

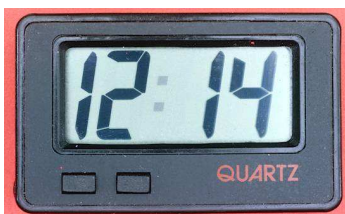
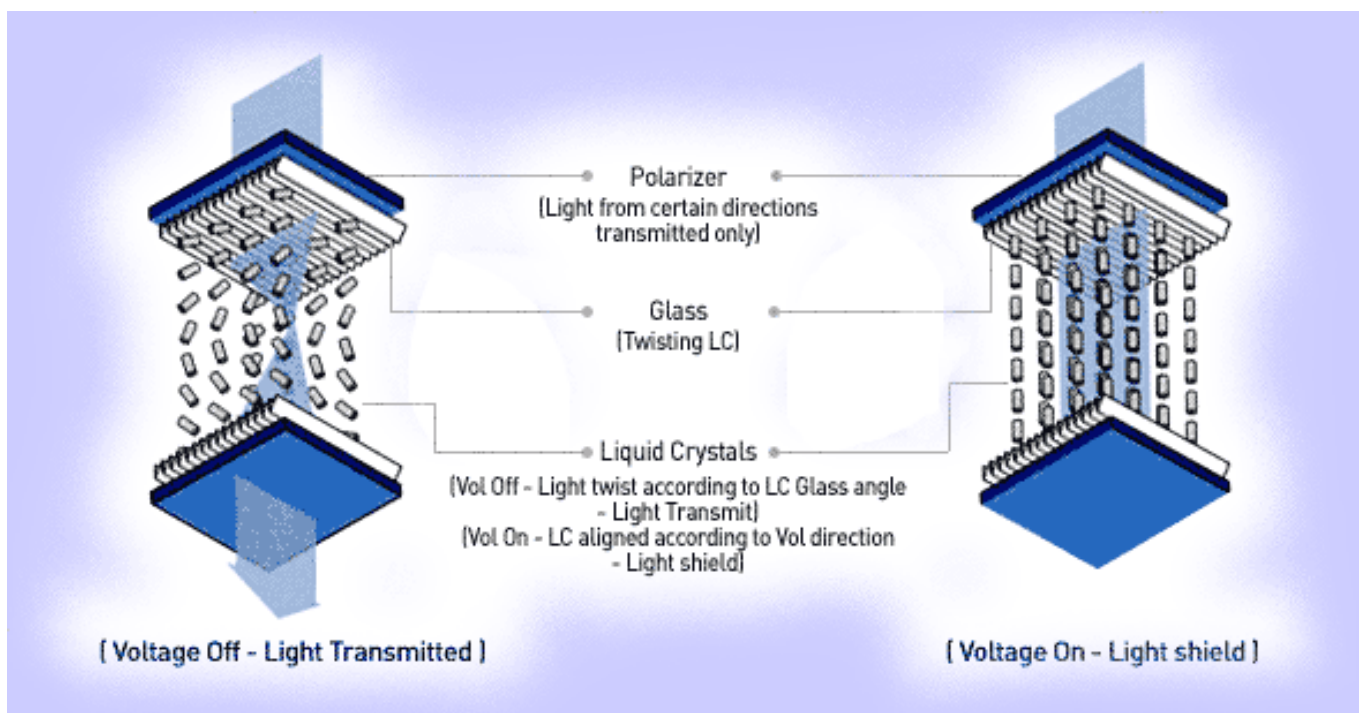
## Zobrazovače – displeje a obrazovky

(Materiál pro potřeby výuky předmětu KMT/UE – Pavel Kratochvíl, kratinek@kmt.zcu.cz)

Televizní obrazovky a displeje v dnešní době využívají převážně dvě technologie – LCD a OLED.

LCD (liquid crystal display)

- kapalné krystaly (nemtické - zkroucené) mezi dvěma zkříženými polarizátory
- na okrajích krystalu systém řádkových a sloupcových elektrod
- při nulovém napětí se rovina polarizovaného světla stáčí, světlo projde analyzátozem
- je-li na příslušné dvojici elektrod napětí, rovina polarizovaného světla se nestáčí, světlo neprochází
- dříve problém: rychlost odezvy, malý pozorovací úhel, dnes však již 8 ms, téměř 180°
- LED-LCD dohnaly barvami plazmové obrazovky (a vytlačily je z trhu)

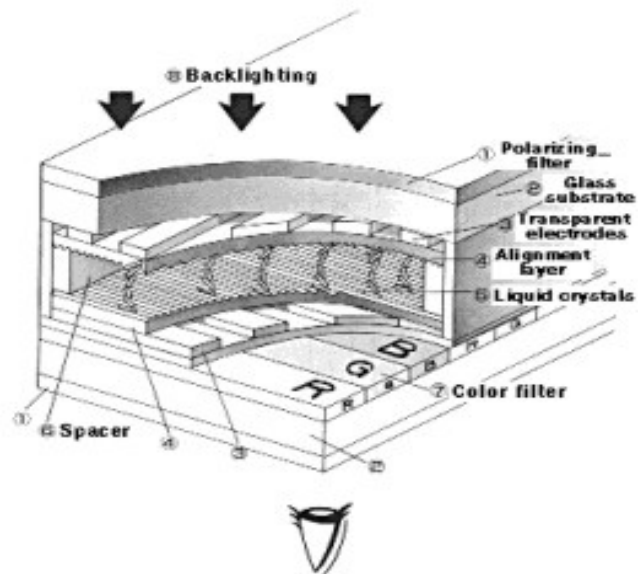
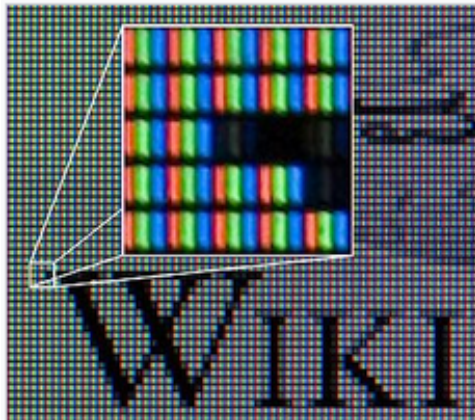


LCD technologie se využívá jak u televizních obrazovek a displejů mobilů, tak i u jednoduchých displejů kalkulaček a budíků.



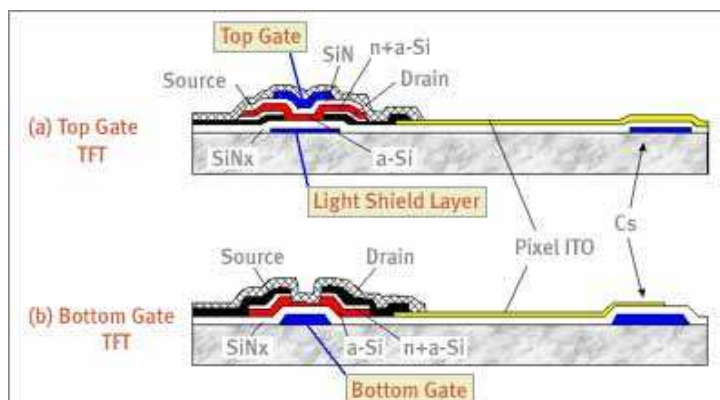
V případě černobílého budíku tvoří jedna elektroda celou zadní plochu displeje, elektrody vpředu tvoří tvary jednotlivých segmentů číslic. Po připojení napětí na příslušný segment jsou aktivovány kapalně krystalové pod touto elektrodou. Segment se tak stává neprůhledným. Displeje mohou být podsvícené – v tom případě neprůhledný segment brání průchodu podsvícení. Nebo (u kalkulačky) je displej pouze reflexní – využívá odrazu světla od zadní stěny displeje – aktivovaný segment světlo neodráží, ani nepropouští světlo odražené od podkladu.

V barevných LCD je každý pixel složen ze tří RGB subpixelů. Displej využívá podsvícení. V displeji je zařazena vrstva s barevnými filtry propouštějící pouze jednu z barev RGB příslušného subpixelu. Průhledné elektrody tvoří síť. Každý subpixel lze ovládat samostatně příslušnou řádkovou a sloupcovou elektrodou.



Jednoduché displeje používají pasivní matici elektrod - pixel je přímo ovládán elektrodami. Aby byl pixel aktivní, musí být na elektrodách napětí, jinak okamžitě zhasne. Obraz musí být neustále cyklicky překreslován (používá se pouze na zobrazování textu).

Složitější displeje (televizní obrazovka, displej mobilu nebo notebooku) jsou vybaveny technologií TFT (Thin Film Transistor). Každý pixel je vybaven tranzistorem a kondenzátorem – možnost podržet napětí na pixelu – jakási paměť. Podpora digitálního vysílání – pouze překreslování změn – zbylé pixely si pamatují předchozí stav



Existují různé možnosti podsvícení LCD displeje:

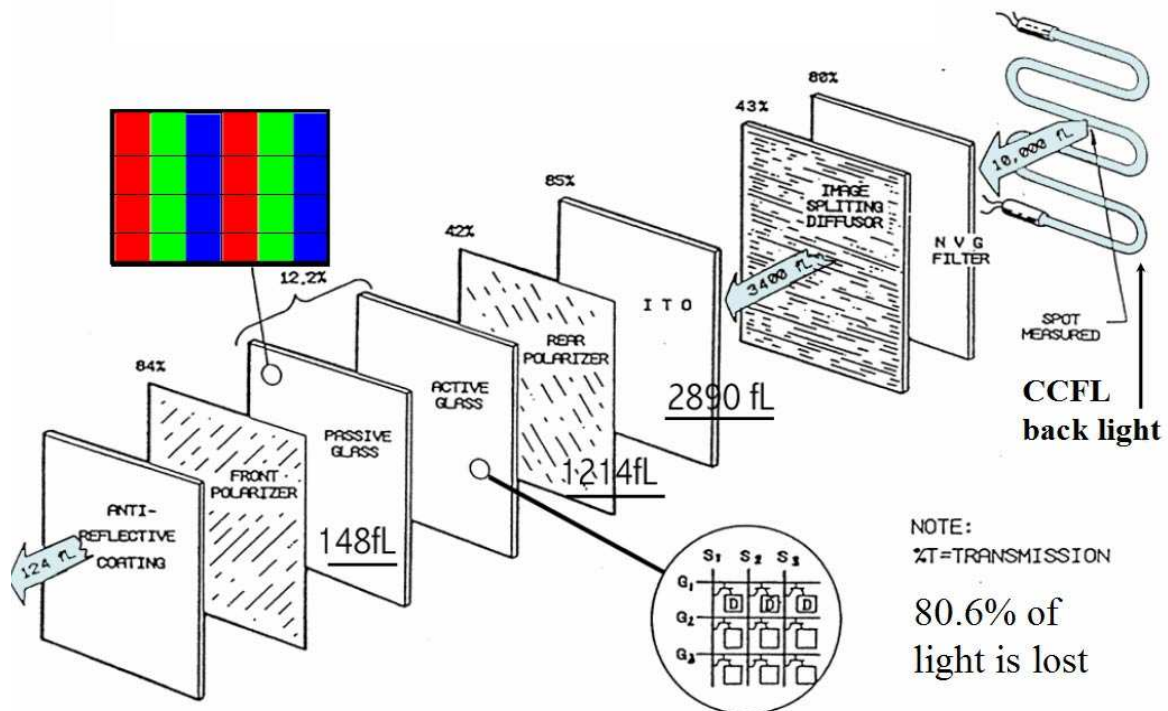
ELP – elektroluminiscenční panel (úzké barevné spektrum, jen pro malé, většinou monochromatické displeje)

CCFL – podsvícení pomocí výbojových trubic (menší životnost, postupné rozsvěcování, nedokonalá černá, užší barevné spektrum)

Edge LED – svítivé diody na okraji obrazovky: tenké displeje, světlo se rozvádí světlovody (notebooky)

Direct LED – bílé diody v matici po celé ploše (nákladnější, možnost lokálního utlumení světla – úspory ve spotřebě, dokonalejší černá)

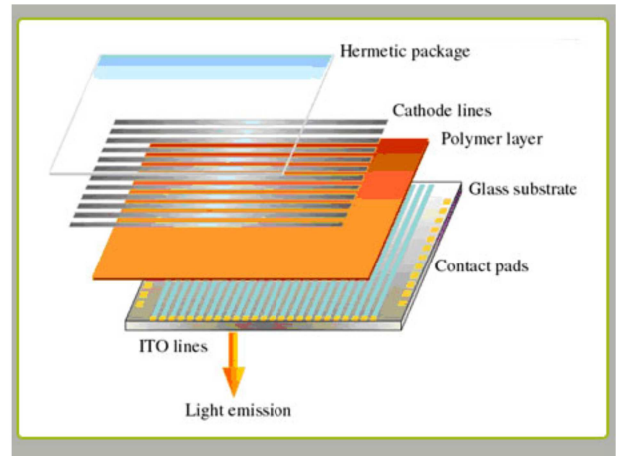
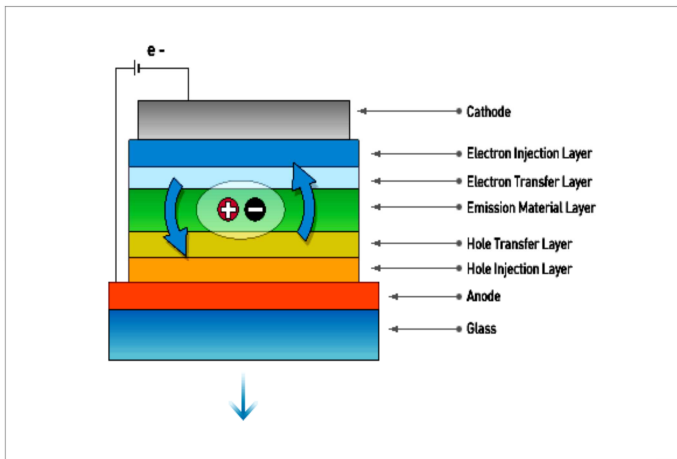
RGB LED – červená, zelená a modrá LED po celé ploše (všechny výhody předešlého, širší barevné spektrum)



Nevýhodou LCD (oproti níže popsaným OLED) je větší spotřeba energie. Tyto displeje totiž používají podsvícení a jas jednotlivých pixelů je regulován omezením propustnosti světla.

## OLED – (Organic Light Emitting Diode (1987))

- struktura obdobná běžné svítivé diodě, v amorfnní struktuře
- po připojení napětí v propustném směru se do intrinzní vrstvy vypouštějí elektrony z kovové katody a díry z průhledné anody
- rekombinací vzniká světlo s vlnovou délkou odpovídající šířce zakázaného pásu (R, G, B)  
jas se reguluje velikostí proudu
- síť průhledných elektrod – každý pixel je ovládán příslušnou kombinací řádkové a sloupcové elektrody



Aktivní zobrazovací panel = pixely svítí  
(oproti LCD, které jsou podsvícené a světlo je blokováno)

- velmi tenká struktura: možnost ohebných displejů
- velmi rychlé, nízké napětí (do 10 V), velký úhel, účinnost 25-30% (LCD 10-15%)
- velmi malá spotřeba (zvažuje se využití pro svícení), lehké
- v MP3 přehrávačích, digitálních kamerách, mobilech, tiskárnách – asi 10 cm
- první televizory od roku 2008
- poškozený bod zhasne (u LCD svítí)

### PM OLED x AM OLED

Stejně jako u LCD je na výběr:

pasivní matice elektrod - možnost maticově adresovat, dynamický provoz (60 snímků za s)

aktivní matice – tranzistor + kondenzátor na každém pixelu – paměť (podpora dig. vysílání)

Další varianty OLED:

### PHOLED (Phosphorescent OLED)

Technologie fosforeskujících OLED dosahuje 4× větší účinnosti.

### WOLED (White OLED)

Dosahují vysoké účinnosti generování světla 30 lm/W, při zachování možnosti měnit jeho teplotu („bílá“ barva je tvořena z RGB proužku a u každého je možné měnit zvlášť intenzitu)

## FOLED (Flexibilní OLED)

Struktura je místo na skle umístěna na pružném materiálu. To umožňuje displej lépe přizpůsobit místu umístění (přístrojová deska, hledí přilby). Použitý materiál rovněž zaručuje větší mechanickou odolnost (nárazy, pády).

## TOLED (Transparentní OLED)

Tato technologie umožňuje vytvořit displej s až 80% průchodností světla (tedy téměř průhledný) a volbu, zda bude obraz zobrazován na jedné, nebo obou stranách. Průhlednost je dosažena transparentní katodou, anodou i podložkou (skleněná nebo plastová). Tato vlastnost umožňuje zobrazovat informace v zorném poli uživatele na jinak průhledných plochách – hledí přilby, sklo automobilu, ...

## Výhody OLED

Odolnost – OLED mohou bez problémů pracovat i v mechanicky namáhaných přístrojích podléhajících navíc nepříznivým vlivům okolí, jako jsou například kapesní počítače, mobilní telefony, videokamery, kapesní přehrávače nebo přístroje v palubní desce automobilu.

Zobrazovací úhel – obraz je možno sledovat bez jakýchkoli dalších pomůcek v úhlu přesahujícím 160 stupňů.

Vysoká svítivost - kvalita obrazu neklesá ani za denního světla. Navíc, díky účinnosti kolem 10 lm/W a svítivosti až 600 cd/m<sup>2</sup> mohou nahradit například žárovky v semaforech.

Vysoké rozlišení – jsou dostatečně rychlé na zobrazování videa i fotografií. Jednotlivé body mohou svítit bez přerušení i během několika cyklů. Rozlišení může přesahovat 300 dpi.

Pracovní teplota – OLED spolehlivě pracují v rozmezí teplot -40 až +70 stupňů Celsia, takže mohou být použity i v extrémních mrazech. Díky tomu se mohou prosadit například v dopravním značení.

Subtilnost – zobrazovací jednotky nejsou o mnoho tlustší než papírová čtvrtka. V případě použití plastů mohou být dokonce prohýbány nebo jinak tvarovány.

Nižší výrobní náklady – výroba OLED je o 20–50 % levnější než výroba LCD.

Nároky na zdroje – OLED displeje jsou lehčí, nepotřebují žádné pomocné prvky. Pracují při napětích mezi 2 a 10 volty. Mají malou spotřebu energie.

## Nevýhody

Životnost – barvy o nižších vlnových délkách začnou brzy ztrácet na intenzitě. Prozatím je životní cyklus modré 1000 hodin, zelené 10 000 hodin a červené 30 000 hodin. To stačí pro displeje přístrojů a mobilních telefonů, nikoli však pro zobrazovací plochy počítačů a televizorů.

Oxidace – organické látky na vzduchu rychle oxidují a také mohou být poškozeny vodou. Proto je třeba je chránit vzduchotěsným obalem.

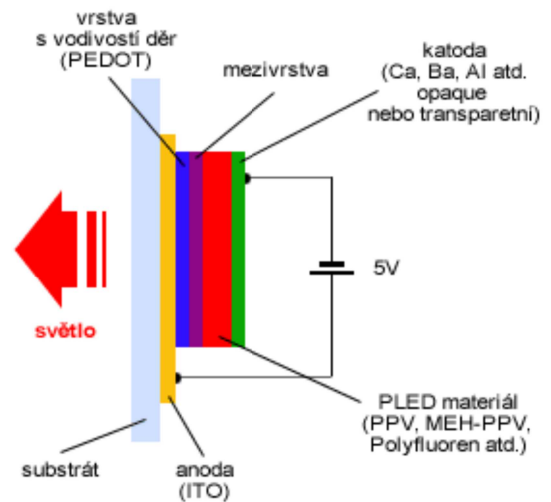
Malé rozšíření – do výroby LCD bylo investováno mnoho prostředků s dlouhodobou návratností. Nyní, kdy se vložené finance začínají pomalu vracet, je velmi těžké přimět výrobce k dalším velkým investicím.

Další typy displejů:

PLED (POLED, Polymer OLED)

Stejný princip jako OLED, jen jiné použité materiály.  
polymer – polyfenylenvinylen (PPV), polyfuoren  
oxid india a cínu – emituje díry,  
vápník – emituje elektrony.

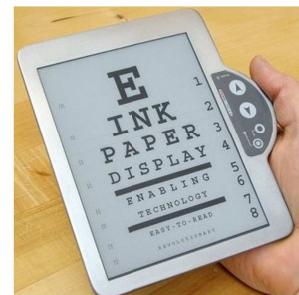
- použití pro malé textové displeje.



E-ink(objev 1997, výroba 2008, barevné 2010)

Pro svou nízkou spotřebu jsou používány pro čtečky elektronických knih.

nevýhoda: pomalé – nevhodné pro jiné využití



Displej je tvořen buňkami s elektricky nabitým pigmentem. Elektrody jednotlivých pixelů elektrostaticky přitahují a odpuzují pigment.