

Comparação entre tecnologias de construção de monitores

Felipe Gabriel Comin Scheffel¹

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM)

ra117306@uem.br

Resumo. *A evolução das tecnologias de monitores gráficos passou por várias fases, desde os primeiros monitores CRT até os monitores LCD, Plasma e LED. Cada nova tecnologia trouxe melhorias significativas em termos de qualidade de imagem, eficiência energética e tamanho dos monitores. Esse trabalho busca realizar uma caracterização e comparação entre esses principais métodos de construção de monitores gráficos.*

1. Introdução

Ao longo dos anos, a tecnologia utilizada para a construção de monitores gráficos evoluiu significativamente. Os primeiros monitores utilizavam tubos de raios catódicos (CRT), que foram desenvolvidos no início do século XX. Estes monitores eram grandes, pesados e produziam imagens de baixa resolução.

Com o tempo, a tecnologia dos CRTs melhorou, permitindo a produção de monitores menores e com maior resolução. No entanto, a tecnologia dos CRTs apresentava algumas desvantagens, como o tamanho e o peso dos monitores, o consumo de energia elevado e a emissão de radiação.

Nos anos 90, foram desenvolvidos os monitores de tela plana baseados em tecnologia de cristal líquido (LCD). Esses monitores eram mais leves, mais finos e consumiam menos energia do que os monitores CRT. Além disso, a tecnologia LCD permitiu a produção de monitores com alta resolução e nitidez.

Outra tecnologia de monitores que também foi desenvolvida na década de 90 foi o monitor de plasma. Estes monitores eram compostos por pequenas células de plasma que emitiam luz ultravioleta quando eletrificadas. Esta luz era então convertida em luz visível por revestimentos fosforescentes.

Desde então, outras tecnologias de monitores foram desenvolvidas, como os monitores LED, OLED e QLED, que oferecem melhor qualidade de imagem e maior eficiência energética do que as tecnologias anteriores.

Em suma, a evolução das tecnologias utilizadas para a construção dos monitores gráficos foi fundamental para o avanço dos computadores e outros dispositivos eletrônicos. Cada nova tecnologia trouxe vantagens em relação às anteriores, permitindo a produção de monitores mais leves, finos, eficientes e com melhor qualidade de imagem.

2. Metodologia

Para realizar a comparação entre as tecnologias de monitores, foram utilizados estudos e análises técnicas realizadas por especialistas da indústria, instituições de pesquisa e publicações de tecnologia respeitáveis. Esses estudos fornecem uma visão geral das diferentes tecnologias de monitores e suas respectivas vantagens e desvantagens em termos

de qualidade de imagem, eficiência energética, ângulos de visão, taxa de atualização, tamanho, custo e outras características importantes.

Além disso, esses estudos e análises são baseados em testes rigorosos e medições objetivas, como a análise do espectro de cor, a avaliação do tempo de resposta, a medição do brilho e do contraste e a análise da uniformidade da tela, entre outras. Esses testes permitem que os especialistas avaliem as capacidades de cada tecnologia de monitor e identifiquem as diferenças e semelhanças entre elas.

A leitura desses estudos e análises técnicas é importante para entender as diferenças entre as tecnologias de monitores e fazer uma escolha informada na hora de comprar um monitor. É importante lembrar que as necessidades de cada usuário podem variar, e nem sempre a tecnologia mais avançada é a melhor opção. Por isso, é importante considerar as necessidades e preferências individuais e fazer uma escolha que atenda às suas necessidades específicas.

2.1. CRT

Os monitores CRT (Tubo de Raios Catódicos) foram os primeiros monitores gráficos amplamente utilizados na indústria da computação. Os monitores CRT foram desenvolvidos no início do século XX e eram usados principalmente em televisores, antes de se tornarem a principal tecnologia de monitores para computadores.

O funcionamento do CRT envolve o uso de um canhão de elétrons para criar a imagem na tela. O canhão é composto por um filamento, um conjunto de eletrodos e um tubo de vácuo. Quando o filamento é aquecido, ele emite elétrons, que são acelerados pelos eletrodos em direção à tela revestida de fósforo. Os eletrodos variam a velocidade dos elétrons, permitindo a criação de imagens em diferentes partes da tela. Quando os elétrons atingem o revestimento de fósforo, eles produzem luz, criando a imagem na tela.

Os monitores CRT também utilizam bobinas de deflexão para mover o feixe de elétrons horizontal e verticalmente na tela, criando a imagem completa. Essas bobinas são controladas por sinais elétricos enviados pelo computador. Os monitores CRT foram desenvolvidos para serem capazes de exibir imagens em cores, utilizando três canhões de elétrons para projetar os feixes de luz vermelho, verde e azul na tela. Quando as três cores são combinadas, é criada uma imagem colorida na tela.

Os primeiros monitores CRT eram grandes e pesados, geralmente com telas de 12 a 14 polegadas. Com o tempo, foram desenvolvidos monitores CRT menores, com telas de 15 polegadas ou menos, que eram mais fáceis de transportar e utilizar. No entanto, os monitores CRT ainda eram volumosos e pesados em comparação com as tecnologias de monitores posteriores.

Embora os monitores CRT tenham sido amplamente utilizados por décadas, eles apresentavam algumas desvantagens[Menozzi et al. 1999], como o tamanho e o peso, a produção de altos níveis de radiação, o consumo elevado de energia e a tendência de produzir imagens "fantasma". Além disso, os monitores CRT geralmente tinham resoluções mais baixas do que as tecnologias de monitores posteriores.

Apesar dessas limitações, os monitores CRT ainda eram populares até a virada do século XXI, principalmente porque eram mais acessíveis do que as tecnologias de monitores mais recentes. No entanto, com a melhoria da tecnologia, outras tecnologias

de monitores, como LCD e LED, se tornaram mais populares devido à sua eficiência energética, tamanho reduzido e alta qualidade de imagem.

Embora os monitores CRT tenham sido amplamente substituídos por tecnologias mais avançadas, há uma crescente tendência de pessoas comprando esses monitores para jogar videogames antigos, também conhecido como retrogaming. Essa tendência é impulsionada pelo desejo de experimentar esses jogos da maneira que foram originalmente projetados para serem jogados, com a qualidade de imagem e o estilo visual que são exclusivos dos monitores CRT. Além disso, muitos jogadores sentem que os jogos antigos são melhor exibidos em monitores CRT, devido às suas resoluções e proporções de tela específicas.

2.2. LED

Os monitores LED (Light Emitting Diode) são uma tecnologia de tela plana que utiliza diodos emissores de luz para produzir imagens. Os diodos emissores de luz são pequenas luzes que emitem cores quando uma corrente elétrica passa através deles. As telas LED são feitas de uma camada de diodos emissores de luz que são iluminados para produzir uma imagem[West et al.]. A tecnologia LED é conhecida por sua alta qualidade de imagem, baixo consumo de energia e longa vida útil.

Os monitores LED têm uma qualidade de imagem superior, graças ao contraste mais nítido e maior alcance dinâmico de cores. Além disso, eles consomem menos energia do que outras tecnologias de monitores, o que os torna mais eficientes e econômicos a longo prazo. A tecnologia LED também oferece uma vida útil mais longa do que outras tecnologias de monitores, devido à sua capacidade de operar em baixas temperaturas, o que reduz o desgaste dos componentes.

Os monitores LED podem ser classificados em duas categorias principais: Edge-lit e Full-lit. Nos monitores Edge-lit, a luz é projetada a partir das bordas da tela e se espalha por toda a superfície. Já nos monitores Full-lit, uma matriz de diodos emissores de luz é usada para iluminar a tela inteira. Ambas as tecnologias oferecem uma qualidade de imagem excepcional e são amplamente utilizadas em monitores de computador, televisores e dispositivos móveis.

Os monitores OLED (Organic Light Emitting Diode) são um subtipo de monitores LED que utilizam diodos emissores de luz orgânicos para produzir luz. Eles são caracterizados por terem pixels que emitem luz diretamente, sem precisar de uma camada de retroiluminação para produzir cores. Isso os torna mais finos e mais flexíveis do que os monitores LED tradicionais. Além disso, eles oferecem um contraste mais elevado, permitindo que as cores escuras sejam mais profundas e os detalhes sejam mais nítidos.

Os monitores QLED (Quantum-dot Light Emitting Diode) são uma tecnologia mais recente que utiliza pontos quânticos para produzir cores mais precisas e vibrantes. Essa tecnologia utiliza diodos emissores de luz que são cobertos por uma camada de pontos quânticos, que emitem cores quando a luz passa através deles. Os monitores QLED são populares devido à sua qualidade de imagem superior, brilho intenso e amplo alcance dinâmico de cores.

Os monitores LED têm se tornado cada vez mais populares na indústria da computação e entre os consumidores em geral. Com o aumento da demanda, houve

um avanço significativo na tecnologia de monitores LED, levando ao desenvolvimento de telas de alta resolução, maior taxa de atualização e suporte a HDR. Com esses avanços contínuos, é esperado que a tecnologia de monitores LED continue a evoluir e se tornar ainda mais prevalente na indústria de tecnologia.

2.3. Plasma

Os monitores de Plasma são uma tecnologia de tela plana que foi amplamente utilizada em televisores e monitores de alta definição na década de 2000. A tecnologia de plasma utiliza gás xenônio e neônio para produzir imagens. Cada pixel é composto por células que contêm esses gases, que são eletricamente carregados e ionizados para criar uma reação química que produz luz. A qualidade de imagem dos monitores de plasma é considerada superior às tecnologias anteriores, como CRT e LCD.

Os monitores de plasma têm várias vantagens em relação às tecnologias de monitores anteriores, como uma qualidade de imagem superior, ângulos de visão mais amplos e maior contraste. Eles também oferecem uma taxa de atualização mais rápida do que as tecnologias LCD[Sobel 1991], o que os torna ideais para jogos de alta velocidade e reprodução de vídeo. No entanto, eles tendem a ter um maior consumo de energia do que outras tecnologias de monitores, o que pode ser um fator limitante em ambientes de uso intensivo. Isso se deve a dificuldade maior em ativar a luminescência do gás comparado às outras tecnologias, tendo inclusive necessidades como a de acender e desligar os "pixels" em toda atualização devido a dificuldade de reacender células que ficaram desativadas por muito tempo.

A tecnologia de plasma foi amplamente utilizada em televisores de alta definição e monitores, mas gradualmente perdeu espaço para outras tecnologias, como a tecnologia LED. Isso se deve em parte ao maior custo de produção dos monitores de plasma em comparação com outras tecnologias de tela plana. Outro fator é que os monitores de plasma tendem a ter um tempo de vida útil mais curto do que outras tecnologias de tela plana, pois o gás que é utilizado na produção de imagem gradualmente se degrada com o tempo. O funcionamento do LCD é baseado na manipulação da luz polarizada por meio dos cristais líquidos. Em conclusão, embora a tecnologia de monitores de plasma tenha sido muito popular durante a sua época, hoje em dia é menos comum encontrar monitores de plasma em uso. No entanto, eles ainda são usados em algumas aplicações especializadas, como displays de publicidade digital em espaços públicos e exposições de museus.

2.4. LCD

Os monitores de cristal líquido (LCD) são uma tecnologia de tela plana que se tornou muito popular em monitores de computador, televisores e dispositivos móveis nas últimas décadas. Eles funcionam usando camadas de material que manipulam a luz polarizada para produzir imagens. As camadas incluem um substrato de vidro, uma camada de polarizador, um conjunto de cristais líquidos, um conjunto de eletrodos e uma camada de filtro de cor[Schadt 1997]. Quando uma corrente elétrica é aplicada aos eletrodos, ela controla a orientação dos cristais líquidos, permitindo que a luz polarizada passe através deles e produza uma imagem na tela.

Os cristais líquidos são compostos por moléculas alinhadas em uma determinada direção, capazes de mudar de orientação quando uma corrente elétrica é aplicada. Quando

a luz passa através dos cristais líquidos, ela é polarizada e bloqueada pela camada de polarizador no substrato de vidro. Quando uma corrente elétrica é aplicada, os cristais líquidos mudam de orientação e permitem que a luz polarizada passe através deles. A camada de filtro de cor na frente da tela separa a luz em cores vermelho, verde e azul, que são combinadas para formar a imagem exibida na tela. A luz é emitida por meio de lâmpadas de fundo, que iluminam a tela de trás para frente. O brilho da tela é controlado por meio da intensidade da luz emitida pelas lâmpadas de fundo.

Os monitores LCD oferecem muitas vantagens em relação às tecnologias anteriores, como os monitores CRT, incluindo um tamanho mais compacto, menor consumo de energia e menor produção de calor. Eles também são capazes de exibir imagens em alta definição e em vários tamanhos de tela. Além disso, os monitores LCD geralmente têm um tempo de vida útil mais longo do que outras tecnologias de monitores.

Embora os monitores LCD tenham muitas vantagens, eles também têm algumas desvantagens. Uma das desvantagens é que eles podem ter problemas de ângulo de visão, o que significa que a imagem pode ficar desbotada se o monitor for visto de um ângulo diferente do ângulo ideal. Além disso, os monitores LCD geralmente têm uma taxa de atualização mais baixa do que outras tecnologias de monitores, o que pode levar a problemas de rastreamento em jogos de vídeo de alta velocidade.

3. Conclusão

Cada tecnologia tem suas próprias vantagens e desvantagens, além de diferenças significativas no funcionamento. Os monitores CRT, que foram pioneiros na tecnologia de monitores, agora estão obsoletos na prática, fora o uso por colecionadores. Os monitores de Plasma, embora tenham uma qualidade de imagem superior em comparação com os monitores LCD, também estão se tornando cada vez mais raros. Os monitores LCD são atualmente a tecnologia mais comum, oferecendo uma ampla variedade de tamanhos de tela e resoluções, além de menor consumo de energia e tamanho mais compacto em comparação com as tecnologias anteriores.

Os monitores LED, OLED e QLED são avanços recentes na tecnologia de monitores, que oferecem ainda mais benefícios em relação às tecnologias anteriores, como maior eficiência energética, melhor qualidade de imagem, maiores taxas de atualização e ângulos de visão mais amplos. Cada uma dessas tecnologias tem suas próprias vantagens e desvantagens, mas todas oferecem uma qualidade de imagem superior em comparação com as tecnologias anteriores. Com a rápida evolução da tecnologia de monitores, é provável que haja ainda mais avanços no futuro próximo, o que levará a monitores ainda mais avançados e sofisticados, com uma qualidade de imagem e desempenho ainda melhores.

Referências

- [Menozzi et al. 1999] Menozzi, M., Näpflin, U., and Krueger, H. (1999). Crt versus lcd: A pilot study on visual performance and suitability of two display technologies for use in office work. *Displays*, 20(1):3–10.
- [Schadt 1997] Schadt, M. (1997). Liquid crystal materials and liquid crystal displays. *Annual Review of Materials Science*, 27(1):305–379.

- [Sobel 1991] Sobel, A. (1991). Plasma displays. *IEEE Transactions on Plasma Science*, 19(6):1032–1047.
- [West et al.] West, R. S., Konijn, H., Sillevis-Smitt, W., Kuppens, S., Pfeffer, N., Martynov, Y., Takaaki, Y., Eberle, S., Harbers, G., Tan, T. W., and Chan, C. E. 43.4: High brightness direct led backlight for lcd-tv. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 34(1):1262–1265.