

Como funciona a tela de plasma

por Tom Harris - traduzido por HowStuffWorks Brasil

Introdução

Nos últimos 75 anos, a grande maioria das televisões foi fabricada com a mesma tecnologia: o **tubo de raios catódicos** (CRT). Na televisão CRT, um canhão libera um feixe de **elétrons** (partículas de carga negativa) dentro de um grande tubo de vidro. Os elétrons excitam os **átomos de fósforo** ao longo da larga extremidade do tubo (a tela), o que faz com que os [átomos](#) brilhem. A imagem da televisão é produzida pelo brilho nas diferentes áreas da camada de fósforo, com diferentes intensidades de cores (veja [Como funciona a televisão](#) para uma explicação mais detalhada).



Imagem cedida pela Sony

Tela de plasma da Sony

Os tubos de raios catódicos produzem imagens nítidas e vibrantes, mas têm uma séria desvantagem: são muito **volumosos**. Para aumentar o **tamanho da tela** do aparelho com CRT, você precisa aumentar também o **comprimento** do tubo, dando espaço ao canhão de elétrons para que alcance todas as partes da tela. Conseqüentemente, qualquer televisão CRT grande vai pesar muito e ocupar um espaço razoável da sala.

Recentemente, surgiu uma nova alternativa nas prateleiras das lojas: a **tela plana de plasma**. Essas televisões têm telas maiores à dos aparelhos CRT, mas com apenas 15 cm de espessura. Neste artigo veremos como esses aparelhos são melhores e ocupam menos espaço.

Se você já leu [Como funciona a televisão](#), entendeu a idéia básica do aparelho de televisão ou monitor padrão. Com base na informação de um sinal de vídeo, a televisão acende milhares de pequenos pontos - chamados [pixels](#) (em inglês) - com um fluxo de alta potência de elétrons. Na maioria dos sistemas, há três cores de pixel - vermelho, verde e azul - que são uniformemente distribuídos na tela. Com a combinação dessas três cores em diferentes proporções, a televisão pode produzir todo o espectro de cores.

A idéia básica da tela de plasma é fazer brilhar pequenas e coloridas [luzes fluorescentes](#) para formar a imagem. Cada pixel é feito de três luzes fluorescentes: uma vermelha, uma verde e uma azul. Da mesma forma que a televisão com CRT, a tela de plasma varia a intensidade das diferentes luzes para produzir toda a gama de cores.

Sintonizando

Muitas telas de plasma não são tecnicamente televisores porque não têm um sintonizador de televisão. O sintonizador é um aparelho que capta o sinal televisivo que vem, por exemplo, de um [cabo](#) e o interpreta para criar uma imagem de vídeo.

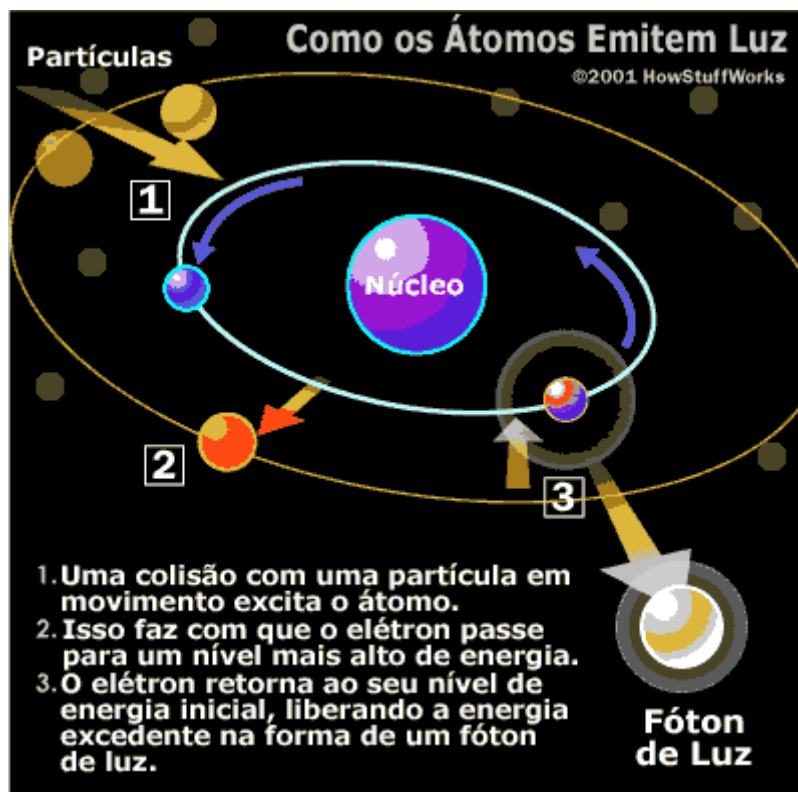
Como os [monitores de LCD](#), as telas de plasma são apenas monitores que possibilitam a apresentação de sinais padrão de vídeo. Para assistir televisão numa tela de plasma, você precisa conectá-la a uma unidade separada que tenha um sintonizador de televisão, como um [video cassete](#).

O que é plasma?

Os principais elementos de uma luz fluorescente são o **plasma**, um gás formado de partículas livres e fluidas, os **íons** (átomos com carga elétrica) e **elétrons** (partículas com carga negativa). Sob condições normais, um gás possui partículas sem carga elétrica. Isto é, os [átomos](#) do gás têm o mesmo número de elétrons e prótons, que são partículas de carga positiva do núcleo dos átomos. Os elétrons com carga negativa estão em perfeito equilíbrio com os prótons, de carga positiva. Assim, o átomo tem uma carga líquida igual a zero.

Se você introduzir muitos elétrons livres em um gás, estabelecendo uma voltagem através dele, a situação muda rapidamente. Os elétrons livres vão colidir com os átomos, libertando outros elétrons. Com a falta de um elétron, o átomo perde seu equilíbrio e fica com carga positiva, transformando-se em íon.

Com uma corrente elétrica percorrendo o plasma, as partículas de carga negativa vão correr para a área carregada de carga positiva do plasma, obrigando as partículas positivas a correrem para a área carregada negativamente.

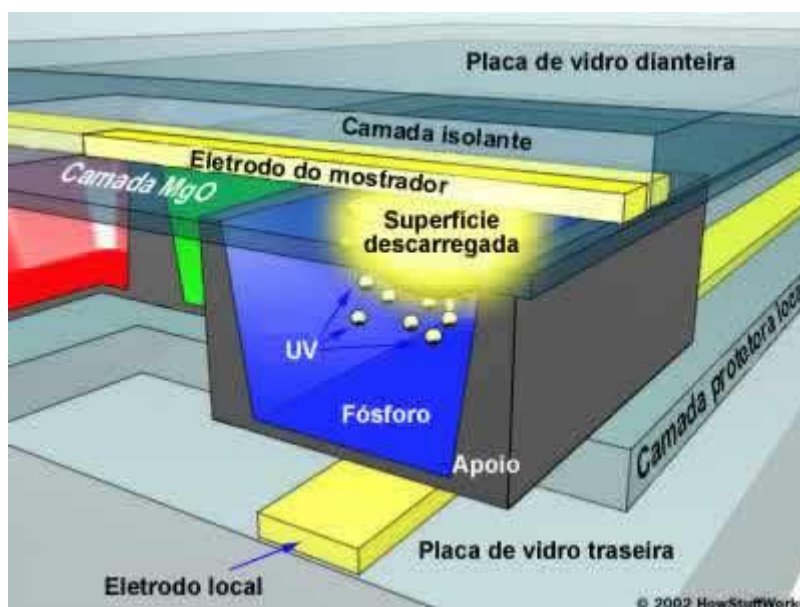


Nessa corrida louca, as partículas estão constantemente colidindo umas com as outras. Essas colisões estimulam os átomos de gás do plasma, fazendo com que liberem **fótons** de energia (para mais detalhes desse processo, veja [Como funcionam as lâmpadas fluorescentes](#)).

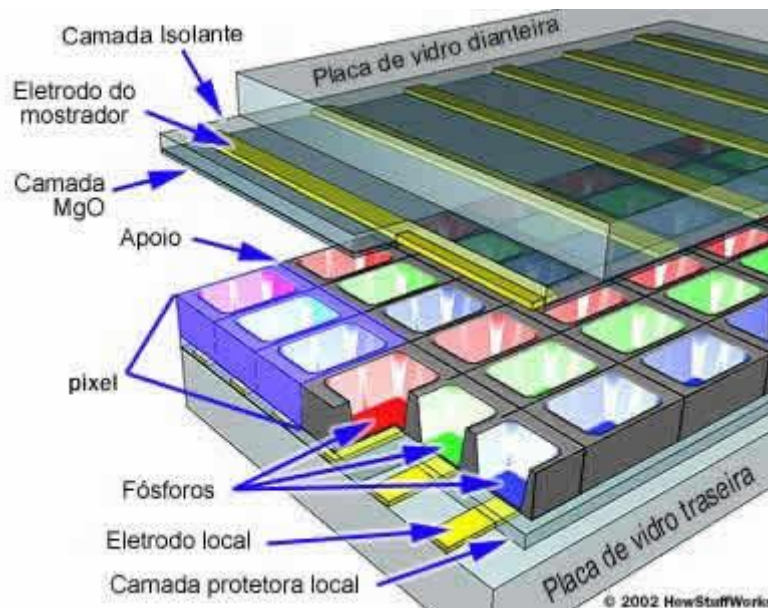
Os átomos de xenônio e de neônio usados nas telas de plasma liberam **fótons de luz** quando são estimulados. Em sua maioria, esses átomos liberam fótons de luz **ultravioleta**, que são invisíveis ao [olho humano](#). Mas os fótons ultravioletas podem ser usados para estimular fótons de luz visíveis, como aprenderemos na próxima seção.

Dentro da tela

O gases xenônio e neônio presentes em uma televisão de plasma estão contidos em centenas de milhares de **células** minúsculas, posicionadas entre duas placas de vidro. Eletrodos extensos também são colocados entre as placas de vidro, em ambos os lados das células. Os **eletrodos emissores** ficam atrás das células, ao longo da placa traseira de vidro. Os **eletrodos de exposição** transparentes, que são envolvidos por uma camada isolante de **material dielétrico** e cobertos por uma **camada protetora de óxido de magnésio**, são colocados sobre as células ao longo da placa de vidro dianteira.



Os dois arranjos de eletrodos se estendem através da tela inteira. Os eletrodos de exposição são arranjados em filas horizontais ao longo da tela e os eletrodos emissores são arranjados em colunas verticais. Como você vê no diagrama abaixo, os eletrodos verticais e horizontais formam uma **grade** básica.



Para ionizar o gás de uma célula em particular, o computador de uma tela de plasma carrega os eletrodos que se cruzam nessa célula. Isso é feito centenas de vezes em uma pequena fração de segundo, carregando uma célula de cada vez.

Quando os eletrodos que se cruzam são carregados com voltagem diferente entre eles, uma corrente elétrica percorre o gás nas células. Como vimos na seção anterior, a corrente cria um fluxo rápido de partículas carregadas, que estimula os átomos de gás para liberarem irradiação de fótons ultravioleta.

Os fótons ultravioletas liberados interagem com o **material fosfórico** que reveste a parede interior da célula. O **fósforo** é uma substância que emite luz quando exposta a outra luz. Quando um fóton ultravioleta atinge um átomo de fósforo na célula, um dos elétrons do fósforo passa para um nível de energia maior e o átomo esquenta. Quando o elétron volta ao nível normal, ele libera energia em forma de **fóton de luz visível**.

Na tela de plasma, o fósforo emite luz colorida quando é estimulado. Cada **pixel** é feito de três células **subpixel** individuais de cores diferentes. Um subpixel tem luz fosfórica vermelha, o outro tem luz fosfórica verde e o outro luz fosfórica azul. Essas cores, quando misturadas, criam toda a gama de cores de um pixel.

Pela variação dos pulsos de corrente através das diferentes células, o sistema de controle pode aumentar ou diminuir a intensidade de cor de cada subpixel, criando centenas de combinações diferentes de vermelho, verde e azul. Dessa forma, o sistema de controle pode produzir todas as cores do espectro.

A principal vantagem da tecnologia da tela de plasma é que você pode produzir uma tela muito grande, usando materiais extremamente pequenos. Como cada pixel é iluminado individualmente, a imagem é muito brilhante e pode ser vista com nitidez de quase todos os ângulos. A qualidade da imagem não é tão alta quanto o padrão dos melhores tubos de raios catódicos, mas com certeza atende às expectativas da maior parte das pessoas.

A maior desvantagem dessa tecnologia é o **preço**. No entanto, a queda dos preços e os avanços tecnológicos significam que a tela de plasma pode em breve aposentar os velhos aparelhos CRT.

Como funcionam as LCDs.

(telas de cristal líquido)

por Jeff Tyson - traduzido por HowStuffWorks Brasil

Introdução

Você provavelmente usa itens que contêm uma **LCD (tela de cristal líquido)** todo dia. Elas estão por toda parte: em [laptops](#), [relógios digitais](#) e [relógios de pulso](#), [fornos de microondas](#), [aparelhos de CD](#) e muitos outros aparelhos eletrônicos. As LCDs são comuns porque oferecem algumas vantagens reais sobre outras tecnologias para telas. Elas são mais finas e mais leves e gastam muito menos energia que os [tubos de raios catódicos](#) (CRTs)

Mas por que essas coisas são chamadas de cristal líquido? O nome "cristal líquido" soa como uma contradição. Pensamos em cristais como sendo um material duro como o quartz, geralmente duros como uma rocha, enquanto os líquidos são obviamente diferentes. Como um material pode combinar os dois?

Neste artigo, você vai descobrir como os cristais líquidos realizam esse incrível truque e vai dar uma olhada na tecnologia por trás das LCDs. Também vai aprender como as estranhas características dos cristais líquidos têm sido usadas para criar um novo tipo de obturador e como as grades desses pequenos obturadores abrem e fecham para formar padrões que representam números, palavras ou imagens.



Uma tela simples de LCD de uma calculadora

Cristais líquidos

Aprendemos na escola que há três estados comuns da matéria: sólido, líquido ou gasoso. Os **sólidos** agem dessa maneira porque suas moléculas sempre mantêm sua orientação e ficam na mesma posição em relação umas às outras. As moléculas nos **líquidos** são justamente o oposto: elas podem mudar sua orientação e se mover para qualquer lugar no líquido. Mas há algumas substâncias que podem existir em um estado peculiar que é líquido e sólido. Quando estão nesse estado peculiar, suas moléculas tendem a manter sua orientação, como as em estado sólido, mas também se movem para posições diferentes, como as em estado líquido. Isso significa que cristais líquidos não são nem sólidos nem líquidos. É por isso que esse nome aparentemente contraditório surgiu.

Então, os cristais líquidos agem como sólidos, como líquidos ou outra coisa? Acontece que cristais líquidos estão mais próximos do estado líquido que do sólido. É necessário uma grande quantidade de calor para transformar uma substância de cristal sólido para líquido e é necessário apenas um pouco mais de calor para transformar esse mesmo cristal líquido em líquido real. Isso explica porque os cristais líquidos são muito sensíveis à **temperatura** e porque são usados para fazer [termômetros](#) e [anéis de humor](#). Também explica porque uma tela de [laptop](#) pode agir de forma estranha no tempo frio ou durante um dia quente na praia.

Cristais líquidos em fase nemática

Da mesma maneira que há muitas variedades de sólidos e líquidos, há também uma variedade de substâncias de cristal líquido. Dependendo da temperatura e da natureza particular da substância, os cristais líquidos podem estar em uma das várias fases distintas (veja abaixo). Neste artigo, vamos discutir sobre os cristais líquidos na **fase nemática**, os cristais líquidos que tornam as LCDs possíveis.

Uma característica dos cristais líquidos é que são afetados por **correntes elétricas**. Um tipo particular de cristal líquido nemático, chamado **nemático torcido** (TN), é naturalmente torcido. A aplicação de uma corrente elétrica nesses cristais líquidos os distorcem em vários graus, dependendo de sua voltagem. As LCDs usam esses cristais líquidos porque eles reagem de maneira previsível à corrente elétrica controlando a passagem de [luz](#).

Tipos de cristal líquido

A maioria das moléculas de cristal líquido tem a forma de haste e é amplamente classificada como **termotrópica** ou **liotrópica**.



Imagem cedida Dr. Oleg Lavrentovich, Liquid Crystal Institute

Cristais líquidos termotrópicos reagem às mudanças de temperatura ou, em alguns casos, de pressão. A reação dos cristais líquidos liotrópicos, que são usados na fabricação de sabões e detergentes, depende do tipo de solvente com que estão misturados. Cristais líquidos termotrópicos são **isotrópicos** ou **nemáticos**. A diferença principal é que as moléculas nas substâncias de cristal líquido isotrópico têm um arranjo aleatório, enquanto nos nemáticos há uma ordem ou padrão definido.

A orientação das moléculas na fase nemática está baseada no **orientador**. O orientador pode ser qualquer coisa, desde um campo magnético até uma superfície com ranhuras microscópicas. Na fase nemática, os cristais líquidos podem ser classificados pela maneira com que as moléculas se orientam em relação umas às outras. A disposição mais comum é a **esmética**, que cria camadas de moléculas. Há muitas variações da fase esmética, como o C esmético, no qual as moléculas em cada camada inclinam-se em um ângulo a partir da camada anterior. Uma outra fase comum é **colestérica**, também conhecida como **nemática quiral**. Nessa fase, as moléculas se torcem ligeiramente a partir de uma camada até a próxima, resultando em uma espiral.

Os **cristais líquidos ferroelétricos** (FLCs) usam substâncias de cristal líquido que têm moléculas quirais em uma disposição de tipo C esmético porque a natureza espiral dessas moléculas permite um tempo de resposta à mudança em microsegundos, o que torna as FLCs particularmente adequadas às telas avançadas. Os **cristais líquidos ferroelétricos estabilizados por superfície** (SSFLCs) exercem uma pressão controlada por meio do uso de uma placa de vidro, suprimindo a espiral das moléculas e tornando a mudança ainda mais rápida.

Criando uma LCD

Há muito mais coisas envolvidas no processo de construção de uma LCD do que simplesmente criar uma lâmina de cristal líquido. A combinação de 4 fatores torna as LCDs possíveis:

- a luz pode ser polarizada (veja [Como funcionam os óculos de sol](#) para informações fascinantes sobre polarização);
- os cristais líquidos conseguem transmitir e mudar a luz polarizada;
- a estrutura dos cristais líquidos pode ser mudada pela corrente elétrica;
- existem substâncias transparentes que podem conduzir eletricidade.

Uma LCD é um aparelho que usa esses 4 fatores de maneira surpreendente!

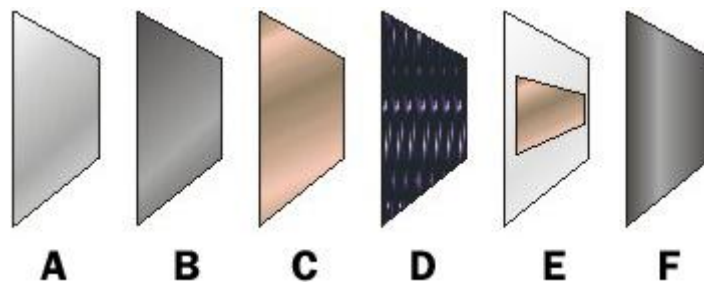
Para criar uma LCD são necessários **2 pedaços de vidro polarizado**. Um polímero especial que cria ranhuras microscópicas na superfície é friccionado no lado do vidro que não tem o filme polarizador. As ranhuras devem estar na mesma direção do filme polarizador. Adiciona-se então uma **camada de cristais líquidos nemáticos** a um dos filtros. As ranhuras farão a primeira camada de moléculas se alinhar com a orientação do filme. Então, acrescenta-se o segundo pedaço de vidro com o **filme polarizador formando um ângulo reto** em relação ao primeiro pedaço. Cada camada sucessiva de moléculas TN (nemáticas torcidas) vai gradualmente se torcer até que a camada mais superior esteja em um ângulo de 90° com a parte inferior, coincidindo com os filtros de vidro polarizado.

Quando a luz atinge o primeiro filtro, ele é polarizado. Então, as moléculas em cada camada guiam a luz que recebem até a próxima camada. À medida em que a luz passa através das camadas de cristal líquido, as moléculas também mudam o plano de vibração da luz para coincidir com o seu próprio ângulo. Quando a luz alcança o lado mais distante da substância de cristal líquido, ela vibra no mesmo ângulo que a camada final de moléculas. Se a camada final coincidir com o segundo filtro de vidro polarizado, então a luz atravessará.

Se aplicarmos uma **carga elétrica** às moléculas de cristal líquido, elas vão se distorcer. Quando se esticam, mudam o ângulo da luz que passa através delas de maneira que ela não coincida mais com o ângulo do filtro polarizador de cima. Conseqüentemente, nenhuma luz consegue passar através dessa área da LCD, o que a torna mais escura que as áreas circundantes.

Construindo sua própria LCD

Construir uma LCD simples é mais fácil que você pensa. Você começa com um sanduíche de vidro e cristais líquidos descritos acima e adiciona dois eletrodos transparentes. Por exemplo, imagine que queira criar a LCD mais simples possível somente com um eletrodo retangular. As camadas se pareceriam com isto:



A LCD necessária para fazer esse serviço é muito básica. Ela tem um espelho (**A**) atrás, que a torna refletiva. Então, adicionamos um pedaço de vidro (**B**) com um filme polarizador

no lado de baixo e uma superfície de eletrodo comum (**C**) feita de óxido de estanho-índio por cima. Uma superfície de eletrodo comum cobre a área inteira da LCD. Em cima disto está a camada da substância de cristal líquido (**D**). Depois vem outro pedaço de vidro (**E**) com um eletrodo na forma de retângulo na base e, por cima, um outro filme polarizador (**F**), formando um ângulo reto em relação ao primeiro.

O eletrodo está conectado a uma fonte de energia como uma [bateria](#). Quando não há corrente, a luz que entra através da fonte da LCD vai simplesmente bater no espelho e ricochetear de volta para fora. Mas quando a bateria fornece corrente aos eletrodos, os cristais líquidos entre o eletrodo plano comum e o eletrodo com forma retangular se distorcem e impedem a luz de passar nessa região. Isso faz a LCD mostrar o retângulo como uma área negra.

Iluminação por trás versus refletiva

Note que nossa LCD simples necessitou de uma **fonte de luz externa**. Materiais de cristal líquido não emitem [luz](#) própria. As LCDs pequenas e baratas são freqüentemente **refletivas**, o que significa que para mostrar algo elas devem refletir luz a partir de fontes luminosas externas. Dê uma olhada em um relógio de pulso de LCD: os números aparecem onde pequenos eletrodos carregam o cristal líquido e fazem as camadas distorcerem-se para que a luz não seja transmitida através do filme polarizado.

A maioria das telas de computador é acesa com [tubos fluorescentes](#) embutidos sobre, na lateral e, às vezes, atrás da LCD. Um painel de difusão branco atrás da LCD redireciona e distribui a luz de maneira homogênea para assegurar uma exibição uniforme. No seu caminho através dos filtros, as camadas de cristal líquido e eletrodo, muito dessa luz é perdida (freqüentemente mais que a metade).

Em nosso exemplo, tínhamos uma superfície de eletrodo comum e uma barra de eletrodo simples que controlavam quais cristais líquidos respondiam a uma carga elétrica. Se você pegar a camada que contém o eletrodo simples e acrescentar mais alguns, pode começar a construir telas mais sofisticadas.

Sistemas de LCD

As LCDs **baseadas em superfície comum** são boas para telas simples que precisam exibir as mesmas informações repetidamente. Relógios de pulso e fornos de microondas se enquadram nessa categoria. Embora a forma hexagonal da barra ilustrada anteriormente seja a mais comum para a disposição dos eletrodos em tais aparelhos, quase toda forma é possível. Dê uma olhada em alguns jogos portáteis: cartas de baralho, [alienígenas](#), peixe e [máquinas caça-níqueis](#) são apenas algumas das formas de eletrodo que você vai ver.

Há dois tipos principais de LCDs usados em computadores: **matriz passiva** e **matriz ativa**. Na próxima seção, você aprenderá sobre cada um desses tipos.

História da LCD

Hoje as LCDs estão em todos os lugares, mas elas não apareceram da noite para o dia. Levou muito tempo desde a descoberta dos cristais líquidos até a abundância de aplicações da LCD da qual desfrutamos hoje. Os cristais líquidos foram descobertos em 1888, pelo botânico austríaco **Friedrich Reinitzer**. Reinitzer observou que quando derretia uma substância curiosa parecida com o colesterol (**benzoato de colesteril**), ela primeiro se tornava um líquido enevoado e então clareava conforme a temperatura subia. Sob resfriamento, o líquido tornava-se azul antes de finalmente cristalizar. Oitenta anos se passaram antes que a **RCA** fizesse a primeira LCD, em

1968. Desde então, os fabricantes de LCD têm regularmente desenvolvido variações e melhorias da tecnologia, levando a LCD a níveis incríveis de complexidade tecnológica. E há indicações de que continuaremos a curtir as novas evoluções da LCD no futuro.

Matriz passiva

As LCDs de **matriz passiva** usam uma grade simples para fornecer a carga para um pixel específico na tela. Criar a grade é um processo complexo. Começa com duas camadas de vidro chamadas **substratos**. A um dos substratos acrescenta-se colunas e ao outro, linhas, de um material condutor transparente. Este material geralmente é **óxido de estanho-índio**. As linhas ou colunas são conectadas a **circuitos integrados** que controlam quando uma carga é enviada para uma coluna ou linha específica. O material de cristal líquido é encaixado entre os dois substratos de vidro e um filme polarizador é adicionado ao lado exterior de cada substrato. Para ativar um pixel, o circuito integrado envia uma carga para a coluna correta de um dos substratos e um fio-terra ativado na linha correta do outro substrato. A linha e a coluna **se cruzam** no pixel designado e isso libera a voltagem para distorcer os cristais líquidos naquele pixel.

A simplicidade do sistema de matriz passiva é interessante, mas tem desvantagens significativas, notavelmente o **tempo de resposta lento** e o **controle de voltagem impreciso**. O tempo de resposta refere-se à habilidade da LCD de renovar a imagem mostrada. A maneira mais fácil de observar o tempo de resposta lento em uma matriz passiva de LCD é mover o [cursor](#) rapidamente de um lado para o outro da tela. Você vai notar uma série de "fantasmas" seguindo o cursor. O controle impreciso da [voltagem](#) impede a habilidade da matriz passiva de influenciar somente um [pixel](#) (em inglês) de cada vez. Quando a voltagem é aplicada para distorcer um pixel, os pixels ao redor dele também se distorcem parcialmente, o que faz com que as imagens pareçam distorcidas e com falta de contraste.

Matriz ativa

As LCDs de **matriz ativa** dependem de **transistores de filme finos** (TFT). Basicamente, os TFTs são pequenos [transistores](#) e [capacitores](#) de mudança. Eles são dispostos em uma matriz sobre um substrato de vidro. Para dirigir-se a um pixel particular, a linha apropriada é ativada e então uma carga é enviada para a coluna correta. Já que todas as outras linhas com que a coluna se cruza estão desativadas, somente o capacitor no pixel designado recebe uma carga. O capacitor é capaz de reter a carga até o novo ciclo de atualização. E se controlarmos com cuidado a quantidade de voltagem fornecida a um cristal, podemos fazê-lo distorcer o suficiente para permitir que alguma luz passe.

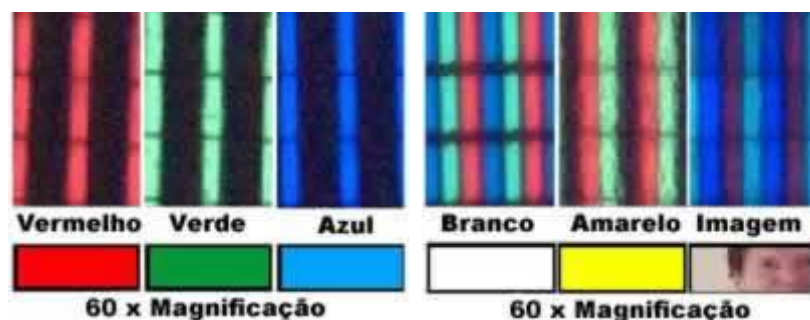
Fazendo isso em pequenos e exatos acréscimos, as LCDs conseguem criar uma **escala cinza**. A maioria das telas de hoje oferece 256 níveis de brilho por pixel.

Cor

Uma LCD que consegue mostrar cores deve ter **3 subpixels** com filtros de cor vermelho, verde e azul para criar cada pixel de cor.

Por meio do controle cuidadoso e da variação da voltagem aplicada, a intensidade de cada subpixel pode variar em **256 tonalidades**. A combinação dos subpixels produz uma paleta possível de **16,8 milhões de cores** (256 tonalidades de vermelho x 256 tonalidades de verde x 256 tonalidades de azul). Estas telas coloridas necessitam de um enorme número de transistores. Por exemplo, um laptop típico suporta resoluções de até 1,024x768. Se

multiplicarmos 1.024 colunas por 768 linhas por 3 subpixels, obtemos 2.359.296 transistores gravados sobre o vidro. Se houver um problema com algum destes transistores, ele cria um "pixel ruim" na tela. A maioria das telas de matriz ativa tem alguns pixels ruins espalhados pela tela.



Avanços da LCD

A tecnologia da LCD evolui constantemente. Hoje, as LCDs empregam diversas variações da tecnologia de cristal líquido, incluindo nemáticos super torcidos (STN), nemáticos torcidos de camada dupla (DSTN), cristal líquido ferroelétrico (FLC) e cristal líquido ferroelétrico estabilizado por superfície (SSFLC).

O **tamanho da tela** é limitado pelos problemas de controle de qualidade enfrentados pelos fabricantes. De maneira simples, para aumentar o tamanho da tela, os fabricantes devem adicionar mais pixels e transistores. À medida que aumentam o número de pixels e transistores, também aumentam a chance de incluir um transistor ruim em uma tela. Os fabricantes das LCDs grandes rejeitam freqüentemente cerca de 40% dos painéis que saem da linha de montagem. O nível de rejeição afeta diretamente o preço da LCD uma vez que as vendas de LCDs boas devem cobrir o custo de fabricação das telas boas e ruins. Somente avanços na fabricação podem levar a telas acessíveis em tamanhos maiores.