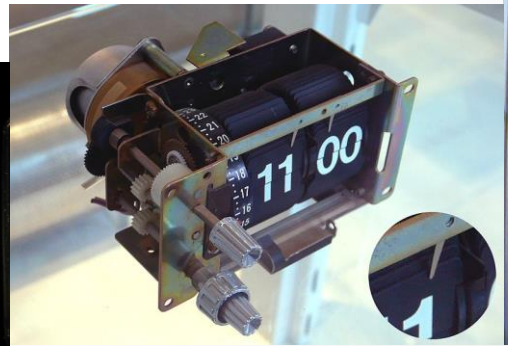
D I S P L E J I
CRT – TFT – LCD

VRSTE DISPLEJA

- CRT monitori
- TFT displeji
- LCD displeji
- LED displeji
- OLED displeji

Istorijski

1897.godine - Ferdinand Braun – prototip katodne cevi;
1907.godine – Boris Rozing – kompletna slika na ekranu;
1922.godine – „westorn electric“ – komercijalni CRT displej;
1954.godine – „thomas electronic“ – 15GP22 (prvi kolor CRT displej);
1957.godine – flip-flap/disc displeji;
1967.godine – vakuumski fluorescentni displeji;
1968.godine – prvi LCD materijali;
1972.godine – Aleksanrar Aleksejev i Klara Parker - pin screen;
1972.godine – Džordž Grej - prvi LCD displej;
1986.godine – modifikacija LCD displeja – TFT-LCD
1995.godine – plazma ekran sa punim opsegom boja;
2003.godine – OLED displeji;
2004.godine – elektronski papir;
…

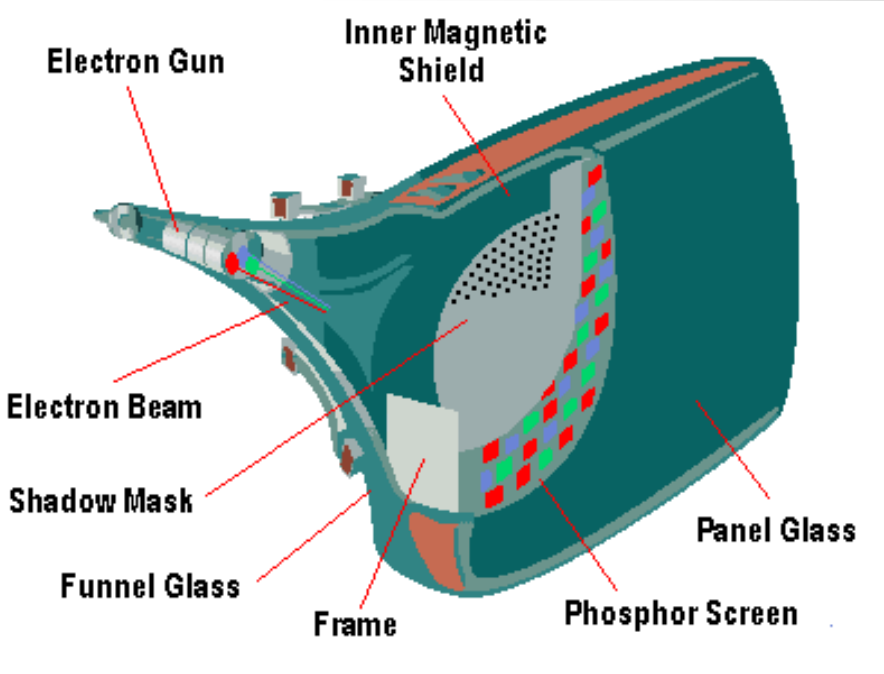


Uvod

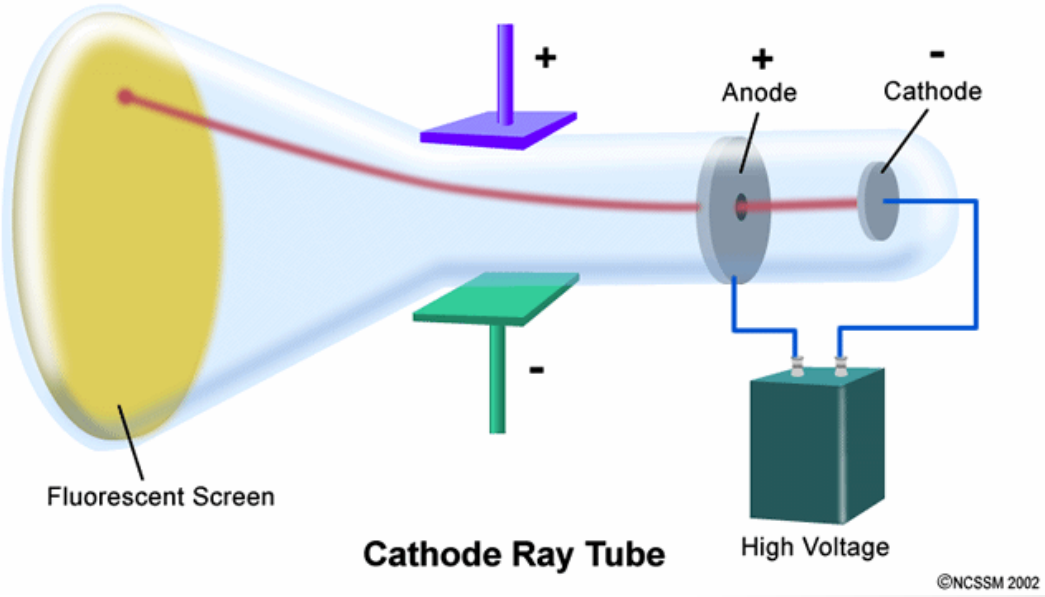
- Tehnologija koja stoji iza CRT (cathode-ray tube) monitora stara je više od 100 godina.
- CRT je pronasao nemacki naučnik Feridnand Braun 1897. godine, ali je ona upotrebljena u prvim televizorima tek kasnih 1940-ih godina.
- Iako su pretrpele mnoge modifikacije katodne cevi koje se nalaze u monitorima zasnivaju se na istim osnovnim principima.

Katodna cev

-Katodna cev je zapečaćena staklena komora bez vaduha u svojoj unutrašnjosti.
-Ekran monitora sa svoje unutrašnje strane prekriven je matricom od više hiljada sićušnih fosfornih tačaka.
-Fosfori su hemikalije koje emituju svetlost kada su pobudjeni mlazom elektrona.
-Svaka tačka sastoji se od tri čestice obojenog fosfora: jedne crvene , jedne zelene I jedne plave.
-Ove grupe od po tri fosfora čine jedan piksel.
-Kombinacije različitih intenziteta svetlosti koju odaju crveni, zeleni i plavi fosfori mogu da stvore iluziju miliona boja. To se zove aditivno mešanje boja i predstavlja osnovu za sve ekrane u boji sa katodnim cevima



- U grliću katone cevi nalazi se elektronski top
- Sastoji se od katode, izvora toplote i elemenata za fokusitranje.
- Monitori u boji imaju tri razdvojena elektronska topa po jedan za svaku boju fosfora.



-Elektronski top zrači elektrone kada je grejač dovoljno topao da oslobodi elektrone iz katode.
-Elektroni se usredsredjuju u tanak mlaz pomoću elemenata za fokusiranje.
-Elektroni se usmeravaju ka česticama fosfora pomoću snažne, pozitino naelektrisane anode, smeštene blizu ekrana.
- Slike se stvaraju kada elektroni iz elektronskog topa konvergiraju da bi udarili u odgovarajuće fosforne čestice (trojke), koje onda zasvetle u većoj ili manjoj meri.

-Pre nego što elektronski mlaz udari u fosfornu tačku, on prolazi kroz perforiranu ploču smeštenu direktno ispred sloja fosfora, tzv. “maska senke”.

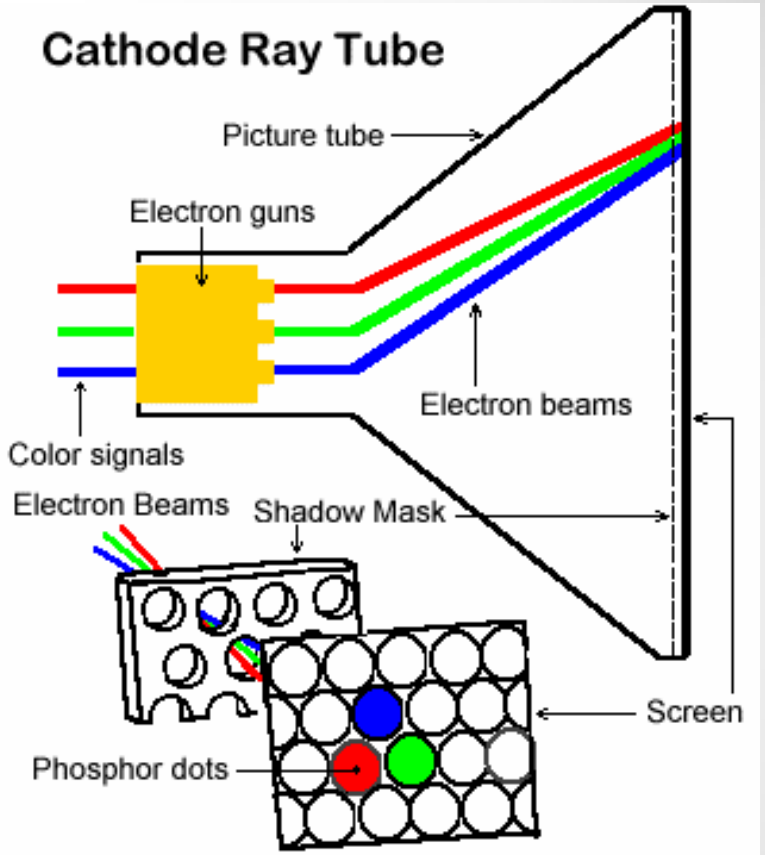
- Ona pomaže da mlaz pogodi pojedinačni fosfor odnosno sprečava da mlaz elektrona osvetljava više od jedne tačke.

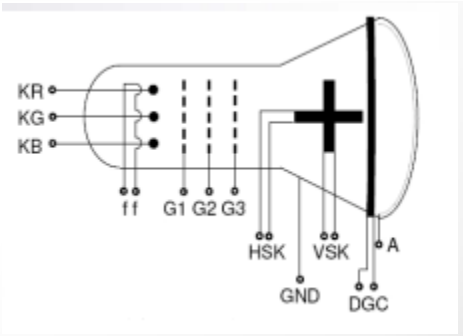
- Mlaz se pomera po ekranu pomoću magnetnog polja stvorenog u okviru otklonskog sistema.

- Mlaz polazi od gornjeg levog ugla i pali se i gasi kako se kreće po redu ili “rasteru”.

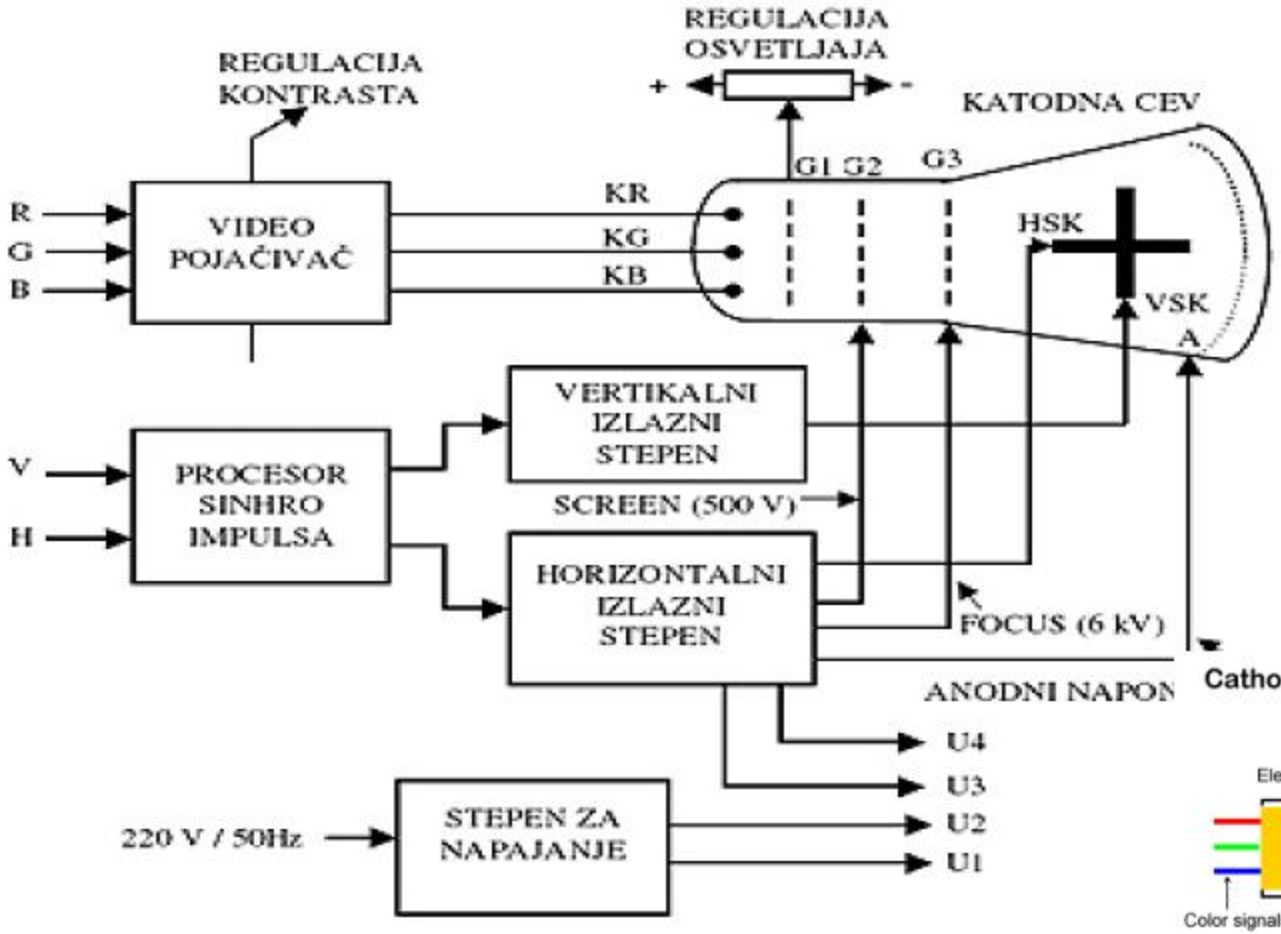
-Kada udare o prednji deo ekrana, eneregetski elektroni se sudaraju sa česticama fosfora, u vezi sa odgovarajućim pikselima slike koja će se stvoriti na ekranu. Ovi sudari pretvaraju energiju u svetlost.

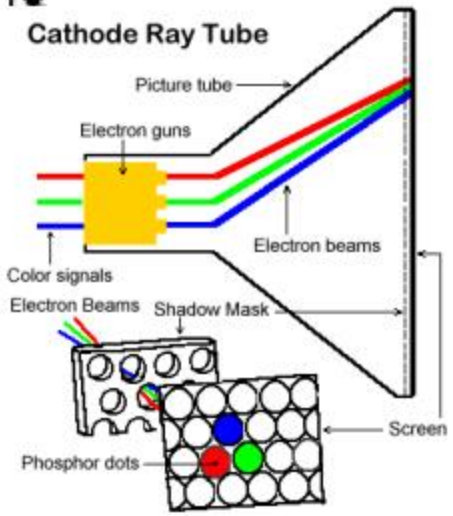
- Kada završi jedan prolaz elektronski mlaz se pomera jedan raster naniže i proces počinje ponovo.





BLOK ŠEMA CRT MONITORA U BOJI



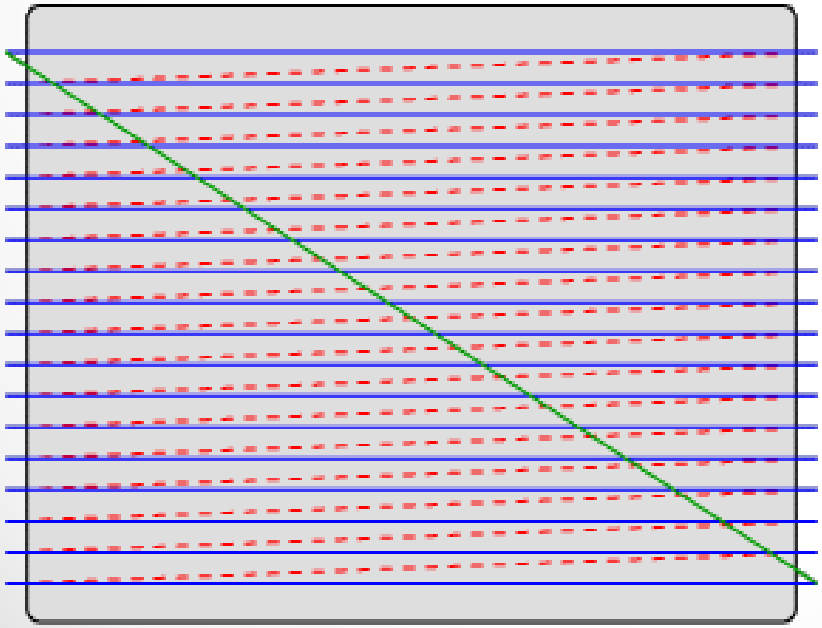


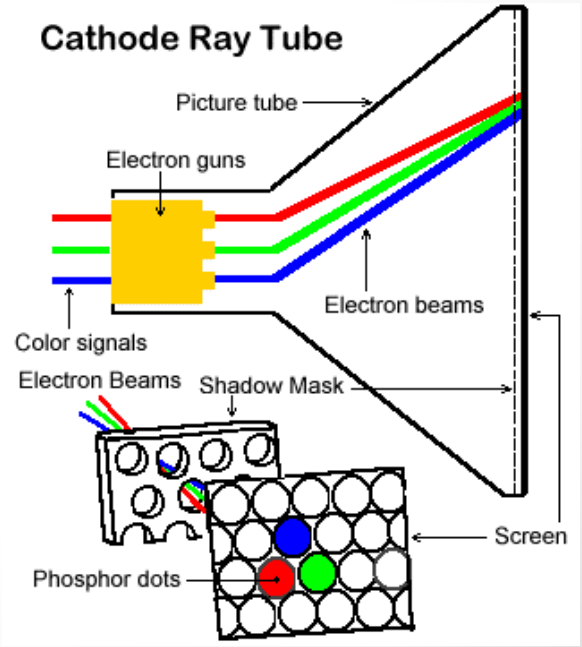
Glavne karakteristike monitora sa katodnom cevi

- Rezolucija i brzina osvežavanja
- Preplitanje
- Maske i rastojanje između tačaka

Rezolucija i brzina osvežavanja

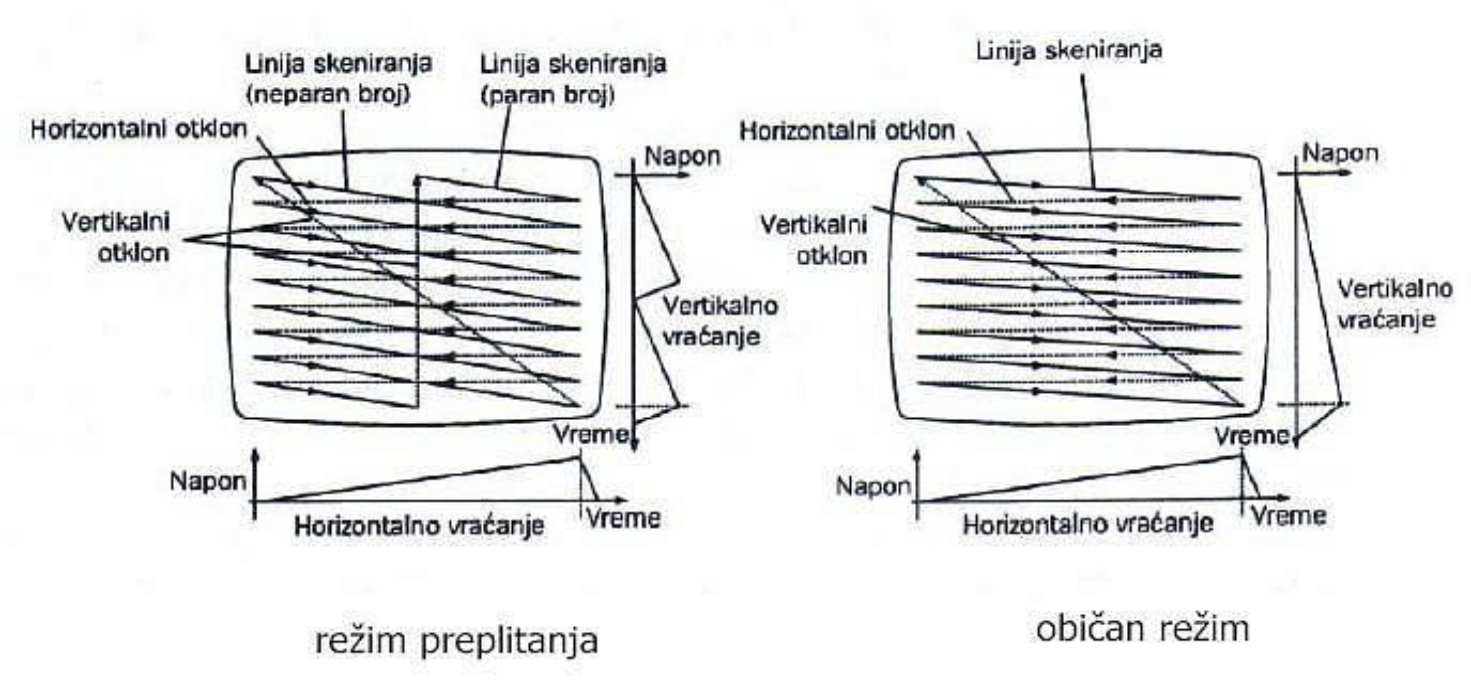
- Rezolucija je broj piksela koji opisuje grafička kartica na radnoj površini, izražena kao proizvod njihovog broja po horizontali i po vertikali. Standardna VGA rezolucija je 640 x 480 piksela. Najčešce SVGA rezolucije su 800 x 600 i 1024 x 768 piksela
- Brzina osvežavanja, ili vertikalna frekvencija, meri se u Hercima (Hz) i predstavlja broj kadrova koji se prikazuje na ekranu u sekundi
- Brzina osvežavanja, dovoljna da ekran ne bi treperio, prihvaćena širom sveta, iznosi 70 Hz, mada standardi kao što je VESA povećavaju te frekvencije na 75 Hz ili 80 Hz.





Monitori sa preplitanjem - Interlacing

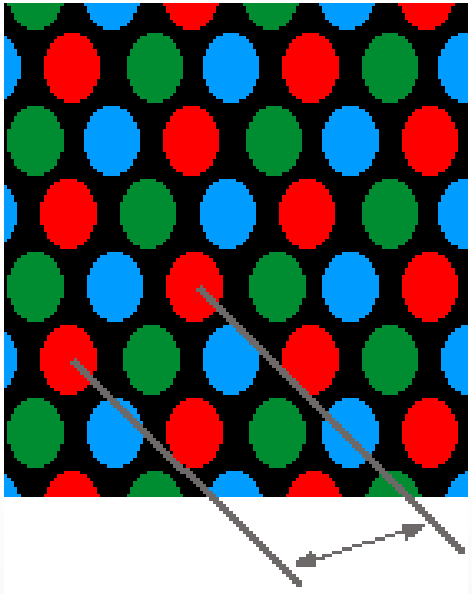
-Monitor sa preplitanjem je onaj kod koga mlaz elektrona iscrtava svaku drugu liniju, prvo se iscrtava neparne, a zatim parne linije.
-Monitor sa preplitanjem sa brzinom osvežavanja od 100 Hz, osvežava svaku datu liniju samo 50 puta u sekundi, što daje očigledno treperenje
-Kod monitora bez preplitanja (NI - non-interlaced), svaka linija se iscrtava pre vraćanja na vrh sledećeg kadra, što rezultuje daleko mirnijim prikazom.
-Monitor bez preplitanja sa brzinom od 70Hz ili višom daje stabilan prikaz slike.



Maske i rastojanje izmedju tačaka

-Maksimalna rezolucija monitora ne zavisi samo od njegove najviše frekvencije skeniranja.
-Drugi činilac je fizičko rastojanje izmedju susednih fosfornih tačaka iste boje na unutrašnjoj površini katodne cevi. (tipično je izmedju 0,22mm I 0,3mm)

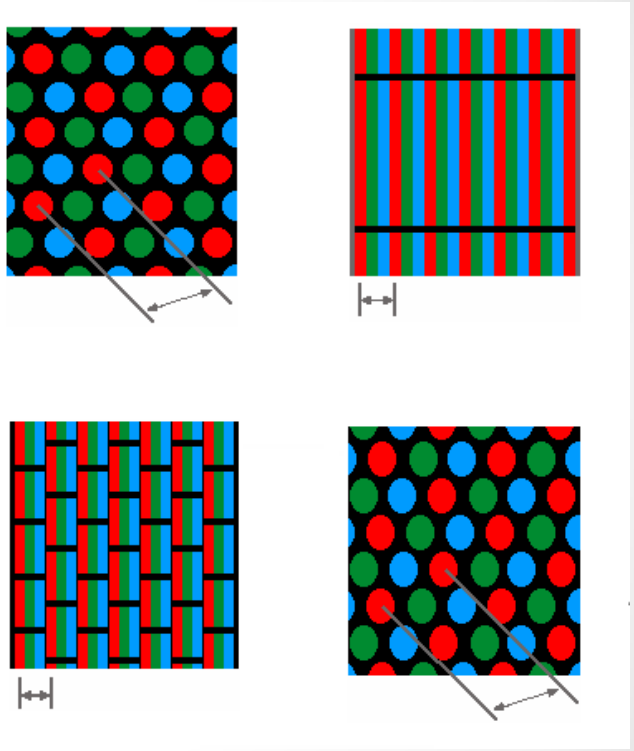
-Što je taj broj manji bolje I finije se razlažu detalji, ali veći broj piksela na monitoru bez dovoljnog rastojanja izmedju tačaka prouzrokuje da fini detalji deluju zamagljeno.



Maske sa “trijadama” tačaka

-Većina monitora koristi okrugle čestice fosfora i rasporedjuje ih u trougaonoj formaciji. (tzv. “trijade”)
-Maska je smeštena direktno ispred sloja fosfora i svaka rupica odgovara jednom triju tačaka i pomaže da se maskiraju nepotrebni elektroni.

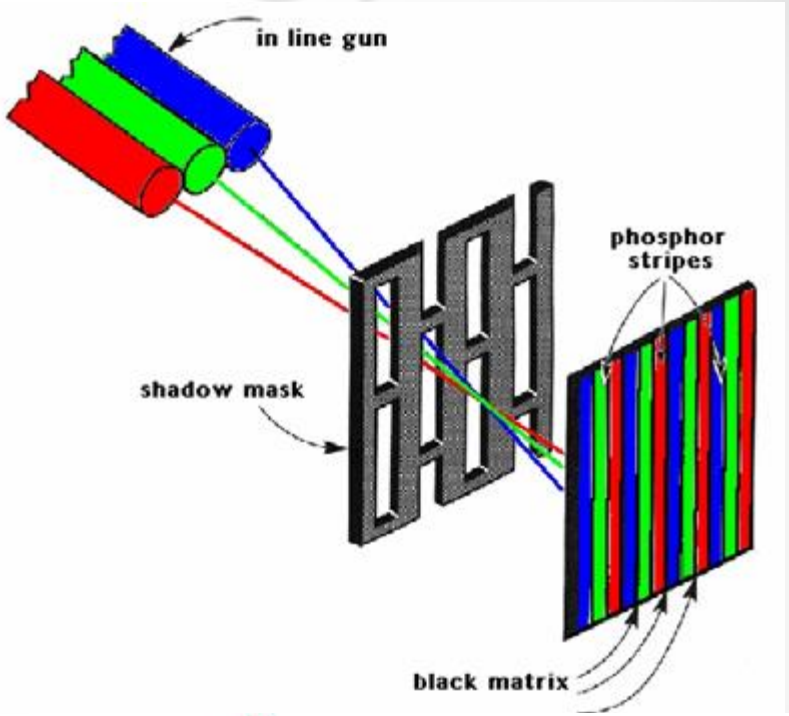
-Maska u sredini ekrana se više zagreva jer je tu rastojanje izmedju izvora elektrona i njihovog odredišta manja od onoga na ivicama. Da bi se sprečilo njena deformacija konstuiše se od legura sa veoma malim koeficijentom širenja na toploti.

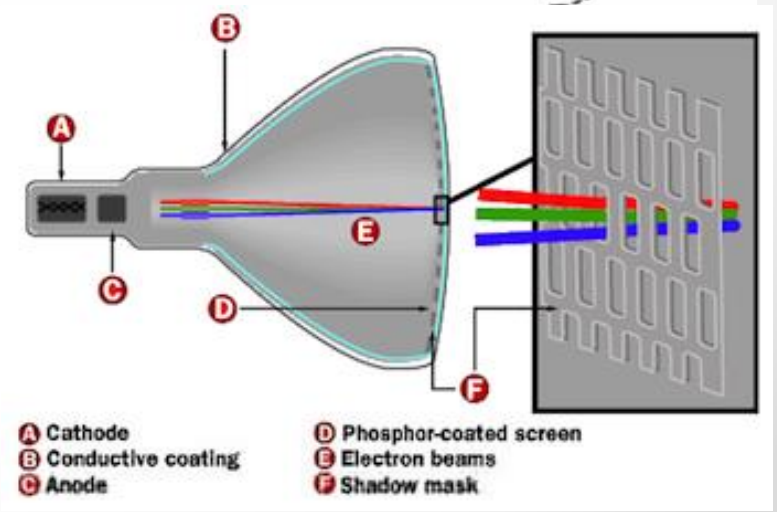


Gore levo – trio tačaka, gore desno - rešetka otvora, dole levo – maska sa prorezima, dole desno – maska sa povećanim rastojanjem između tačaka

Trinitron tehnologija

-1960-ih godina, firma Soni razvija alternativnu cevnu tehnologiju poznatu kao Trinitron.
- Cevi Trinitron postavljaju svoje obojene fosfore u neprekide vertikalne trake.
- Cevi trinitron upotrebljavaju maske koje razdvajaju cele trake umesto svake tačke, Soni to zove “rešetka otvora”.
- Manja površina ekrana je zauzeta maskom> više fosfora svetli> jasniji prikaz.
- Nedostatak je mehanička nestabilnost i koplikovanija izrada.



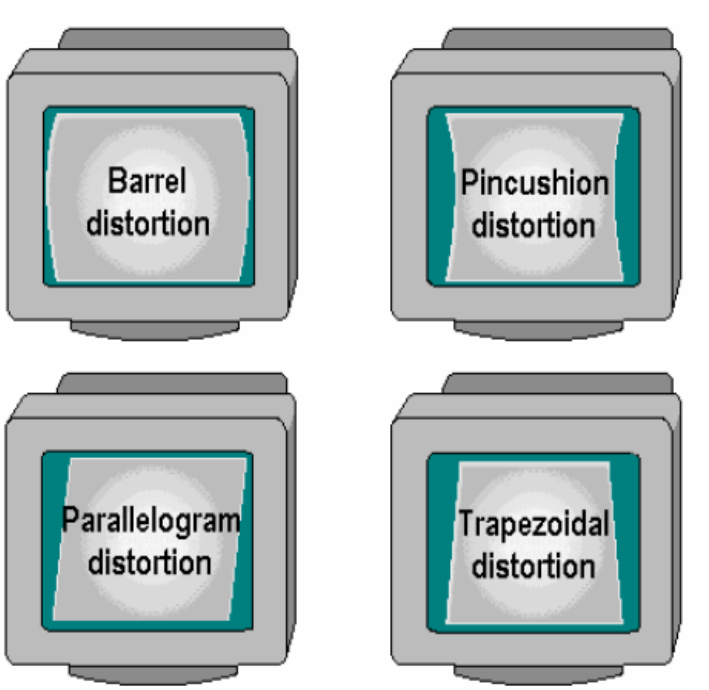


Elektronski mlaz

- Veliki deo napora za poboljšanje slike katodne cevi bio je usmeren na stvaranje mlaza sa manjim rasipanjem, tako da on može tačnije da pristupa manjim pojedinačnim tačkama na ekranu, što znači da ne dodiruju susedne tačke
- Pored veličine tačke, kontrola njenog oblika je takođe od suštinske važnosti, pa elektronski top mora da ispravlja greške koje se prirodno pojavljuju zbog geometrije cevi za optimalnu performansu.
- Problem nastaje zato što ugao pod kojim elektronski mlaz udara u ekran mora neophodno da se menja po širini i visini ekrana. Za tačke u središtu ekrana, mlaz prolazi pravo kroz elektronski top i, neskrenut od strane otklonskog sistema, udara fosfor po uglom od besprekornih 90°. Međutim, kada se mlaz kreće bliže ivicama ekrana, on udara u fosfor pod izvesnim uglom, što prouzrokuje da osvetljena površina postaje sve više eliptična kako se taj ugao menja.
- Korišćenjem dodatnih sastavni delova u elektronskom topu, moguće je promeniti oblik samog mlaza u sinhronizaciji prebrisavanja mlaza preko ekrana. U stvari, mlaz se učini eliptičnim u suprotnom pravcu, tako da krajnji oblik tačke na ekranu ostaje okrugao.

Komande

- Slika ponekad može biti suviše daleko od jedne strane, ili se pojavljuje suviše visoko na ekranu, treba da se napravi širom ili višom. Ova podešavanja mogu da se učine upotrebom komandi za horizontalno ili vertikalno određivanje veličine i položaja. Najčešća od "geometrijskih komandi" je "izbočenost/jastučić"
- Često se pojavljuju i ekranske komande. To je dodatna grafika koja se pojavljuje na ekranu (zatamnjujući delove glavne slike)



Ravne četvrtaste cevi

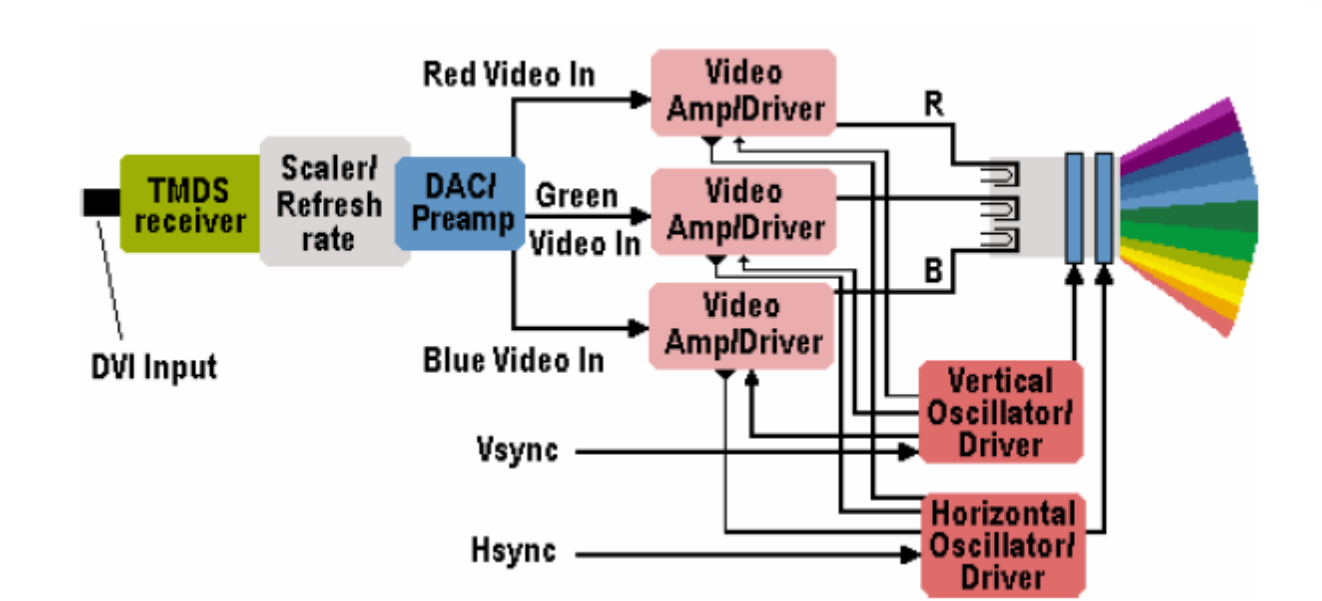
- Ravne četvrtaste cevi (FST) poboljšavaju ranije konstrukcije, jer imaju površinu ekrana sa veoma blagom zakrivljenošću. One takođe imaju veću površinu za prikaz, bližu ukupnoj veličini cevi i sa gotovo četvrtastim uglovima
- Cevi FST zahtevaju posebnu leguru, Invar, za izradu maske. Ravan ekran znači da je najkraći put mlaza u središtu ekrana. To je tačka u kojoj energija mlaza teži da se koncentriše i zato se maska tu više zagreva nego u uglovima i na ivicama displeja
- Do 2000. godine potpuno ravni ekrani su postali uobičajeni. Jedna od teškoća je što oni naglašavaju problem oblika elektronskog mlaza koji je eliptičan u tački gde on udara u ivice ekrana. Pored toga, upotreba besprekorno ravnog stakla povećava optičku iluziju prouzrokovanu odbijanjem svetla, što daje rezultujućoj slici konkavan izgled. Zato su neki proizvođači cevi uveli zakrivljenost na unutrašnjoj površini ekrana, da bi se kompenzovali konkavan izgled slike

Digitalne katodne cevi

- Skoro 99 procenata od svih video displeja prodatih 1999. godine bili su priključeni upotrebom analogne VGA sprege, što je stara tehnologija koja predstavlja minimalni standard za displej PC računara

- U proleće 1999. go-dine, DDWG (DDWG - Digital Display Working Group) je odobrila prvu verziju specifikacije Digitalne vizuelne sprege (DVI - Digital Visual Interface), zasnovanu na tehnologiji PanelLink firme Silicon Image, koja je koristila protokol digitalnog signala Diferencijalne signalizacije sa minimiziranim prelazom (TMDS - Transition Minimised Differential Signaling)

- Jedan od nedostataka sprege DVI je da ima relativno mali propusni opseg od 165 MHz, s obzirom da je prvobitno projektovana za upotrebu sa digitalnim ravnim panelima. To znači bi radna rezolucija od 1280x1024 piksela mogla biti podržana sa brzinom osvežavanja do 85 Hz



Veličina i oblik CRT monitora

-Jedna od glavnih problema monitora sa katodnom cevi je njihova veličina.
- Što je veća vidljiva površina to se povečava dubina katodne cevi.
- Početkom 1998. godine na tržište stižu monitori od 17 inča sa "kratkim vratom" koji imaju dubinu oko 15 inča.

-Tri najčešća oblika katodne cevi su:
sferni (deo sfere, što se koristi kod najstarijih i najjeftinijih monitora)
Cilindrični (deo cilindra, koristi se kod katodnih cevi sa rešetkom otvora)
ravan četvrtasti (deo svere dovoljno velika da ekran izgleda gotovo ravan)

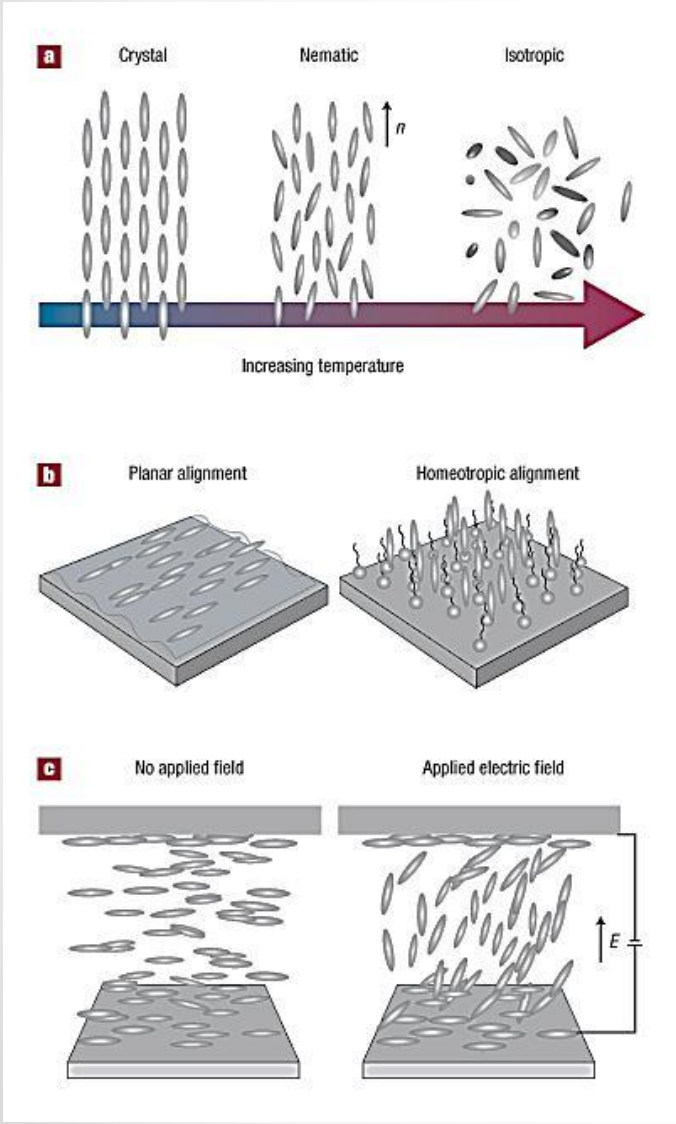
Nedostaci katodnih cevi

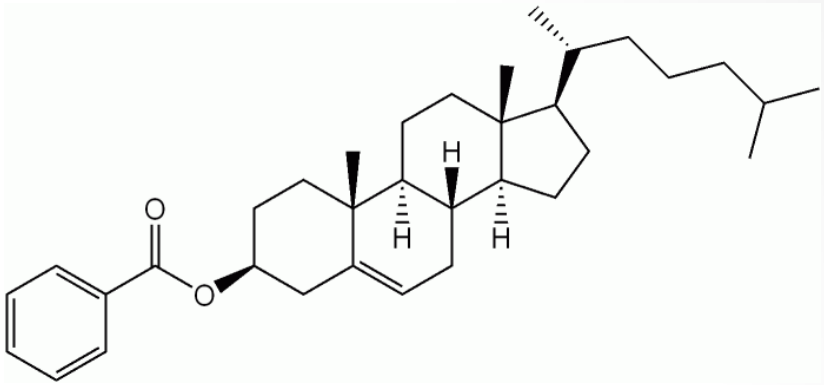
Obzirom da je krenula 100 godina pre konkurentskih ekranskih, katodna cev je još uvek izvaredan proizvod. Njihova proizvodnja je jeftina, odličnih su preformansi, daju stabilne slike u vernim bojamai sa visokim rezolucijama displeja.

Medjutim, bez obzira koliko je dobra, katodna cev ima I sledeće očigledne nedostatke:

- Troši mnogo električne energije
- njen elektronski mlaz je sklon poremećaima fokusa
- greške u konvergenciji i promene boje po ekranu
-Njena nezgrapna visokonaponska kola i jaka magnetna polja stvaraju stetno elektomagnetsko zračenje
-Prosto , suviše velike dimenzije.
-Danas je monitor sa katodnom cevi u potpunosti zamenjen drugim monitorima kao što su TFT, LCD i OLED monitori

LCD – tečni kristali

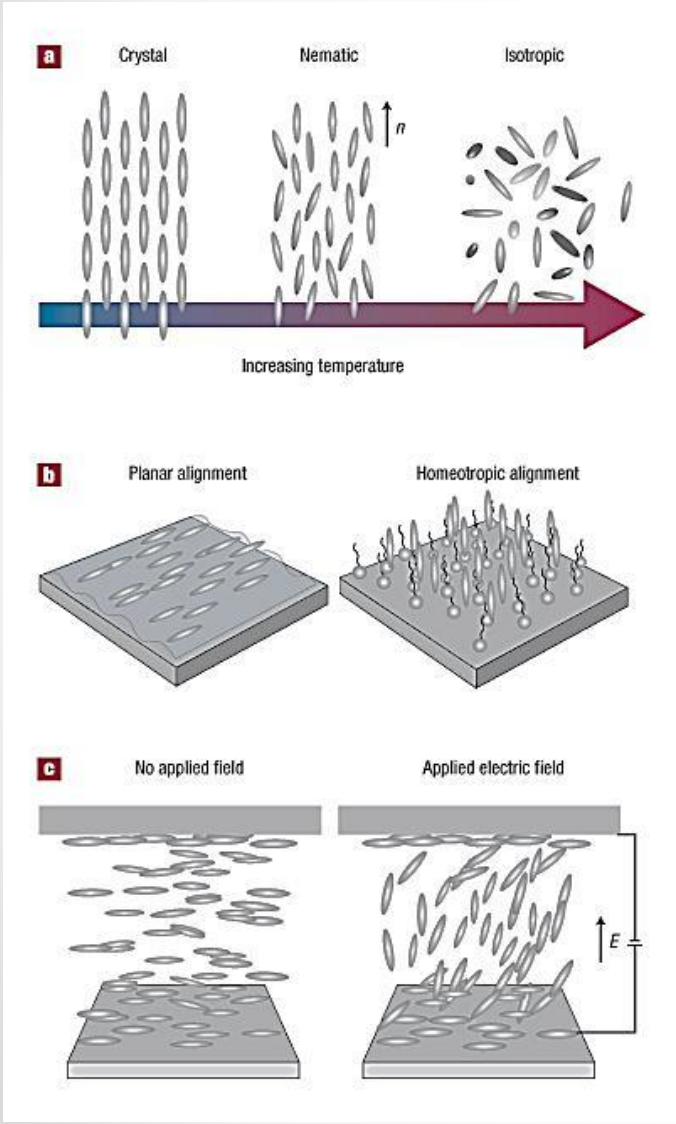




Termin „tečni kristali“ odnosi se na organske materijale koje u određenoj temperaturnoj oblasti poseduju prelaznu fazu, odnosno posebno agregatno stanje koje se nalazi između tečnog i čvrstog, kristalnog stanja. Ono poseduje osobine čvrstog stanja kao što su uređenost molekula i anizotropija fizičkih osobina, ali ima i osobine tečnosti.

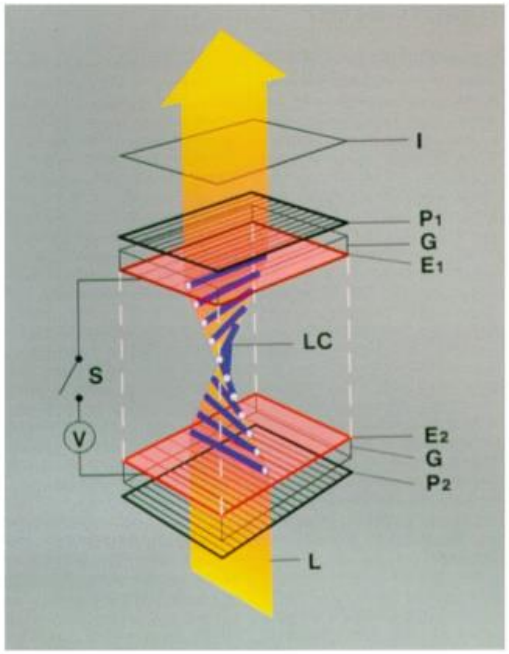
Za primenu tečno-kristalnih materijala najznačajniji je austrijski hemičar Fridrih Rainicer koji je vršio istraživanja na holesteril benzoatu.

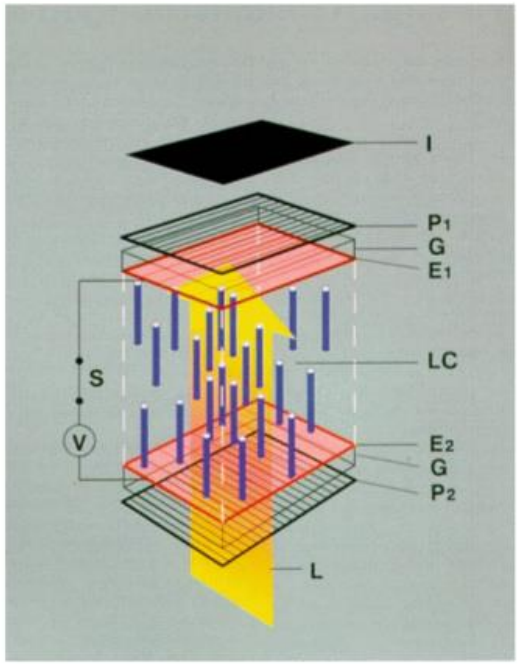
LCD – tečni kristali



Ne mogu svi tečni kristali da se primenjuju u LCD tehnologiji, već moraju da zadovolje određenu orijentacionu uređenost. Takvi kristali se zovu nematski tečni kristali i osnova su svakog LCD displeja, bez obzira da li se radi o aktivno ili pasivno kontrolisanim displejima, sa pozadinskim osvetljenjem ili bez njega. Molekuli nematskih materijala nemaju stalne dipole ili su oni veoma slabi, pa su molekuli orijentisani slučajno. To znači da nema vektora polarizacije usled karakteristika samog materijala. Usled dejstva spoljašnjeg električnog polja dolazi do stvaranja indukovanih dipola mezogena (izduženi organski molekuli koji poseduju tečno-kristalne osobine). Interakcija između indukovanih dipola i lokalnog električnog polja dovodi po orijentacije molekula.

LCD – princip rada ćelije

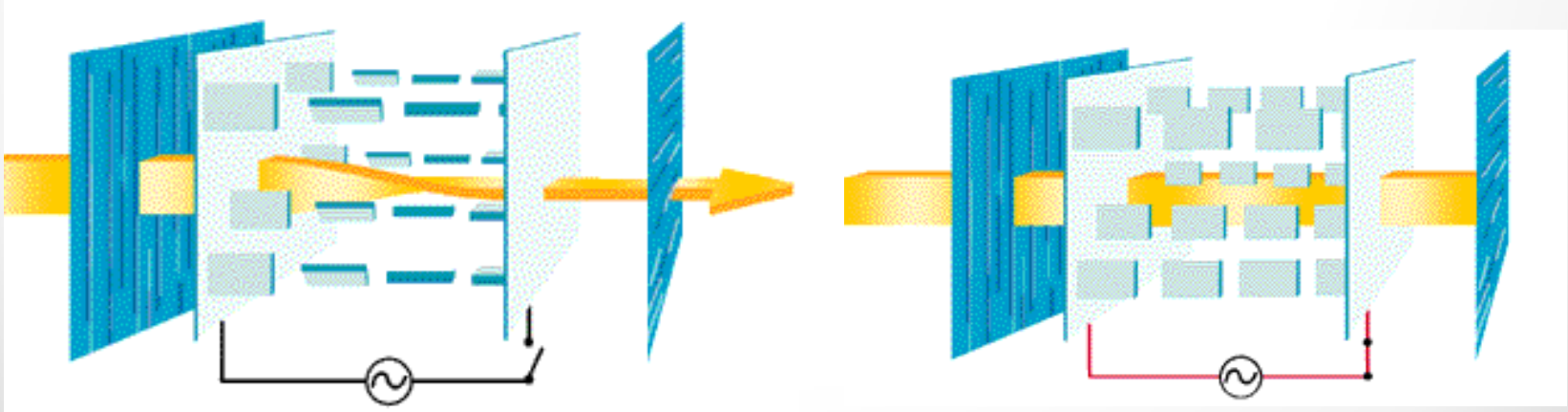




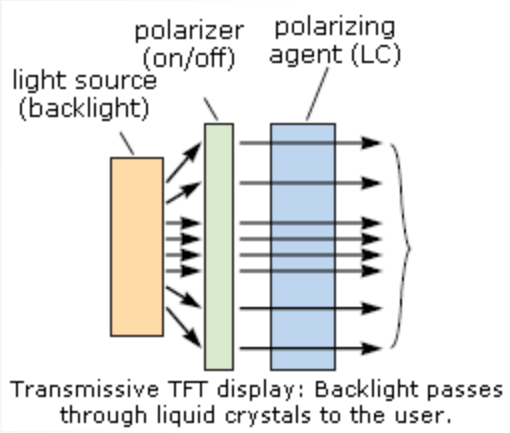
Kako su tečno-kristalni materijali prozračne supstance, displej radi tako što propušta promenljive količine belog pozadinskog svetla stalnog inteziteta kroz aktivni filtar. Moguće je precizno kontrolisati orijentaciju molekula tečnih kristala i na taj način ostvariti filtriranje svetla.

LCD – princip rada ćelije

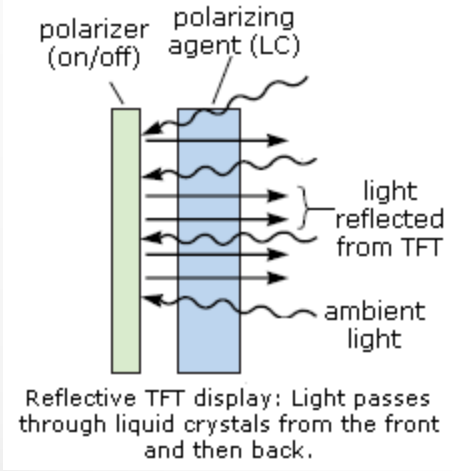
Postoje dva principa i to:
Prvi princip se sastoji u postavljanju tečnog kristala između dve fino izbrazdane površine, pod uglom od 90°, pa su molekuli prisiljeni da se postepeno zarotiraju za cetvrtinu kruga;
Drugi princip se oslanja na osobine samog polarizujućeg filtra i same svetlosti. Polarizirajući filtar je skup veoma finih paralelnih linija i ove linije dejstvuju kao mreža koja zaustavlja sve svetlosne talase, izuzev onih koji su paralelni tim linijama. Orijentacijom linija kontroliše se sveltost.
Pomoću prvog principa se dobija TN ćelija (twisted nematic). Polarizator i analizator i molekuli tečnog kristala obrazuju spiralnu strukturu i otuda naziv twisted (uvrnit). Pozarizovana svetlost koja dolazi do prvog sloja prati uvrtanje molekula, odnosno tečni kristali obrću ravan polarizovane svetlosti. Naponom na ćeliji se kontroliše položaj molekula, a kontrolom napona kontrolišemo i samu svetlost.



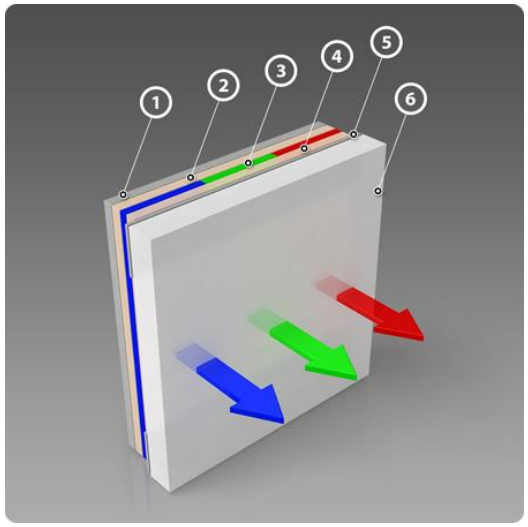
LCD – tipovi i podela



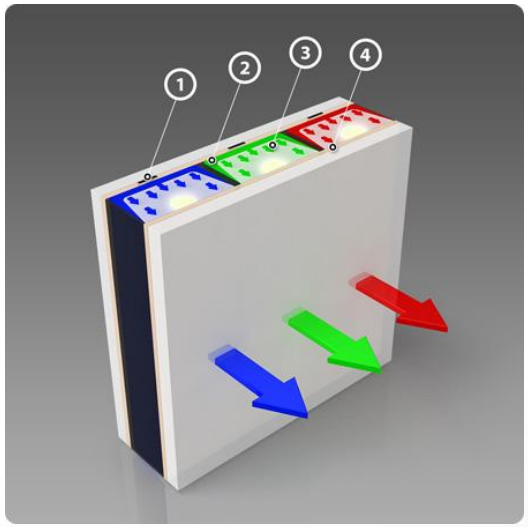
Transmissive TFT display: Backlight passes through liquid crystals to the user.



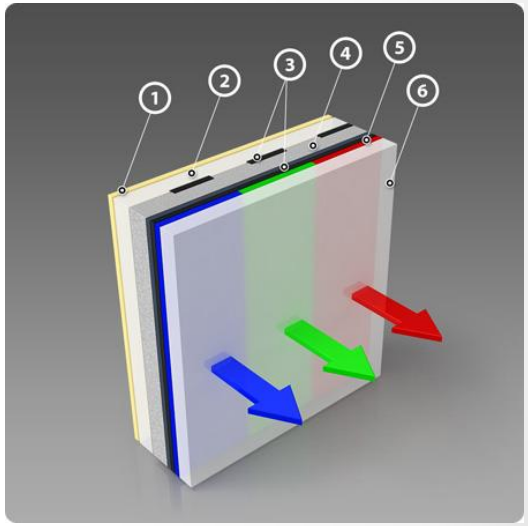
Reflective TFT display: Light passes through liquid crystals from the front and then back.



Pasivni LCD (DSTN)

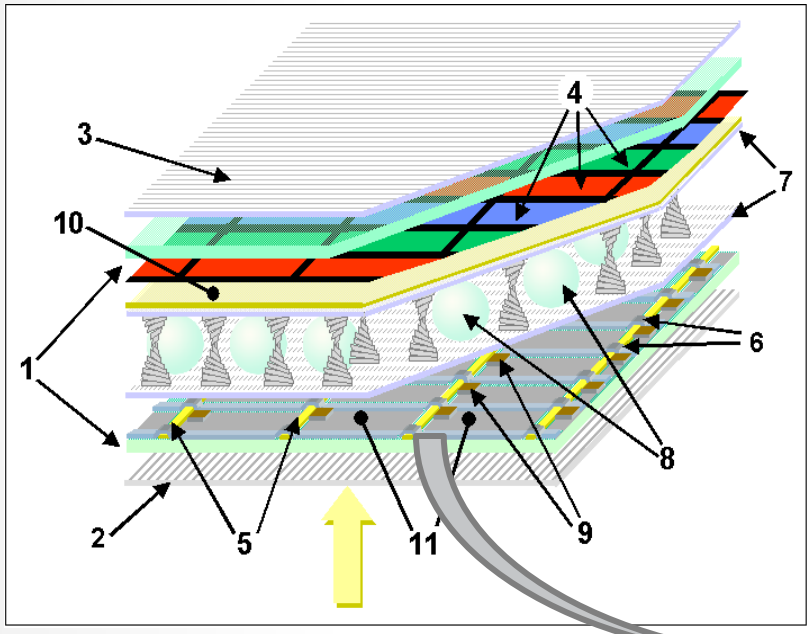


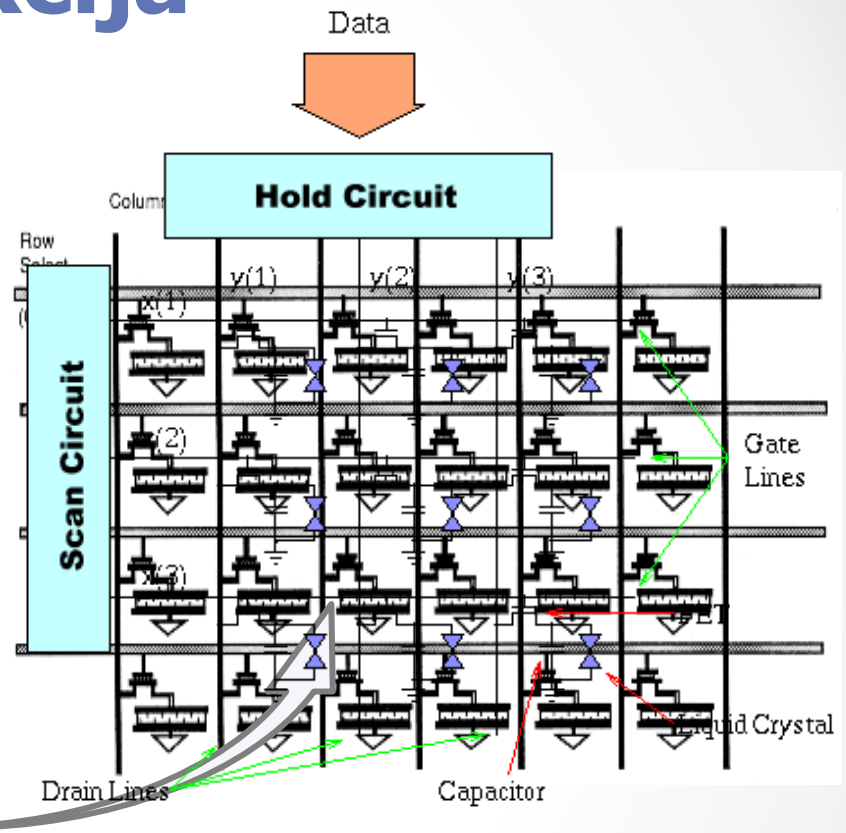
Aktivni LCD (TFT)



LED displej

TFT - konstrukcija



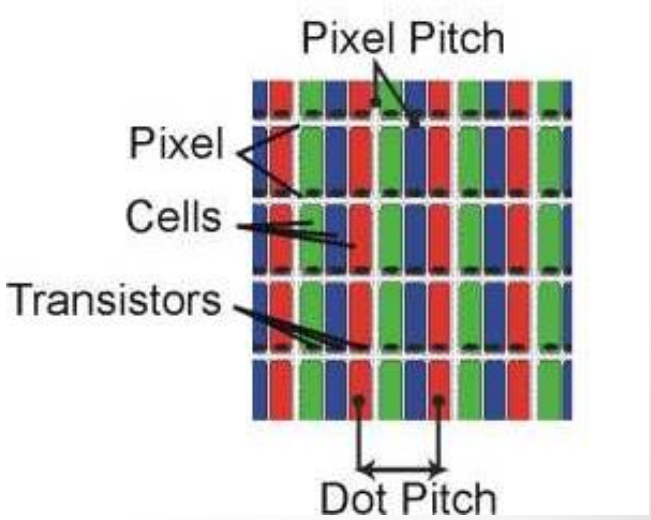


Umesto da se piksel slike direktno adresira, adresira se MOSFET koji ga pobuđuje dovodeći visoki napon na piksel. Kada piksel nije direktno adresiran, MOSFET izoluje kapacitet koji čuva informaciju o stanju ćelije i samu ćeliju od signala kojima se adresiraju drugi pikseli.

TFT - konstrukcija

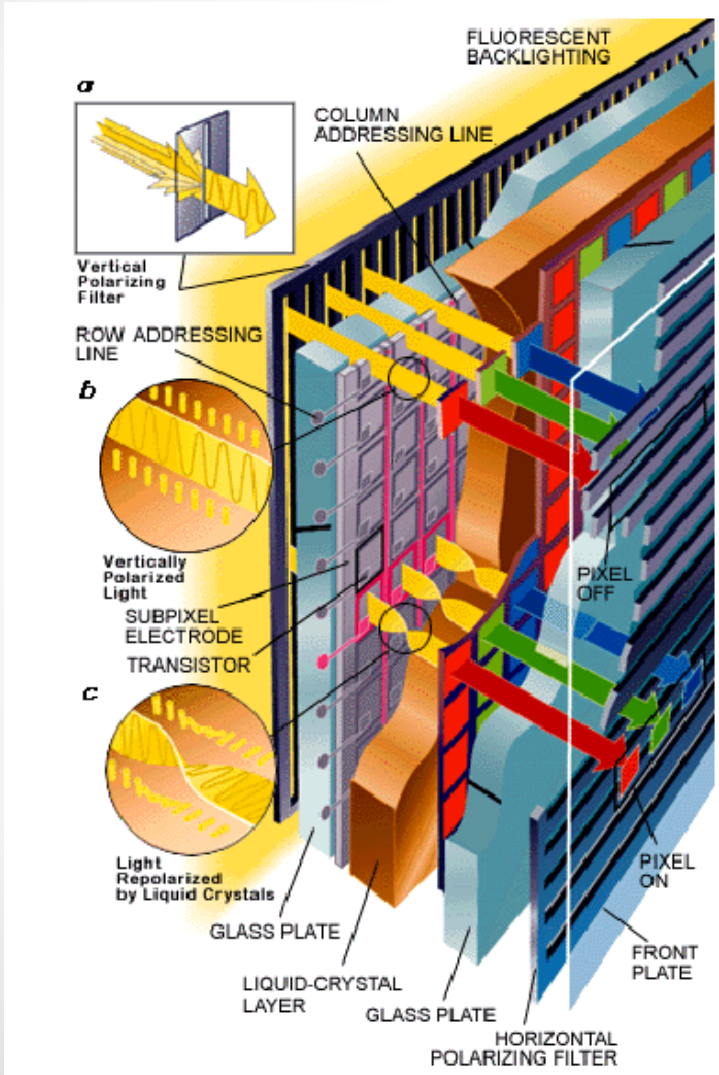
Uticaj drugih piksela je mali i svaki piksel može da čuva i prikazuje svoje stanje prilično stabilno dok ne bude ponovo adresiran. Tako nema ograničenja u vezi male razlike Von-Voff, kao kod pasivno adresiranih displeja, kada je broj redova veliki. Zato su TFT displeji pogodni kod uređaja koji vrše brze promene slike kao što su monitori za kompjutere ili TV uređaji.

U tehnologiji izrade, MOSFET-ovi se prave na amorfnom ili polisilicijumskom sloju, koji se integriše zajedno sa tečno-kristalnim panelom po celoj površini panela.
Kvalitet displeja na pilisilicijumskom sloju je značajno bolji od onih sa amorfnom slojem, pre svega zbog veće pokretljivosti elektrona (manji uticaj defekata na brzinu), pa bi idealno bilo da se MOSFET-ovi izrađuju u monokristalnom silicijumu, ali su troškovi veliki.
Na svaki MOSFET se dovodi određeni napon čime se kontroliše osvetljenost piksela, a time se i ujedno izbegava dupliranje slike, odnosno preslušavanje bliskih piksela, i značajno se povećava brzina odziva displeja

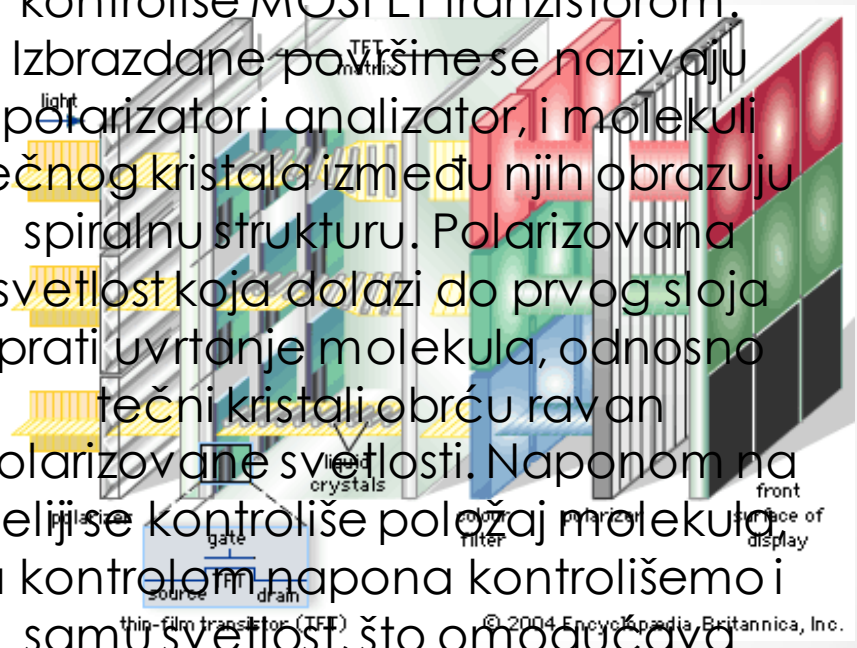


. Najzastupljeniji paneli su: TN film, IPS, MVA, PVA, ASV, AFF, SFT,...

TFT – princip rada

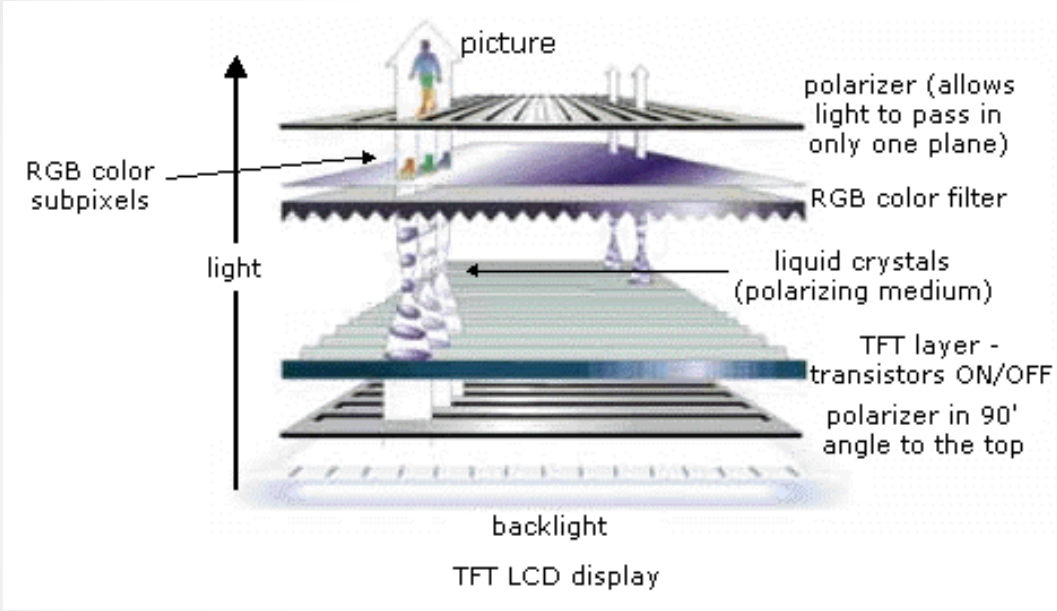


Osnovnu gradivnu strukturu piksela predstavlja TN ćelija, koja se kontroliše MOSFET tranzistorom. Izbrazdane površine se nazivaju polarizator i analizator, i molekuli tečnog kristala između njih obrazuju spiralnu strukturu. Polarizovana svetlost koja dolazi do prvog sloja prati uvrtanje molekula, odnosno tečni kristali obrću ravan polarizovane svetlosti. Naponom na ćeliji se kontroliše položaj molekula, a kontrolom napona kontrolišemo i samu svetlost, što omogućava dobijanje boja.



TFT – tipovi panela

a) TN film (twisted nematic + film)

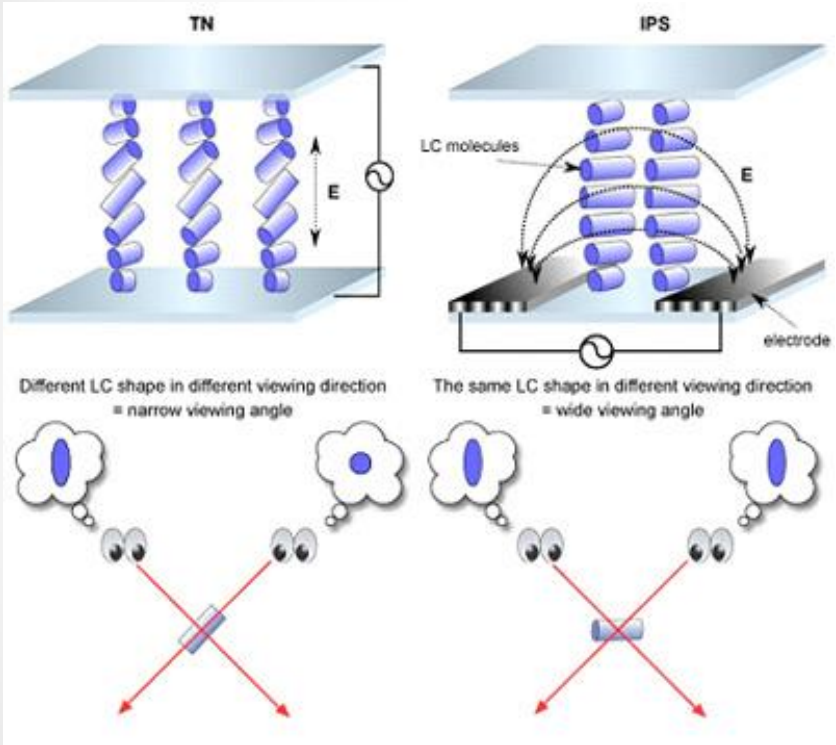


Za normalan upadni zrak zatamnjenje je potpuno, jer on vidi samo redukovan indeks prelamanja i ravan polarizacije nije zaokrenuta. Zraci sa strane, međutim, vide dvojno prelamanje i njihova ravan polarizacije delimično je rotirana. Tako oni prolaze u malom intezitetu kroz analizator, dajući slabo zatamljivanje. Zato klasične TN ćelije imaju slab kontrast sa strane, pa nisu pogodne za TV i kompjuterske displeje.

Prednost u odnosu na ostale tipove daje mu velika brzina odziva piksela, dok je glavni nedostatak jako mali ugao gledanja. Nematski mazogeni su u ravni displeja kada nema električnog polja i tada je ćelija obićno svetla. Kada se primeni električno polje mezogeni se orijentišu normalno na ravan panela i ćelija je zatamnjena.

TFT – tipovi panela

b) IPS (in-plane switching)

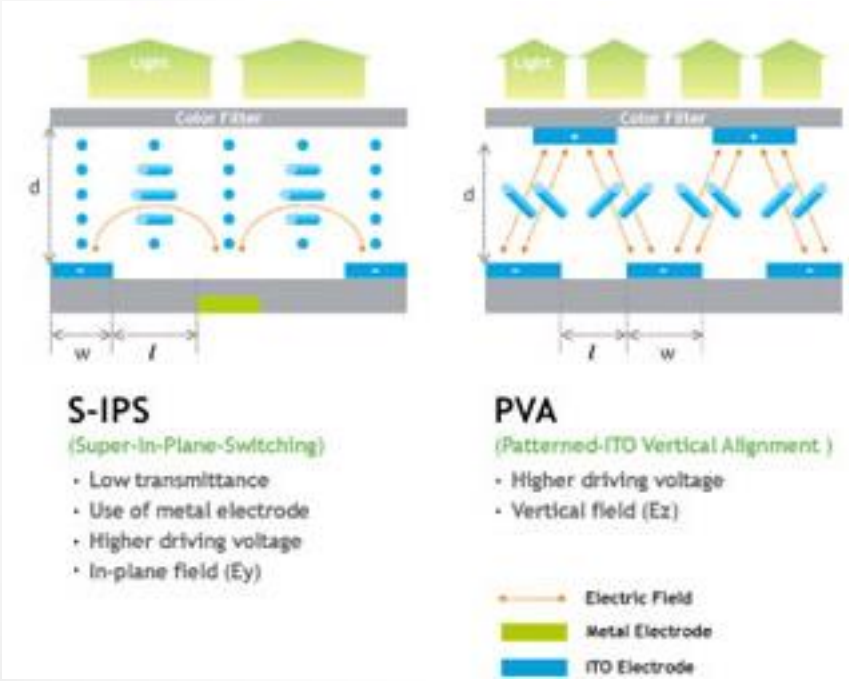


Kod IPS ćelije mezogeni ostaju uvek u ravni displeja pri promeni jačine električnog polja. Tako posmatrač vidi iz raznih uglova gledanja tečno-kristalni sloj sličnih optičkih karakteristika, odnosno kontrast svetlo/tamno zavisi slabo od ugla gledanja. Kod IPS ćelije primenjuje se električno polje u pravcu paralelnom sa graničnim površinama ćelije. Pri promeni električnog polja mezogeni teže da se usmere ka pravcu polja svojom osom najveće permitivnosti, pa se i orijentacija optičke ose menja. Pri svim poljima optička osa ostaje u ravni ćelije (paralelna graničnim površinama).

Električno polje u ravni celije se ostvaruje postavljanjem provodnih elektroda u obliku trake na jedan supstrat displeja (gornju ili dopnju ploču). Napon doveden na elektrode izaziva električno polje, koje je normalno na elektrode. Između elektroda električno polje je praktično paralelno ravni ćelije, jer je debljina ćelije mnogo manja od rastojanja između elektroda Ugao zaokreta mezogena zavisi od jačine električnog polja.

TFT – tipovi panela

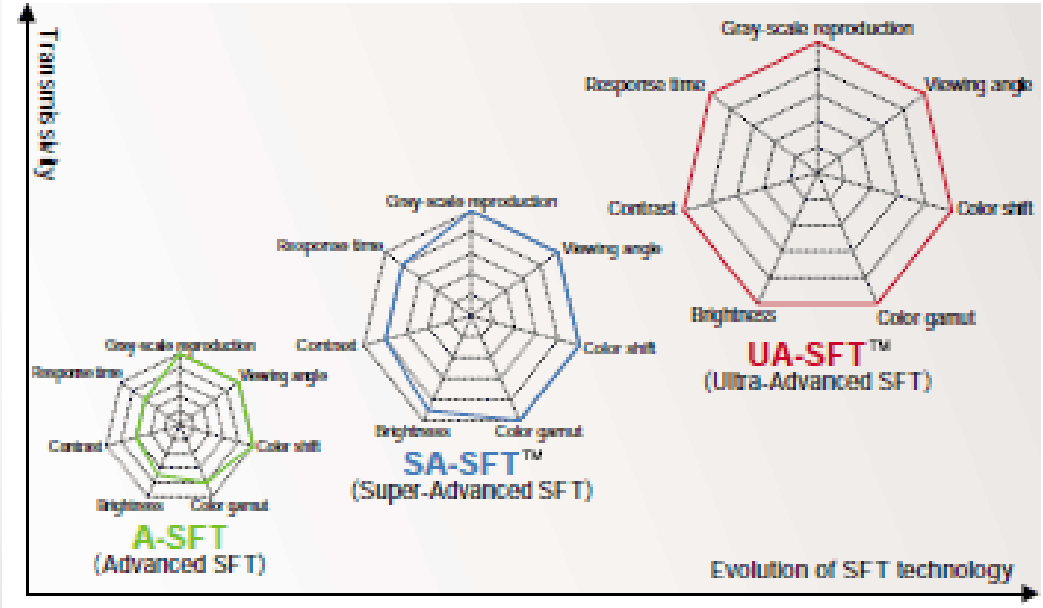
c) VA-TFT (vertically aligned – tft)



Molekuli tečnog kristala raspoređeni su upravno na supstrat kada je isključen napon, proizvodeći na taj način crnu pozadinu. Kada se uključi napon, molekuli prelaze u horizontalni položaj, dajuću belu pozadinu. Kada nema napona, svi molekuli tečnog kristala, uključujući i one koji se nalaze na granici sa supstratom, potpune su upravni. Svetlost prolazi kroz ćeliju bez ometanja od strane molekula i zaustavlja se na prednji polarizator. Postoje dve modifikacije VA displeja i to su: MVA (multi-domain vertical alignement) i PVA (patterned vertical alignement).

TFT – tipovi panela

d) ASV (Advanced super view)
e) AFFS (Advanced fringe field switching)
f) SFT (Super fine TFT technology)



Tehnologije razvijene od strane kompanija „Sharp“, „BOE Hydis“ i „NEC LCD“

TFT – veličina ekrana

Za razliku od CRT displeja, LCD displeji su atkivni preko celog panela, odnosno nema zatamljene ivice oko ekrana. TFT displeji imaju manje dimenzije u odnosu na DSTN tečno-kristalne displeje zbog toga što se kontrolni tranzistori mogu ostvariti u nanometarskoj tehnologiji.

TFT – vreme odziva

To je potrebno vreme da piksel iz off stanja (crna boja) pređe u on stanje (bela boja) i ponovo se vrati u off stanje. Ovo je najveća promena boje, pa je za promenu drugih nijansi potrebno manje vremena.

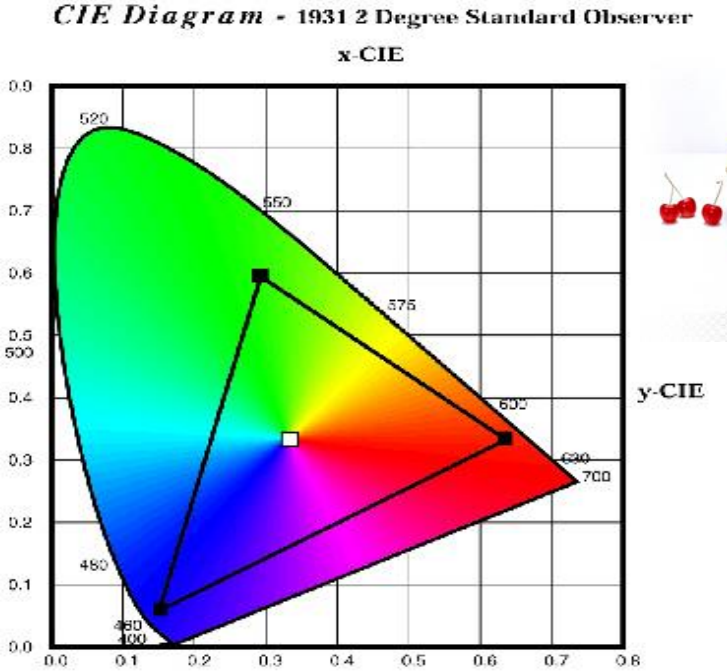
TFT – kontrast

Kontrast predstavlja odnos najtamnije crne i najsvetlije bele boje koja može da se prikaže na displeju. Ovo je definisano strukturom same tečno-kristalne ćelije njenom efikasnošću da propusti ili blokira svetlost. Ovaj tip se naziva statički kontrast (tipična vrednost se kreće oko 700:1 do 1000:1.), dok postoji i dinamički gde se osvetljenje bele ili zatamnjenje crne boje dobija regulisanjem osvetljenosti okolnih piksela.

TFT – osvetljenost

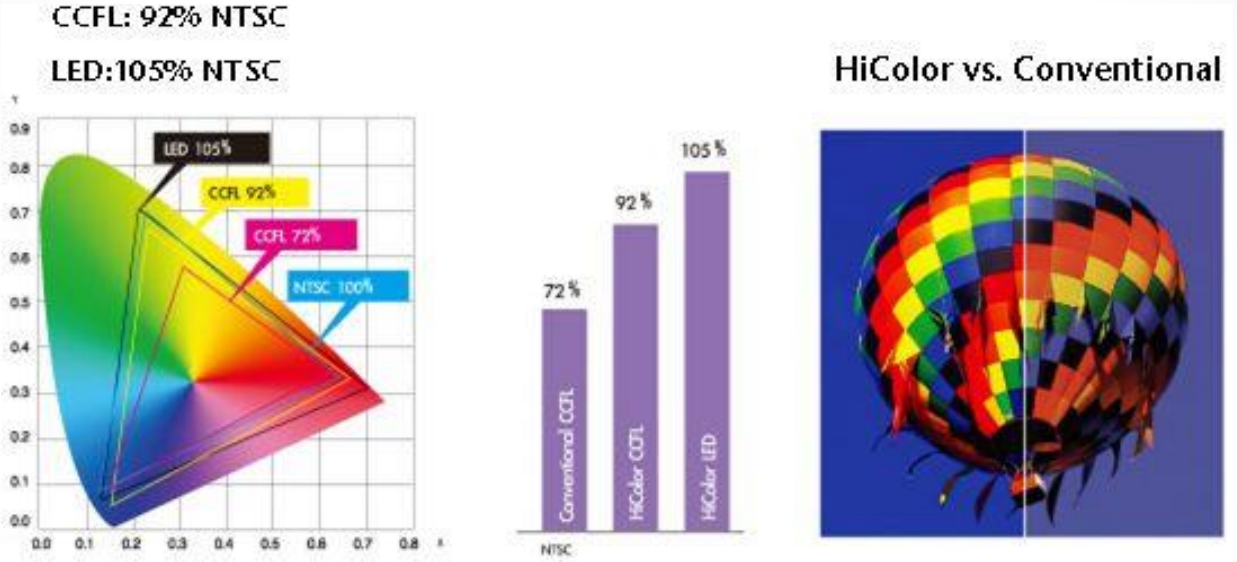
Osvetljenost se meri kao količina bele svetlosti koju TFT displej može da prikaže i izražava se u cd/m^2. TFT displeji mogu da proizvedu velike vrednosti osvetljenja 700-800cd/m^2, što je nepogodno za komercijalnu upotrebu jer sadrže X-zrake i γ-zrake, pa se tehnikom OSD (On Screen Display) smanjuje njena vrednost na tipično 120cd/m^2.

TFT – dubina boja



Dubina boja predstavlja broj koliko boja se mogu prikazati na displeju, dok skala predstavlja nijanse, a reprodukcija sposobnost displeja da proizvede određenu boju. Broj boja zavisi od strukture podpiksela crvene, zelene i plave boje. Svaka orijentacija podpiksela predstavlja različitu nijansu sive, odnosno boje koju reprezentuje podpiksel.

TFT – skala boja

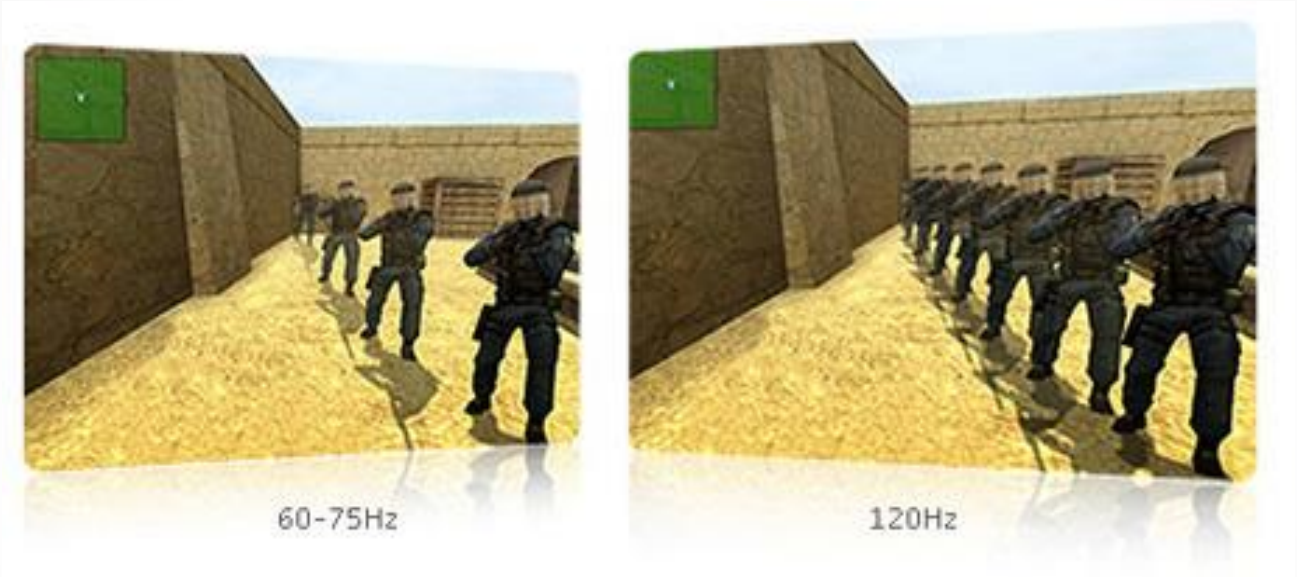


Ako spojimo tačke na CIE dijagramu koje imaju čiste monohromatske boje, dobijamo trougao koji se naziva „colour gamut“. Ovaj trougao prikazuje sposobnost displeja da prikaže boje koje se nalaze unutar njegovih ivica. Boje koje može da prikaže TFT displej zavise od pozadinskog osvetljenja, ali i od tipa panela u kome je displej izrađen.

TFT – ugao vidljivosti

Ugao vidljivosti u horizontalnom i vertikalnom polju često se navode u specifikacijama TFT displeja i najčešće vrednosti novijih modela su 170/160. Ovi uglovi se odnose na to kako slika izgleda kada se gleda sa određene strane (kako izađete iz centralne tačke gledišta), i da li pokazuje određena zataamnjenja ili osvetljenja boja na displeju ili određena iskrivljenja slike.

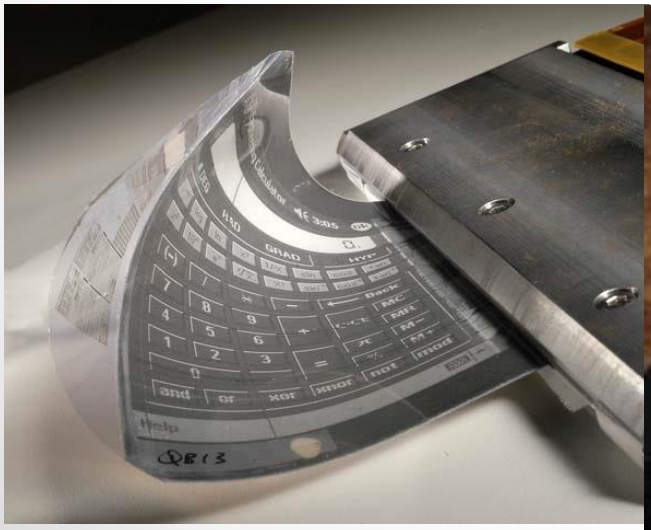
TFT – osvežavanje ekrana



Tipična vrednost kod komercijalnih TFT displeja je 60Hz, dok je maksimalna vrednost do 75Hz, mada novije tehnologije izrade displeja dozvoljavaju u brzinu od 120Hz. Ovo povećanje je izazvala potražnja displeja koji će podržati veći broj frejmova (broj slika po sekundi), jer osvežavanje od 60Hz dozvoljava samo 60 frejma.

Budućnost razvoja displeja

TFT tehnologija izrade displeja je trenutno najzastupljenja u svetskoj industiji displeja. Međutim, kao i CRT tehnologija, i TFT će biti zamenjena bržim, boljim, jeftinijim displejima koji će imati superiornije osobine od danas poznatih. Zbog toga se najviše istraživanja vrši u oblstima E-papira, OLED, holografije, 3D displeja , near-to-eye i virtual retinal displejima.



LCD DISPLEJI
Istorijat

- Tečni kristali kao materijali tj. jedinjenja su otkriveni pre više od jednog veka.
- 1888. godine austrijski botaničar Friedrich Reinitzer je pokušavajući da dobije holesterol iz šargarepe zapazio da izdvojeno jedinjenje ima neka za njega čudna svojstva.
- Prvo što je primetio je da ovo jedinjenje ima dve tačke topljenja. Takođe je zapazio da pri hlađenju ovo jedinjenje menja boju, prozirnost, kao i da menja svoju strukturu.
- Ovo ga je veoma zaintrigiralo i tako je počelo ispitivanje tečnih kristala.

Tečni kristali

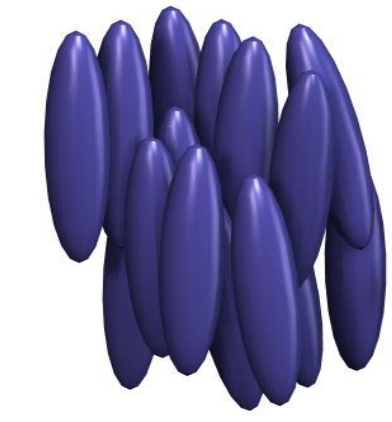
- Tečni kristali su materijali koji pokazuju svojstva i osobine i čvrstih materijala i običnih tečnih materijala.
- Na primer tečni kristal teče kao tečnost ali mu je atomska struktura kristalna kao i kod čvrstih kristala.
- Tečni kristali se mogu podeliti u dve grupe. Prva je ona kojoj pripadaju materijali čije se karakteristike menjaju u zavisnosti od temperature ***termotropični*** a druga grupa ***liotropični*** koja se najčešće sastoji iz dva materijala, menja svojstva u zavisnosti od koncentracije jednog od ta dva materijala.

Stanja kristala

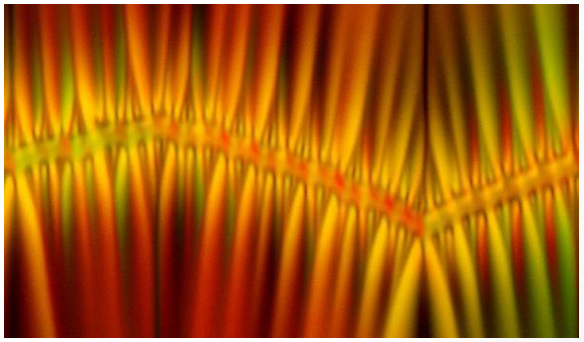
- Stanja kristala mogu da se okarakterišu prema načinu na koji se uređuju molekuli unutar njega.
- Mogu se razlikovati ***poziciono*** (gde su molekuli orijentisani u bilo koju vrstu kubne rešetke) i ***orijentaciono*** uređenje (svi molekuli su orijentisani u jednom pravcu).
- Kristali koji menjaju karakteristike pod uticajem temperature imaju faze kao što su:
- Nematic phase
- Smetic phase
- Chiral phase
- Blue phase

Nematic faza

- Reč nematic je poreklom iz grčke i znači vlakno. Jedna je od najčešćih faza tečnih kristala gde molekuli nisu raspoređeni ni u kakvu kristalnu rešetku već imaju orijentaciono uređenje.
- Kristali u nematic fazi se mogu izuzetno lako dovesti u stanje uređenosti primenom magnetnog ili električnog polja. Upravo zbog ovoga su našli najširu primeni u tehnologiji izrade LCD ekrana.



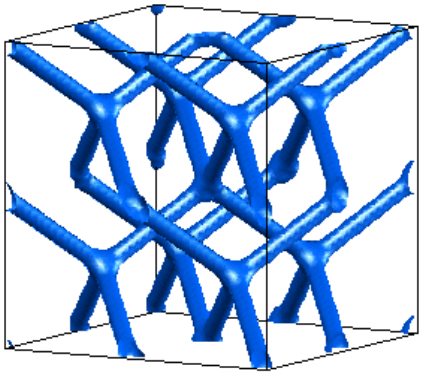
Izgled molekula kristala u nematic fazi



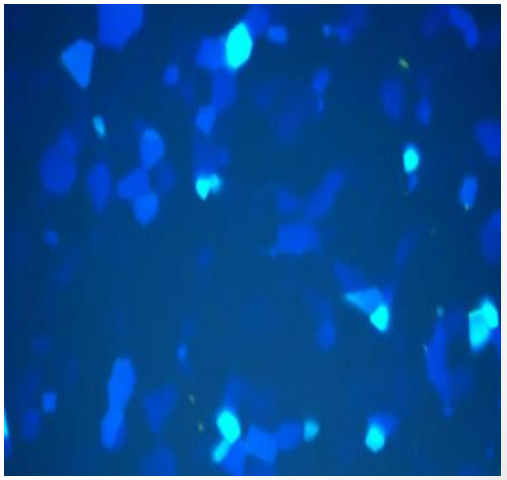
Izgled površine kristala pod mikroskopom

Blue faza

- Blue faza je posebno i retko stanje tečnih kristala koje se manifestuje na temperaturama između chiral faze i izotropnog stanja. U blue stanju kristal ima pravilnu trodimenzionalnu kubnu rešetku kod koje je rastojanje između atoma nekoliko stotina nanometara i upravo zbog toga kristali u ovakvom stanju se ponašaju kao difrakciona rešetka koja se ponaša po Bragovom zakonu difrakcije.
- Na kristalnoj rešetki se rasejava svetlost iz vidljivog spektra i određeni deo iz ostatka elektromagnetnog spektra.
- Zbog veoma malog opsega temperatura pri kojima se formira blue stanje ovi materijali su uvek bili teški za korišćenje.



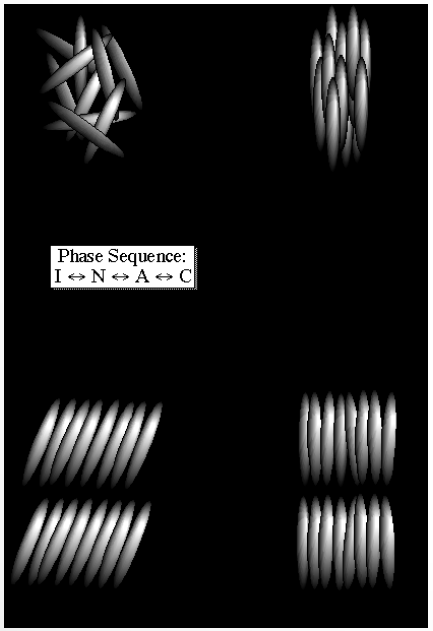
Izgled rešetke kod kristala u blue stanju

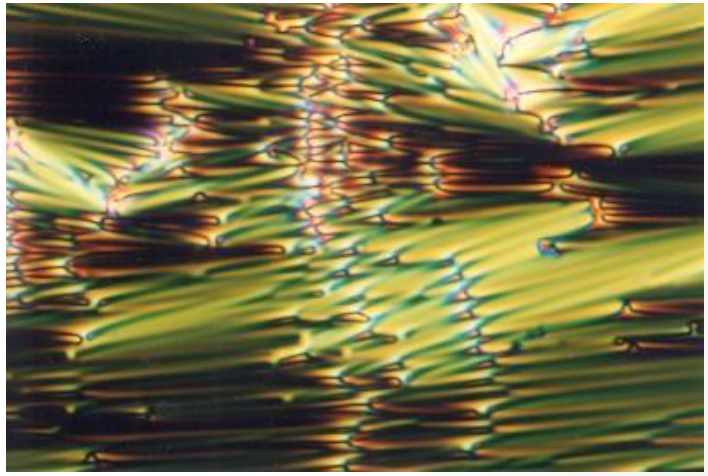


Izgled površine pod mikroskopom

Smetic faza

- Smetička faza potiče od grčke reči sapun. Molekuli su orjentaciono uređeni kao i kod svih tečnih kristala (ose su međusobno paralelne) i organizovani su u slojevima. Ti slojevi klize jedan preko drugog.
- Ova faza ima najveću viskoznost pa je najsličnija čvrstom stanju materije.

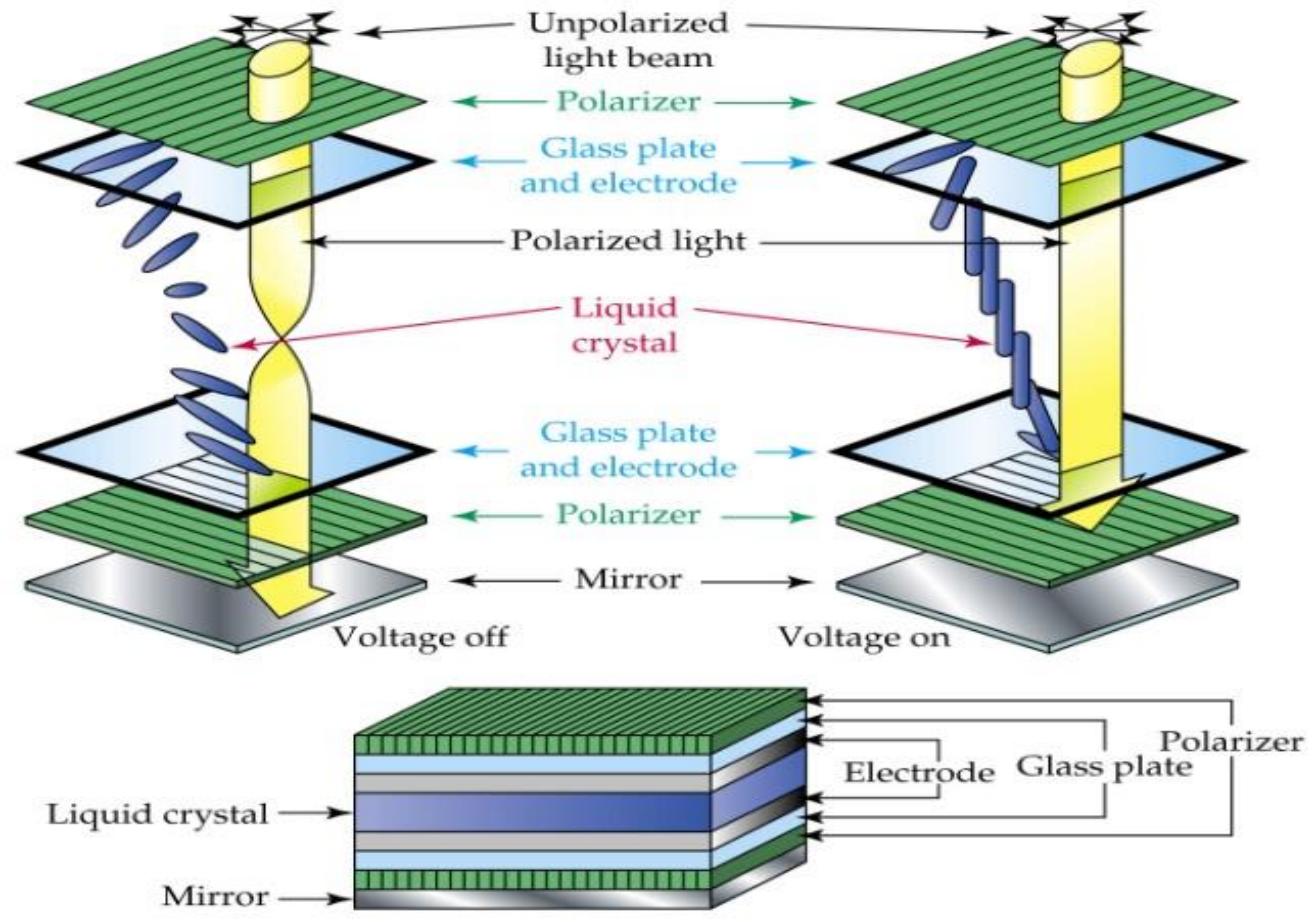




Princip rada LCD-a

- Svaki piksel LCD-a sastoji se od sloja molekula tečnog kristala koji se nalazi između dve transparentne elektrode i dva polarizaciona filtra koja su postavljena jedan u odnosu na drugi pod uglom od 90 stepeni dok se iza svega ovoga nalaze "lampe", tj. izvor svetlosti.
- U početku su se za to koristile isključivo fluorescentne cevi sa hladnom katodom. Jedna ili više takvih cevi postavljaju se duž ivica ekrana, zajedno sa visokoreflektivnim „štitom" koji ima takav oblik da ravnomerno (koliko je to moguće) osvetljava ceo displej. Sa razvojem svetlećih dioda visokog sjaja počeo je postepeni prelazak na LED osvetljenje
- Kada ne bi bilo tečnog kristala između ovih filtara i elektroda svetlost ne bi mogla da prođe kroz drugi filtar jer su oni međusobno normalni jedan na drugi. Površina elektroda koje su u direktnom kontaktu sa tečnim kristalom su presvučene veoma tankim slojem materijala koji je direktno zadužen za dovođenje tečnog kristala u željeno stanje. Elektrode se uglavnom prave od tankog oksida indijuma.

- Ukoliko nije primenjen napon slika će biti će biti sivkasta jer je zakrivljenje molekula kristala neodgovarajuće. Takođe ako se primeni preveliki napon slika će verovatno biti crna jer će se molekuli isuviše zakriviti i svetlost uopšte neće proći kroz polarizacioni filtar.



Struktura jednog LCD displeja

LCD Monitori

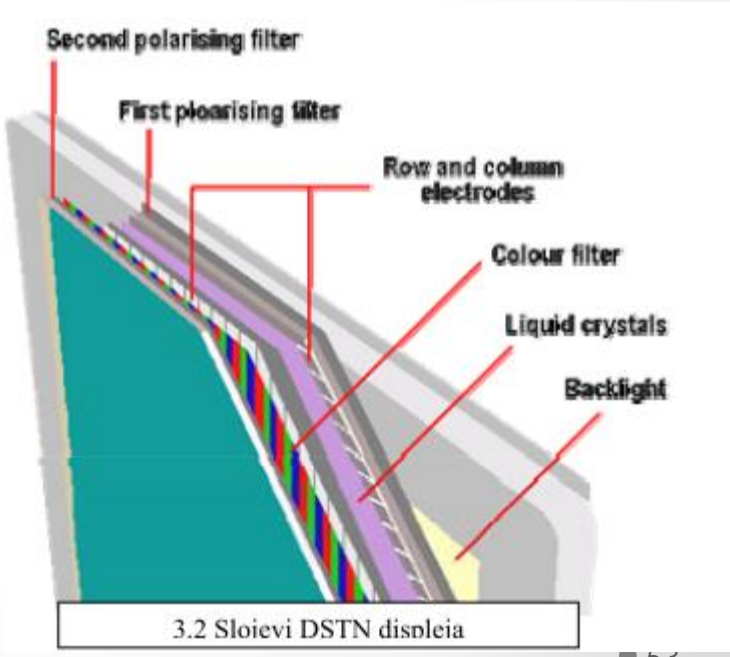
- LCD monitori koji se koriste za različite primene i koji imaju različite dijagonale se prave u različitim tehnologijama.
- Tako postoje LCD monitori sa:
- pasivnom (Passive matrix) i
- aktivnom (Active matrix) matricom

Displeji sa pasivnom matricom

- LCD displeji sa malim brojem segmenata kao što su u digitalnim časovnicima ili u digitronima imaju zasebnu elektrodu za svaki od segmenata.
- Spoljašnje logičko kolo(najčešće mikrokontroler ili mikroprocesor) dovodi određene naponske nivoe na određenu elektrodu i tako se kontroliše slika.
- Kod malo modernijih monohromatskih ekrana kod kojih je broj segmenata povećan koristi se adresiranje piksela po vrsti i koloni tj. po vertikali i horizontali. Ovakva vrsta ekrana se naziva Passive matrix displej jer jedan piksel mora da ostane u stanju u koje je doveden sve dok novi naponski signal ne dođe na njega

Displeji sa pasivnom matricom

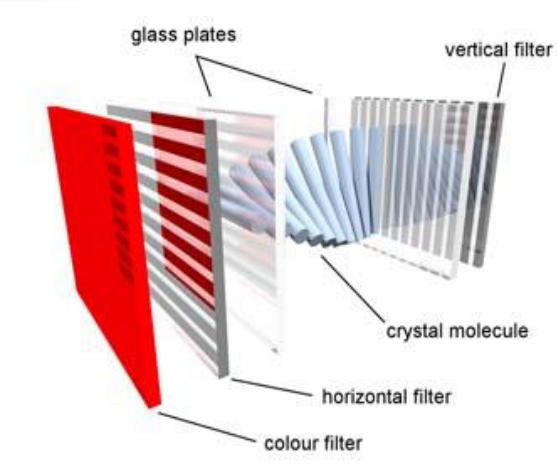
- Pasivna matrica displeja sa tečnim kristalima ima više slojeva.
- Prvi je od stakla, na koje je nanesen metalni oksid. Materijal koji se koristi je veoma providan, pa tako ne utiče na kvalitet slike.
- Matrica radi kao rešetka elektroda za redove i kolone koje propuštaju struju da bi se aktivirali pojedini elementi ekrana.
- Odozgo je nanesen polimer koji ima niz paralelnih žljebova na koje se vezuju molekuli. To se zove sloj za poravnanje.

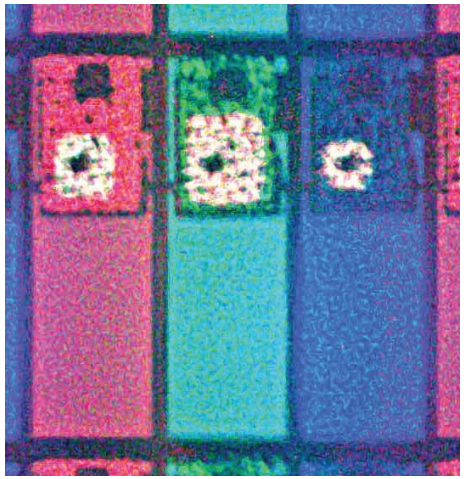


3.2 Slojevi DSTN displeja

Displeji sa aktivnom matricom

- Kod active matrix displeja svaki piksel se sastoji od 3 podpiksela koji direktno služe za stvaranje boja. Ova tri podpiksela služe za crvenu, zelenu i plavu boju (RGB) i njihovom kombinacijom ova vrsta monitora može da prikaže izuzetno veliki broj boja. Maksimalni broj boja je 16,8 miliona. Naravno svaki od ova tri podpiksela može da se kontroliše zasebno. Konfiguracija piksela može biti različita, tj. njihov raspored može biti različit.

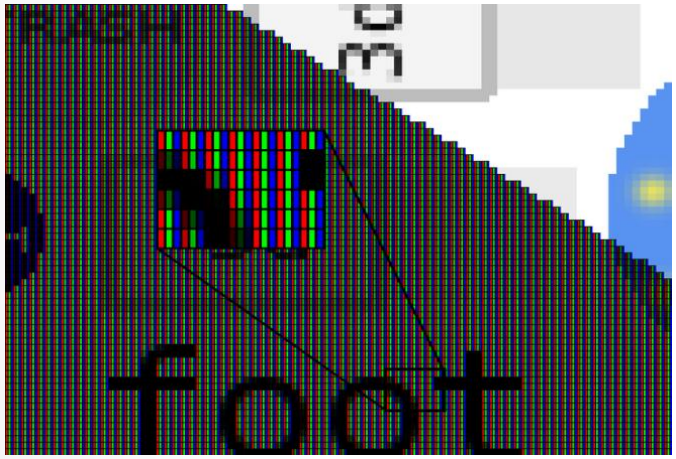


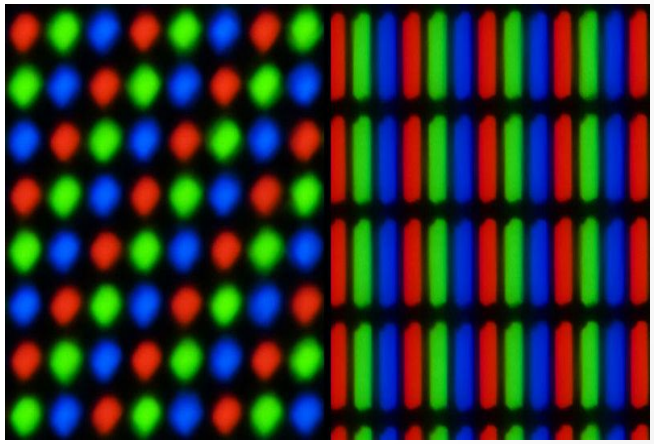


jedan piksel pod mikroskopom. U gornjem delu vide se tranzistori.

- Moderni LCD monitori i televizori moraju da zadovolje sve više standarde koji se postavljaju pred njih. Ovo se postiglo korišćenjem active matrix tehnologije. Kod ove tehnologije je svakom pikselu dodeljen jedan tranzistor odnosno polarizacionom filtru je pridružen taj tanki sloj tranzistora.

- Kontrolisanjem ovih tranzistora u stvari se kontrolišu pikseli. Ovi tranzistori omogućavaju mnogo manje vreme odziva i mnogo bolji kontrast. Inače slika kod ove vrste monitora je mnogo svetlija, oštrija tj. kontrast je mnogo bolji i generalno ima mnogo bolji odziv slike stvarajući mnogo bolju sliku za razliku od passive matrix monitora.

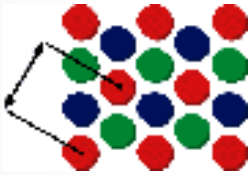


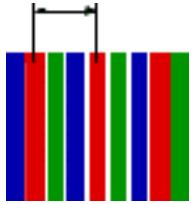


Pikseli i podpikseli kod active matrix display-a

Osnovne karakteristike LCD monitora

- **Rezolucija**
  Vertikalna i horizontalna dužina izražena u pikselima.
- **Dot pitch**
  Dot pitch je veoma bitna karakteristika svakog monitora.Dot pitch izražava udaljenost izmedju centara dva susedna piksela ili dva podpiksela.





- **Vreme odziva**
  Vreme odziva je minimalno vreme potrebno da se promeni boja jednog piksela ili osvetljenje. Kod LCD monitora ovo vreme se meri pri promeni crne na crnu ili sive na sivu boju.
- **Osvežavanje**
  Refresh rate ili osvežavanje nam daje podatak koliko puta u sekundi monitor iscrtava sliku ili kako se kaže osvežava. Na komercijalnijim monitorima je osvežavanje pri maksimalnim rezolucijama do nekih 75Hz dok kod high-end monitora i televizora osvežavanje ide do 120HZ pa čak i do 200Hz.

Nedostaci LCD monitora

- LCD monitori imaju svoju Native rezoluciju u kojoj imaju najbolji prikaz slike. Loš je kontrast između bele i crne boje.
- LCD monitori imaju veće vreme odziva u odnosu na CRT monitore i Plazma monitore.
- Još jedna od osobina koja ograničava rad i primenu LCD monitora je ugao vidljivosti. Slika se degradira prilikom gladanja sa strane.
- Zato je LCD monitor prihvatljiv za jednog korisnika, jer ako gladaju više ljudi nesto na monitoru oni koji su sa strane imaće lošiju sliku od onih koji su u centru ili pod uglom od 90 stepeni.

Budućnost LCD monitora

- Budućnost LCD monitora leži u OLED i E-paper tehnologijama. Velika prednost OLED monitora je ta što nemaju pozadinsko osvetljenje koje od presudnog značaja za rad LCD monitora.
- E-paper je lak, savitljiv, sa minimalnom potrošnjom energije. Postoji još mnogo tehnologija koje su u razvoju i koje čine budućnost LCD tehnologije ali za sada su LCD monitori dominantni u izradi monitora.

Elektronski papir monitor

OLED displej

LCD

OBLASTI PRIMENA TEČNIH KRISTALA

Na elektro-optičkim efektima zasnivaju se sledeće primene:

1. Konstrukcija displeja:

transmisionih,reflektivnih i trans-reflektivnih: pasivnih i aktivnih.

Oni se koriste kako za ekrane displeja, tako I za unutar projekcionih sistema.

2. Elektronski prekidači svetlosti (optički ventili).
Primena je u sistemima za optičke komunikacije.

3. Kao aktivni optički filtri.

4. Za upravljanje pravcem svetlosti.

Druge primene su sistemi za pisanje i čitanje optičkih diskova ili u holografiji.

5. Za kontrolu i stabilizaciju ravni polarizacije u optičkim sistemima.
Primena je, takođe, u optičkim komunikacijama.

6. Upotreba u elektronski kontrolisanoj nelinearnoj optici.

7. Medijum za memorisanje holografskih slika.

8. Elektronska fotografija, fleksibilni elektronski displeji i elektronske knjige.

-Uobičajni tipovi displeja sa tečnim kristalima u svakodnevnoj upotrebi su:

- Aktivni displeji sa matricom u tehnologiji tankog filma za računarske monitore.

-Aktivni displeji za sobne televizijske ekrane.

-Touch monitori.

-Industrijski

Monitori za "tešku" eksploataciju.

-Standardi monitori

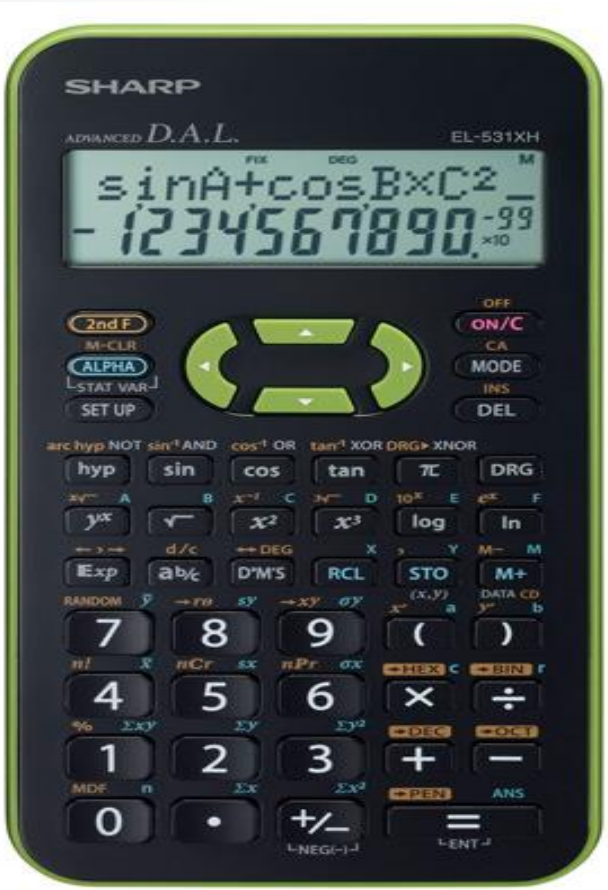
Veliki LCD monitori su pogodni za prisutnost, na sajmovima, na javnim događajima ili predstavama, ili za javne informacione displeje.

-Vodootporni monitori

mogu da se izbore sa vlagom, toplotom ili hladnim vremenom. Rade savršeno čak i pod mlazom vode, kao i na ekstremnim temperaturama od 20°C ispod nule do +45°C.

Pasivni displeji za indikatorske displeje:

kalkulatori



Merni instrumenti

Informacioni panoi

Satovi

Navigation
Route
Map

SAMSUNG

Whirlpool

MPC5000
akai
MPC5000

OLYMPUS
Hyper Crystal LCD
MENU
OK/FUNC
DISP.
http://pixinfo.com

Brooklyn Bridge-City Hall Station
Nassau St
Park Row
Chambers St
140
yards
0.25 M
1.30 min
10:11 am
10:12 am
31 mph
Broadway
tomtom

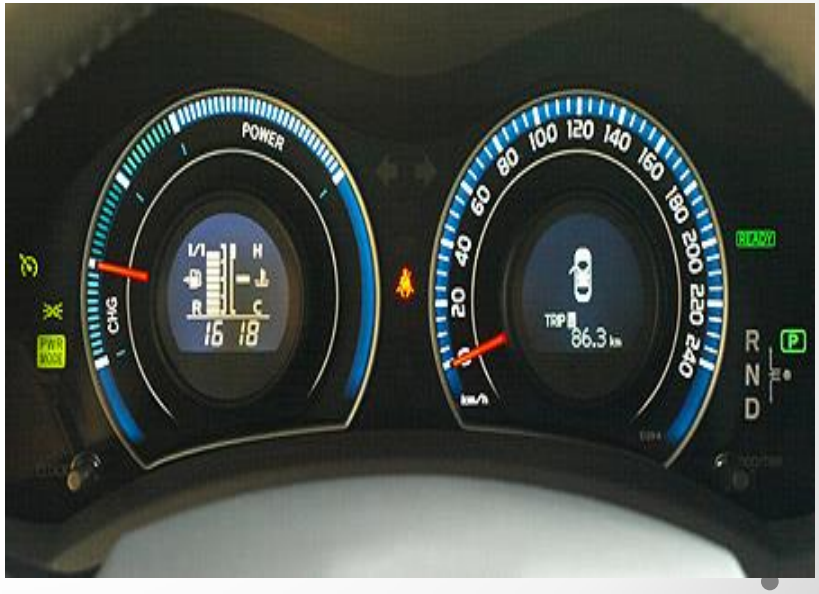
MAIN MENU
11:05 PM
MUSIC
PHOTO
RADIO
VIDEO
VOICE
AUDIOBOOK
SETTINGS
NOW PLAYING
memorex

CANON VIDEO LENS
2.6-96.2mm 1:2.0
START/STOP
PLAYLIST
FUNC

EX SEEN RF
F1
87.50
FUNC.
SETUP
SOUND
ESC
ENT

HANNspree

LG


POWER
CHG
16 18
TRIP
86.3
R
N
D
P