



Univerza v Ljubljani

Naravoslovnotehniška fakulteta

# **MONITORJI**

Seminarska naloga pri predmetu tehnologija grafičnih procesov

Šenčur, 20.11.2006

Eva Saje in Sabina Hosta

1. Uvod.....	4
2. Monitor .....	4
3. LCD monitorji .....	4
3.1. Zgodovina.....	4
3.2. Tekoči kristali .....	5
3.3. Odbojni in prosojni monitorji.....	5
3.4. Zgradba in delovanje LCD monitorjev.....	6
3.5. Delovanje črnobelega LCD monitorja.....	7
3.6. Monitorji s pasivno in monitorji z aktivno matriko .....	8
3.7. Delovanje barvnih LCD monitorjev.....	10
3.8. Lastnosti LCD monitorjev.....	10
3.8.1. Ločljivost.....	11
3.8.2. Velikost vidnega polja.....	11
3.8.3. Osveževanje .....	11
3.8.4. Prižiganje in ugašanje lučk .....	12
3.8.5. Kontrast .....	12
3.8.6. Vidni kot.....	12
3.8.7. Poraba energije .....	13
3.8.8. Elektromagnetno valovanje.....	13
3.8.9. Odvisnost od temperature .....	13
3.8.10. Število odtenkov barve.....	13
4. Plazemski zasloni (PDP - Plasma Display Panels) .....	14
4.1. Lastnosti plazemskih zaslonov.....	15
4.2. Zgodovina plazemskih zaslonov.....	17
5. Zasloni OLED (Organic Light-Emitting Diode).....	18
5.1. Tri osnovne vrste OLED zaslonov .....	19
5.2. Lastnosti OLED zaslonov .....	19
6. SED (Surface-Conduction Electron Emitter Displays) .....	21
6.1. Delovanje SED zaslonov.....	21
6.2. Lastnosti SED zaslonov.....	22
6.3. Zgodovina SED zaslonov.....	22
7. FED (Field Emitting Device) .....	22

7.1. Delovanje FED zaslonov.....	22
8. HAD (Holographic Autostereoscopic Display) .....	23
9. Kakšna je torej prihodnost?.....	24
10. Literatura in viri .....	25

## **1. Uvod**

V tej seminarski nalogi bova podrobneje predstavili zgodovino, zgradbo in delovanje LCD monitorjev, kajti še vedno prevladujejo med uporabniki. V drugem delu seminarske naloge bova opisali plazemske monitorje, ki obvladujejo trg televizorjev, ter tudi tehnologije, ki jih znanstveniki še razvijajo. Kot so OLED, SED, FED in HAD.

## **2. Monitor**

Monitor ali prikazovalnik je računalniška izhodna, zunanja naprava, zmožna prikazovati mirne ali gibajoče slike, ki jih ustvarja računalnik in obdela grafična kartica. Večkrat se namesto monitor uporabi tudi beseda zaslon oziroma ekran, kar pa je v bistvu samo del monitorja, ki prikazuje sliko.

## **3. LCD monitorji**

Monitorji LCD (Liquid Crystal Display), ki delujejo na principu tekočih kristalov, so v zadnjih 35 letih doživeli izreden razvoj. Njihovo delovanje so omogočila dejstva, da svetlobo lahko polariziramo, le-to tekoči kristali lahko prenašajo in spreminjajo, ter da se strukturo tekočih kristalov s pomočjo električnega toka lahko spreminja.

### **3.1. Zgodovina**

Med leti 1850 in 1888 je veliko znanstvenikov s področja biologije, kemije, medicine in fizike ugotovilo drugačno obnašanje molekul pri prehodu iz trdnega v tekoče stanje. Molekule v tem stanju skušajo obdržati svoj položaj kot v trdninah, a se hkrati tudi premikajo, kot v kapljevinah. Tekoči kristali niso ne trdnine ne kapljevine, temveč nekje vmes, odtod izhaja tudi njihovo ime, ki so jim ga naredili leta 1888. Na začetku 20. stoletja je George Freidel prvi opazil vpliv električnega polja na tekoče kristale in tudi defekte v tekočih kristalih. Leta 1922 je podal razvrstitev tekočih kristalov glede na ureditev molekul v različnih materialih ob različnih temperaturah: nematična, smektična in holesterolična faza; delitev, ki se uporablja še danes. Od

približno 1930 do okoli 1958 so znanstveniki trdili, da so odkrili že vse v zvezi s tekočimi kristali in so skoraj opustili razvoj, meneč da niso preveč uporabni. Nato pa so američan Brown, rus Kistjakov in anglež F.C. Frank znova obnovili razvoj. Okoli 1960 so ugotovili, da urejenost molekul tekočih kristalov spremeni električno polje. Takrat izdelani monitorji so bili relativno nestabilni. Prvi delujoči monitor pa je bil izdelan leta 1968. Najprej so bili monitorji samo dvostopenjski črno-beli in z vnaprej določenimi vzorci in počasnim odzivom, nato so izdelali matrične, pozneje pa še barvne, ki lahko prikažejo barve v več odtenkih in svetlostih.

### **3.2. Tekoči kristali**

Tekoči kristali so zelo občutljivi na temperaturo, že pri malenkostnem vnosu energije se utekočinijo. Imajo različne stopnje in vrste urejenosti: nematsko, smektično in holesterolično. Predvsem nematična in smektična pa sta praktično uporabni. Smektični kristali imajo boljše lastnosti od nematskih, kadar so uporabljeni v monitorjih, saj imajo le-ti tako večji kot pogleda, boljši kontrast in večjo hitrost. Večina današnjih monitorjev uporablja tekoče kristale v tej fazi.

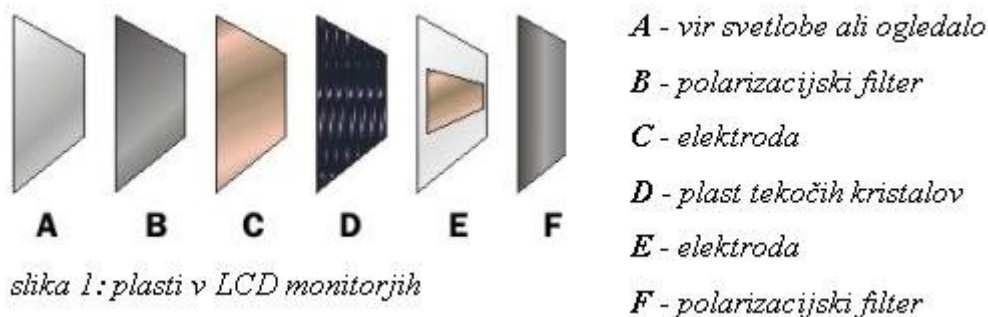
### **3.3. Odbojni in prosojni monitorji**

LCD monitorji imajo čisto zadaj plast, ki skrbi za osvetlitev, saj tekoči kristali ne oddajajo svetlobe sami od sebe, temveč le spreminjajo fizikalne lastnosti svetlobi, ki čeznje potuje. Na podlagi vira svetlobe lahko LCD monitorje delimo v dve veliki skupini, in sicer na odbojne in na prosojne. Prosojni ali transmisivni monitorji imajo v ozadju lasten vir svetlobe, ponavadi je to navadna ali neonska žarnica, pri nekaterih modelih LED dioda. Taki monitorji so uporabni tudi kadar je okolje, v katerem jih uporabljamo, temnejše. Slabi lastnosti sta zgolj cena in poraba energije, saj sodobni LCD monitorji večino energije porabijo prav za osvetljevanje in ne za samo krmiljenje tekočih kristalov. Lahko pa uporabimo tudi naravno svetlobo, to pa so tako imenovani odbojni ali reflektivni monitorji pri katerih je za zaslonom le odbojna plast, ki odbija svetlobo iz okolice. Taki monitorji so cenejši. Njihova uporaba je omejena na svetle prostore, saj v ozadju nimajo lastnega vira svetlobe, temveč le zrcalo, ki odbija svetlobo. Njihova prednost je gotovo manjša poraba energije, zato jih lahko srečamo tam, kjer je poraba energije najpomembnejši dejavnik, na primer v mobilnih

telefonih. Majhni zasloni porabijo tako malo energije, da jih lahko napajajo svetlobne celice, kot na primer pri žepnih računalnikih. Cena reflektivnih LCD monitorjev je bila včasih dosti nižja od cene prosojnih monitorjev, zato so jih tedaj vgrajevali tudi v prenosne računalnike nižjih cenovnih razredov. A so se cene izdelave spustile, zato jih tudi v najcenejših prenosnih računalnikih ne srečamo več.

### 3.4. Zgradba in delovanje LCD monitorjev

V osnovi je vsak LCD monitor sestavljen iz šestih plasti. Najbolj zadaj je ogledalo ali vir svetlobe (A na sliki spodaj). Naslednjo plast predstavlja tanka steklena plošča, ki je prevlečena s polarizacijskim filtrom (B), tu svetloba postane polarizirana. Za tem je tretja plast, ki je pravzaprav velika množica elektrod, prevlečenih z indijevim oksidom (C). V sredini je plast nematskih tekočih kristalov, ki so razporejeni v več slojev (D), sledi pa še ena plast elektrod (E). Čisto na koncu je še ena steklena plošča, prevlečena s polarizacijskim filtrom (F), ki je orientiran pod točno določenim kotom glede na prvega.

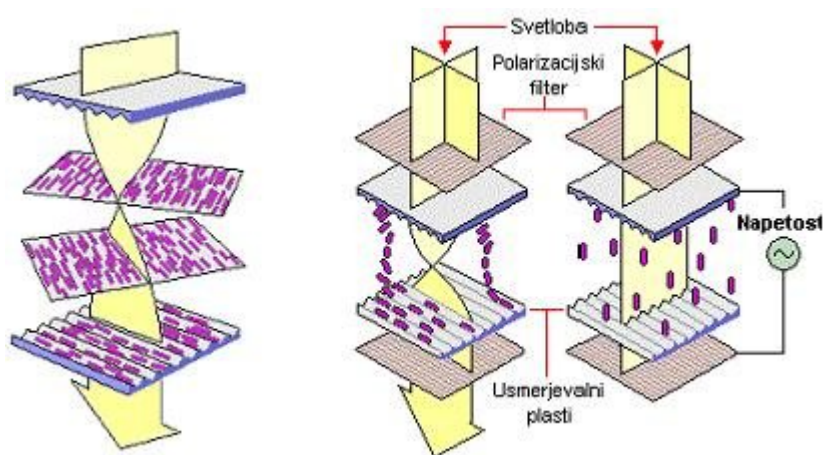


*slika 1: plasti v LCD monitorjih*

Če bi med filtroma ne bi bilo tekočih kristalov, bi bila nepropustna za svetlobo. Prvi filter namreč spusti skozi samo svetlobo, polarizirano v eni smeri, drugi filter pa je postavljen pravokotno na to smer in svetlobi onemogoči izhod. Plast tekočih kristalov v osnovnem stanju spremeni polarizacijo svetlobe, ki pride skozi prvi filter, zato gre lahko tudi skozi drugega.

### 3.5. Delovanje črnobelega LCD monitorja

Ko svetloba zadane prvi polarizacijski filter, postane polarizirana, nakar potuje do plasti tekočih kristalov. Tekoči kristali so zaprti med dve usmerjevalni plasti. Ti dve plasti imata vrezane drobne vzporedne zareze. Ker so molekule tekočega kristala dolge in ozke, jih takšne zareze usmerijo. Usmerjevalni plasti sta postavljeni tako, da so zareze v eni postavljene pravokotno glede na drugo plast. Smer polarizacije svetlobe ob prehodu skozi zarotira za  $90^\circ$ . Molekule tekočih kristalov svetlobo prepuščajo do naslednjega sloja, a ji pri tem spremenijo ravnino valovanja tako, da se ta ujema z njihovo lastno postavitvijo. Poleg tega lahko spremenijo tudi smer polarizacije svetlobe. Ko svetloba doseže konec plasti tekočih kristalov, je njeno valovanje reducirano le še na valovanje, ki se ujema s postavitvijo zadnjega sloja tekočih kristalov pred drugim polarizacijskim filtrom, ki je glede na prvi filter zarotiran za  $90^\circ$ . Če med filtroma ne bi bilo tekočega kristala, bi polarizatorja zaradi medsebojne rotacije preprečevala prehod svetlobe. Ker pa smer polarizacije pri svetlobi, ki potuje skozi tekoče kristale, rotira, lahko svetloba pride skozi.



Slika 2: Princip delovanja LCD zaslona

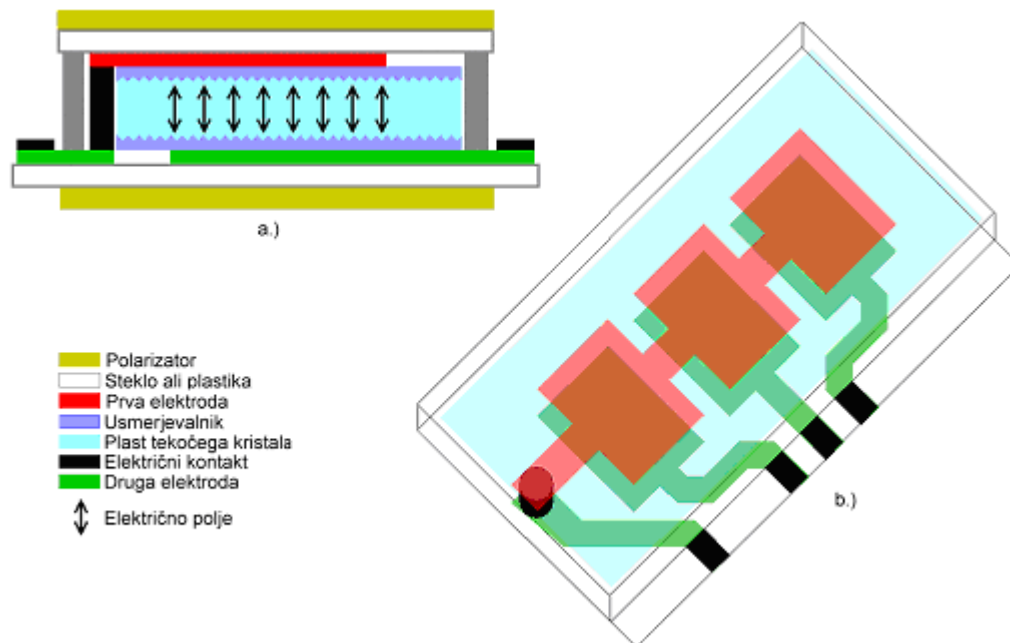
Če se postavitev tekočih kristalov ujema z ravnino valovanja svetlobe in z zadnjim polarizacijskim filtrom, lahko svetloba potuje skozi celoten sistem. Točko na zaslonu vidimo belo. Če skozi elektrodi spustimo električni tok, se tekstura tekočih kristalov spremeni, zatorej skozi njih pronica le svetloba drugačnega valovanja, ki pa se jasno ne ujema s polarizacijo drugega filtra. Ker se sedaj svetloba ne more prebiti skozi, je točka na zaslonu črna. Sivinske točke dosegamo s spreminjanjem jakosti električnega

polja na elektrodah, tako lahko dosežemo, da sistem svetlobo le deloma prepušča. Za sliko, mora monitor hkrati kontrolirati mnogo točk in tekočih kristalov. Skozi vsako točko teče električni tok pri določeni napetosti, kar se potem odraža z barvo točke na zaslonu. Glede na to, kako usmerjajo električni tok posameznega piksla tekočih kristalov, delimo LCD monitorje v dve veliki skupini: monitorji s pasivno in monitorji z aktivno matriko. Z izrazom piksel pri LCD monitorjih označujemo najmanjši del tekočih kristalov, torej točko, ki je še sposoben prikazati drugačno barvo kot okolica. Poenostavljeno rečeno je piksel, tako kot pri CRT monitorjih, najmanjša točka na zaslonu, ki jo vezje lahko krmili.

### **3.6. Monitorji s pasivno in monitorji z aktivno matriko**

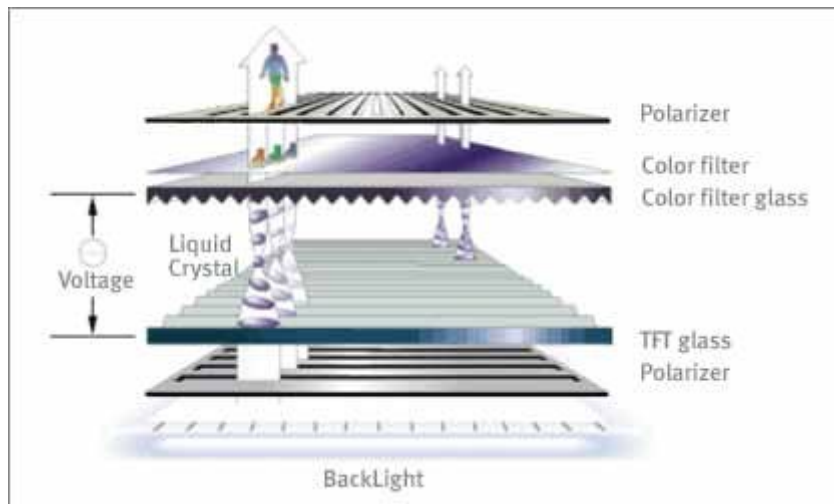
Monitorji s pasivno matriko so predstavniki cenejše in enostavnejše različice. Za nadzor tekočih kristalov uporabljajo mrežo, prek katere lahko spravijo električni tok do kateregakoli piksla na zaslonu. Mrežo sestavljata dve stekli, imenovani substrata. Na eno izmed njiju so naneseni navpični stolpci, na drugo pa vodoravne vrstice, zgrajene iz prevodnega materiala, običajno iz indijevega oksida. Vrstice in stolpci so povezani z integriranim električnim vezjem, ki nadzoruje, kdaj je kateri stolpec in katera vrstica pod napetostjo. Da bi spravili pod vpliv elektrike katerikoli piksel, mora nadzorno vezje samo še spusti električni tok v pravo vrstico in pravi stolpec, s čimer se, tam kjer se križata, naelektri piksel. Tako krmiljeni piksli imajo visok odzivni čas, prav tako pa jih je težko natančno kontrolirati. Napetosti v mreži pač nekoliko nihajo, navadno pa zraven zasveti tudi kakšen sosednji piksel, zaradi česar je slika zamazana, brez pravega kontrasta ter meglena.





slika 3: a) Zgradba zaslona s pasivno matriko, b) enostaven zaslon s tremi grafičnimi elementi

Monitorji z aktivno matriko odpravljajo slabosti sistema pasivne matrike, saj je le-ta nenatančen. Kratica za njih je tudi TFT, ki izvira iz angleške besedne zveze thin film transistors, na čemer ti monitorji tudi temeljijo. TFT-je bi lahko opisali kot majhne preklopne tranzistorje in kondenzatorje, ki so lastni vsakemu pikslu. Ti so poravnani v matriko na substratu. Tudi tu nadzorno vezje pošlje ustrezen signal do zahtevanega piksla skozi celoten stolpec, ustrezno vrstico pa poveže v tokokrog, v nasprotju s sistemom pasivne matrike, kjer se vse vrstice stalno povezane v električni tokokrog.. Ker je v tokokrog povezana zgolj ena vrstica, električni naboj dobi le kondenzator ustreznega piksla, ki ga zadrži, vse dokler se celoten cikel ne ponovi. Ker lahko na tak način napetost, kateri je posamezni piksel izpostavljen, bolje kontroliramo, tovrstni monitorji podpirajo tudi vmesne stopnje, ko piksel ni ne črn in ne bel, katere človeško oko prepozna kot sivine.



slika 4: zgradba TFT zaslona

Danes velika večina zaslonov deluje z aktivno matriko. Od monitorjev s pasivno matriko se razlikujejo po tem, da ima vsak piksel svoj tranzistor, ki skrbi za njeno ugašanje in prižiganje. Slaba lastnost tako velikega števila tranzistorjev so mrtve pike. Med vsemi temi milijoni tranzistorjev se namreč lahko hitro zgodi, da kakšen tudi ne dela, a k sreči ta dejavnik ni moteč. Koliko teh pikselov ima monitor lahko največ na zaslonu, piše navadno v proizvajalčevih specifikacijah, po preseženem kritičnem številu pa lahko uveljavljate garancijo.

### 3.7. Delovanje barvnih LCD monitorjev

Namesto vsakega črnega piksla potrebujemo tri, po enega za vsako osnovno barvo (rdeča, zelena, modra). Pri LCD monitorjih se te tri barvne točke imenujejo podpiksli, skupaj pa tvorijo piksel, kot ga poznamo. Z natančno kontrolo napetosti lahko v veliki večini sodobnih LCD zaslonov vsak podpiksel predstavi 256 odtenkov svoje barve, torej lahko na zaslonu prikažemo  $256^3$  oziroma 16,7 milijona barv. Na povprečnem TFT zaslonu je torej skoraj poltretji milijon tranzistorjev in kondenzatorjev, vsak za krmiljenje svojega podpiksla, zaradi česar pride do okvarjenih delov in že omenjenih mrtvih pik.

### 3.8. Lastnosti LCD monitorjev

Oglejmo si najosnovnejše lastnosti, ki označujejo LCD monitorje.

### **3.8.1. Ločljivost**

Umerjeni so za točno določeno ločljivost, vsakršno spreminjanje pa se konča z raztegnjeno in razmazano sliko. Imajo namreč točno določeno število pikslov, kjer lahko vsak sveti samo v eni barvi. Če ločljivost spreminjamo, monitor poskuša izračunati, kako naj piksle pobarva, a ker pol piksla ne more biti pobarvanega, je slika meglena in razvlečena. Torej delujejo optimalno le pri privzeti ločljivosti, imajo namreč nespremenljivo ločljivost. Večina 15 palčnih LCD monitorjev je namenjena za delo pri ločljivosti 1024 x 768 pri 17 in 18 palčnih pa je ta ločljivost pri 1280 x 1024.

### **3.8.2. Velikost vidnega polja**

Za opis vidnega polja monitorjev uporabljamo dve količini. Prva je razmerje med širino in višino vidnega polja. Večina monitorjev in televizorjev dandanes je zgrajena v razmerju 4:3. Druga pomembna značilnost zaslona je diagonala vidnega polja. Dolžino diagonale tradicionalno podajamo v palcih oziroma inčah, pri čemer je en palec enak 2,54 cm. Večinoma so v prodaji zaslone z diagonalami 15, 17, 19 in tudi z 21, 22 do 24 palcev.

### **3.8.3. Osveževanje**

LCD monitorji lahko poljubno sliko prikazujejo poljubno dolgo, zato izraza osveževanje ne poznajo. Spreminjajo se samo piksli, kjer se je slika dejansko spremenila. V operacijskem sistemu je hitrost osveževanja kljub temu treba nastaviti, s tem pravzaprav ne nastavljate osveževalne frekvence, temveč kako hitro naj se osvežujejo piksli, kjer se je slika spremenila. Zaradi samega načina delovanja je to frekvenco v nasprotju s CRT monitorji priporočljivo nastaviti čim nižje, recimo okrog 60 Hz, kar je najnižja standardna osveževalna frekvenca.

### **3.8.4. Prižiganje in ugašanje lučk**

To je lastnost, ki ga pri CRT monitorjih ne poznamo, saj se slika osvežuje periodično. Pri LCD monitorjih se slika osvežuje samo tam, kjer se spremeni. Da bi dosegli normalno sliko, se mora elektronika dovolj hitro odzivati in osvetljevati in ugašati določene piksele. Pri tem je vedno nekaj zakasnitve, saj piksla v trenutku pač ne moremo prižgati. Ta zamuda se meri v milisekundah, pri sodobnejših LCD-jih pa znaša med 10 in 30 ms.

### **3.8.5. Kontrast**

Termin kontrast predstavlja razmerje med svetlostjo popolnoma prepustnega oziroma belega in popolnoma zaprtega oziroma črnega zaslona. Pri pasivni matriki je kontrast okoli 40:1, pri aktivni matriki pa med 150:1 do 300:1. Pri CRT-jih je kontrast običajno 300:1 ali več. LCD monitor ima konstanten izvor svetlobe, kateremu na nekaterih mestih blokira prehod. Torej je LCD zaslon svetel največ toliko, kolikor je svetel izvor. Črna pa nikoli ni zares črna, ker maska na mestu, kjer je prehod blokiran, nikoli ni čisto neprepustna, in nekaj svetlobe pride skozi.

### **3.8.6. Vidni kot**

Kadar LCD zaslon prepušča svetlobo, je to takrat, ko so molekule tekočega kristala postavljene navpično. Ker je prepustnost svetlobe odvisna od orientacije molekul, pride skozi prikazovalnik pri pokončnih molekulah največ tiste svetlobe, ki je vzporedna z molekulami. Zato je monitor najbolj svetel, kadar nanj gledamo pravokotno. Ker pa molekule niso razporejene idealno, pa tudi del svetlobe, ki ni vzporedna molekulam, pride skozi, lahko zaslon vidimo pod malce večjim zornim kotom. A zaslon se opazno temni, kolikor bolj pod kotom ga gledamo. Maksimalni kot je običajno med 50° in 100°. Ta moteč efekt lahko izboljšamo z drugačnimi tehnologijami izdelave, pri čemer lahko dosežemo zorni kot celo 140° in več.

### **3.8.7. Poraba energije**

Energijo pri LCD monitorjih porabljajo žarnica, matrični zaslon in krmilna elektronika. Običajno je poraba računalniških 17" LCD monitorjev okoli 30W, kar je vsaj štirikrat manj kot poraba ekvivalentnega CRT monitorja

### **3.8.8. Elektromagnetno valovanje**

Ker LCD monitorji elektromagnetnega valovanja ne oddajajo – razen svetlobe, nanj tudi niso občutljivi. Prisotnost magneta ali zvonjenje mobilnega telefona zraven CRT monitorja deformira sliko, v najslabšem primeru nepovratno. LCD-ji na to niso občutljivi. Lahko jih postavite zraven neonske luči, zvočnikov ali mobilnega telefona in slika bo ostala takšna, kakršna mora biti.

### **3.8.9. Odvisnost od temperature**

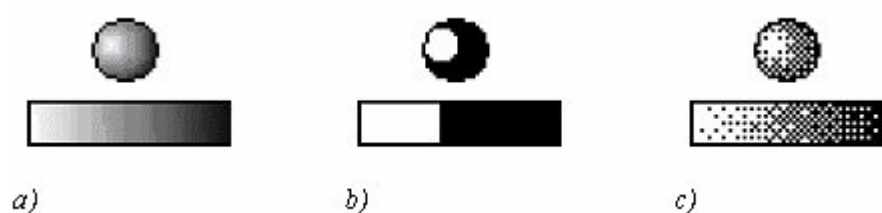
Tekoči kristali so vmesno agregatno stanje med trdnim in tekočim. Uporabljeni tekoči kristali ostanejo v tej fazi v širokem temperaturnem območju med kakih 0°C do 50°C, boljši z razširjenim območjem pa celo -40°C do 80°C. Pri nižanju temperature molekule postajajo vedno manj gibljive, kar se opazi pri ročnih urah ali GSM telefonih v mrazu. Pri višanju temperature pa se gibljivost molekul veča do te mere, da postanejo prosto gibljive oziroma tekoče, pri čemer pa ne spreminjajo več polarizacije svetlobe in zato cel zaslon postane črn.

### **3.8.10. Število odtenkov barve**

LCD prikazovalnik vsebuje D/A pretvornik tik pred priključkom na zaslonsko matriko. Torej nam tako RAM kot D/A pretvornik omejujeta največje število posameznih nivojev. Danes se običajno uporabijo 6-bitni DAC pretvorniki, ki omejijo prikaz na 64 nivojev za vsak črnobel podpiksel. Kadar pa trije podpiksli skupaj

predstavljajo barvni piksel, pa je število odtenkov  $64 \times 64 \times 64$ , torej 262144. To je manj kot zmora grafična kartica v računalniku, ki daje na vsako barvno komponento 8 bitov, oziroma zmora skupno 16777216 različnih barvnih odtenkov.

Da bi preprečili preveliko izgubo kvalitete pri manjšem številu nivojev, pa lahko uporabimo tehniko imenovano "dithering", kjer posameznim pikslom malce spremenimo vrednost, tako da v povprečju slika deluje bolj mehko, kot da bi imela več odtenkov. Primer dithering postopka, kjer lahko prikažemo sliko z le enim bitom, prikazuje slika 5.

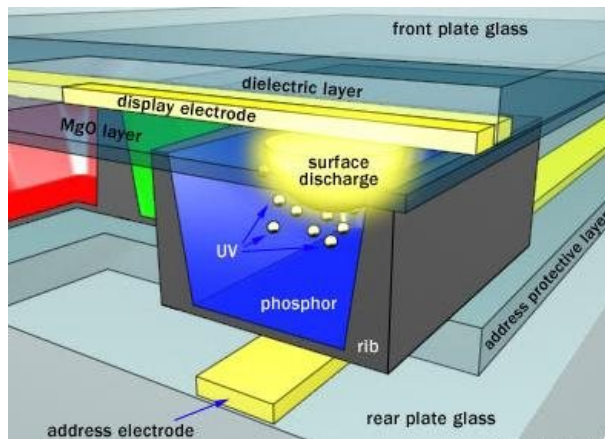


*Slika 5: a) originalna slika z 256 odtenki, b) slika, prikazana z le dvema odtenkoma, c) slika z dvema odtenkoma in tehniko "dithering"*

Lahko pa vrednost pikselov ne spreminjamo znotraj posamezne slike, ampak med dvema zaporednima slikama. S tem dosežemo podoben efekt kot pri ditheringu posamezne slike, a to povzroči "šumenje" slike, kadar prikazujemo črnobelo šahovnico z kockami, velikimi kot en piksel.

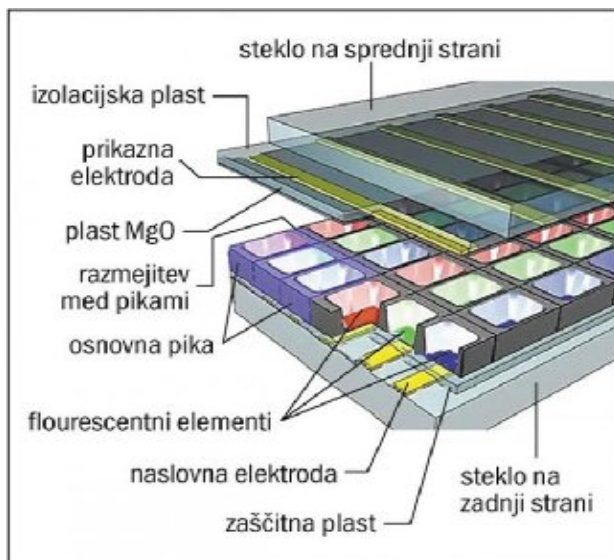
#### **4. Plazemski zasloni (PDP - Plasma Display Panels)**

Osnova plazemskih zaslonov so milijoni pikselov oziroma steklenih celic, nekakšne majhne fluorescentne žarnice, napoljenih z mešanico žlahtnih plinov, najpogosteje neonom in ksenonom. Vsak piksel je narejen iz treh fluorescentnih lučk: rdeče, modre in zelene. Pod vplivom električne napetosti se plin spremeni v plazmo, ki sveti z nevidno ultravijolično svetlobo. Ultravijolični fotoni vzburijo fluorescenčni premaz posamezne celice in ta, enako kakor fluorescenčni premaz klasičnega katodnega zaslona, zasveti v eni od treh osnovnih barv.



slika 6: piksel zasveti

Od vrste fluorescenčne snovi je odvisna barva, v kateri zasveti. Za modro barvo na primer uporabljajo mešanico cinkovega sulfida in srebra, v fluorescenčni snovi za rdečo barvo pa sta itrij in evropij. Ker vsak svetlobni piksel zaslona oddaja lastno svetlobo, pravimo takemu zaslonu sevalni ali emisivni.



slika 7: zgradba plazemskega zaslona

#### 4.1. Lastnosti plazemskih zaslonov

Njihova prednost je velik vidni kot, velika svetlost ter odličen kontrast in kakovost barv. Ker so plazemski zasloni podobno tanki kakor LCD, poleg tega pa pri enaki velikosti cenejši, obvladujejo trg velikih televizorjev. Imajo pa seveda tudi nekaj

slabosti. Zaradi velikih steklenih zaslonov so na primer kar precej težji od televizorjev LCD, poleg tega porabijo tudi približno polovico več električne energije. Zaradi velikosti posameznega svetlobnega piksla, sestavljeni so iz malih fluorescenčnih žarnic, ni mogoče narediti majhnih zaslonov z veliko ločljivostjo. Za računalniške monitorje torej niso primerni, pa tudi plazemskih televizorjev z diagonalami, manjšimi od metra, ne delajo. Ker je zaslon sestavljen iz milijonov majhnih žarnic, ni nič nenavadnega, če tu in tam kakšna tudi ne dela, zato imajo tudi plazemski zasloni mrtve pike. Poleg tega je tudi življenjska doba drobnih žarnic omejena. Pri prvih generacijah plazemskih zaslonov je bila to sploh ena večjih slabosti, saj je bilo že po nekaj tisoč urah mogoče opaziti, da postajajo čedalje manj svetli, sodobni modeli pa se z 20 ali 30 tisoč urami že precej približajo zaslonom LCD, ki so omejeni predvsem s trajnostjo neonske osvetlitve in naj bi brez opaznega poslabšanja kakovosti zdržali kakšnih 50 ali 60 tisoč ur.



*slika 8: plazemski zaslon*



lastnost	LCD	plazma
svetlost	70 ÷ 300 cd/m <sup>2</sup>	80 ÷ 120 cd/m <sup>2</sup>
kontrast	400:1, največ 1000:1	1500:1
zorni kot	pod 90°, najboljši od 150° do 170°	več kot 160°
grafika	statična	slabša
ločljivost	večja	manjša
nadmorska višina	niso občutljivi	so občutljivi, nižji zračni tlak povzroča brenčanje monitorja
trajnost	50 – 60 tisoč ur	30 – 60 tisoč ur
slikovna retencija (vžiganje slike)	skoraj neobčutljivi	zelo občutljivi
barve	ni tako nasičenih barv	16.77 milijonov, bolj naravne barve
velikost	do 45 palcev (115 cm)	do 100 palčnih diagonal (254 cm)
poraba energije	25 ÷ 40 Wattov, več energije za temne barve; poraba za pol manjša	30% več energije za svetle barve

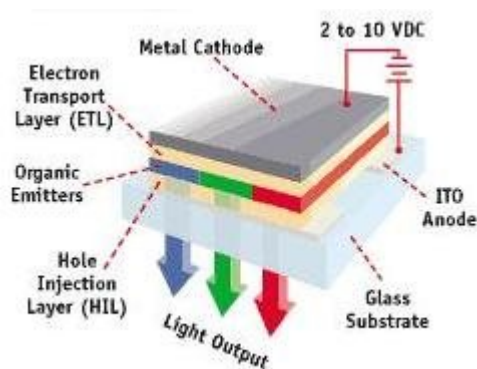
*Tabela 1: primerjava LCD zaslonov s plazemskimi*

## 4.2. Zgodovina plazemskih zaslonov

Marsikdo misli, da so plazemski zasloni nova tehnologija, a so v resnici celo nekaj let starejši od LCD. Že leta 1964 sta namreč na univerzi Illinois Donald Bitzer in Gene Slottow naredila prvi plazemski zaslon za računalniški sistem PLATO. Sprva so bili plazemski zasloni enobarvni, oranžni ali zeleni, in predvsem zaradi visoke cene niso doživeli kakšnega posebnega uspeha. Šele leta 1992 je Fujitsu naredil prvi 53-centimetrski barvni zaslon. Leta 1997 je Pioneer začel prodajati prvi televizor s plazemskim zaslonom, pravi razcvet pa so doživeli v zadnjih nekaj letih. Razvoj seveda ne miruje in LCD ter plazemski zasloni že dobivajo tekmece.

## 5. Zasloni OLED (Organic Light-Emitting Diode)

OLED zaslon je sestavljen iz plasti organskih polimerov, stisnjenih med prosojno anodo in kovinsko katodo. Organske svetleče diode so tankoplastne svetleče diode in delujejo na podoben način kakor navadne svetleče diode (LED - Light-Emitting Diode), le da imajo namesto anorganskega polprevodnik iz organske snovi. Napajalnik požene električni tok od katode do anode skozi organsko plast. Katoda odda elektrone emisijski plasti organskih molekul, anoda pa odstrani elektrone s prevodne plasti organskih molekul, zaradi česar v njej nastanejo tako imenovane vrzeli. Na stiku med emisijsko in prevodno plastjo se elektroni združijo z vrzelmi, padejo na nižjo energijsko raven in pri tem oddajo energijo v obliki fotonov. Barva oddane svetlobe je odvisna od vrste organske snovi. Pri barvnih monitorjih uporabijo tri različne snovi, da dobijo tri osnovne barve.



slika 9: zgradba OLED zaslona

Podobno kot pri LCD zaslonih imamo pri OLED tudi aktivno in pasivno matriko. OLED s pasivno matriko (PMOLED) je najprimernejša za male zaslone ranga 3 palce, ki se uporabljajo v telefoniji, dlančnikih, MP3 predvajalnikih...

OLED z aktivno matriko (AMOLED) porabi manj energije, omogoča hitro osveževanje primerno za video, računalniške monitorje, velike televizijske zaslone ter elektronske table oziroma napise.

## **5.1. Tri osnovne vrste OLED zaslonov**

Prve so na podlagi malih organskih molekul razvili pri Kodaku leta 1987 in jim pravijo tudi SM-OLED (small molecule OLED). Tehnološki proces zahteva nanašanje organske plasti v vakuumu, zato je izdelava zaslonov s to tehnologijo razmeroma draga. Kljub temu je to trenutno najpogosteje uporabljana vrsta OLED.

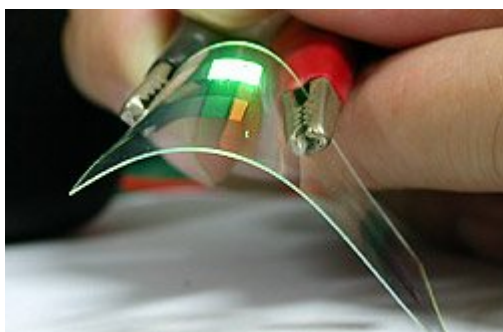
Drugo obliko so razvili pri podjetju Cambridge Display Technologies in ji pravijo LEP (light-emitting polymer) ali PLED (polymer light-emitting diodes), torej svetleči polimeri ali polimerne svetleče diode. Izdelani so z nanosom tanke plasti LEP na steklen ali plastičen substrat, ki je prevlečen s tanko prosojno oksidno elektrodo. Druga elektroda je nato nameščena na vrh LEP plasti. Prehod električnega polja med omenjenima elektrodama povzroči, da se polimer zasveti. LEP prikazovalniki vidni kot 180 stopinj in ne potrebujejo nobenega dodatnega svetlobnega vira oziroma vpadne svetlobe, vendar za delovanje potrebujejo mnogo manj energije. Izdelava zaslonov s svetlečimi polimeri je veliko cenejša, saj ne zahteva dela v vakuumu, temveč je polimere mogoče na podlago nanesti kar z nekakšnim brizgalnim tiskalnikom. Najprimernejša je za male zaslone ranga 3 palce, ki se uporabljajo v telefoniji, dlančnikih, MP3 predvajalnikih.

Še najobetavnejša je verjetno tretja, nedavno razvita tehnologija, ki je mešanica prvih dveh. Organska plast je sestavljena iz neprevodnega polimera, ki so mu dodane male organske molekule. Izdelava zaslonov je podobno enostavna kot pri svetlečih polimerih, lastnosti zaslona pa so podobne navadnim OLED.

## **5.2. Lastnosti OLED zaslonov**

Ker zasloni OLED ne potrebujejo dodatne osvetlitve, saj so sami vir svetlobe, porabijo precej manj energije in so zato zelo primerni za rabo v majhnih prenosnih, baterijsko napajanih napravah. OLED zasloni osvežujejo sliko 1.000-krat hitreje od LCD monitorjev. Poleg tega imajo tudi boljši kontrast kakor LCD monitorji, saj je organska svetleča dioda, ko ne sveti, povsem črna. Ker so vir svetlobe, imajo tudi boljši vidni kot - do 160 stopinj, boljše pa so lahko tudi barve. V polimeri različici OLED je izdelava cenejša kakor pri drugih tehnologijah, predvsem pa omogoča

izdelavo zaslonov na neravnih in gibkih podlagah. Zaslone OLED so lahko tudi precej tanjši od monitorjev LCD ali plazemskih, pa tudi izdelava je cenejša. Vse seveda ni idealno, trenutno je ena večjih težav življenjska doba organskih snovi. Rdeči in zeleni OLED imajo življenjsko dobo več kot 20.000 ur, modri OLED pa precej zaostaja in ima življenjsko dobo samo nekaj tisoč ur. Poleg tega so organske snovi v OLED precej občutljive za vodo oziroma vlago in je zato treba zaslone dobro zatesniti, to pa podraži izdelavo.



*slika 10: upogljiv OLED zaslon*

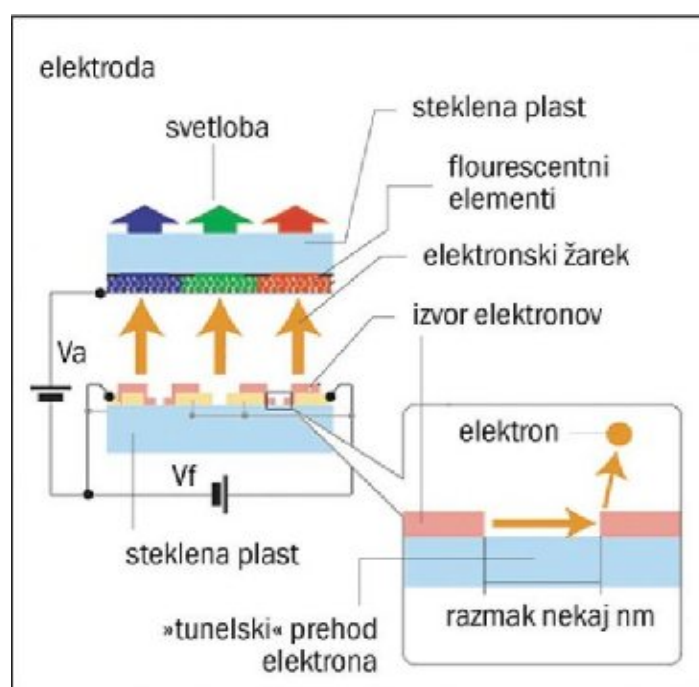
Zaslone OLED najdemo pri nekaterih prenosnih telefonih in predvajalnikih mp3, električnih brivnikih in digitalnih fotoaparatih. Ker so lahko tudi prozorni, jih uporabljajo na primer za zaslone na vetrobranskih steklih v pilotskih kabinah in za zaslone, ki so vgrajeni v vizir čelade. Večinoma so to manjši zaslone, naredili pa so tudi že večje prototipe. Pri Cambridge Display Technologies na primer s tehnologijo brizgalnega tiskanja že izdelujejo 36-centimeterske zaslone z ločljivostjo 1280 x 768 pik. Zelo dejaven pri razvoju je tudi Samsung, ki je na primer lani predstavil prototip televizorja OLED s 102 centimeterskim zaslonom. Zaslone OLED se po razširjenosti trenutno sicer še ne morejo niti na daleč primerjati z monitorji LCD ali plazemskimi, a zlasti možnosti poceni izdelave s tiskanjem obetajo, da se bomo z njimi v prihodnosti pogosteje srečevali. Potencial je tudi, v tako imenovanih pametnih oblačilih, kot so oblačila za preživetje z integriranim računalniškim čipom, telefonom, GPRS sprejemnikom in zaslonom. Denimo za tajne agente.

## 6. SED (Surface-Conduction Electron Emitter Displays)

Imenujemo jih tudi zaslone s površinsko prevodnim virom elektronov, sicer prav tako ni več ravno najnovejša tehnologija, saj so prvi prototip 26-centimetrskega zaslona naredili že leta 1998.

### 6.1. Delovanje SED zaslonov

Zaslon SED je sestavljen iz množice drobnih virov elektronov, za vsak piksel oziroma podpiksel je ena, in s fluorescenčno snovjo premazanega zaslona. Vir elektronov je drobna, nekaj nanometrov široka reža med dvema električnima poloma. Pri nekaj deset voltih napetosti začnejo elektroni preskakovati režo, pri tem pa se jih nekaj razprši v okolico. Ti pobegli elektroni so pospešeni z nekaj deset tisoč volti, da dobijo dovolj energije, da nekaj milimetrov oddaljeni zaslon zasveti, ko priletijo v fluorescenčni premaz. Tako kakor pri klasičnem katodnem zaslonu, tudi pri zaslonih SED uporabljajo tri različne premaze za tri osnovne barve, iz katerih je sestavljen vsak piksel slike.



slika 11: delovanje SED zaslona

## **6.2. Lastnosti SED zaslonov**

Tehnologija SED torej združuje tanko obliko, kot jo ima LCD ali OLED, in večino prednosti klasičnih zaslonov - dober kontrast (100.000:1), širok vidni kot, barve se pravilno vidi tudi pod kotom 180° v vse smeri, naravne in žive barve ter hitro osveževanje slike, odzivni čas pod 1 ms. Poleg tega je tudi poraba energije manjša kakor pri zaslonih LCD, zaradi česar bodo zasloni SED primerni tudi za prenosnike. Zelo dolga bo tudi njihova življenjska doba, saj se fluorescenčni snovi zmanjša učinkovitost za 10 % šele po približno 60.000 urah delovanja.

## **6.3. Zgodovina SED zaslonov**

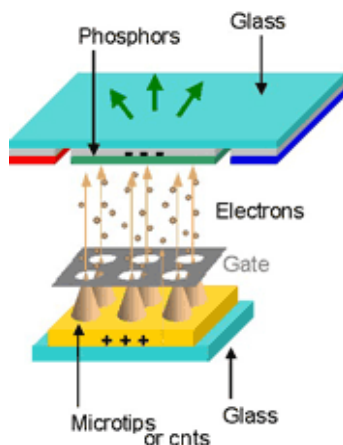
Tehnologijo SED so razvijali od leta 1987. Od leta 2004 skupaj na tem področju sodelujeta Toshiba in Canon, prvi SED televizorji s takšnimi zasloni pa naj bi v trgovine prišli leta 2007. Napovedujejo novo generacijo visoko kvalitetnih zaslonov večjih dimenzij.

## **7. FED (Field Emitting Device)**

Morda najbolj obetavna tehnologija za ploske zaslone prihodnosti pa je FED (Field Emitting Device). Tehnologijo je prva razvila francoska agencija za atomsko energijo, sedaj pa razvoj nadaljujejo v več različnih podjetjih.

### **7.1. Delovanje FED zaslonov**

Pri FED gre za kombinacijo zaslona s katodno cevjo in tankega in lahkega oblikovanja monitorjev LCD. Namesto, da bi za vir elektronov, ki zadevajo ob fosforne elemente (ti pa proizvajajo svetlobo), uporabili tri velike topove, kot je to v navadnih monitorjih, FED zasloni uporabljajo milijone majhnih stožčastih "oddajnikov" elektronov, ki jih mikroskopske luknjice usmerjajo na fosforne celice. Monitor, ki bi bil sicer lahko debel tudi pol metra, je na ta način debel le 3,5 mm.



slika 12: zgradba FED zaslona

Za kar nekaj časa je FED veljala za proizvajalce kot pravljica tehnologija, saj se je o njej mnogo govorilo, vendar nikoli ni prišlo do obiranja sadežev. Mnogi proizvajalci so se zataknili pri problemu zanesljivosti, ki ga je povzročalo črpanje visokih napetosti med dve izjemno blizu nameščeni plošči. Kakor koli, podjetja kot so PixTech že dobavljajo FED monitorje za medicinske in vojaške potrebe.

## 8. HAD (Holographic Autostereoscopic Display)

HAD prikazovalnik podjetja Reality Vision je preprosta pretvorba LCD tehnologije. HAD zamenja vpadno svetlobo LCD prikazovalnika s posebnim holografičnim optičnim elementom HOE. Ta element je deljen v dva nabora horizontalnih pasov, ki odgovarjajo vsakemu očesu uporabnika posebej. Tako levo oko vidi svojo in desno oko svojo sliko, pri čemer dosežemo 3D efekt. Zlitje obeh slik se izvrši v možganih. Pri HAD tehnologiji je možno preprosto vrniti 2D način z umikom enega od pasov slike tako, da oba očesa gledata isto sliko. Težava HAD tehnologije je predvsem v tem, da se slika lahko popači, če opazovalec menja njegovo pozicijo. Za spopad s tem problemom poskuša proizvajalec uskladiti rotacijo ekrana s premiki glave opazovalca, pri čemer ima le-ta nameščeno majhno sledilno napravo. Ciljne skupine za tovrstne zaslone so zdravstvo, kjer se prostorska očala že nekaj časa uporabljajo v diagnostiki, farmacija, ki jih potrebuje pri pridelavi sintetičnih zdravil, izobraževanje, petrokemija, seveda pa se jih bodo z veseljem oprijeli tudi vsi igričarji ter predvsem oblikovalci in projektanti, ki pri svojem delu pretežno uporabljajo prostorske programe.



slika 13: HAD zaslon

## 9. Kakšna je torej prihodnost?

Kakšna je torej prihodnost? Vsi hočemo in smo v pričakovanju po nečem novem, boljšem; nekaj kar bi nadomestilo LCD in CRT zaslone. Kljub temu pa bo prihodnost brez dvoma ploska. Vse kaže na to, da bodo cene LCD in plazma zaslonov upadle, pričakovati pa je tudi, da bosta tehnologiji OLED in SED več kot konkurenčni. Saj sta njuna poceni izdelava in varčnost tisti, ki zagotavljata boljšo kvaliteto slike in ekonomske prihranke.

Vsak zaslon ima na žalost tudi slabe lastnosti. Plazma je namreč zaradi svoje velikosti primerna predvsem za televizor, OLED pa žal niso vzdržljivi. Če bi ga uporabljali dnevno več kot šest ur, ne bi bil več uporaben že po enem letu. Medtem ko se SED zaslone odražajo v svetlosti in odličnih kontrastih. Izdelali so tudi najmanjši prototip, kar pomeni, da se takšni zaslone brez težav uporabljajo v prenosnikih. Ta dejstva kažejo, da so SED zaslone resnično velik potencial za prihodnost.

Tehnologija je resnično napredovala in verjameva, da bo tudi v prihodnje tako. Misliiva, da bo razvoj monitorjev le še bolj strmo napredoval.



## 10. Literatura in viri

### LCD:

- <http://electronics.howstuffworks.com/lcd.htm>
- <http://www.marsnjak.com/sergej/?menu=lcd&lang=en>
- <http://www.slo-tech.com/clanki/03028/03028.shtml>
- [http://www.sbaza.net/clanek\\_html.php?url\\_clanka=clanki\\_sb1%2Fferi%2Fmotorji\\_periferne\\_naprave.sb&vsebina\\_replace=feri](http://www.sbaza.net/clanek_html.php?url_clanka=clanki_sb1%2Fferi%2Fmotorji_periferne_naprave.sb&vsebina_replace=feri)
- <http://www.fiz.uni-lj.si/~jaglicic/sola/seminarji/lcdzasloni/LCD.htm>

### PDP:

- <http://www.howstuffworks.com/plasma-display.htm>
- <http://www.plasmatvscience.org/science.html>

### OLED:

- <http://science.howstuffworks.com/oled.htm>
- <http://www.wisegeek.com/what-is-an-oled.htm>
- <http://www.devhardware.com/c/a/Flat-Panel-Reviews/OLED-the-Next-Thing-in-Monitors/>
- <http://dne.ena.com/temaTedna.asp?temaTednaID=78>

### SED :

- <http://www.wisegeek.com/what-is-a-sed-monitor.htm>
- <http://slo-tech.com/script/forum/izpisitemo.php?threadID=184435>

### FED:

- [http://www.fiz.uni-lj.si/~zgonik/ModernaFizika/SEMINARJI/field\\_emission.pdf](http://www.fiz.uni-lj.si/~zgonik/ModernaFizika/SEMINARJI/field_emission.pdf)

### HAD:

- <http://www.klikonline.si/novice.aspx?NoviceID=642>

vsi monitorji:

- <http://www.monitor.si/clanki.php?id=1269>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_display](http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_display)
- Revija Slovenskih grafičarjev: marec 2006, strani 6 - 17
- Revija Slovenskih grafičarjev: april 2006, strani 6 - 17

prihodnost:

- <http://hercules.uni-mb.si/articles/Strokovni%20Vizualna%20prihodnost.pdf>
- <http://www.dansdata.com/gz044.htm>