

# Liquid crystal display

A **liquid crystal display (LCD)** is an electro-optical amplitude modulator realized as a thin, flat display device made up of any number of color or monochrome pixels arrayed in front of a light source or reflector. It is often utilized in battery-powered electronic devices because it uses very small amounts of electric power.

## نمایشگر کریستال مایع

نمایشگر کریستال مایع (lcd) یک مدولاتور (modulator) دامنه ای الکترواپتیک است که بعنوان یک دستگاه نمایشگر نازک و مسطح شناخته می شود و از تعدادی عنصر تصویری (pixel) تک رنگ یا رنگی تشکیل شده که بصورت منظم جلوی یک منبع نور یا یک منعکس کننده قرار گرفته اند . این نوع نمایشگر اغلب در وسایل الکترونیکی که توسط باتری تغذیه می شوند مورد استفاده قرار می گیرد برای اینکه انرژی بسیار کمی مصرف می کنند.



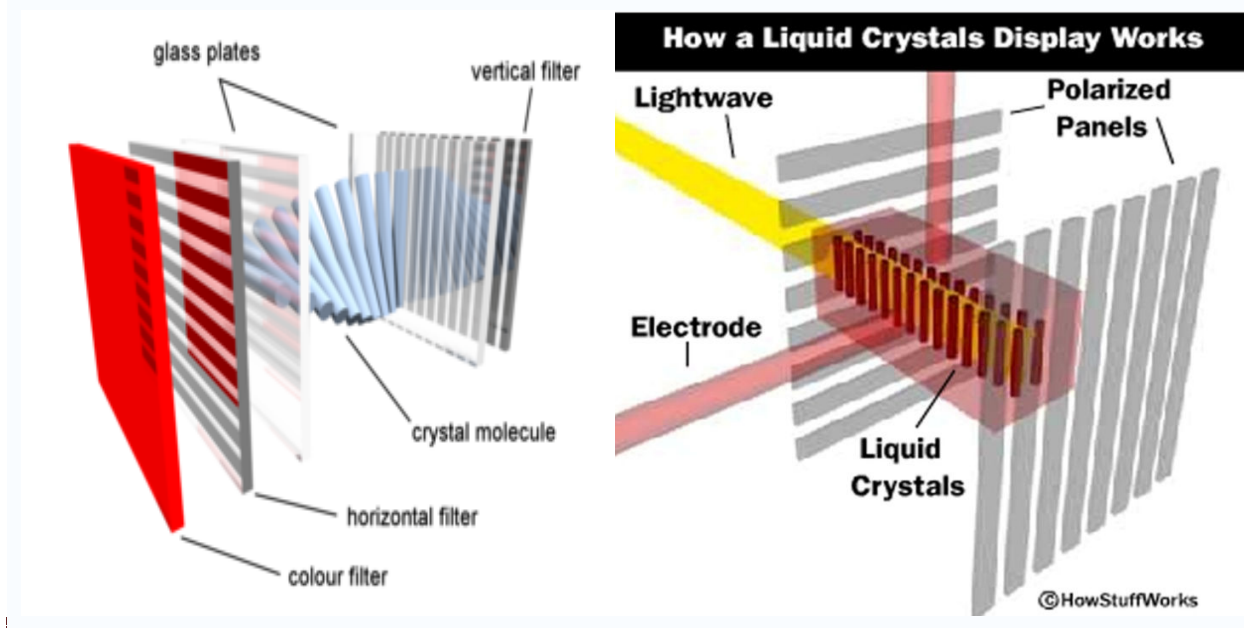
Each pixel of an LCD typically consists of a layer of molecules aligned between two transparent electrodes, and two polarizing filters, the axes of transmission of which are (in most of the cases) perpendicular to each other. With no liquid crystal between the polarizing filters, light passing through the first filter would be blocked by the second (crossed) polarizer.

هر پیکسل از lcd معمولاً تشکیل شده از یک لایه از مولکولها که بین دو لایه شفاف (transparent) ، دو فیلتر پلاریزه کننده (polarizing filters) و محورهای انتقال که اغلب بصورت عمود بر هم می باشند ، قرار گرفته اند . وقتی که کریستال مایع بین فیلترهای پلاریزه وجود نداشته باشد نوری که از فیلتر اول عبور کرده بوسیله فیلتر دوم بلوکه می شود.

The surface of the electrodes that are in contact with the liquid crystal material are treated so as to align the liquid crystal molecules in a particular direction. This

treatment typically consists of a thin polymer layer that is unidirectionally rubbed using, for example, a cloth. The direction of the liquid crystal alignment is then defined by the direction of rubbing. Electrodes are made of a transparent conductor called Indium Tin Oxide (ITO).

سطح الکترودهایی که با کریستال مایع در تماس هستند طوری عمل می کند که مولکول های کریستال مایع در یک جهت خاص قرار می گیرند . این خاصیت معمولاً توسط یک لایه نازک پلیمر که در یک جهت ساییده شده ایجاد می شود . (مثلاً با استفاده از پارچه) . بنابراین جهت قرار گرفتن مولکول های کریستال مایع با توجه به جهت سایش مشخص می شود. الکترودها نیز از ماده رسانای شفاف بنام Indium Tin Oxide یا (ITO) ساخته می شود.



Before applying an electric field, the orientation of the liquid crystal molecules is determined by the alignment at the surfaces. In a twisted nematic device (still the most common liquid crystal device), the surface alignment directions at the two electrodes are perpendicular to each other, and so the molecules arrange themselves in a helical structure, or twist. Because the liquid crystal material is birefringent, light passing through one polarizing filter is rotated by the liquid crystal helix as it passes through the liquid crystal layer, allowing it to pass through the second polarized filter. Half of the incident light is absorbed by the first polarizing filter, but otherwise the entire assembly is reasonably transparent.

قبل از اعمال میدان الکتریکی جهت مولکول های کریستال مایع در جهت سطوح الکترود ها قرار می گیرد . در یک twisted nematic lcd (رایج ترین نوع lcd ) جهت الکترودهای دو سطح بر یکدیگر عمود می باشد پس مولکول ها خودشان را در یک ساختار مارپیچ (helical structure) منظم میکنند . از آنجاکه مواد کریستالی باعث شکست نور می شوند نوری که از فیلتر اول عبور کرده است می تواند پس از چرخش توسط مارپیچ کریستال مایع از لایه دوم هم عبور کند . نیمی از نور تابیده شده توسط فیلتر پلاریزه کننده اول جذب می شود اما ساختار کلی بطور قابل قبولی نور را عبور می دهد.

When a voltage is applied across the electrodes, a torque acts to align the liquid crystal molecules parallel to the electric field, distorting the helical structure (this is resisted by elastic forces since the molecules are constrained at the surfaces). This reduces the rotation of the polarization of the incident light, and the device appears grey. If the applied voltage is large enough, the liquid crystal molecules in the center of the layer are almost completely untwisted and the polarization of the incident

light is not rotated as it passes through the liquid crystal layer. This light will then be mainly polarized perpendicular to the second filter, and thus be blocked and the pixel will appear black. By controlling the voltage applied across the liquid crystal layer in each pixel, light can be allowed to pass through in varying amounts thus constituting different levels of gray.

هنگامی که ولتاژی به الکترودها اعمال شود ، یک گشتاور پیچشی باعث می شود که مولکول ها بصورت موازی با میدان الکتریکی قرار بگیرند که منجر به واپیچیدن ساختار مارپیچی مولکوها میشود از آنجا که مولکولها در قید سطوح هستند در برابر این واپیچیدن مقاومت می کنند (توسط نیروی ارتجاعی elastic forces ) این باعث کاهش چرخش نور تابیده شده و در نتیجه ایجاد سایه می شود. اگر ولتاژ اعمالی به اندازه کافی بزرگ باشد مولکول ها در مرکز لایه تقریباً بطور کامل و می پیچند (untwist) در نتیجه چرخش نور به اندازه ای نیست که نور بتواند از کریستال مایع عبور کند بنابراین نور از لایه دوم نیز نمی گذرد ازاینرو پیکسل سیاه بنظر می رسد. با کنترل ولتاژ اعمالی به هر پیکسل نور می تواند با شدت های مختلف از میان لایه ها عبور کند سطوح مختلف رنگ (سایه ) را تشکیل دهد.

The optical effect of a twisted nematic device in the voltage-on state is far less dependent on variations in the device thickness than that in the voltage-off state. Because of this, these devices are usually operated between crossed polarizers such that they appear bright with no voltage (the eye is much more sensitive to variations

in the dark state than the bright state). These devices can also be operated between parallel polarizers, in which case the bright and dark states are reversed. The voltage-off dark state in this configuration appears blotchy, however, because of small variations of thickness across the device.

اثر بصری یک وسیله twisted nematic در وضعیتی که ولتاژ وجود دارد خیلی کمتر وابسته به تغییرات ضخامت وسیله است، نسبت به وضعیتی که ولتاژ اعمال نمی شود. بنابراین این وسایل معمولاً بین لایه های پلاریزه عمود بر هم ساخته می شوند تا بدون اعمال ولتاژ روشن بنظر برسند. این وسایل همچنین می توانند بین لایه های پلاریزه موازی ساخته شوند در این موارد وضعیت روشن و تاریک معکوس می شود بدون اعمال ولتاژ وضعیت تاریک ایجاد شده بعلت تغییر ضخامت وسیله واضح نیست (blotch).

Both the liquid crystal material and the alignment layer material contain ionic compounds. If an electric field of one particular polarity is applied for a long period of time, this ionic material is attracted to the surfaces and degrades the device performance. This is avoided either by applying an alternating current or by reversing the polarity of the electric field as the device is addressed (the response of the liquid crystal layer is identical, regardless of the polarity of the applied field).

مواد کریستال مایع و مواد لایه ها هر دو از ترکیبات یونی تشکیل شده اند اگر یک میدان الکتریکی با جهتی خاص برای مدت زمان طولانی اعمال شود این مواد یونی در سطوح الکترودها جذب می شوند و کارایی وسیله را پایین می آورند با ایجاد جریان متناوب (alternating current) یا معکوس کردن جهت میدان الکتریکی می توان از بوجود آمدن این وضعیت جلوگیری کرد. (پاسخ مولکول های کریستال مایع به جهت میدان اعمالی وابسته نیست)

When a large number of pixels are needed in a display, it is not technically possible to drive each directly since then each pixel would require independent electrodes.

Instead, the display is *multiplexed*. In a multiplexed display, electrodes on one side of the display are grouped and wired together (typically in columns), and each group gets its own voltage source. On the other side, the electrodes are also grouped (typically in rows), with each group getting a voltage sink. The groups are designed so each pixel has a unique, unshared combination of source and sink. The electronics, or the software driving the electronics then turns on sinks in sequence, and drives sources for the pixels of each sink.

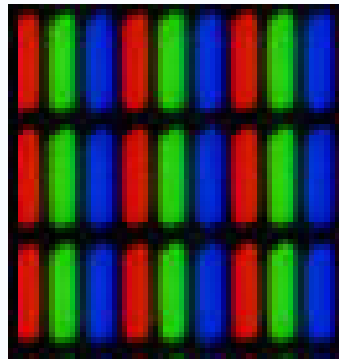
وقتی تعداد پیکسل های یک نمایشگر زیاد باشد کنترل مستقیم هر پیکسل از نظر فنی امکان پذیر نیست برای اینکه هر پیکسل به یک الکتروود مستقل نیاز دارد. بجای اینکار نمایشگر multiplex می شود. در یک نمایشگر multiplex شده الکتروود های یک طرف نمایشگر در گروه هایی به هم متصل شده اند (معمولا بطور ستونی). و هر گروه به منبع ولتاژ مربوط به خودش متصل می شود. در طرف دیگر نمایشگر الکتروودها در ردیف ها گروه بندی و به هم متصل می شوند و هر گروه ولتاژ مربوط به خودش را هدایت می کند. پس هر پیکسل یک منبع و مقصد ولتاژ منحصر به فرد و غیر مشترک دارد مدار الکترونیکی یا نرم افزار حاکم بر مدار الکترونیکی بترتیب مقصدهای ولتاژ را روشن میکند و سپس منبع مربوط به پیکسل های هر گروه را روشن میکند.

## Color displays

In color LCDs each individual pixel is divided into three cells, or sub pixels, which are colored red, green, and blue, respectively, by additional filters (pigment filters, dye filters and metal oxide filters). Each sub pixel can be controlled independently to yield thousands or millions of possible colors for each pixel. CRT monitors employ a similar 'sub pixel' structures *via* phosphors, although the electron beam employed in CRTs do not hit exact 'sub pixels'.

## نمایشگرهای رنگی

در LCD های رنگی هر پیکسل از سه سلول یا زیر پیکسل به رنگ های قرمز ، سبز و آبی بعلاوه فیلتر ها (فیلترهای رنگی و فیلتر اکسید فلزی). هر کدام از زیر پیکسل بطور مستقل کنترل می شوند تا بتوانند هزاران یا میلیون ها رنگ ممکن برای هر پیکسل را تولید کند. مانیتورهای CRT هم از ساختاری شبیه به زیرپیکسلها استفاده می کنند (با استفاده از فسفر ) با این تفاوت که اشعه الکترونی بکار گرفته شده در مانیتور ها دقیقا با زیرپیکسلها برخورد نمی کند.



## Passive-matrix and active-matrix addressed LCDs

LCDs with a small number of segments, such as those used in digital watches and pocket calculators, have individual electrical contacts for each segment. An external dedicated circuit supplies an electric charge to control each segment. This display structure is unwieldy for more than a few display elements.



## LCDهای آدرس دهی شده ماتریس غیر فعال و ماتریس فعال

در lcdهای با تعداد سگمنت های کم مثل ساعت های دیجیتالی یا ماشین حساب برای هر سگمنت یک کنتاکت الکتریکی مجزا وجود دارد و یک مدار اختصاصی خارجی با تامین ولتاژ این کنتاکت سگمنت مربوطه را کنترل می کند. اما این ساختار نمایش برای تعداد سگمنت های بیشتر ساختار بزرگی بشمار می رود.

Small monochrome displays such as those found in personal organizers, or older laptop screens have a passive-matrix structure employing super-twisted nematic (STN) or double-layer STN (DSTN) technology—the latter of which addresses a color-shifting problem with the former—and color-STN (CSTN)—wherein color is added by using an internal filter. Each row or column of the display has a single electrical circuit. The pixels are addressed one at a time by row and column addresses. This type of display is called *passive-matrix addressed* because the pixel must retain its state between refreshes without the benefit of a steady electrical charge. As the number of pixels (and, correspondingly, columns and rows) increases, this type of display becomes less feasible. Very slow response times and poor contrast are typical of passive-matrix addressed LCDs.

بعضی از صفحه های نمایش کوچک تک رنگ مثل personal organizer ویا laptopهای قدیمی تر هم ساختار passive matrix از نوع super-twisted nematic (STN) ویا double-layer STN (DSTN) - که دارای مشکل انتقال رنگ با شابلن بود - و color-STN (CSTN) - که در آن رنگ بوسیله

یک فیلتر داخلی اضافه شده بود - را بکار می بردند. در این نوع هر سطر یا ستون صفحه یک مدار الکتریکی مجزا دارد هر یک از پیکسل ها در هر لحظه بوسیله ی آدرس سطر و ستونشان قابل دسترسی هستند. این نوع از نمایشگر ها به این دلیل ماتریس غیر فعال نامیده شدند که هر پیکسل باید وضعیت خود را بین refresh ها بدون استفاده از یک ولتاژ پایدار ثابت نگاه دارد. با افزایش سطر ها و ستونها کاربرد این نوع lcd نیز کم می شود . و response time (زمان پاسخ دهی ) کند و contrast ضعیف از ویژگی های این نوع lcd در سایزهای بزرگتر می باشد.

High-resolution color displays such as modern LCD computer monitors and televisions use an active matrix structure. A matrix of thin-film transistors (TFTs) is added to the polarizing and color filters. Each pixel has its own dedicated transistor, allowing each column line to access one pixel. When a row line is activated, all of the column lines are connected to a row of pixels and the correct voltage is driven onto all of the column lines. The row line is then deactivated and the next row line is activated. All of the row lines are activated in sequence during a refresh operation. Active-matrix addressed displays look "brighter" and "sharper" than passive-matrix addressed displays of the same size, and generally have quicker response times, producing much better images.

Lcd هایی با وضوح تصویر بالا مثل lcd های مدرن امروزی ویا lcd tv ها از یک ساختار active matrix استفاده می کنند. یک ماتریس از لایه نازکی از ترانزیستورها (TFT) به polarizing filter و color filter اضافه می شود. هر پیکسل برای خود یک ترانزیستور اختصاصی دارد که یک ستون می تواند بوسیله آن

به یک پیکسل دسترسی داشته باشد وقتی که یک سطر فعال شده باشد همه ستون ها به پیکسل های آن سطر متصل می شوند و ولتاژهای مربوط به هر پیکسل بطور همزمان روی آنها قرار می گیرند. سپس این سطر غیر فعال می شود و سطر بعدی فعال می شود و همین روند تا آخرین سطر تکرار می شود و همه سطرها در طی یک refresh سازی بترتیب فعال می شوند. Active matrix نسبت به passive matrix در اندازه یکسان روشنتر و واضح تر هستند. و عموماً زمان پاسخ دهی سریع تر دارند و تصاویر با کیفیت تری تولید می کنند.

## Active matrix technologies

### تکنولوژی های ماتریس فعال

#### **Twisted nematic (TN)**

Twisted nematic displays contain liquid crystal elements which twist and untwist at varying degrees to allow light to pass through. When no voltage is applied to a TN liquid crystal cell, the light is polarized to pass through the cell. In proportion to the voltage applied, the LC cells twist up to 90 degrees changing the polarization and blocking the light's path. By properly adjusting the level of the voltage almost any grey level or transmission can be achieved.

## نماتیک پیچشی

صفحه های نمایش Twisted nematic دارای سلول های کریستال مایع هستند که می توانند در زوایای مختلف بچرخند تا نور را عبور دهند. وقتی که ولتاژی به این سلول ها اعمال نشود نور براحتی عبور می کند اما به محض اینکه ولتاژ مناسبی اعمال شود سلول های کریستال مایع ۹۰ درجه تغییر زاویه می دهند تا مسیر عبور نور را مسدود کنند. با اعمال ولتاژ های مختلف می توان شدت رنگ های متفاوت را ایجاد کرد.

### In-plane switching (IPS)

In-plane switching is an LCD technology which aligns the liquid crystal cells in a horizontal direction. In this method, the electrical field is applied through each end of the crystal, but this requires two transistors for each pixel instead of the single transistor needed for a standard thin-film transistor (TFT) display. This results in blocking more transmission area, thus requiring a brighter backlight, which will consume more power, making this type of display less desirable for notebook computers.

### سوئیچینگ در صفحه (IPS)

در این تکنولوژی سلول های کریستال مایع بصورت افقی قرار می گیرند برای این منظور باید میدان الکتریکی به دو طرف سلول های کریستال مایع اعمال شود بنابراین دو ترانزیستور لازم است در حالی که در TFT های استاندارد یک ترانزیستور کافی بود. استفاده از دو ترانزیستور موجب می شود سطح بلوکه کننده نور بیشتری در صفحه ایجاد بشود پس **back light** روشنتری نیاز است در نتیجه توان مصرفی بالا می رود و این تکنولوژی برای کامپیوتر های نوت بوک نامطلوب خواهد بود.

### **Vertical alignment (VA)**

Vertical alignment displays are a form of LC displays in which the liquid crystal material naturally exists in a horizontal state removing the need for extra transistors (as in IPS). When no voltage is applied the liquid crystal cell, it remains perpendicular to the substrate creating a black display. When voltage is applied, the liquid crystal cells shift to a horizontal position, parallel to the substrate, allowing light to pass through and create a white display. VA liquid crystal displays provide some of the same advantages as IPS panels, particularly an improved viewing angle and improved black level.

## **چینش عمودی**

در این تکنولوژی سلول های کریستال مایع بطورطبیعی در وضعیت افقی قرار گرفته اند و بر خلاف IPS به ترانزیستور اضافی نیازی نیست. وقتی ولتاژی اعمال نشود سلول ها در وضعیت افقی هستند و جلوی عبور نور را

می گیرند . هنگامی که ولتاژ اعمال شود سلول ها بصورت عمودی قرار می گیرند و نور عبور می کند. در این تکنولوژی زاویه دید و سطح تاریکی همانند IPS بهبود یافته است.

### Important factors to consider when evaluating an LCD monitor:

- Resolution: The horizontal and vertical size expressed in pixels (e.g., 1024x768). Unlike monochrome CRT monitors, LCD monitors have a native-supported resolution for best display effect.
- Dot pitch: The distance between the centers of two adjacent pixels. The smaller the dot pitch size, the less granularity is present, resulting in a sharper image.
- Viewable size: The size of an LCD panel measured on the diagonal
- Response time: The minimum time necessary to change a pixel's color or brightness.
- Refresh rate: The number of times per second in which the monitor draws the data it is being given. A refresh rate that is too low can cause flickering and will be more noticeable on larger monitors
- Matrix type: Active TFT or Passive.
- Color support: How many types of colors are supported
- Brightness: The amount of light emitted from the display
- Contrast ratio: The ratio of the intensity of the brightest bright to the darkest dark.
- Aspect ratio: The ratio of the width to the height (for example, 4:3, 16:9 or 16:10).
- Input ports (e.g., DVI, VGA, LVDS, DisplayPort, or even S-Video and HDMI).

## فاکتور های مهم هنگام ارزیابی یک نمایشگر LCD

- **وضوح تصویر :** اندازه افقی و عمودی که بر حسب پیکسل بیان می شود (بطور مثال ۷۶۸\*۱۰۲۴) . بر خلاف CRT ها نمایشگرها ی LCD دارای native resolution می باشند که بهترین تصویر را با آن رزولوشن ارائه می دهند.
- **درجه نقطه (dot pitch):** فاصله بین مرکز دو پیکسل مجاور ، هر چقدر این فاصله کمتر باشد وضوح تصویر بالاتر است
- **اندازه قابل مشاهده (viewable size):** اندازه یک LCD از روی قطر آن ارزیابی می شود.
- **زمان پاسخ دهی (response time):** حداقل زمانی که لازم است تا یک پیکسل تغییر رنگ دهد یا روشنتر شود.
- **میزان دوباره سازی (refresh rate):** تعداد دفعات در ثانیه که یک تصویر بر روی LCD باید مجددا ترسیم شود یک میزان دوباره سازی باعث ایجاد چشمک زدن در تصویر می شود. این پارامتر در نمایشگر های بزرگتر فاکتور برجسته ای می باشد.
- **نوع ماتریس (matrix type):** ماتریس TFT فعال یا ماتریس غیر فعال
- **پشتیبانی رنگ (color support):** تعداد رنگ های قابل نمایش
- **درخشندگی (brightness):** حداکثر میزان نور ساطع شده از LCD
- **Contrast ratio :** نسبت شدت نور در روشنترین وضعیت به تاریک ترین وضعیت
- **نسبت تصویر (aspect ratio):** نسبت طول به عرض تصویر ( بطور مثال 4:3, 16:9 و یا 16:10 )
- **پورت های ورودی (Input ports):** مثلا DVI, VGA, LVDS و یا حتی S-Video و HDMI

## Zero-power (bistable) displays

The zenithal bistable device (ZBD), developed by QinetiQ, can retain an image without power. The crystals may exist in one of two stable orientations (Black and "White") and power is only required to change the image.

نمایشگرهای با توان مصرفی صفر

دستگاه نمایشگر zenithal bistable (ZBD) که توسط QinetiQ توسعه داده شده است می تواند یک تصویر را بدون استفاده از برق نگه دارد. کریستال ها می توانند در یکی از دو وضعیت ممکن پایدار باقی بمانند (سیاه یا سفید). و تنها برای تغییر تصویر نیاز به برق دارند.



# TFT LCD

Today's color LCD TVs and LCD Monitors have a sandwich-like structure (see figure below).

تلویزیون های lcd و مانیتورهای lcd امروزی ساختاری ساندویچ مانند دارند (شکل زیر را ببینید)

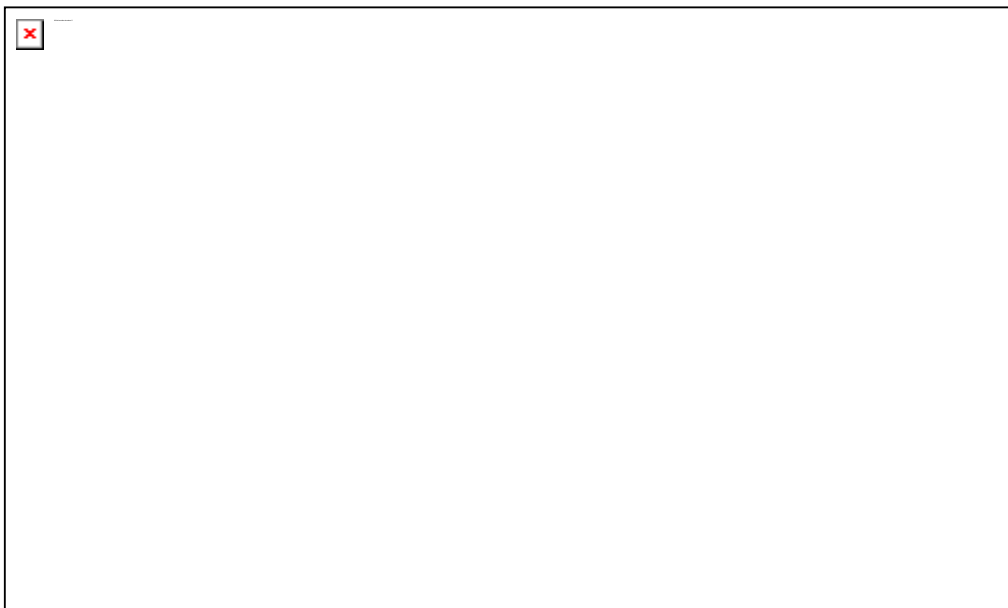


## What is TFT LCD?

TFT LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display) has a sandwich-like structure with liquid crystal filled between two glass plates.

**TFT LCD چیست ؟**

TFT LCD (نمایشگر کریستال مایع فیلم ترانزیستوری نازک) ساختاری ساندویچ مانند همراه با دو صفحه شیشه ای که بین آنها با کریستال مایع پر شده است دارد.



TFT Glass has as many TFTs as the number of pixels displayed, while a Color Filter Glass has color filter which generates color. Liquid crystals move according to the difference in voltage between the Color Filter Glass and the TFT Glass. The amount of light supplied by Back Light is determined by the amount of movement of the liquid crystals in such a way as to generate color.

شیشه TFT به تعداد پیکسل هایی که نمایش داده می شود عناصر TFT دارد در حالی که شیشه فیلتر رنگ صافی رنگی دارد که رنگ را تولید می کند. کریستال های مایع با توجه به اختلاف ولتژ بین شیشه فیلتر رنگ و شیشه TFT حرکت می کنند. مقدار نور تامین شده توسط Back Light با مقدار حرکت کریستال های مایع در راستای تولید رنگ نمایان می شود .

### ***TFT LCD - Electronic Aspects of LCD TVs and LCD Monitors***

#### **Electronic Aspects of AMLCDs**

The most common liquid-crystal displays (LCDs) in use today rely on picture elements, or pixels, formed by liquid-crystal (LC) cells that change the polarization direction of light passing through them in response to an electrical voltage. As the polarization direction changes, more or less of the light is able to pass through a polarizing layer on the face of the display. Change the voltage, and the amount of light is changed. There are two ways to produce a liquid-crystal image with such cells: the segment driving method and the matrix driving method. The segment driving method displays characters and pictures with cells defined by patterned electrodes. The matrix driving method displays characters and pictures in sets of dots.

### *نمایشگرهای کریستال TFT - مایع وجه الکترونیکی تلویزیون های LCD و مانیتورهای LCD*

#### **وجه الکترونیکی LCD های ماتریس فعال**

امروزه رایج ترین نمایشگرهای کریستال مایع مورد استفاده مبتنی بر عناصر تصویر یا پیکسل ها در قالب سلول کریستال مایع (LC) هستند که جهت قطبش نوری که از میان آنها عبور می کند را در پاسخ به یک ولتاژ الکتریکی تغییر می دهند. هنگامی که جهت قطبش تغییر می کند مقدار نور کمتر یا بیشتری می تواند از میان لایه پلاریزه کننده روی سطح نمایشگر عبور کند تغییر ولتاژ باعث تغییر در مقدار نور می شود. دو روش برای تولید یک تصویر کریستال مایع توسط چنین سلول هایی وجود دارد: روش محرک سگمندی و روش ماتریسی. روش محرک سگمندی کاراکترها و تصاویری با سلول داراری الگوی الکترودهای تعریف شده را نمایش می دهند. روش محرک ماتریسی کاراکترها و تصاویر را در مجموعه ای از نقاط نمایش می دهند.



Two types of drive method are used for matrix displays. In the static, or direct, drive method, each pixel is individually wired to a. This is a simple driving method, but, as the number of pixels is increased, the wiring becomes very complex. An alternative method is the multiplex drive method, in which the pixels are arranged and wired in a matrix format. To drive the pixels of a dot-matrix LCD, a voltage can

be applied at the intersections of specific vertical signal electrodes and specific horizontal scanning electrodes. This method involves driving several pixels at the same time by time-division in a pulse drive. Therefore, it is also called a multiplex, or dynamic, drive method.

دو روش در نمایشگرهای ماتریسی استفاده می شود در روش ایستا یا مستقیم هر پیکسل بطور منفرد با سیم به یک محرک (driver) متصل می شود . ای روش ساده ای است اما با افزایش تعداد پیکسل ها سیم کشی خیلی پیچیده می شود . یک روش جایگزین روش محرک مالتی پلکس است که در آن پیکسل ها در قالب یک ماتریس مرتب و سیم کشی می شوند. برای تحریک یک نمایشگر ماتریس نقطه ای می توان ولتاژی به تقاطع سیگنال عمودی و سیگنال افقی مشخص در حال پیمایش اعمال کرد این روش تحریک چند پیکسل را در یک زمان با تقسیم زمان توسط یک محرک پالس در بر دارد . بنا برین نام آن را روش محرک مالتی پلکس یا پویا گذاشته اند.

### **There are two types of dot-matrix LCDs. Passive and Active Matrix LCDs**

دو نوع نمایشگر کرسنال مایع ماتریس نقطه ای وجود دارد LCD های ماتریس فعال و غیر فعال



In passive-matrix LCDs (PMLCDs) there are no switching devices, and each pixel is addressed for more than one frame time. The addressing of a also produces a kind of crosstalk that produces blurred images because non-selected pixels are driven through a secondary signal-voltage path. In active-matrix LCDs (s), on the other hand, a switching device and a storage capacitor are integrated at the each cross

point of the electrodes. The active addressing removes the multiplexing limitations by incorporating an active switching element. In contrast to passive-matrix LCDs, AMLCDs have no inherent limitation in the number of scan lines, and they present fewer cross-talk issues. There are many kinds of AMLCD. For their integrated switching devices most use transistors made of deposited thin films, which are therefore called thin-film transistors (TFTs).

در ماتریس غیر فعال قطعه سوئیچینگ وجود ندارد و هر پیکسل برای بیش از یک قاب زمانی آدرس دهی می شود . آدرس دهی یک نمایشگر ماتریس غیر فعال (PMLCD) همچنین یک نوع سیگنال ناخواسته تولید می کند که به دلیل تحریک پیکسل های انتخاب نشده از طریق مسیر ولتاژ سیگنال ثانویه موجب تار کردن تصاویر می شود. از سوی دیگر در نمایشگر های ماتریس فعال (AMLCD) یک قطعه سوئیچینگ و یک خازن ذخیره ساز در تقاطع هر یک از الکتروود ها مجتمع سازی شده اند. آدرس دهی فعال محدودیت های مالتی پلکسی را با بکار گرفتن یک قطعه سوئیچینگ کنار گذاشت. AMLCD ها در مقابل نمایشگر های غیر فعال در تعداد خطوط پیمایش محدودیت ذاتی ندارند، و سیگنال ناخواسته کمتری تولید می کنند. انواع زیادی از AMLCD ها وجود دارد که بیشتر آنها برای قطعات سوئیچینگ مجتمع شده شان از ترانزیستور هایی ساخته شده از لایه های نازک فیلم استفاده می کنند . که لایه نازک نامیده می شوند.

The most common semiconducting layer is made of amorphous silicon (a-Si). a-Si TFTs are amenable to large-area fabrication using glass substrates in a low-temperature (300°C to 400°C) process.

رایجترین لایه نیمه هادی از سیلیکون غیر بلوری (a-Si) ساخته می شود که جوابگوی فرایند تولید در ابعاد بزرگ با استفاده از بستر شیشه ای و در دمای پایین (300°C تا 400°C) می باشند.

## Structure of Color TFT LCDs

### ساختار نمایشگر های کریستال مایع TFT رنگی

A TFT LCD module consists of a TFT panel, driving-circuit unit, backlight system, and assembly unit.

یک نمایشگر کریستال مایع TFT از پنل TFT ، واحد محرک مداری ، سیستم نور پشت و قسمت گرد هم آورنده تشکیل شده است.



1. LCD Panel
  - TFT-Array Substrate
  - Color Filter Substrate
2. Driving Circuit Unit
  - LCD Driver IC (LDI) Chips
  - Multi-layer PCBs
  - Driving Circuits
3. Backlight & Chassis Unit
  - Backlight Unit
  - Chassis Assembly

۱. پنل LCD

- بستر آرایه TFT
- بستر صافی رنگ

۲. واحد مدار راه انداز

- آی سی راه انداز LCD (LDI)
- PCB چند لایه
- مدارهای راه انداز

۳. نور پشت و قسمت شاسی

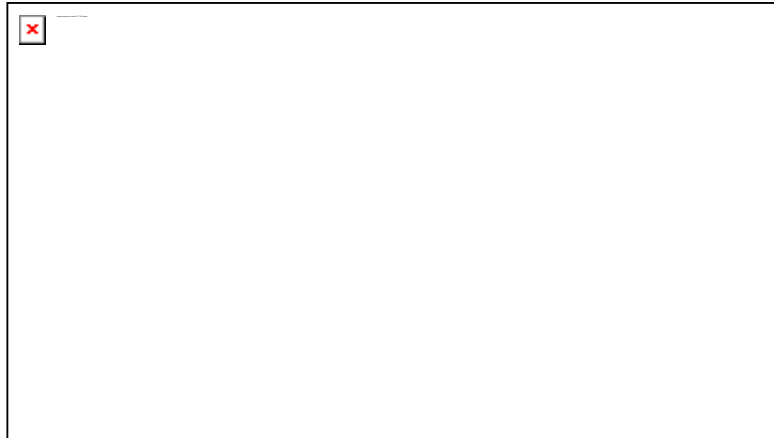
- قسمت نور پشت
- شاسی

It is commonly used to display characters and graphic images when connected a host system. The TFT LCD panel consists of a TFT-array substrate and a color-filter substrate.

معمولا برای نمایش کاراکترها و تصاویر گرافیکی استفاده می شود وقتی که به یک سیستم میزبان متصل می گردد. پنل TFT LCD از یک بستر آرایه TFT و یک بستر صافی رنگ تشکیل شده است .

### ***The vertical structure of a color TFT LCD***

ساختار عمودی یک نمایشگر کریستال مایع TFT رنگی



The TFT-array substrate contains the TFTs, storage capacitors, pixel electrodes, and interconnect wiring. The color filter contains the black matrix and resin film containing three primary-color - red, green, and blue - dyes or pigments. The two glass substrates are assembled with a sealant, the gap between them is maintained by spacers, and LC material is injected into the gap between the substrates. Two sheets of polarizer film are attached to the outer faces of the sandwich formed by the glass substrates. A set of bonding pads are fabricated on each end of the gate and data-signal bus-lines to attach LCD Driver IC (LDI) chips

بستر آرایه TFT شامل TFTها، خازن های ذخیره سازی، الکترودهای پیکسل ها سیم های به هم متصل شده می باشد. صافی رنگ شامل ماتریس سیاه و فیلم رزین متشکل از سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی رنگی یا رنگدانه ای می باشد. دو بستر شیشه ای توسط ماده درز گیری سر هم می شوند. فاصله بین آنها توسط فاصله انداز ها (spacers) حفظ می شود و مواد کریستال مایع در فاصله میان بستر ها تزریق می شود. دو ورق از فیلم های پلاریزه کننده به لایه های بیرونی ساندویچ متشکل از بسترهای شیشه ای الصاق می شود. مجموعه ای از pad های رابط گذرگاه سیگنال های داده به منظور اتصال به آی سی های راه انداز LCD در انتهای هر یک از درگاه ها ساخته می شود

## Driving Circuit Unit

Driving an a-Si TFT LCD requires a driving circuit unit consisting of a set of LCD driving IC (LDI) chips and printed-circuit-boards (PCBs).

### The assembly of LCD driving circuits.

### ساختار واحد مدار راه انداز

راه اندازی یک a-Si TFT LCD نیاز به واحد مدار راه اندازی متشکل از مجموعه ای از آی سی های راه انداز (LDI) و بوردهای مدار چاپی (PCBs) دارد .

### ساختار مدار راه انداز LCD



**A block diagram showing the driving of an LCD panel.**

یک بلوک دیاگرام که راه اندازی یک پنل LCD را نشان می دهد.



To reduce the footprint of the LCD module, the drive circuit unit can be placed on the backside of the LCD module by using bent Tape Carrier Packages (TCPs) and a tapered light-guide panel (LGP).



برای کاهش اندازه footprint ماژول LCD قسمت مدارراه انداز را می توان توسط بسته های حمل کننده خمیده (TCPs) و یک هدایت کننده نور مومی (LGP) در پشت ماژول LCD قرار داد.

## How TFT LCD Pixels Work

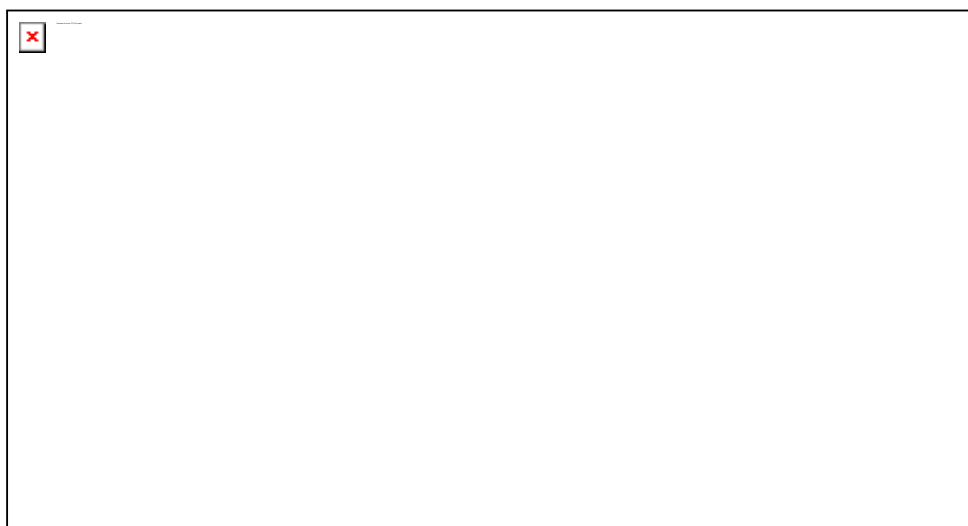
### پیکسل های TFT LCD چگونه کار می کنند

A TFT LCD panel contains a specific number of unit pixels often called sub pixels. Each unit pixel has a TFT, a pixel electrode (ITO), and a storage capacitor (Cs). For example, an SVGA color TFT LCD panel has total of 800x3x600, or 1,440,000, unit pixels. Each unit pixel is connected to one of the gate bus-lines and one of the data bus-lines in a 3mxn matrix format.

یک پنل **TFT LCD** شامل تعداد مشخصی پیکسل های واحد به نام زیر پیکسل ها (sub pixels) است. هر زیرپیکسل دارای یک TFT، یک الکتروود پیکسل (ITO)، و یک خازن ذخیره ساز (Cs) می باشد. برای مثال یک پنل TFT LCD رنگی SVGA کلا دارای 800x3x600 یا 1,440,000 پیکسل واحد می باشد. هر یک از پیکسل های واحد به یکی از درگاه های خطوط باس و یکی از خطوط باس داده در قالب ماتریس 3MxN متصل است.

### *Structure of a color TFT LCD panel.*

### ساختارپنل یک TFT LCD رنگی

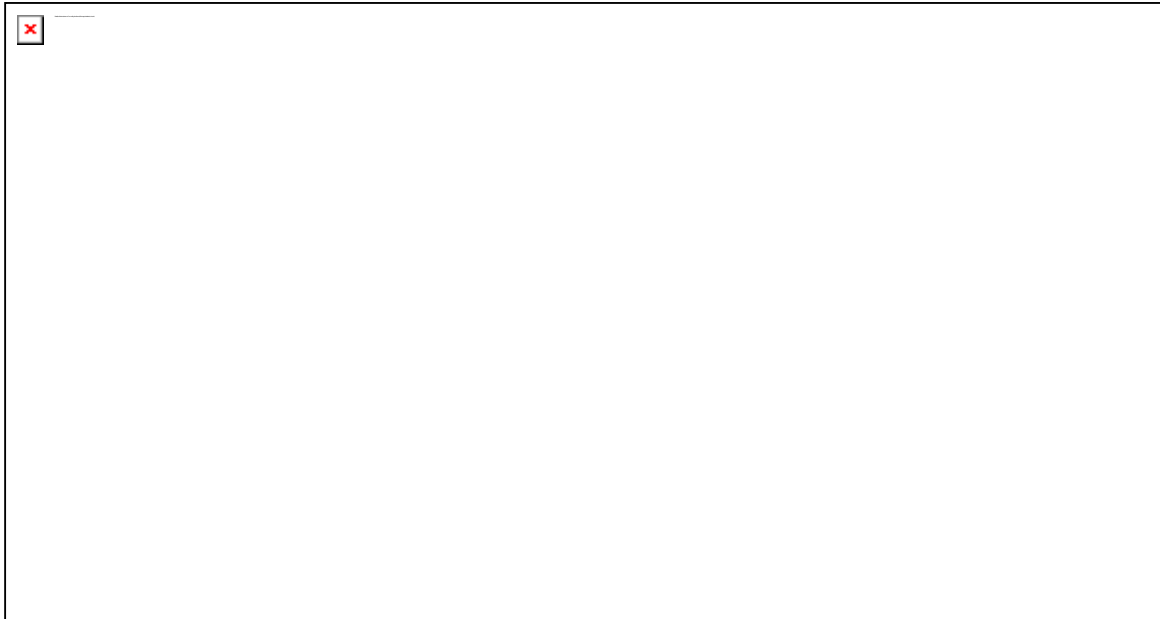


Because each unit pixel is connected through the matrix, each is individually addressable from the bonding pads at the ends of the rows and columns. The performance of the TFT LCD is related to the design parameters of the unit pixel, i.e., the channel width  $W$  and the channel length  $L$  of the TFT, the overlap between TFT electrodes, the sizes of the storage capacitor and pixel electrode, and the space between these elements. The design parameters associated with the black matrix, the bus-lines, and the routing of the bus lines also set very important performance limits on the LCD.

از آنجا که هر پیکسل واحد در یک ماتریس متصل شده است هر کدام به تنهایی از طریق pad های انتهای هر سطر و ستون قابل آدرس دهی می باشند. کارایی یک TFT LCD با پارامتر های طراحی پیکسل های واحد مرتبط می باشد، یعنی پهنای کانال  $W$ ، طول کانال  $L$  مربوط به TFT، همپوشانی بین الکترودهای TFT، اندازه خازن ذخیره ساز و الکترودهای پیکسل، و فاصله بین این عناصر. پارامترهای طراحی با ماتریس سیاه، خطوط باس و همچنین مسیر یابی خطوط باس محدودیت های کاربردی مهمی روی LCD ایجاد می کنند.

### *Vertical structure of a unit pixel and its equivalent circuit*

ساختار عمودی یک پیکسل واحد و مدار معادل آن



A storage capacitor ( $C_s$ ) and liquid-crystal capacitor (CLC) are connected as a load on the TFT. Applying a positive pulse of about 20V peak-to-peak to a gate electrode through a gate bus-line turns the TFT on. CLC and  $C_s$  are charged and the voltage level on the pixel electrode rises to the signal voltage level (+8 V) applied to the data bus-line.

یک خازن ذخیره ساز ( $C_s$ ) و یک خازن کریستال مایع (CLC) بعنوان یک بار به TFT متصل شده اند . اعمال یک پالس مثبت در حدود 20Vp-p به الکترود گیت از طریق خطوط باس TFT را روشن می کند. CLC و  $C_s$  شارژ شده و سطح ولتاژ روی الکترود پیکسل تا سطح ولتاژ سیگنال (+8V) اعمال شده به باس داده بالا می آید .

The voltage on the pixel electrode is subjected to a level shift of DV resulting from a parasitic capacitance between the gate and drain electrodes when the gate voltage turns from the ON to OFF state. After the level shift, this charged state can be maintained as the gate voltage goes to -5 V, at which time the TFT turns off. The main function of the  $C_s$  is to maintain the voltage on the pixel electrode until the next signal voltage is applied.

ولتاژ روی الکترودهای پیکسل تابع سطح انتقال DV ناشی از یک ظرفیت خازنی پارازیتی بین الکترودهای گیت و درین در هنگامی که ولتاژ گیت از وضعیت ON به OFF می رود. بعد از انتقال سطح این شارژ می تواند بعنوان ولتاژ گیت که تا -5V می رسد حفظ شود. که در این لحظه TFT خاموش می شود کاربرد اصلی  $C_s$  حفظ ولتاژ الکترود پیکسل تا زمانی که ولتاژ سیگنال بعدی اعمال شود می باشد.

Liquid crystal must be driven with an alternating current to prevent any deterioration of image quality resulting from dc stress. This is usually implemented with a frame-reversal drive method, in which the voltage applied to each pixel varies from frame to frame. If the LC voltage changes unevenly between frames, the result would be a 30-Hz flicker. (One frame period is normally 1/60 of a second.) Other drive methods are available that prevent this flicker problem.

کریستال مایع باید توسط یک جریان متناوب برای جلوگیری از زوال کیفیت تصویر ناشی از بار dc، تحریک شود. این معمولاً با روش تحریک تصویر معکوس پیاده سازی می شود که در آن ولتاژ اعمال شده به هر پیکسل از یک فریم به فریم بعدی متغیر است. اگر ولتاژ کریستال مایع به طور نامنوازیین فریم ها تغییر کند نتیجه آن یک لرزش 30 هرتزی خواهد بود. (زمان یک فریم معمولاً 1/60 ثانیه است) روش های راه اندازی دیگری وجود دارد که مانع از این مشکل لرزشی می شوند.