

Comparação entre a construção de monitores CRT, LED, PLASMA e LCD

João Vitor Staub Castanho

2023

Resumo

Os monitores de vídeo são componentes fundamentais de computadores e dispositivos eletrônicos, permitindo a visualização de conteúdos como imagens, textos e vídeos. Com o avanço da tecnologia, foram desenvolvidos diferentes tipos de monitores, cada um com características únicas em termos de desempenho, qualidade de imagem, consumo de energia e modo de fabricação, entre outros aspectos. Neste texto, serão abordadas as principais tecnologias empregadas na construção de monitores de vídeo: CRT, LED, Plasma e LCD, apresentando as vantagens e desvantagens de cada uma e fazendo uma breve comparação entre elas.

Palavras-chave: CRT. LED. LCD. Plasma.

Data de submissão: 03/03/2023

1 Introdução

Tecnologias de exibição vem evoluindo de forma significativa nas últimas décadas, proporcionando aos consumidores diversas opções de visualização de conteúdo. Entre as tecnologias mais comuns estão o CRT, LED, plasma e LCD, cada uma delas com suas próprias características, vantagens e desvantagens. Com tantas opções disponíveis, pode ser difícil escolher a tecnologia mais adequada para uma necessidade específica. Esse artigo tem como objetivo explorar as diferenças entre essas tecnologias. A partir de uma análise detalhada das características de cada tecnologia, a partir de informações importantes de cada tecnologia.

2 CRT

A CRT (ou tubo de raios catódicos, do inglês *cathode-ray tube*, CRT) consiste em um tubo de vácuo contendo um ou mais canhões de elétrons, que emitem feixes de elétrons que são manipulados para exibir imagens em uma tela fosforescente. Essas imagens podem representar formas de onda elétricas (osciloscópio), imagens (televisão, monitor de computador), alvos de radar ou outros fenômenos. Em televisores e monitores de computador que utilizam essa tecnologia, a área frontal inteira do tubo é varrida repetidamente e sistematicamente em um padrão fixo chamado *raster*. Em dispositivos coloridos, uma imagem é produzida controlando a intensidade de cada um dos três feixes de elétrons, um para cada cor primária aditiva (formando o RGB), com um sinal de vídeo como referência. Essa tecnologia foi inventada em 1897 pelo físico alemão Karl Ferdinand Braun e tornou-se a base da televisão em preto e branco por muitas décadas. Na época, a CRT era a única opção disponível para exibição de imagens em movimento em aparelhos eletrônicos. Mais adiante, nos anos 1950 e 1960, a CRT tornou-se um dos principais componentes dos televisores, e mais tarde dos monitores de computador. Durante as décadas de 1970 e 1980, as TVs e monitores CRT tornaram-se muito populares, com melhorias significativas na qualidade da imagem e no tamanho das telas.

2.1 Desvantagens

As CRTs apresentavam várias desvantagens em comparação com tecnologias mais recentes, incluindo:

1. O tamanho e peso, dispositivos com essa tecnologia são volumosos e pesados, o que tornava difícil a sua instalação em espaços limitados e tornava-os menos portáteis.
2. Com o alto consumo de energia, as CRTs consomem uma quantidade significativa de energia elétrica, especialmente os modelos mais antigos, isso se deve ao fato de que a tecnologia necessita do uso de raios catódicos para excitar os fósforos que produzem as imagens, o que requer altas voltagens e correntes elétricas.
3. A qualidade da imagem é ruim, por mais que os CRTs tenham sido a principal tecnologia para exibição de imagens em preto e branco e depois a cores, por muito tempo, esses aparelhos apresentavam algumas limitações em relação a qualidade de imagem, como resolução limitada e menor nitidez.
4. Problema de segurança, esse tipo de tecnologia apresenta risco de segurança, principalmente o risco de implosão do tubo.

2.2 Vantagens

No entanto, a CRT também apresentava algumas vantagens em relação a outras tecnologias, como:

1. Melhor desempenho em ambientes com pouca luz.
2. Baixo custo de fabricação, em comparação com outras tecnologias, a CRT apresentava custos de fabricação mais baixos, especialmente em tamanhos maiores.

No geral, embora a tecnologia CRT tenha sido uma inovação importante na sua época, a sua obsolescência foi inevitável, dadas as limitações e desvantagens que apresentava em relação às tecnologias mais recentes.

3 LED

O LED, sigla em inglês para *Light Emitting Diode*, é uma forma de iluminação que utiliza dispositivos semicondutores para emitir luz. Os LEDs são fabricados a partir de materiais semicondutores como o silício, germânio e compostos de nitreto, dopados com outros elementos para criar camadas com diferentes propriedades elétricas. Quando uma corrente elétrica passa através do diodo, a energia é liberada na forma de fótons, produzindo luz visível. Essa tecnologia tem uma ampla variedade de usos, desde dispositivos de sinalização e iluminação de ambientes até telas de televisores e monitores de computador.

A descoberta do LED foi um resultado da pesquisa em eletrônica e semicondutores iniciada na década de 1950. Em 1962, Nick Holonyak, Jr., um engenheiro da General Electric, criou o primeiro LED visível. O dispositivo emite uma luz vermelha fraca, mas essa inovação pavimentou o caminho para o desenvolvimento da tecnologia LED moderna. Ao longo das décadas seguintes, o uso de LEDs se expandiu gradualmente para diversos setores, como sinalização de trânsito, eletrônicos e aplicações militares. No entanto, foi somente na década de 1990 que os LEDs começaram a ser utilizados em iluminação geral, inicialmente em aplicações especializadas como iluminação de túneis e piscinas. Nos anos 2000, a tecnologia LED se tornou mais avançada e acessível, possibilitando sua aplicação em diversos campos, desde iluminação de residências e escritórios até telas de TV e monitores de computador. O uso de LEDs também contribui para a redução do consumo de energia e emissão de carbono, tornando-se uma opção mais sustentável em comparação a outras formas de iluminação.

Hoje em dia, a tecnologia LED é uma das mais populares e amplamente utilizadas em diversas áreas da tecnologia, incluindo iluminação, eletrônicos, sinalização, automotiva, entre outras. Um monitor de LED é um tipo de display que utiliza esses diodos emissores de luz como fonte de luz de fundo para iluminar a tela. Os LEDs são distribuídos em uma matriz na parte de trás da tela. Existem dois tipos principais de arranjos de LED utilizados em monitores: Edge-lit e Full-array. Em um monitor Edge-lit, os LEDs são posicionados nas bordas do monitor e a luz é distribuída por meio de um difusor para iluminar a tela. Isso permite que o monitor seja mais fino, mas pode levar a problemas de uniformidade da luz, pois a luz não é distribuída uniformemente pela tela. Já em um monitor Full-array, os LEDs são distribuídos em toda a parte de trás do monitor, permitindo que a luz seja distribuída de maneira mais uniforme pela tela. Esse tipo de arranjo também permite que as zonas de luz sejam controladas individualmente, o que pode levar a melhorias na qualidade da imagem, especialmente em cenas escuras. Os monitores de LED também podem utilizar diferentes tipos de LED, como LED branco ou RGB LED. O LED branco é o mais comum e é composto por um diodo emissor de luz azul com um fósforo amarelo para criar luz branca. Já os RGB LED são compostos por três LEDs diferentes para cada pixel (vermelho, verde e azul), permitindo uma maior gama de cores exibidas. Em resumo, a luz emitida pelos LEDs é distribuída uniformemente pela tela para criar uma imagem visível para o usuário.

3.1 Vantagens

Algumas das vantagens de monitores LED:

1. Economia de energia, essa tecnologia é altamente eficiente em termos energéticos. Em comparação com outras tecnologias de monitor de vídeo, ela consome menos energia, o que se traduz em contas de luz mais baixas e menor impacto ambiental.
2. Qualidade de imagem, esses monitores têm melhor qualidade de imagem do que outros tipos de monitores, com cores mais vibrantes e níveis de preto mais profundos.
3. Durabilidade, a tecnologia LED tem uma vida útil muito longa, durando cerca de 100.000 horas, o que significa que os monitores LED podem durar por muitos anos.
4. Tamanho e peso, essa tecnologia permite a criação de monitores extremamente finos e leves, tornando-os fáceis de transportar e posicionar em qualquer lugar.

3.2 Desvantagens

Porém essa tecnologia apresenta algumas das desvantagens de monitores LED:

1. Um custo mais elevado, os monitores de LED são geralmente mais caros do que os monitores CRT e LCD, o que pode ser um obstáculo para alguns consumidores.
2. ngulo de visão limitado, esses monitores têm um ângulo de visão limitado em comparação com outros tipos de monitores. Isso significa que a qualidade da imagem pode ser afetada se o usuário não estiver sentado diretamente em frente ao monitor.
3. Problemas de brilho, alguns usuários relataram problemas de brilho excessivo em monitores de LED, o que pode ser cansativo para os olhos e afetar negativamente a experiência de visualização.
4. Risco de *burn-in*, por mais que menos comum do que em outras tecnologias de monitores, os monitores LED ainda podem ser suscetíveis a *burn-in*, que é a impressão permanente de uma imagem estática na tela.

4 Plasma

A tecnologia de plasma é uma variação da tecnologia de descarga de gás, que utiliza um gás rarefeito contido em células planas para criar uma luz visível. Cada célula contém dois eletrodos e uma mistura de gases nobres, como neônio e xenônio. Quando uma tensão elétrica é aplicada aos eletrodos, os átomos de gás dentro da célula são ionizados, criando uma descarga de plasma. A luz é produzida pela emissão de fótons durante o processo de recombinação dos íons e elétrons no plasma.

Os monitores de plasma usam esse processo para criar imagens na tela. Cada célula de plasma é revestida com um material fluorescente que emite luz quando estimulado pelo plasma, criando uma imagem. A tecnologia de plasma foi popular para a produção de televisores de tela grande (maiores que 42 polegadas) de alta qualidade, devido à sua capacidade de exibir pretos mais profundos e cores mais vivas do que outros tipos de monitores. No entanto, a tecnologia de plasma foi superada por outras tecnologias de monitores de vídeo, como os LCDs e os OLEDs, devido ao seu alto consumo de energia

e maior peso e espessura em comparação com outras tecnologias. Como resultado, os monitores de plasma deixaram de ser fabricados em larga escala.

O plasma é uma variação da tecnologia de descarga de gás, que utiliza um gás rarefeito contido em células planas para criar uma luz visível. Cada célula contém dois eletrodos e uma mistura de gases nobres, como neônio e xenônio. Quando uma tensão elétrica é aplicada aos eletrodos, os átomos de gás dentro da célula são ionizados, criando uma descarga de plasma. A luz é produzida pela emissão de fótons durante o processo de recombinação dos íons e elétrons no plasma. Os monitores de plasma usam esse processo para criar imagens na tela. Cada célula de plasma é revestida com um material fluorescente que emite luz quando estimulado pelo plasma, criando uma imagem. No entanto, a tecnologia de plasma foi superada por outras tecnologias de monitores de vídeo, como os LCDs e os OLEDs, devido ao seu alto consumo de energia e maior peso e espessura em comparação com outras tecnologias. Como resultado, os monitores de plasma deixaram de ser fabricados em larga escala.

4.1 Vantagens

Algumas das vantagens do plasma, algumas delas são:

1. As telas de plasma são capazes de produzir cores mais vivas e pretos mais profundos em comparação com os LCDs.
2. As telas de plasma têm ângulos de visão mais amplos do que os LCDs, permitindo que as imagens possam ser vistas claramente mesmo quando vistas de ângulos extremos.
3. As telas de plasma são capazes de exibir imagens em movimento com mais suavidade e precisão do que os LCDs, graças a sua alta taxa de atualização de *pixels*.
4. Telas de plasma podem ser produzidas em tamanhos muito grandes, tornando-as ideais para uso em aplicações de *home theater* e em ambientes corporativos.
5. As telas de plasma são menos propensas a sofrer de *burn-in* do que costumavam ser, graças às melhorias na tecnologia e na fabricação.

4.2 Desvantagens

Por outro lado essas são algumas desvantagens dessa tecnologia são:

1. As telas de plasma são muito pesadas e volumosas em comparação com os LCDs, o que pode dificultar o transporte e a instalação.
2. As telas de plasma consomem mais energia do que as LCDs, o que pode resultar em contas de energia mais altas.
3. As telas de plasma são propensas a retenção de imagem, especialmente se imagens estáticas forem exibidas por longos períodos de tempo.
4. As telas de plasma têm uma vida útil mais curta do que as LCDs.
5. As telas de plasma podem ser mais caras do que as LCDs, especialmente em tamanhos maiores.

5 LCD

O LCD (da sigla em inglês *Liquid Crystal Display*) é uma forma de tecnologia de exibição que utiliza cristais líquidos para produzir imagens. Esses cristais líquidos são colocados entre duas folhas de vidro polarizadas e são ativados eletronicamente para permitir ou bloquear a passagem de luz através das camadas. Cada pixel é formado por três *subpixels* de cores primárias (RGB) que podem ser ligados ou desligados individualmente para criar imagens coloridas. As imagens em uma tela LCD são criadas quando uma corrente elétrica passa pelos cristais líquidos, que são capazes de torcer e desviar a luz que passa através deles. A intensidade da luz que passa através dos cristais é controlada pelos transistores, permitindo a criação de imagens com alta resolução e nitidez.

Os monitores de tela LCD são amplamente utilizados em computadores, televisores, telefones celulares e outros dispositivos eletrônicos. Eles são conhecidos por serem eficientes em termos de energia, duráveis e produzirem imagens de alta qualidade.

A tecnologia LCD foi desenvolvida nas décadas de 1960 e 1970 por diversos pesquisadores em todo o mundo. O primeiro protótipo funcional de uma tela de cristal líquido foi apresentado por George Heilmeier, da empresa RCA, em 1968. No entanto, o primeiro produto comercial baseado em LCDs só apareceu na década de 1970, na forma de relógios digitais. Desde então, a tecnologia LCD tem sido amplamente utilizada em dispositivos eletrônicos, como relógios, calculadoras, telefones celulares, monitores de computador e televisores. Nos últimos anos, os avanços na tecnologia de exibição de LCD levaram a telas mais finas, com maior resolução e consumo de energia mais eficiente. Hoje, a tecnologia LCD é uma das mais comuns e populares no mercado de monitores de vídeo, apesar de ter sido substituída em grande parte por tecnologias mais recentes, como OLED e LED.

5.1 Vantagens

Algumas vantagens da tecnologia LCD incluem:

1. Baixo consumo de energia, os monitores LCD usam menos energia do que as tecnologias CRT e plasma, o que resulta em contas de energia elétrica mais baixas.
2. Tamanho e peso reduzidos, já que os monitores LCD não usam tubos de vácuo, são mais finos e leves do que os monitores CRT.
3. Redução de reflexos, a superfície plana do LCD reduz reflexos em comparação com os monitores CRT, tornando mais fácil a visualização em ambientes com iluminação brilhante.
4. Boa qualidade de imagem, os monitores LCD podem produzir imagens nítidas e precisas com alta resolução.

5.2 Desvantagens

Algumas desvantagens da tecnologia LCD incluem:

1. Ângulos de visualização limitados, a qualidade da imagem pode ser reduzida quando vista de ângulos diferentes do centro da tela.

2. Tempo de resposta mais lentos, os monitores LCD podem ter tempos de resposta mais lentos do que as tecnologias CRT e plasma, o que pode resultar em desfoque ou distorção de imagens em movimento rápido.
3. Problemas de imagem fantasma, as imagens estáticas podem criar "fantasmas" na tela, especialmente em monitores mais antigos.
4. Problemas com pixels mortos, os monitores LCD podem ter pixels mortos, que aparecem como pontos pretos na tela e podem ser irritantes.

6 Conclusão

As tecnologias de exibição de imagem tiveram um avanço significativo ao longo das últimas décadas. Entre as quatro tecnologias mais comuns, CRT, LED, plasma e LCD, cada uma apresenta características distintas que devem ser conhecidas para escolher a mais apropriada para suas necessidades. O CRT, que foi dominante por muitas décadas, utiliza um tubo de raios catódicos e é pesado, volumoso e consome muita energia elétrica. O plasma, que foi popular para TVs de tela grande, atualmente é desuso, pois é pesado, consome muita energia elétrica e pode sofrer de retenção de imagem permanente. O LCD, uma das tecnologias mais populares atualmente, utiliza camadas de cristal líquido e é leve, fino e consome pouca energia elétrica, mas pode ter um tempo de resposta mais lento em comparação com outras tecnologias. Já o LED é uma tecnologia de exibição relativamente nova e ganhou popularidade nos últimos anos, utilizando diodos emissores de luz e oferecendo excelente contraste, brilho e consumo de energia reduzido, além de ter um tempo de resposta mais rápido. É importante levar em consideração fatores como tamanho, qualidade de imagem, consumo de energia, tempo de resposta e custo ao escolher a tecnologia de exibição mais adequada para suas necessidades.

Referências

- Bahadur, B. Liquid crystal displays. *Molecular crystals and liquid crystals* (1984).
- Goulart, P. R. K., Makiana, S. T., Fonseca, A. R., Marques, K., and Galvão, O. Visão de cores em cebus apella: Avaliação de discriminação de cores por meio de um monitor crt padrão e ferramenta de edição de cores do windows xp. *Neurociências* (2008).
- Kim, C.-H., Kwon, I.-E., Park, C.-H., Hwang, Y.-J., Bae, H.-S., Yu, B.-Y., Pyun, C.-H., and Hong, G.-Y. Phosphors for plasma display panels. *Journal of Alloys and Compounds* (2000).
- Reynolds, D. An introductory guide to led display technology and its uses benefits.
- Santos, R. T. d. Caracterização de monitores de tubo de raios catódicos (crt). *Salão de Iniciação Científica (22.: 2010 out. 18-22: Porto Alegre, RS). Livro de resumos. Porto Alegre: UFRGS, 2010.* (2010).