso é que a luz é produzida nos próprios pixels dos displays de LED, enquanto que nos displays de LCD a luz é produzida por uma fonte de luz traseira e depois filtrada pelos pixels.
- Displays de LED são capazes de produzir pretos mais escuros do que displays de LCD, o que permite que a relação de contraste entre as áreas mais claras e mais escuras da imagem seja maior. Isso ocorre porque os pixels de LED podem ser completamente desligados quando a cor preta é necessária, enquanto os displays de LCD ainda permitem que um pouco de luz passe mesmo quando a cor preta é exibida.
- Displays de LED têm menos desfoque de movimento visível do que displays de LCD, devido às altas taxas de atualização e tempos de resposta mais rápidos. Isso é especialmente importante para exibir conteúdo com movimento rápido, como jogos ou vídeos de ação.

- Displays de LED têm uniformidade superior em relação à iluminação, enquanto que os displays de LCD muitas vezes possuem áreas mais claras ou escuras que podem ser notadas pelo usuário. Monitores de alta qualidade com tecnologia avançada tentam minimizar esse problema de uniformidade.

2.4.2. Desvantagens

- Pode causar desconforto visual quando visualizado em curtas distâncias.
- Telas de plasma são geralmente mais pesadas que as de LCD e precisam ser manuseadas com cuidado, mantendo-se na posição vertical.
- Utiliza mais energia elétrica em comparação a uma TV LCD com retroiluminação de LED.
- Modelos de telas mais antigos apresentavam fósforos que perdiam luminosidade ao longo do tempo, resultando em uma diminuição gradual do brilho absoluto da imagem. No entanto, modelos mais recentes possuem uma vida útil anunciada que excede 100.000 horas, o que é muito mais longa do que a vida útil dos antigos CRTs.

3. Metodologia

A metodologia utilizada neste artigo consiste na pesquisa bibliográfica, por meio da busca em artigos científicos, livros e recursos online, com a finalidade de coletar informações sobre as tecnologias empregadas na construção de monitores de vídeo. Para garantir a qualidade e atualidade das fontes consultadas, foram estabelecidos critérios de seleção baseados em sua relevância.

3.0.1. Análise dos dados

A análise dos dados deste artigo consistiu em uma revisão sistemática das informações coletadas em cada fonte de pesquisa selecionada. Foi avaliada a diferença, vantagens e desvantagens de cada tecnologia de monitor de vídeo, considerando aspectos como qualidade de imagem, ângulo de visão, consumo de energia, vida útil, peso e custo. Os resultados foram organizados em uma tabela comparativa para facilitar a escolha do tipo de monitor mais adequado para cada uso específico.

4. Discussão

Ao longo das décadas, a tecnologia CRT dominou o mercado de monitores, mas com o avanço da tecnologia, foram desenvolvidas outras tecnologias que permitiram reduzir o tamanho e o peso dos monitores, tornando-os mais acessíveis e portáteis. Entre essas tecnologias, estão o LCD, o plasma e o LED. O plasma, por exemplo, foi amplamente utilizado em televisores de tela plana e teve uma presença significativa no mercado de monitores de computador. Embora oferecesse uma qualidade de imagem excepcionalmente alta, com cores vibrantes e pretos profundos, seu consumo de energia era alto em comparação com outras tecnologias de monitores, o que aumentou seu preço. Com a chegada dos monitores LCD, a qualidade de imagem melhorou significativamente, com cores mais vibrantes, maior brilho e contraste, além de um consumo de energia menor.

em comparação com os monitores de plasma. No entanto, os defensores da tecnologia de plasma ainda valorizam sua qualidade de imagem acima de tudo. A tecnologia LED também trouxe melhorias aos monitores, proporcionando maior economia de energia e um tempo de resposta mais rápido, o que é importante em jogos e outras atividades que exigem alta velocidade de processamento de imagens. Em resumo, as tecnologias utilizadas nos monitores evoluíram ao longo do tempo, proporcionando aos usuários uma experiência visual cada vez melhor. A competição entre as empresas do setor impulsionou o desenvolvimento de novas tecnologias, incluindo a tecnologia de plasma. A escolha da tecnologia de monitor mais adequada para uma determinada finalidade dependerá das necessidades e preferências de cada usuário.

5. Conclusão

Feita a devida análise acerca das tecnologias utilizadas na construção de monitores de vídeo, é possível inferir que cada uma dessas tecnologias tem suas devidas características, vantagens e desvantagens. A escolha da tecnologia de monitor mais adequada dependerá das necessidades e preferências de cada usuário. É importante levar em consideração o uso pretendido do monitor, o orçamento disponível e outros fatores relevantes antes de tomar uma decisão de compra. O mercado de monitores continua evoluindo e novas tecnologias estão surgindo, proporcionando aos usuários uma experiência visual cada vez melhor.

Referências

- [Bagher et al. 2017] Bagher, A. M., Vahid, M. M. A., and Mohsen, M. (2017). A review of challenges in display technology. *Int. J. Electr. Compon. Energy Convers*, 3(2):26–39.
- [Garcia 2017] Garcia, I. F. M. (2017). Avaliação do desempenho dos monitores usados para diagnóstico.
- [Gurski and Quach 2005] Gurski, J. and Quach, L. M. (2005). Display technology overview. *Lytica White Paper*, 37.