

23. apríl 2015

# 9. prednáška ČÍSLICOVÉ POČÍTAČE



**Jana Milanová**

Fakulta riadenia a informatiky,  
Katedra technickej kybernetiky

# ZOBRAZOVACIE JEDNOTKY

- monitor – zobrazovacia jednotka počítača, ktorá slúži k zobrazeniu textových a grafických informácií,
- druhy monitorov:
  - monochromatický (čierno-biely, BW),
  - farebný (RGB) - vyskladaný z 3 samostatných jasových lúčov - červený(R), zelený(G), modrý(B),
- história:
  - 1926 – vyrobená prvá CRT obrazovka,
  - 1973 – prvé použitie LCD displeja,
  - 90-te roky 20. storočia – vývoj plazmových displejov,

- princípy zobrazovacích jednotiek:
  - CRT displej - Cathode Ray Tube,
  - LCD – Liquid Crystal Display,
  - plazmový displej,
  - OLED displej - Organic Light-Emitting Diode,
  - elektronický papier,

# CRT MONITOR

- obrazovka je **vzduchoprázdna sklenená banka**,
- predná časť obrazovky – **tienidlo potiahnuté luminiscenčnou látkou**,
- tvorba obrazu začína v grafickej karte počítača,
  - **digitálne signály sú prijímané adaptérom VGA**,
  - **signál je prevedený na analógový prostredníctvom číslicovo/analógového prevodníka** (Č/A prevodník), ktorý dokáže monitor spracovať – **číslícová hodnota je prevedená na úrovne napätia**,
  - **pri farebnom monitore použité tri Č/A prevodníky** – **pre každú základnú farbu RGB**,

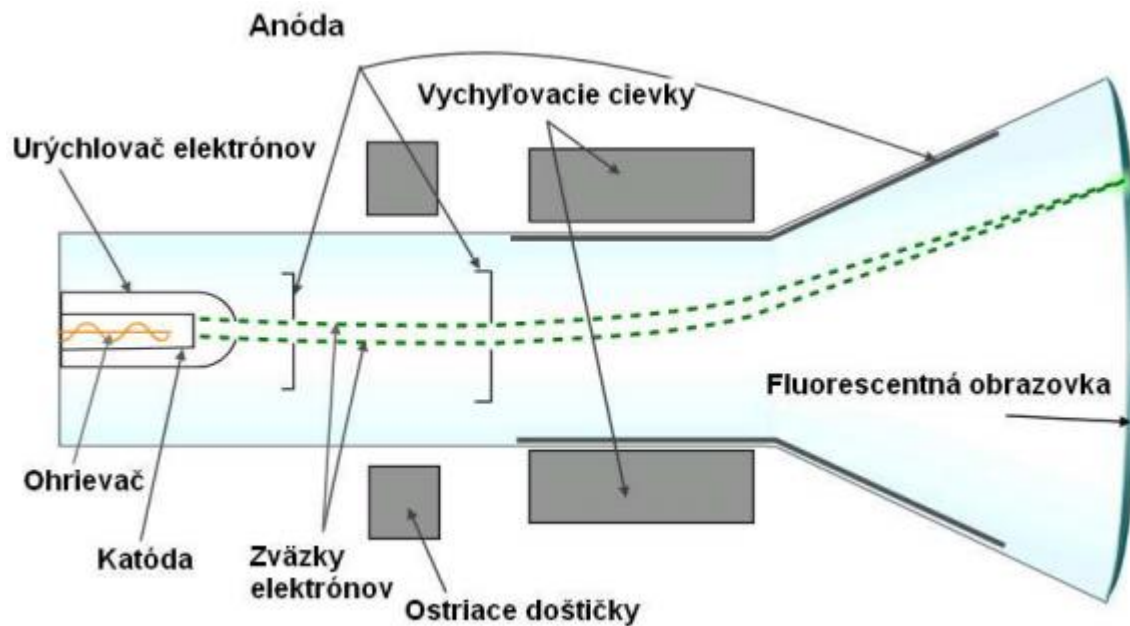
# CRT MONITOR

- jednotlivé **elektrónové zväzky sú emitované z katódy**; katóda má na povrchu nanesenú emisnú vrstvu,
- proces začína pri **elektrónovom dele** – koniec katódových trubíc,
- elektrónové delo po zahriatí vystreľuje vysokou rýchlosťou **prúd elektrónov** (záporný náboj) pre jednu zo základných farieb,
- elektróny cestou k obrazovke prejdú **filtrom v podobe mriežky**; týmto filtrom sa nastavuje **intenzita zobrazenia**, pretože filter prepustí len určité množstvo elektrónov,
- anóda s vysokým napätím je umiestnená na hornom okraji trubice,
- **kladne nabitá anóda vyťahuje elektróny z elektrónového dela**,
- elektrónové zväzky prechádzajú okolo vychyľovacích cievok, čo ohýba **lúč vo vertikálnom a horizontálnom smere** – **lúč je smerovaný k určenému bodu na obrazovke**,
- elektrónové zväzky prejdú **maskou obrazovky** a dopadnú na svoje **luminofóry**,

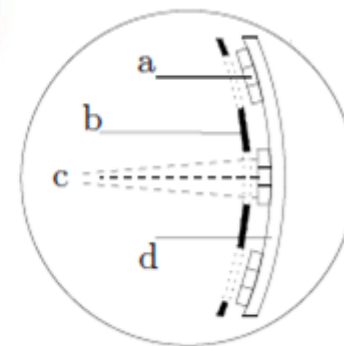


# CRT MONITOR

- **rastrovanie (riadkovanie)** – lúč elektrónov v jednom hornom rohu prejde na opačný horný roh, vypne sa na čas potrebný pre zmenu nacielenia, pozícia sa nastaví o jeden riadok nižšie a proces sa opakuje na novom riadku,
- keď lúč prejde celou obrazovkou, lúč opäť prejde do ľavého horného rohu a začína ďalší obnovovací cyklus,
- refresh obrazovky - zvyčajne 60x/s,
- parametre CRT monitora:
  - uhlopriečka,
  - rozlíšenie,
  - obnovovacia frekvencia,



- a - Luminofor
- b - Maska
- c - Elektronové svazky
- d - Stínítko



- chyby CRT monitorov:
  - ▣ geometria obrazu,
  - ▣ jas a kontrast,
  - ▣ magnetizácia,

Zobrazovací jednotky počítaču - Ing. Petr Olivka, Tomáš Kotula, katedra informatiky FEI VŠB  
<http://www2.fiit.stuba.sk/~dado/Pz/Cvicenia/Texty/CRT+LCD.pdf>

# CRT MONITOR

## □ výhody CRT:

- **ostrosť,**
- pozorovacie uhly,
- **čas odozvy,**
- **zobrazenie vierohodných farieb,**
- cena,

## □ nevýhody:

- **veľkosť,**
- **vyžarovanie,**
- **spotreba,**





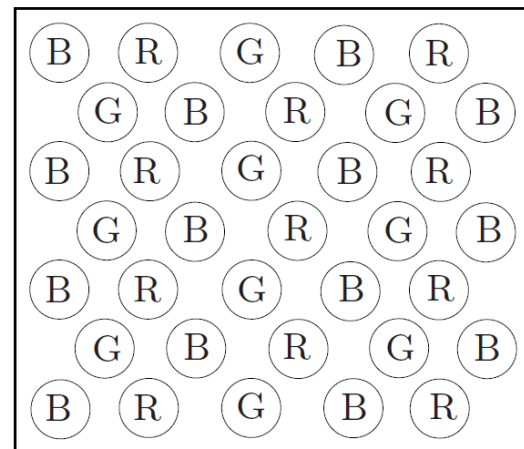
# CRT MONITOR

- niektoré adaptéry pracujú v režime prekladaného riadkovania – **interlacing** -
  - umožňuje adaptéru dosiahnuť väčšiu hustotu riadkov,
  - najprv sú vykreslené všetky párne riadky, potom nepárne riadky,
  - dosiahnutá teda dvojnásobná frekvencia zobrazovania, avšak obraz bliká s frekvenciou snímkového rozkladu,
- keďže záporné elektróny sa navzájom odpudzujú, čo môže viesť k rozostreniu zväzku, je **pred tienidlom umiestnená maska s malými otvormi**, ktorá túto chybu odstráni,
- pre dosiahnutie väčšej presnosti zväzku a lepšieho zaostrenia lúča je maska mierne zaguľatená,

# TYPY CRT MONITOROV PODĽA MASKY

## □ Invar:


- jednotlivé otvory v maske sú **usporiadané do trojuholníka** (gr. veľká delta),
- rovnakým spôsobom sú **usporiadané luminofóry na tienidle,**
- nevýhodou je veľká plocha, ktorá je tvorená kovom masky, a teda **dochádza k väčšej náchylnosti na tepelnú rozťažnosť,**
- tento **typ monitora** sa vyznačuje tým, že **je výraznejšie vypuklý** – obraz bol pomerne nekvalitný,



Zobrazovací jednotky počítaču - Ing. Petr  
Olivka, Tomáš Kotula  
katedra informatiky FEI VŠB

# TYPY CRT MONITOROV PODĽA MASKY

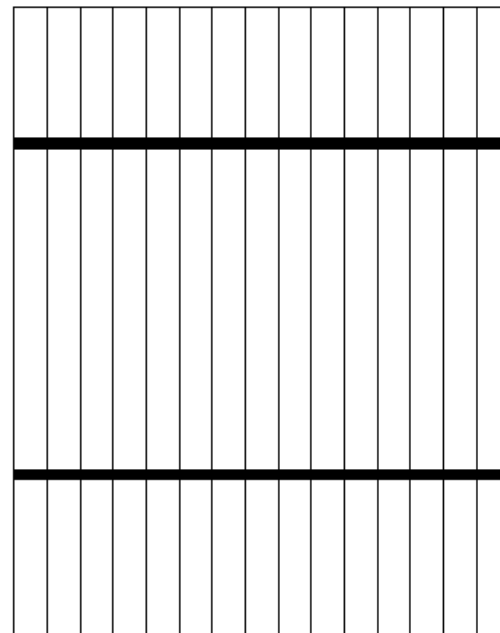
## □ Trinitron:

- ▣ alternatívne riešenie technológie Invar (firma Sony),
- ▣ maska je nahradená **konštrukciou pevne natiahnutých drôtov**, 
- ▣ k fosforu preniká viacej elektrónov, a teda **jednotlivé body žiaria výraznejšie**,
- ▣ výhodou je **ostrosť a kontrast v rohoch** (oproti Invar), obrazovka pôsobí ako **výsek valca**,
- ▣ nevýhodou je **náchylnosť k interferencii elektromagnetického poľa** (preto nie je vhodné na strany umiestňovať napr. reproduktory), môže dôjsť k trvalému poškodeniu zobrazovania,

## □ Flat Display Trinitron – polomer obrazovky 50 m,

- ▣ aby bolo možné dosiahnuť ostrosť aj v rohoch, je upravený mechanizmus vychyľovania lúča,

RGBRGBRGBRGBRGB



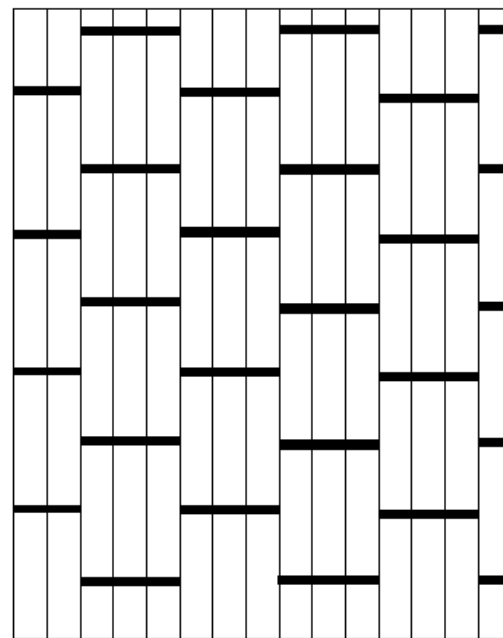
Zobrazovací jednotky počítaču - Ing. Petr Olivka, Tomáš Kotula  
katedra informatiky FEI VŠB

# TYPY CRT MONITOROV PODĽA MASKY

## □ CromaClear:

- spojenie výhod technológií Trinitron a Invar (spoločnosť NEC),
- princípom je **zviazanie lúča na výšku** (podľa Trinitron-u) a **pridanie pevnej masky odolávajúcej magnetickému poľu** (podľa Invar-u),
- maska má tvar kovového plátu, v ktorom sú umiestnené **oválne medzery** – prepúšťajú viac svetla ako guľaté otvory, ostáva **potreba prehnutého tienidla**,
- **nižšia kvalita obrazu ako pri technológii Trinitron**, vyššia ako pri technológii Invar,

RGBRGBRGBRGBRGB

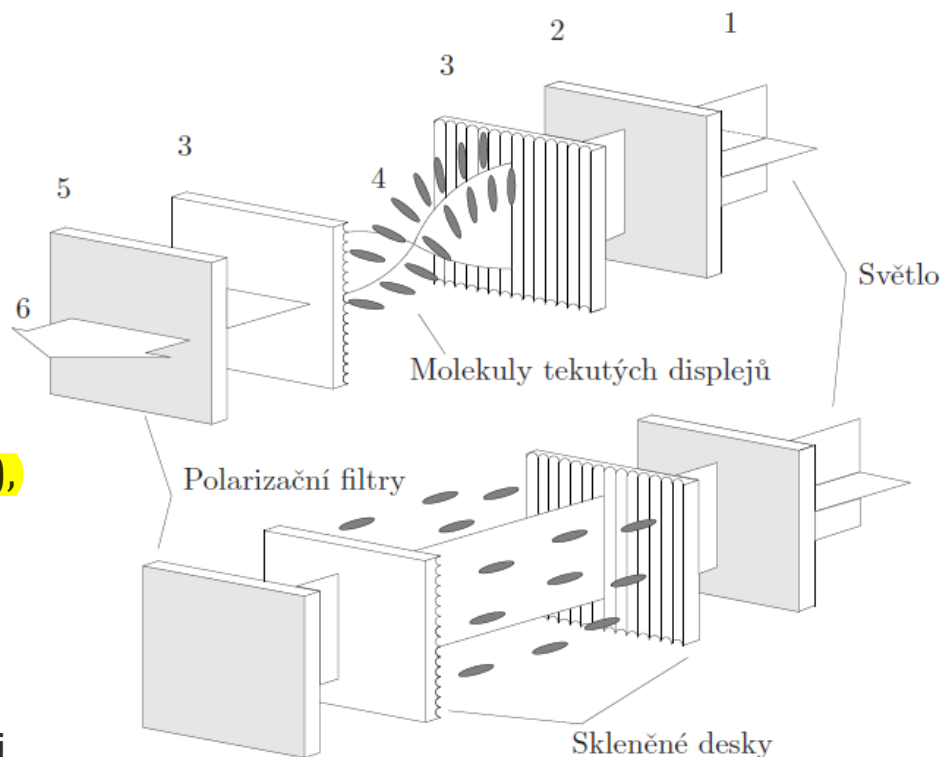


Zobrazovací jednotky počítaču - Ing. Petr Olivka, Tomáš Kotula  
katedra informatiky FEI VŠB

- LCD panel tvoria bunky s **elektroluminiscenčnou výbojkou** a **dvomi polarizátormi**,
- medzi dvoma orientačnými filtrami sa nachádza **vrstva tekutých kryštálov**,
- **v kludovom stave prechádza svetlo tekutými kryštálmi – bunka svieti**,
- zapnutý zdroj striedavého napätia zmení vnútornú štruktúru tekutého kryštálu a svetlo je zablokované na polarizátore – bunka nesvieti, **intenzita svetla sa mení zmenou veľkosti napätia**,
- jadrom LCD je **twisted nematic** štruktúra, ktorá je z oboch strán obklopená polarizačnými vrstvami orientovanými rovnako ako sú natočené drážkové doštičky,
- **svetlo prechádza prvým polarizačným sklom a polarizuje sa**, potom prechádza vrstvou pootočených tekutých kryštálov, ktoré **svetlo otočia**, **potom prejde aj druhým polarizačným sklom**, ktoré je otočené o  $90^\circ$  - v prípade kludového stavu,
- akonáhle začne tekutými kryštálmi pretekať slabý elektrický prúd, kryštalická štruktúra sa začne orientovať podľa smeru toku prúdu, zrnká sa stočia jedným smerom a prestane dochádzať k otáčaniu svetla; prvá polarizačná vrstva svetlo polarizuje, cez kryštály prejdú lúče bez zmeny a druhá polarizačná vrstva svetlo zablokuje,

# LCD

- Aby bol obraz na displeji čitateľný, je **potrebné podsvietenie (1)**,
- **polarizačné filtre (2,5)** prepustia iba časť svetla; len svetlo polarizované v horizontálnej alebo vertikálnej rovine,
- medzi dvoma **orientačnými filtermi (3)** sa nachádza **vrstva tekutého kryštálu (4)**,
- svetlo s vertikálnou polarizáciou je prepustené polarizátorom a displej svieti (6),
- v prípade mono displejov je najmenšou zobraziteľnou jednotkou 1 pixel, vo farebných monitoroch **jeden pixel tvoria 3 sub - pixely (RGB)**, ktoré sú usporiadané na sklenenej doske horizontálne vedľa seba (pri rozlíšení napr. 1600x1200 je v skutočnosti vedľa seba 4800 sub-pixelov),



Zobrazovací jednotky počítaču - Ing. Petr Olivka, Tomáš Kotula  
katedra informatiky FEI VŠB

# LCD

- **výhody LCD:**
  - ▣ kvalita obrazu,
  - ▣ životnosť,
  - ▣ spotreba energie,
  - ▣ odrazivosť a oslnivosť,
  - ▣ bez emisií,
- **nevýhody:**
  - ▣ citlivosť na teplotu,
  - ▣ pevné rozlíšenie,
  - ▣ chybné pixely,
  - ▣ doba odozvy,
  - ▣ cena v porovnaní s CRT,

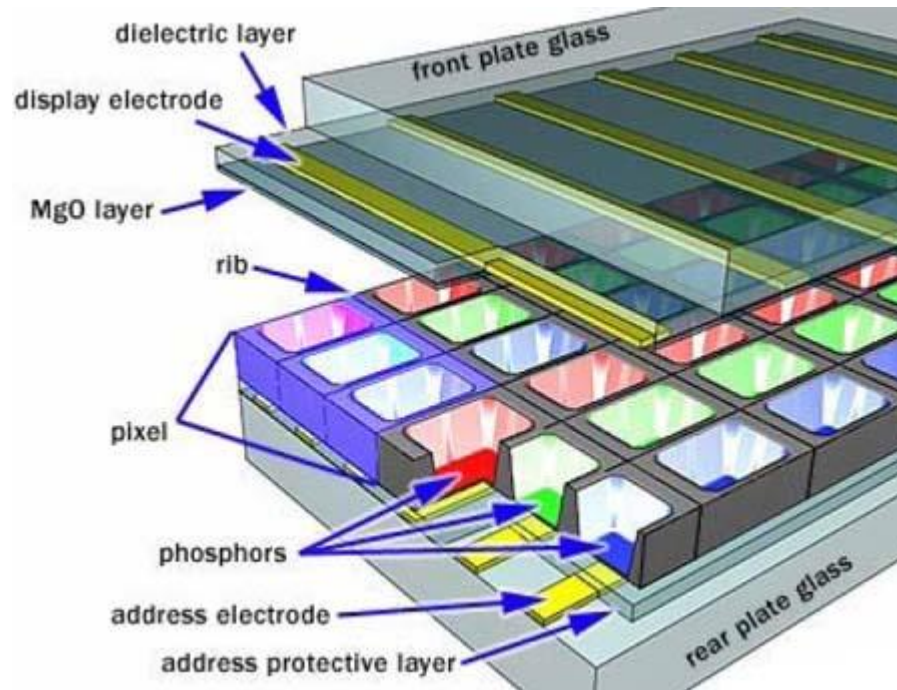
# PDP (PLASMA DISPLAY PANEL)

- plazma je skupenstvo zložené z iónov a elementárnych častíc,
- plazma nie je ani plyn, kvapalina, ani pevná látka, nazýva sa niekedy štvrtým skupenstvom,
- v kludovom stave sa v plazme nachádza zmes vzácnych plynov (argón – neón – xenón),
- plazma sa z atómov plynov vytvára zavedením elektrického prúdu, čím sa objaví veľké množstvo voľných elektrónov, zrážky medzi elektrónmi a časticami plynu vyvolajú stratu elektrónov niektorých atómov a vznikajú kladne nabité ióny – spolu s elektrónmi získavame plazmu,
- jednotlivé nabité častice sa vplyvom vytvoreného el. poľa začnú pohybovať ku svojim opačným pólom, pri tomto pohybe dochádza k zrážaniu častíc, ióny plynu sa dostávajú do excitovaného stavu a uvoľnia fotón (svetlo),



- plazma displej je tvorený **maticou malých fluorescentných buniek (pixelov)** ovládaných **sieťou elektród**,
- **adresovacie elektródy** – horizontálne **riadky**, **zobrazovacie (výbojové) elektródy** – vertikálne **stĺpce**; vzniká tak mriežka, v ktorej môže byť každá bunka adresovaná zvlášť,
- bunky sú uzavreté medzi dvoma tenkými tabuľkami, ktoré obsahujú tri elektródy a malý kondenzátor,
- adresovacia elektróda je umiestnená na zadnej stene bunky, dve transparentné zobrazovacie elektródy na prednej stene; obe elektródy sú izolované dielektrikom a chránené vrstvou oxidu horečnatého,
- **všetky pixely sú vo farebnej plazme displeja zložené z 3 farebných sub-pixelov (RGB)**,
- intenzita každého sub-pixelu je určená počtom a šírkou napäťových impulzov (pomocou Pulse Coded Modulation - PCM), ktoré dostáva bunka počas každého snímku; počas tejto periódy sú **pixely, ktoré majú svietiť, nabudené pomocou zobrazovacích elektród** na určité napätie,
- pomocou elektród je vytvorený v bunke rozdiel potenciálu, elektróny sú priťahované k adresovacej elektróde a pri narážaní elektrónov vzniká svetlo,

# PDP




[http://bbs.ednchina.com/BLOG\\_ARTICLE\\_100947.HTM](http://bbs.ednchina.com/BLOG_ARTICLE_100947.HTM)

# PDP

## □ výhody PDP:

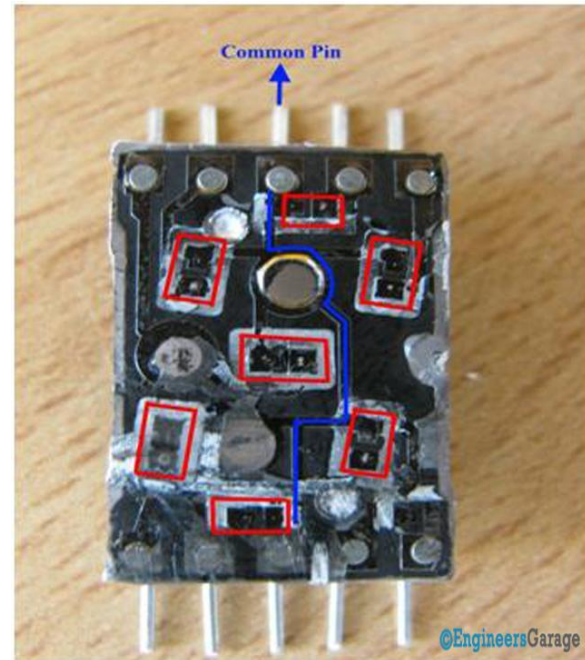
- kvalitný obraz,
- veľké pozorovacie uhly,
- bez nutnosti podsvietenia,
- minimálna hĺbka a hmotnosť,

## □ nevýhody PDP:

- pamäťový efekt,
- lacnejšie plazmové displeje majú problém s kontrastom,
- cena, 


# SEDEMSEGMENTOVÝ DISPLEJ

- ❑ displeje na stavebniciach –  
zobrazovacie jednotky so svietiacimi diódami – 8 LED diód,
- ❑ segmenty v segmentových displejoch môžu byť tvorené LED, OLED,
- ❑ existujú aj veľké displeje zobrazujúce segmenty mechanicky,



<http://www.engineersgarage.com/insight/how-seven-7-segment-display-works?page=3>

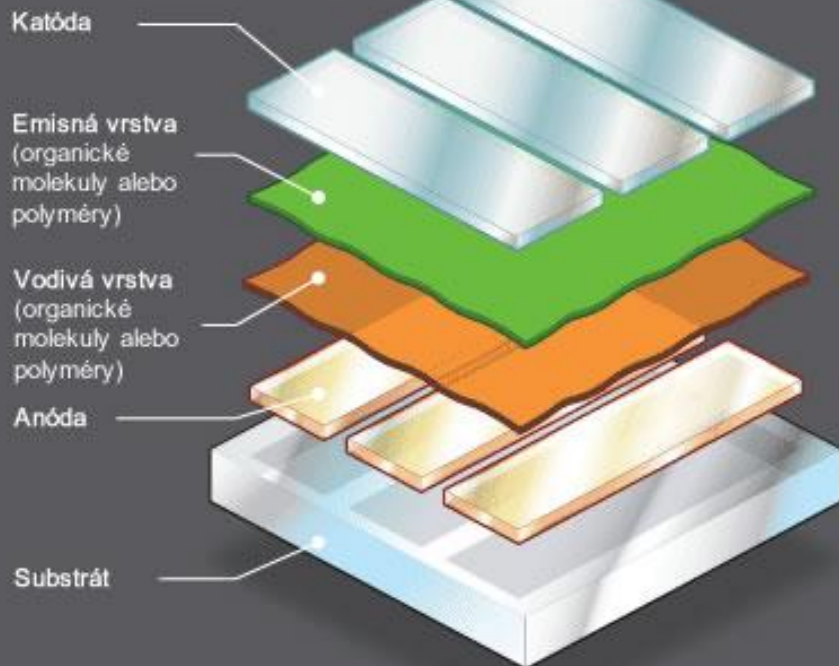
# OLED

- elektrický prúd prúdi z **katódy do anódy cez organické vrstvy**: 
  - katóda privádza elektróny do emisnej vrstvy organických molekúl,
  - anóda odstraňuje elektróny z vodivej vrstvy organických molekúl,
- na hranici **medzi emisnou a vodivou vrstvou**:
  - elektrón vyplní elektrónovú dieru, klesne na energetickú úroveň atómu, ktorému chýba elektrón a energia sa uvoľní vo forme fotónu (svetla),
- farba svetla vyžarovaného v OLED závisí **od typu organickej molekuly** v emisnej vrstve; na výrobu farebných displejov dávajú výrobcovia viacero typov organických vrstiev na rovnakú OLED,
- **intenzita svetla závisí od veľkosti privedeného elektrického prúdu** – čím viac prúdu, tým väčšia intenzita,

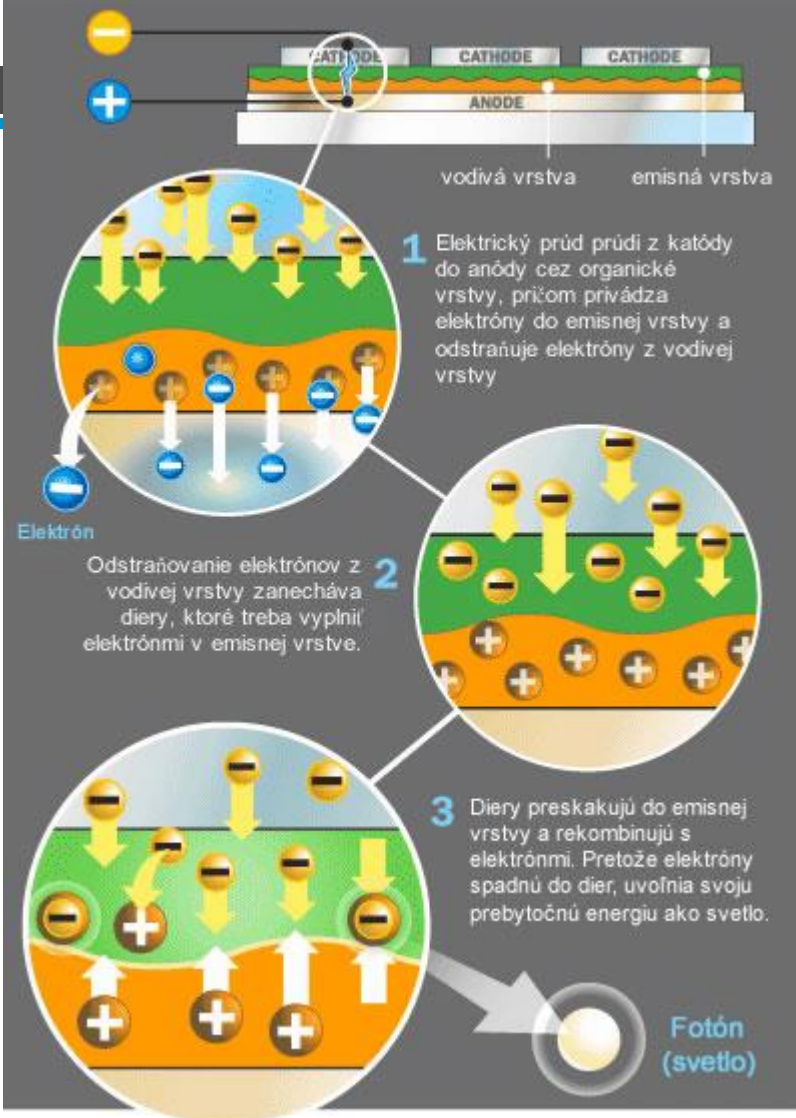


# OLED

## OLED Štruktúra



## OLED Vytváranie svetla



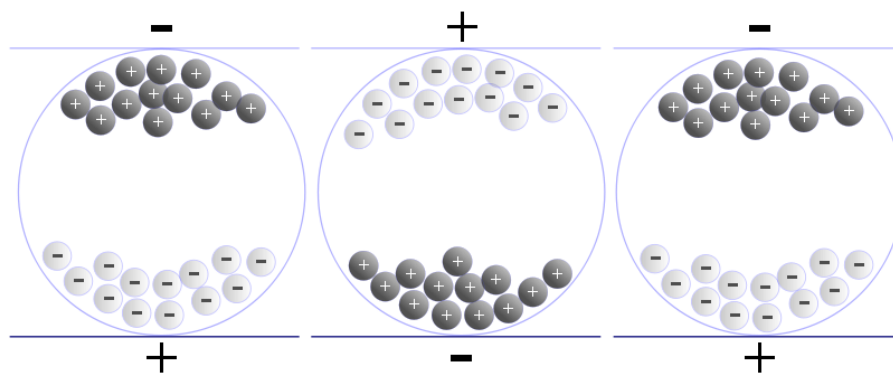
<http://www.uspornaziarovka.sk/pages/%C4%8Co-je-to-OLED%3F.html>

# OLED

- **výhody OLED:**
  - **rýchlosť panela** (až 1000x vyššia ako u LCD),
  - lepšie pozorovacie uhly,
  - **bez potreby podsvietenia**,
  - vo všeobecnosti znížená spotreba oproti LCD (závisí od zobrazovaného obrazu),
  - **váha, rozmery**,
  - výborné **zobrazenie čiernej farby**,
  - **ohybnosť**,
- **nevýhody OLED:**
  - **životnosť** – červené a zelené vrstvy OLED majú dlhšiu životnosť (46 000 – 230 000 hodín), modrá vrstva mala v minulosti kratšiu životnosť (do pribl. 14 000 hodín),
  - **výroba je finančne nákladná**,
  - **voda môže OLED ľahko poškodiť**,

# ELEKTRONICKÝ PAPIER

- ❑ elektronický papier (e-papier, e-ink),
- ❑ stará zobrazovacia technológia,
- ❑ alternatíva ku klasickým monitorom,
- ❑ hlavné výhody:
  - **nie je potrebný neustály prísun el. energie** na udržanie obrazu; el. energia je potrebná iba vtedy, keď dochádza ku zmene zobrazenia,
  - **nemá negatívne účinky na zrak ako bežné monitory** – svetlo odráža ako papier a nevytvára elektromagnetické pole,
- ❑ e-papier je veľmi ľahký a je ho možné ohýbať,



<http://www.spsemoh.cz/vyuka/zel/zobrazovaci-jednotky.htm>



# ELEKTRONICKÝ PAPIER

- viacero technológií výroby,
- prvý papier v r.1970 – Gyricon,
- rôzne techniky realizácie – väčšinou sú len modifikáciou pôvodných techník:
  - množstvo **polyetylénových guličiek** s  $d=20-100\ \mu\text{m}$  zložených zo **záporne nabitého plastu čiernej farby a kladne nabitej bielej časti** (dve farebné pologule), pomocou elektród je možné nastaviť, ktorá z pologúl bude viditeľná,
  - **kapsula naplnená farebnou tekutinou**, ktorá obsahuje množstvo **malých bielych guličiek**; guličky sú elektricky nabité a elektrickým prúdom sú buď priťahované na hornú časť kapsuly – vidieť bielu farbu alebo sú ponorené v tekutine,
  - mikrokapsuly obsahujú **opačne nabité biele a čierne častice**, ktoré sú presúvané do popredia alebo do pozadia,
- modernejšie e-papiere používajú pre jeden pixel trojicu guličiek so základnými farbami (RGB) a kombináciou ich intenzity vytvárajú farby – polychromatický papier,

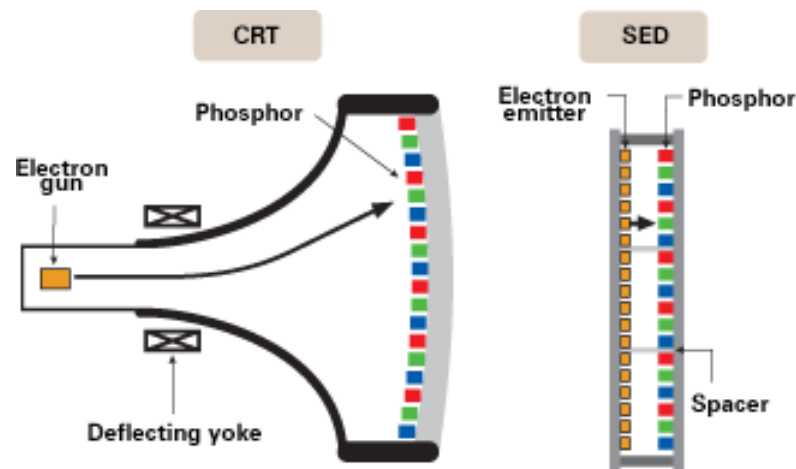
# ELEKTRONICKÝ PAPIER



<http://www.spsemoh.cz/vyuka/zel/zobrazovaci-jednotky.htm>

# ĎALŠIE ZOBRAZOVACIE TECHNOLOGIE - SED

- SED (Surface-Conduction Electron Emitter Display):
  - ▣ zobrazovacia technológia podobná CRT,
  - ▣ namiesto katódovej trubice sa pre emitovanie elektrónového lúča používajú tenké elektrónové emitory priamo pod povrchom (pre HDTV),



<http://softwareforhomes.com/SED-Toshiba-Canon-HDTV-display.htm>

# ĎALŠIE ZOBRAZOVACIE TECHNOLOGIE

- FED (Field Emission Display):
  - technológia podobná SED; vychádza z princípu CRT monitora,
  - možnosť polovičnej spotreby oproti LCD,
- QD-OLED (Quantum Dot OLED):
  - založené na kombinácii **organického a súčasne LCD displeja**,
- 3D displej:
  - na povrchu je **sieť zrkadiel**, ktoré lámu obraz spracovaný špeciálnym procesorom do viacerých smerov a pre pozorovateľa sa tak vytvára ilúzia tretej dimenzie,
- dotyková obrazovka –
  - rezistívna – dotyk spôsobuje skrat medzi elektródami; je možné vykonať dotyk aj nevodivým predmetom,
  - kapacitná - priehľadná rezistívna elektróda je prikrytá odolnou vrstvou; elektróda je napájaná malým striedavým napätím a pri dotyku prsta dôjde k zmene v kapacitnom odpore,

# Ďakujem za pozornosť.

Prednáška vytvorená z materiálov:

Peter Gubiš – Číslicové počítače (podporné učebné texty)

Ondrej Karpiš – Prednášky k predmetu Číslicové počítače

<http://www.spsemoh.cz/vyuka/zcl/zobrazovaci-jednotky.htm>

<http://edi.fmph.uniba.sk/~winczer/SocialneAspekty/BurianE-Papier.htm>

<http://www.geeky-gadgets.com/the-difference-between-lcd-and-led-tvs/>

[http://elektross.gjn.cz/aplikace/televize\\_osciloskop.html](http://elektross.gjn.cz/aplikace/televize_osciloskop.html)

<http://mdg.vsb.cz/jdolezal/Pgrafika/Prednaska/ZobrSoustava.html>

<http://softwareforhomes.com/SED-Toshiba-Canon-HDTV-display.htm>

<http://www.engineersgarage.com/insight/how-seven-7-segment-display-works?page=3>

<http://www.uspornaziarovka.sk/pages/%C4%8Co-je-to-OLED%3F.html>

<http://www.simmtester.com/page/news/showpubnews.asp?num=175>

<http://www2.fiit.stuba.sk/~dado/Pz/Cvicenia/Texty/CRT+LCD.pdf>