

Display de Cristal Líquido (LCDs)

Como funcionam os LCDs (Displays de Cristal Líquido)

1. Introdução
2. Cristais líquidos
3. Cristais líquidos em fase nemática
4. Criando um LCD
5. Construindo o LCD
6. Iluminação por trás versus refletiva
7. Sistemas de LCD
8. Matriz passiva
9. Matriz ativa
10. Cor
11. Avanços do LCD

1-Introdução

Você provavelmente usa itens que contêm um **LCD (tela de cristal líquido)** diariamente. Eles estão por toda parte: em laptops, relógios digitais e de pulso, fornos de microondas, aparelhos de CD e muitos outros aparelhos eletrônicos. Os LCDs são comuns porque oferecem algumas vantagens reais sobre outras tecnologias para telas. São mais finos e mais leves e gastam menos energia que os tubos de raios catódicos (CRTs).



Uma tela simples de LCD de uma calculadora

Por que são chamados 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?

Logo a seguir, você irá descobrir como os cristais líquidos realizam esse incrível truque e conhecer a tecnologia por trás dos 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.

2-Cristais líquidos

Aprendemos na escola que há três estados comuns da matéria: sólido, líquido ou gasoso. Nos **sólidos** a molécula tem forma definida e volume, nos **líquidos** são justamente os opostos: as moléculas podem mudar sua orientação podendo se adequar a qualquer meio. Mas há algumas substâncias que podem existir em um estado peculiar que é líquido e sólido.

Quando estão em um desses estados, 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 ou líquidos? 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 etc. Também explica porque uma tela de laptop pode agir de forma estranha no tempo frio ou durante um dia quente na praia.

3-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). Logo a seguir iremos nos aprofundar sobre os cristais líquidos na **fase nemática**, os cristais líquidos que tornam os 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. Os LCDs usam esses cristais líquidos porque eles reagem de maneira previsível a 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 pelo Dr. Oleg Lavrentovich do Liquid Crystal Institute

Os cristais líquidos termotrópicos reagem às mudanças de temperatura ou, em alguns casos, de pressão. A reação dos cristais líquidos liotrópicos (usados na fabricação de sabões e detergentes) depende do tipo de solvente com que estão misturados.

Os cristais líquidos termotrópicos são **isotrópicos** ou **nemáticos**. A principal diferença entre eles 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 as outras. A disposição mais comum é a **esmética**, que cria camadas de moléculas.

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

4-Criando um LCD

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

- a luz pode ser polarizada;
- 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.

Um LCD é um módulo que usa esses 4 fatores de maneira surpreendente!

Para criar um 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.

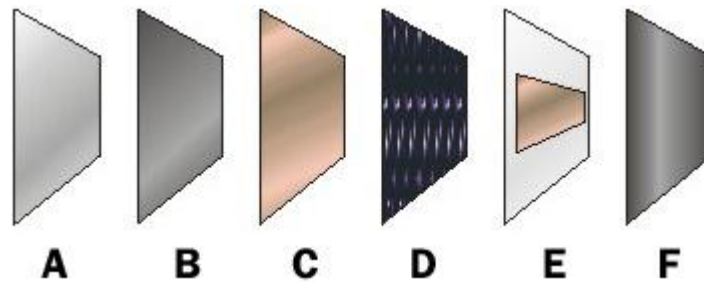
Quando a luz atinge o primeiro filtro, ele é polarizado. Então, as moléculas em cada camada guiam a luz que recebem até a próxima camada. À medida em que a luz passa através das camadas de cristal líquido, as moléculas também mudam o plano de vibração da luz para coincidir com o seu próprio ângulo. Quando 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 do LCD, o que o torna mais escuro que as áreas circundantes.

5-Construindo o LCD

Construir um LCD simples não é tão complexo. Inicia-se com um sanduíche de vidro e cristais líquidos descritos anteriormente e adicionam-se dois eletrodos transparentes. Por exemplo, imagine que queira criar um LCD mais simples possível somente com um eletrodo retangular. As camadas se pareceriam conforme abaixo:



O LCD necessário para fazer esse serviço é muito simples. Ele tem um espelho (A) atrás, que o torna refletivo. 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 do 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 do LCD vai simplesmente bater no espelho e voltar. 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 o LCD mostrar o retângulo como uma área negra.

6-Iluminação por trás versus refletiva

Note que o LCD que exemplificamos acima necessitou de uma **fonte de luz externa**, pois os materiais de cristal líquido não emitem luz própria. Os LCDs pequenos e baratos são freqüentemente **refletivos**, o que significa que para mostrar algo eles devem refletir luz a partir de fontes luminosas externas.

Perceba que 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 computadores são acesas com tubos fluorescentes embutidos sobre, na lateral e, às vezes, atrás do LCD. Um painel de difusão branco atrás do LCD redireciona e distribui a luz de maneira homogênea para assegurar uma exibição uniforme. No caminho através dos filtros, as camadas de cristal líquido e eletrodo freqüentemente perdem mais que a metade dessa luz.

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 pegarmos a camada que contém o eletrodo simples e acrescentarmos mais alguns, poderemos começar a construir telas mais sofisticadas.

7-Sistemas de LCD

Os LCDs **baseados em superfície comum** são bons 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. Máquina caça níqueis é um exemplo das formas de eletrodo que podemos perceber.

Há dois tipos principais de LCDs: **matriz passiva** e **matriz ativa**. Mais a frente será detalhado cada um desses tipos.

História do LCD

Hoje os LCDs estão em todos os lugares, mas eles não apareceram da noite para o dia. Levou muito tempo desde a descoberta dos cristais líquidos até a abundância de aplicações do LCD do qual desfrutamos hoje. Os cristais líquidos foram descobertos em 1888, pelo botânico austríaco **Friedrich Reinitzer**. Reinitzer observou que uma substância parecida com o colesterol (**benzoato de colesteril**) primeiro se tornava um líquido enevoado e posteriormente 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 o primeiro LCD, em 1968. Desde então, os fabricantes de LCD têm regularmente desenvolvido variações e melhorias de tecnologia, levando o LCD a níveis incríveis de complexidade tecnológica. E há indicações de que continuaremos a curtir novas evoluções do LCD no futuro.

8-Matriz passiva

Os 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, começam com duas camadas de vidro chamados substratos.

Em 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 é 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 é lento** e o **controle de voltagem impreciso**. O tempo de resposta refere-se à habilidade do 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. Notaremos uma série de "fantasmas" seguindo o cursor. O controle impreciso da voltagem impede a habilidade da matriz passiva de influenciar somente um pixel 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.

10-Matriz ativa

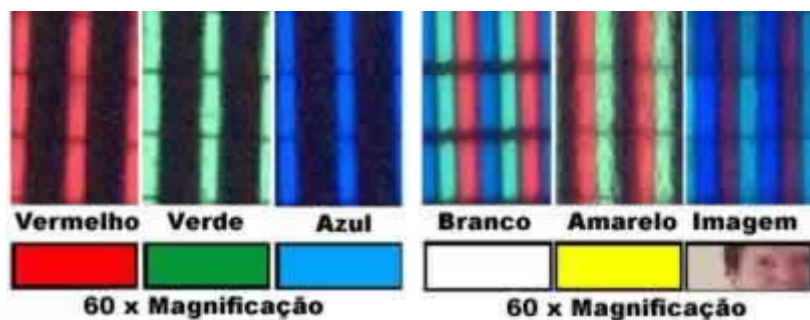
Os LCDs de **matriz ativa** dependem de **transistores de filme finos** (TFT). Basicamente, os TFTs são pequenos transistores e capacitores de mudança. Eles são dispostos em uma matriz sobre um substrato de vidro. Para dirigir-se a um pixel particular, a linha apropriada é ativada e então uma carga é 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, os LCDs conseguem criar uma escala cinza. A maioria das telas de hoje oferece 256 níveis de brilho por pixel.

11-Cor

Um 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.



12-Avanços do LCD

A tecnologia do LCD evolui constantemente. Hoje, os 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 dos LCDs grandes rejeitam freqüentemente cerca de 40% dos painéis que saem da linha de montagem. O nível de rejeição afeta diretamente o preço do LCD uma vez que as vendas de LCDs bons devem cobrir o custo de fabricação das telas boas e ruins. Somente avanços na fabricação podem levar a telas acessíveis em tamanhos maiores.

Esclarecimentos adicionais

1-O que é Display de Cristal Líquido (Liquid Crystal Display)?

No processo de fabricação do Display de Cristal Líquido (LCD) são selecionados os vidros e coberto com um metal transparente que por sua vez cobrirão os eletrodos do display. O metal de cobertura transparente pode ser qualquer um que tenha uma camada fina de material condutivo, tal como ouro, prata ou latão. Focando redução de custos e um processo eficiente com uma camada altamente transparente, a indústria tem utilizado óxido de índium-tin (ITO) como o material preferido para eletrodo.

Fotoretistores são colocados em cima do metal transparente e é aplicado o processo de fotolitografia para gravar e estabelecer padrões de imagens na fotoretistência. Estes padrões podem ser segmentos de dígitos numéricos ou também ícones que representem várias funções. Os padrões expostos são então desenvolvidos e o vidro segue para um banho de ácido no qual o excesso do metal de cobertura é retirado. O fotoretistor restante é eliminado e então é gerado os padrões de segmento e os planos de eletrodos.

Depois de feitos os eletrodos, uma camada fina de isolante é colocada em cima deles. Esta é uma camada de dióxido de silicone que é usado para marcar e selar a superfície do eletrodo, que agirá como uma barreira elétrica, e posicionará os eletrodos e o vidro. A próxima camada a ser aplicada é a camada de alinhamento do cristal líquido. Este é normalmente um material de poliamida, escolhido por causa da sua estabilidade ambiental em locais com umidade alta e calor. Mais importante é sua habilidade em fazer as moléculas de cristal líquido alinhar o eixo na direção na qual o polímero foi empregado.

Então polimos os dois lados do vidro e ajustamos a angulação correta entre eles e as moléculas do cristal líquido se auto ajustarão paralelas umas as outras, causando uma estrutura elicoidal a ser formada entre as duas faces do eletrodo. Esta estrutura elicoidal tem um ângulo de rotação de 90 graus das moléculas de cristal líquido de um lado para outro do display. Depois do polimento do polímero, um anel de cola ou selador é fixado no vidro.

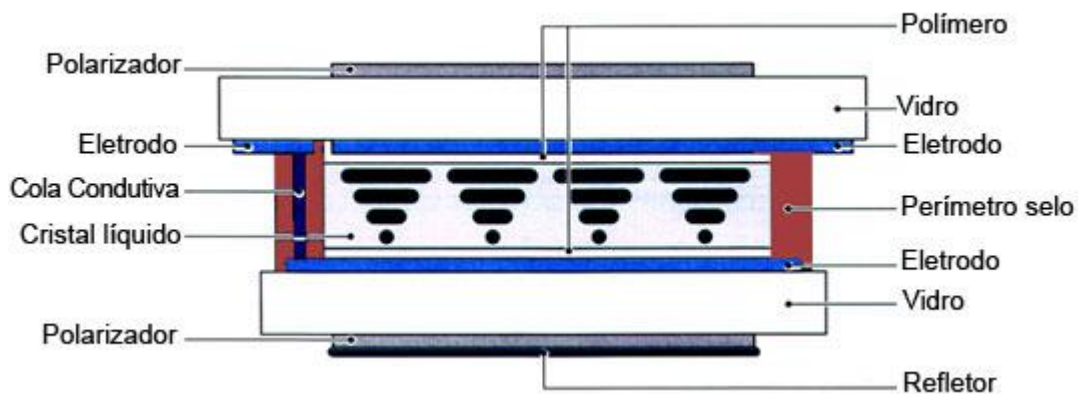
O material thermoset epoxy é um tipo de material com uma temperatura de transição do vidro muito alta, aplicamos uma pequena porção de epoxy condutivo para conectar o eletrodo comum ao topo do vidro do segmento plano que está na extremidade da peça de vidro. Este processo do epoxy condutivo é chamado ponto de transformação.

Para fazer com que o display tenha uma aparência uniforme, espaçadores são aplicados. Estes normalmente são placas e ou pedaços de vidro com o diâmetro desejado para produzir uma abertura fixa entre as placas de vidro. Dependendo do cristal líquido utilizado, esta abertura poderá ser de 5 a 9 microns. As duas partes do vidro são então aquecidas e seladas e um fino, uniforme e plano espaço vazio é formado.

O cristal líquido é colocado dentro desta abertura utilizando a técnica de preenchimento a vácuo e é utilizado pela sua extensa propriedade elétrica e ótica.

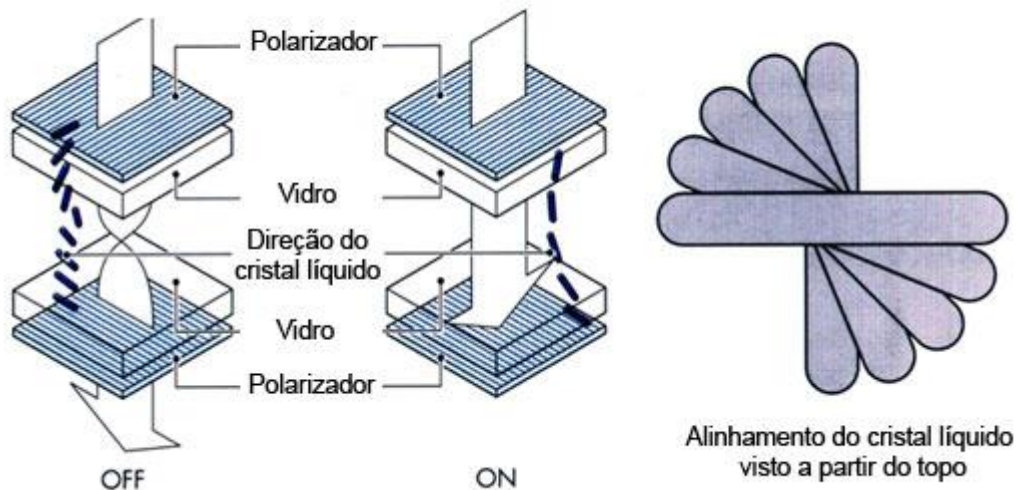
A aplicação poderá exigir um cristal líquido que tenha uma baixa voltagem operacional ou caso o display venha ser utilizado em ambiente externo, poderá solicitar temperatura estendida. Ao longo do tempo os fabricantes de displays desenvolveram diversas variedades de cristal líquido que atendem uma grande gama de aplicações.

Uma vez colocado o cristal líquido neste espaço vazio, a área de introdução é selada, um polarizador é colocado na parte frontal e o outro polarizador é colocado atrás. Se tudo transcorrer como planejado, teremos um dispositivo apto a apresentar uma informação desejada a um observador. Em outras palavras, teremos um dispositivo semelhante àqueles vistos em calculadoras ou bombas de gasolina. Com um pouco de criatividade muitas variações de displays poderão ser produzidas.



Veja acima o ponto de vista transversal de um display típico.

Efeito do LCD em campo



2-Qual é a diferença entre as Tecnologias TN, STN e FSTN?

Trançado Nemático (TN), Super Trançado Nemático (STN) e Filme Super Trançado Nemático (FSTN) são termos utilizados para descrever os tipos de Displays de Cristal Líquido.

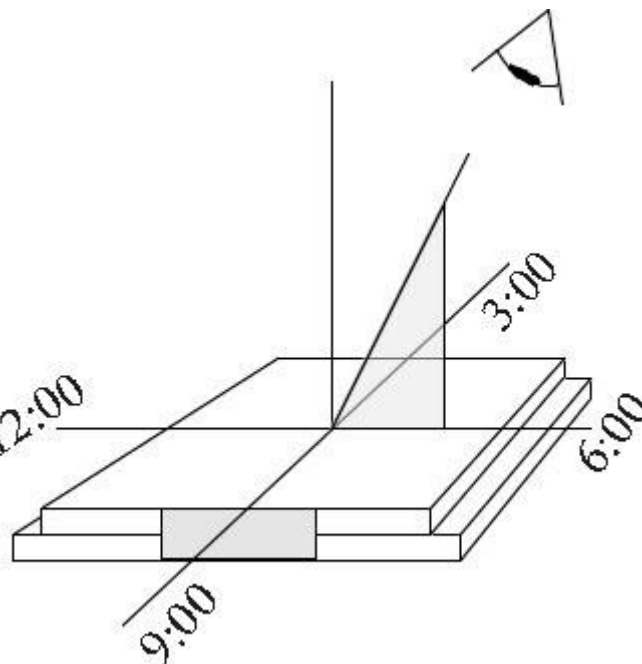
O Display TN tem uma torção (rotação das moléculas de um plano do display a outro) de 90 graus ou menos. Direção passiva, matriz ativa, e o mais baixo nível de displays passivo (x 2 para x 32) multiplexados com torção de 90 graus. Como o nome insinua, os Displays Super Trançado Nematic (STN) tem uma torção que é acima de 90 graus mais abaixo de 360 graus. Atualmente a maioria dos Displays STN são feitos com uma torção entre 180 e 140 graus.

Ângulos de torção elevados causam curvas de limiar mais íngremes que colocam o tempo de ligar e desligar a voltagem mais próxima. Os limiares mais íngremes permitem multiplexar taxas maiores que 32 para serem alcançados.

O Display Filme Super Trançado Nemático LCD (FSTN) usa um retardo óptico para eliminar a polarização elíptica de exibição do STN. Com isto resulta em uma exibição preta e branca. FSTN tem o mais alto contraste e ângulo de visão para os LCDs de altíssima multiplexagem.

3-O que é Ângulo de visão?

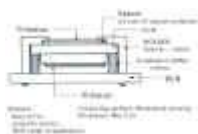
Ângulo de visão é a direção da qual o display será melhor visualizado. Ele é ajustado durante o processo de fabricação e não poderá mais tarde ser mudado pela rotação do polarizador. A direção da visão é especificada como sendo a posição do mostrador do relógio, veja a figura ao lado. Um ângulo de visão de 12 horas significa que a melhor visualização estará na parte superior do display, enquanto o de 6 horas é melhor visualizado na parte inferior.



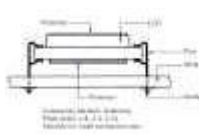
Ao se especificar a direção de visão é necessário pensar de como será visto o dispositivo a ser usado. Por exemplo, uma calculadora normalmente é posicionada numa mesa ou segurada na palma da mão e visualizada numa direção de 6 horas. Alguns dispositivos, como o termostato de parede, usualmente são posicionado debaixo do espectador e por isto será necessário que tenha um ângulo de visão de doze horas. Outros ângulos de visão menos comuns serão possíveis. O display do relógio veicular, que sempre estará posicionado no lado direito do motorista, provavelmente deverá ter um ângulo de visão de 9 horas, ou 10:30 horas se o relógio for posicionado na parte inferior do painel.

Numa visualização direta do display, o ângulo de visão deixa de ser crítico já que o display será bem visualizado de qualquer direção. Torna-se crítico quando o display for multiplexado, quanto mais alta for à taxa de multiplexagem maior será o problema. Em um display com uma extrema taxa de multiplexagem, um grande cuidado deverá ser tomado ao desenhar o circuito. Películas especiais poderão ser aplicadas na parte frontal do display para aumentar o campo de visão, entretanto este processo é custoso. Faça contato com nossa Engenharia para ajudá-lo no design do seu circuito.

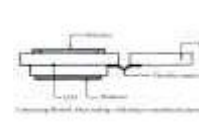
4-Conectores e Método de Montagem dos LCDs



Conector de borracha



Conector de pino



Conector flexível

5-Tipos de LCD Display



Tipo Positivo



Tipo Negativo

6-Modos de visualização

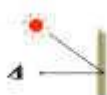
Os LCDs são produzidos em três básicos modos de transmissão de luz: refletivo, transmissivo e transflectivo.

a-Refletivo: No modo refletivo, a luz disponível é usada para iluminar o display. Isto é alcançado combinando um refletor com o polarizador traseiro. Trabalha melhor em um ambiente de escritório ao ar livre ou bem-iluminado.

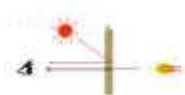
b-Transmissivo: Os LCDs Transmissivos têm um polarizador traseiro transparente e não refletem luz ambiente. Para serem visíveis é necessário ter backlight. Para trabalharem melhor em ambientes de pouca luminosidade é necessário que o backlight esteja continuamente ligado.

c-Transflectivo: Os LCDs Transflectivos são uma mistura dos tipos refletivo e transmissivo, com o polarizador traseiro tendo uma parcial refletividade. Eles são combinados com um backlight para uso em todos os tipos de condições de iluminação. O backlight pode ser desativado em locais com luminosidade suficiente, enquanto conserva a força. Em ambientes mais escuros, o backlight pode prover uma exibição luminosa. Os LCDs transflectivos não deixarão de funcionar quando operados em locais com luz solar direta.

Outra característica do modo visualização é quando o LCD tem uma imagem positiva ou negativa. A imagem standard é positiva, que significa um fundo claro com um caractere escuro. Esta imagem trabalha melhor dentro do modo refletivo ou modo transflectivo. Uma imagem negativa normalmente é combinada com um modo transmissivo. Isto proporciona um fundo escuro com um caractere claro. Um backlight forte deve ser usado para obter uma iluminação boa. Na maioria das aplicações gráficas, o modo transmissivo negativo é invertido. Esta combinação proporciona um fundo claro com caracteres escuros oferecendo aos usuários uma legibilidade melhor.



Modo Refletivo



Modo Transflectivo



Modo Transmissivo

Os Displays de Cristal Líquido (LCDs) são de tecnologia chamada passiva. Isto significa que eles não emitem luz nem qualquer radiação, por isto, utilizam a luz ambiente.

Devido à manipulação esta luz, exibe imagens utilizando pouca energia. Isto tem feito dos LCDs a tecnologia preferida sempre quando o baixo consumo e tamanhos reduzidos são considerados críticos. O Cristal Líquido é uma substância orgânica que possui uma forma líquida e estrutura molecular cristalina.

As moléculas estão normalmente em ordem paralela, e um campo elétrico pode ser utilizado para controlar as moléculas. A maioria dos LCDs utiliza um tipo de cristal líquido chamado Traçado Nemático (TN). Os LCDs consistem em dois pedaços de vidros com eletrodos transparentes impressos nas superfícies internas.

Uma camada de alinhamento em cada superfície do vidro é usada para torcer o material em um padrão helicoidal ou "trançado". Polarizadores são usados no lado externo nas superfícies frontais e traseiras. Quando o LCD está "desligado" nenhuma voltagem é aplicada nos eletrodos, e a luz passa através dele.

Quando estiver "ligado", a voltagem é aplicada e as moléculas de cristal líquido se alinham na direção do campo elétrico. Isto faz a luz ficar fora de fase com o polarizador e ser bloqueado, criando uma área escura no display de cristal líquido. Através de uma seletiva aplicação de eletrodos, uma grande variedade de padrões poderá ser alcançada. Muitos avanços tem sido produzidos nos Displays de Cristal Líquido TNs.

No entanto, o material do Cristal Líquido Super Traçado Nemático (STN) oferece um ângulo de torção mais alto (240 vs. 90) o que proporciona um contraste maior e um melhor ângulo de visão. Entretanto, uma característica negativa é o efeito **birefringence**, que troca a cor de fundo para yellow-green e a cor do caractere para azul. Esta cor de fundo pode ser mudado para cinza utilizando um filtro especial. O mais recente avanço foi a introdução do Display FSTN (Filme Super Traçado Nemático). Isto acrescenta um filme de retardamento ao Display STN que é compensado pela adição de cor através do efeito **birefringence**, permitindo produzir displays preto e branco. Em razão da adição da filtragem, os Displays FSTN parecem melhor quando utilizados com backlight.

7-Módulos de Cristal Líquido

Os primeiros LCDs eram compostos só do painel. O circuito ficava por conta do cliente. Desenvolvimentos mais recentes combinaram o painel do LCD com a PCI (Placa de Circuito Impresso) contendo o driver LSI, passando a ser conhecido como Módulo de LCD ou simplesmente LCM, que oferece aos clientes uma solução mais completa. Há dois tipos de Módulos de LCD: Caracteres e Gráficos. O Módulo de Caractere é compostos de 1 a 4 linhas que vai de 16 a 40 blocos de caractere tendo 5 x 7 pontos mais cursor. Cada bloco de caractere é endereçado separadamente e pode formar caracteres alfanuméricos e um número limitado de símbolos. Os Módulos Gráficos proporcionam para os usuários um maior grau de flexibilidade. Eles são compostos de **pixels** organizados em filas e colunas. Cada pixel pode ser endereçado individualmente para texto, gráficos, ou qualquer combinação dos dois. Um LCD controlador IC (Integrated Circuit) é exigido para operar o LCD gráfico. Alguns modelos se caracterizam por terem o chip controlador construído no módulo.

Módulos de Caractere LCD de matriz de ponto são oferecidos numa variedade de tamanhos e configurações. Os Módulos de Caractere são organizados em blocos de 5 x 7 pontos. Isto lhes permite exibir caracteres alfanuméricos de 4 linhas e 40 caracteres. Os modelos com fluído STN aumentam as características de visibilidade. Os Standards com fluídos TN estão disponíveis, mas não são recomendados para novos designs, isto em razão da limitação do contraste e do ângulo de visão. Backlights de EL ou LEDs são opcionais para a maioria dos modelos.

8-O que significa COG

Chip-On-Glass é uma das mais altas tecnologias de métodos de montagem que utiliza o Ouro **Bump ou Flip Chip** ICs, e é utilizada em aplicações com espaços reduzidos. Os circuitos integrados Chip-On-Glass foram introduzidos primeiramente pela Epson. No processo de montagem Flip-Chip, o Chip não está no Circuito Integrado e sim montado diretamente na Placa de Circuito Impresso. Pelo fato de não ter **package**, a **footprint** do Circuito Impresso pode ser minimizado, não necessitando de uma grande área para a PCI. Esta tecnologia reduz a área de montagem e é melhor preparada para controlar sinais de alta velocidade e alta freqüência.

Vantagens: Muito espaço economizado. Os Módulos de LCD Chip-On-Glass, podem ser tão finos quanto 2 mm.

Seu custo é baixo, comparado com o Chip-On-Board, em especial nos Módulos de LCD Gráficos, porque muito menos Circuito Impresso é utilizado e é mais seguro do que no processo TAB (Tape Automated Bonding), pois neste processo há fragilidade na área de montagem.

Desvantagens: O Chip-On-Glass só pode ser utilizado em um certo nível de resolução na qual as linhas não são super definidas. Seus campos são muito finos, dificultando a realização de testes. A Tecnologia TAB é a que mais utiliza.

O custo poderá ser maior usando a tecnologia TAB ou COB, se no projeto tiver que integrar um teclado ou indicador ao redor do display. A área ativa não é centrada dentro do esboço, mas é compensada, por causa da área onde estão os circuitos. Desde quando o Circuito Integrado Chip-On Glass foi inventado pela Epson, a tecnologia COG se tornou muito popular pelo fato da demanda ter aplicações compactadas. Em um futuro próximo veremos este método de montagem de Circuito Impresso em larga utilização em muitos outros tipos de equipamentos tais como: telefone celular, PDA's, servidores de rede de computadores, receptores de satélites, etc.

Guia do usuário

Antes de usar nossos produtos, favor ler cuidadosamente as informações a seguir. Isto o ajudará a utilizar adequadamente nossos produtos (LCMs e LCDs) e estará protegendo-os de danos causados quando imprópriamente aplicados, transportados e armazenados.

- Ao receber nossos produtos, se notar qualquer avaria na embalagem ou encontrar algum problema de qualidade, favor manter o material separado e nos contate o mais breve possível para assim agilizarmos a solução.
- O LCD deverá ser utilizado considerando para temperatura de transporte e armazenagem a faixa de $-10^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$, e temperatura de operação de $0^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$. Caso seja necessária uma faixa de temperatura operacional superior, favor mencionar no Pedido de Compra e o atendimento ficará sujeito a nossa confirmação. O armazenamento e ambiente operacional deverão estar secos, livre de pó, limpo e bem ventilado.
- Não deixar expostos diretamente à luz solar ou muito tempo aos raios ultravioleta, para que não tenha a vida útil reduzida.
- Não deverá ser mantido sob ambientes de temperatura alta, umidade alta, ou com solvente de substância química corrosivo e volátil. Se isto acontecer, o LCD poderá ficar opaco e poderá ter corroído os eletrodos do LCM, o que ocasionará a perda da função de exibição. Os LCMs deverão ser embalados e ou mantidos com materiais anti-estáticos.
- Não poderá ser aplicado solvente orgânico no polarizador. Pelo fato do polarizador ser constituído de material macio, quando da montagem poderá ser facilmente danificado em contato com objetos duros e até mesmo pano áspero.
- Enquanto estiver montando os componentes, tenha certeza de que a voltagem operacional esteja dentro dos limites estabelecidos na especificação.