

LCD MONITORI

Tecne kristale je krajem 19. veka prvi pronašao austrijski botanikar Friedrich Reinitzer, a sam termin "tečni kristal" smislio je malo kasnije nemacki fizicar Otto Lehmann.

Tecni kristali su gotovo providne supstance, koji imaju osobine i cvrste i tecne materije. Svetlo koje prolazi kroz tecne kristale prati poredak molekula od kojih se oni sastoje - što je osobina cvrste materije. 1960-ih godina otkriveno je da naelektrisavanje tecnih kristala menja njihov molekularni poredak i samim tim i nacin kako svetlo prolazi kroz njih - što je osobina tecnosti.

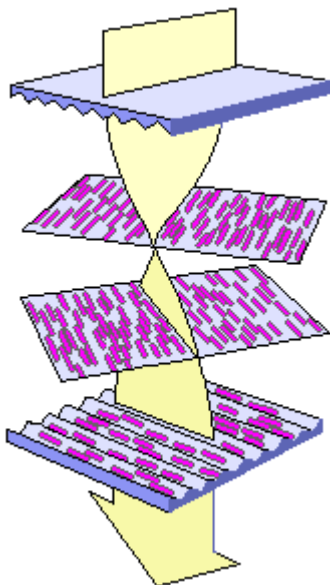
Od njihove pojave kao medijuma za displeje 1971. godine, tecni kristali su ušli u razlicite oblasti koje obuhvataju minijaturnu televiziju, digitalne fotoaparate, video kamere i monitore, a danas mnogi veruju da je LCD tehnologija koja ce najverovatnije zameniti monitor sa katodnom cevi. Od svog pocetka, tehnologija se znacajno razvila, tako da današnji proizvodi više ne lice na stare, nespretne monohromatske uredjaje. Ona se pojavila pre tehnologija ravnih ekrana i ima neosvojiv položaj u oblasti prenosnih i rucnih PC racunara, gde je na raspolaganju u dva oblika:

- jevtiniji DSTN (dual-scan twisted nematic - obrnuti nematik sa dvostrukim skaniranjem) i
- tranzistor sa tankim filmom TFT (thin film transistor) za sliku visokog kvalieta.

Principi

LCD je transmisivna tehnologija. Displej radi tako što propušta promenljive kolicine belog pozadinskog svetla stalnog intenziteta kroz aktivni filtar. Crveni, zeleni i plavi elementi piksela dobijaju se jednostavnim filtriranjem belog svetla.

Vecina tecnih kristala su organska jedinjenja koja se sastoje od dugackih molekula u vidu šipke koji se, u svom prirodnom stanju, raspoređuju tako da su im podužne ose približno paralelne. Moguce je precizno kontrolisati poravnanje ovih molekula ako se tecni kristal nanosi na fino izbrazdanu površinu. Poravnanje molekula tada prati brazde, pa ako su one sasvim paralelne, takav ce biti i raspored molekula.



U svom prirodnom stanju, LCD molekuli su raspoređeni na slobodan nacin, sa paralelnim podužnim osama. Medjutim, kada dodju u dodir sa površinom izbrazdanom u stalnom pravcu, oni se poredjaju paralelno duž tih brazda

Prvi princip jednog LCD displeja sastoji se u postavljanju tecnog kristala u "sendvic" izmedju dve fino izbrazdane površine, gde su brazde na jednoj površini normalne (pod uglom od 90 stepeni) u odnosu na brazde na drugoj

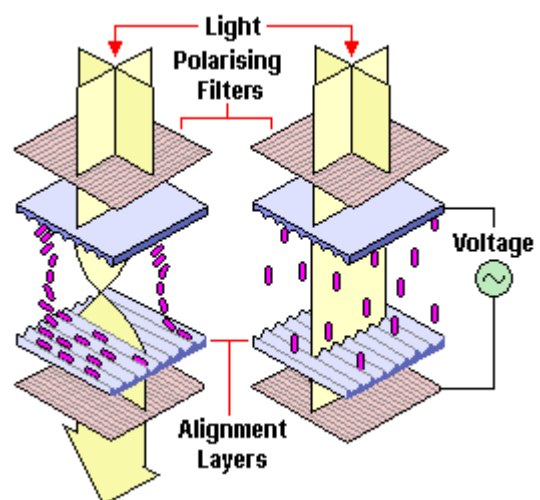


površini. Ako su molekuli na jednoj površini poredjani u pravcu sever-jug, a molekuli na drugoj u pravcu istok-zapad, onda su oni izmedju prisiljeni da budu u stanju obrtanja od 90 stepeni.

Svetlost prati poredak molekula i zato se obrne za 90 stepeni dok prolazi kroz tecni kristal. Medjutim, na osnovu otkrica u RCA America, kada se tecni kristal stavi pod napon, molekuli se sami poredjaju vertikalno, dozvoljavajuci svetlu da prodje bez obrtanja.

Drugi princip jednog LCD displeja oslanja se na osobine polarizujucih filtara i same svetlosti. Talasi prirodne svetlosti su orijentisani pod slucajnim uglovima. Polarizujuci filtar je jednostavno skup neverovatno finih paralelnih linija. Ove linije dejstvuju kao mreža, zaustavljajuci sve svetlosne talase sem onih koji su (slucajno) orijentisani paralelno tim linijama. Drugi polarizujuci filtar cije su linije rasporedjene normalno (pod uglom od 90 stepeni) u odnosu na linije prvog filtra bi zato potpuno zaustavio tu vec polarizovanu svetlost. Svetlost bi prošla kroz drugi polarizator ako bi njegove linije bile tacno paralelne sa prvim, ili ako bi sama svetlost bila obrnuta tako da odgovara drugom polarizatoru.

Tipican obrnuti nematicki (TN - twisted nematic) tecni kristal sastoji se od dva polarizujuca filtra sa medjusobno normalno rasporedjenim linijama (pod uglom od 90 stepeni) koji bi, kao što je opisano, zaustavili svu svetlost koja bi pokušala da prodje kroz njih. Ali, izmedju ovih polarizatora se nalaze obrnuti tecni kristali. Zato se svetlost polarizuje pomocu prvog filtra, obrce za 90 stepeni pomocu tecnih kristala i najzad potpuno prolazi kroz drugi polarizujuci filtar. Medjutim, kada se prikljuci elektricni napon na tecne kristale, molekuli se prestroje vertikalno, dozvoljavajuci svetlosti da prodje kroz njih bez obrtanja, ali se ona zaustavlja na drugom filtru. Posledica toga je da ako *nema napona* - svetlost prolazi, a ako se *napon ukljuci* - nema svetlosti na drugom kraju.



Kristali u LCD displeju mogli bi biti alternativno rasporedjeni, tako da svetlost prolazi kada ima napona, a ne prolazi kada ga nema. Medjutim, kako su ekrani sa grafickom spregom skoro uvek ukljuceni, štedi se elektricna energija ako se kristali rasporede tako da kada nema napona - prolazi svetlost.

Stvaranje boja

Da bi se stvorile nijanse potrebne za displej sa vernim bojama, moraju da postoje neki srednji nivoi osvetljenosti ismedju punog svetla i potpunog odsustva svetla koje prolazi kroz ekran. Menjanje nivoa osvetljenosti koje se traži da bi se napravio displej sa vernim bojama postiže se promenom napona pod koji se stavljaju tecni kristali. Tecni kristali se u stvari obrcu brzinom koja je direktno srazmerna naponu, omogucavajuci tako da se upravlja kolicinom svetlosti. U praksi, ipak, promena



napona današnjih displeja sa tecnim kristalima nudi samo 64 razlicite nijanse po elementu (6 bita), suprotno od displeja u boji sa katodnim cevima koji mogu da stvore 256 nijansi (8 bita). Uz upotrebu tri elementa po pikselu, to ima za rezultat da displeji sa tecnim kristalima u boji mogu da daju maksimalno 262144 razlicite boje (18 bita), poredjeno sa monitorima u pravoj boji sa katodnim cevima koji daju 16777216 boja (24 bita).

Kako multimedijske primene postaju sve rasprostranjenije, nedostatak prave 24-bitne boje na displejima sa tecnim kristalima postaje ozbiljno pitanje. Dok su 18 bita dobri za vecinu primena, to je nedovoljno za fotografiju ili video. Neke konstrukcije displeja sa tecnim kristalima uspele su da prošire dubinu boje na 24 bita prikazujući naizmenicno razlicite nijanse na uzastopnim osvežavanjima kadra, što je tehnika poznata kao FRC (Frame Rate Control - kontrola brzine kadra). Medjutim, razlika je suviše velika, zapaža se treperenje.

Firma Hitachi je razvila tehniku gde se priključuje napona na susedne celije da bi se stvorile vrlo male promene uzorka u sekvenci od tri do cetiri kadra. Sa njom, Hitachi može da simulira ne baš 256 nivoa sivog, ali još uvek vrlo prihvatljivih 253 nivoa sivog, što se prevodi u više od 16 miliona boja - i gotovo se ne može razlikovati od prave 24-bitne boje.

TFT displeji

Mnoga preduzeca su usvojila tehnologiju tranzistora tankog filma (TFT - Thin Film Transistor) da bi poboljšala ekrane u boji. U TFT ekranu, takodje poznatom i kao aktivna matrica, na LCD panel je povezana dodatna matrica tranzistora - po jedan tranzistor za svaku boju (crvenu, zelenu i plavu) svakog piksela. Ovi tranzistori upravljaju pikselima, eliminišući jednim udarcem i problem parazitnih dupliranja slika i malu brzinu odziva koji muce ne-TFT displeje sa tecnim kristalima. Rezultat su vremena odziva ekrana reda 25 ms, odnosi kontrasta u oblasti od 200:1 do 400:1 i vrednosti osvetljaja izmedju 200 i 250 cd/m² (kandela po kvadratnom metru).

Elementi svakog piksela od tecnih kristala su uredjeni tako da u njihovom normalnom stanju (bez ukljucenog napona) svetlost koja dolazi kroz pasivni filter je "pogrešno" polarisana i zato zaustavljena. Ali, kada se napon prikljuci na elemente tecnih kristala, oni se obrću do devedeset stepeni u srazmeri sa naponom, menjajući svoju polarizaciju i puštajući da prodje više svetlosti. Tranzistori upravljaju stepenom obrtanja i shodno tome intenzitetom crvenih, zelenih i plavih elemenata svakog piksela koji uobicava sliku na ekranu.

TFT ekrani mogu da se naprave mnogo tanjim od LCD-ova, što ih cini lakšim, a brzine osvežavanja sa sada približavaju onima koje imaju katodne cevi, jer ovi najnoviji rade oko deset puta brže od DSTN ekrana. VGA ekrani zahtevaju oko 921000 tranzistora (640x480x3), dok je za rezoluciju od 1024x768 potrebno 2359296 tranzistora i svaki treba da bude besprekoran. Kompletna matrica tranzistora treba da se proizvede na jednoj jedinoj skupoj silicijumskoj pločici i prisustvo ne više od nekoliko necistoca znaci da cela pločica mora da se odbaci. To dovodi do velikog rasipanja i glavni je razlog za visoku cenu TFT displeja. To je takodje razlog zašto je



u svakom TFT displeju verovatno da ce se naci nekoliko neispravnih piksela ciji su tranzistori otkazali.

Postoje dva fenomena koji definišu neispravan LCD piksel:

- "Upaljen" piksel, koji se javlja kao jedan ili više slucajno rasporedjenih crvenih, plavih i/ili zelenih piksel elemenata na potpuno tamnoj pozadini, ili
- "nedostajuci" ili "mrtav" piksel koji se javlja kao crna tacka na potpuno beloj pozadini.

Prvi je cešci i rezultat je slucajnog kratkog spoja tranzistora, što ima za posledicu da je piksel (crveni, zeleni ili plavi) stalno ukljucen. Nažalost, posle sklapanja uređaja, popravka samog tranzistora nije moguca. Može se onespособiti neispravan tranzistor pomocu lasera. Medjutim, to ce samo stvoriti crne tacke koje ce se pojaviti na beloj pozadini. Stalno ukljucivanje piksela je prilicno cesta pojava u proizvodnji displeja sa tecnim kristalima, pa proizvođjaci postavljaju granice - zasnovane na troškovima proizvodnje i povratnim informacijama od korisnika - koliko neispravnih piksela je još uvek prihvatljivo za dati LCD panel. Cilj postavljanja tih granica je da se održi razumna cena proizvoda uz minimizaciju odvracanja korisnika zbog lošijeg kvaliteta u pogledu neispravnih piksela. Na primer, panel sa rezolucijom od 1024x768 - koji sadrži ukupno 2359296 (1024x768x3) piksela - i koji ima 20 neispravnih piksela, imao bi procent neispravnih piksela od $(20/2359296)*100 = 0.0008 \%$.

Poredjenje sa displejima sa katodnom cevi

Sledeca tabela daje poredjenje izmedju displeja sa tecnim kristalima od 13,5 inca sa pasivnom matricom (PMLCD), sa aktivnom matricom (AMLCD) i monitora od 15 inca sa katodnom cevi:

Vrsta displeja	Ugao gledanja	Odnos kontrasta	Brzina odziva	Osvetljaj	Potrošnja el.energije	Životni vek
LCD sa pasivnom matricom	49-100 stepeni	40:1	300 ms	70 - 90	45 W	60000 sati
LCD sa aktivnom matricom	više od 140 stepeni	140:1	25 ms	70 - 90	50 W	60000 sati
Monitor sa katodnom cevi	više od 190 stepeni	300:1	nepoznato	220 - 270	180 W	više godina

Odnos kontrasta je mera koja pokazuje koliko je svetliji cisto beli izlaz u poredjenju sa cisto crnim izlazom. Što je kontrast veci, to je slika oštija, a belo ce biti cistije. U



poredjenju sa LCD displejima, monitor sa katodnom cevi nudi daleko najveći odnos kontrasta.

Vreme odziva se meri u milisekundama i odnosui se na vreme koje uzima svaki piksel da bi odgovorio na komandu koju prima iz kontrolera panela. Vreme odziva se koristi samo kada se govori o LCD displejima, zbog nacina na koji oni šalju svoj signal. AMLCD displej ima mnogo bolje vreme odziva od PMLCD displeja. Vreme odziva se ne primenjuje na monitore sa katodnim cevima zbog nacina na koji oni prikazuju informacije (elektronski mlaz koji pobudjuje fosfor).

Ima mnogo razlicitih nacina na koje se može meriti osvetljaj. Što je veci nivo osvetljenosti (koji se u tabeli predstavlja vecim brojem), to ce svetlije biti prikazano belo na displeju. Kada se dodje na životni vek LCD displeja, cifra se odnosi na srednje vreme izmedju otkaza za ravni panel. To znaci da ce on, ukoliko stalno radi, imati srednji život od oko 60000 sati pre nego što izgori. To bi bilo jednako oko 6,8 godina. U odnosu na to, katodne cevi mogu da traju mnogo duže. Medjutim, dok LCD displeji jednostavno izgore, katodne cevi postaju slabije kako stare i u praksi nemaju mogucnost da daju osvetljaj prema ISO standardima posle oko 40000 sati upotrebe.

