

# ZOBRAZOVACÍ ZAŘÍZENÍ

CRT, LCD, Plazma, OLED, E-papír,  
dataprojektory

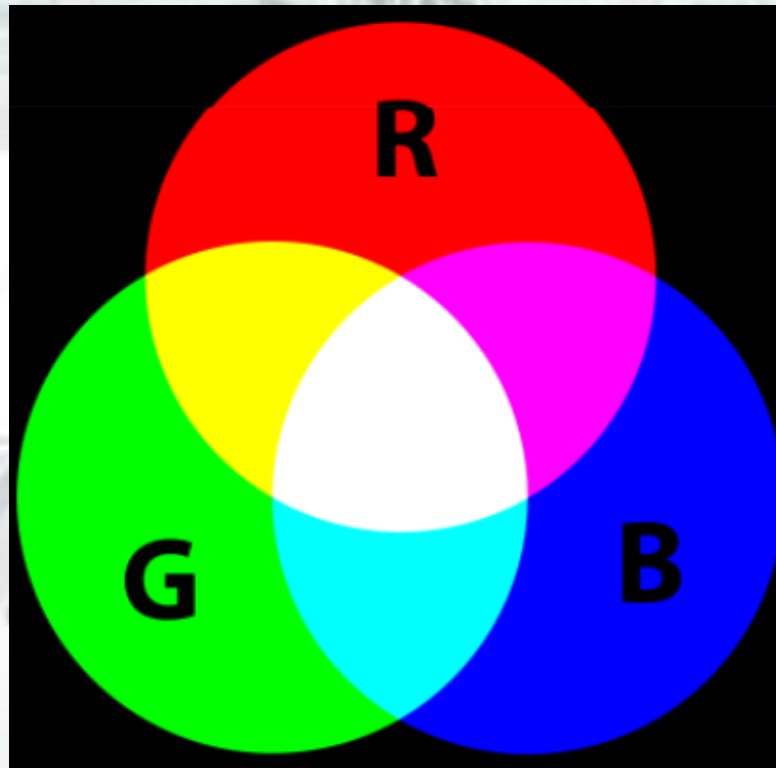


# Zobrazovací jednotky

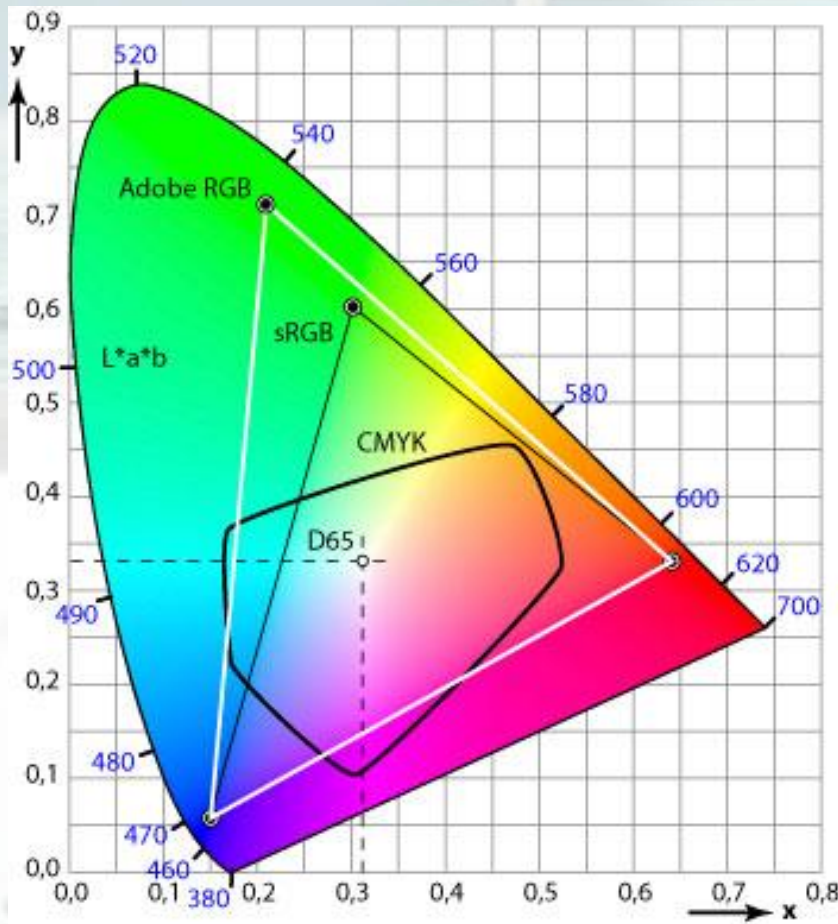
- Pro připojení zobrazovacích jednotek se používá **grafická karta** nebo **video adaptér**
- Úkolem grafické karty je zpracování a převod digitálních dat na signály, které se použijí pro zobrazení na zobrazovací jednotce
- Základním principem pro vytváření barevných odstínů je **aditivní míchání barev**

# Aditivní model

- **Aditivní barevný model** – způsob míchání barev, při němž se jednotlivé složky barev sčítají a vytváří tak světlo větší intenzity



# Gamut



- Je dosažitelná oblast barev v určitém barvovém prostoru. Barvy mimo tuto oblast lze v daném barvovém prostoru zobrazit jen přibližně
- V podstatě jde o to, jak velký výřez z barevného prostoru je schopna zobrazovací jednotka zobrazit

# Pozorovací úhel

- Pozorovací úhly udávají úhel, pod kterým má obraz kontrast 10:1 popř. 5:1 (podle výrobce)
  - při překročení tohoto úhlu začne obraz prudce ztrácet kontrast a barvy blednou, někdy přejdou i do inverze (záleží na technologii)



# Monitor CRT (Cathode Ray Tube)





# Monitor CRT

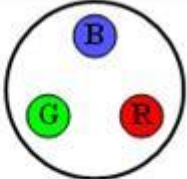
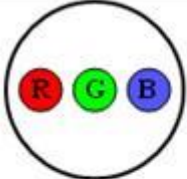
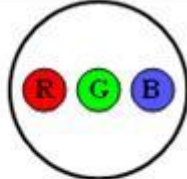
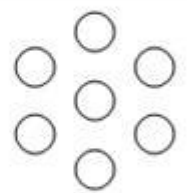
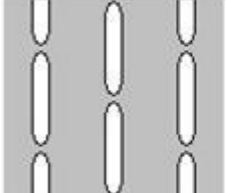
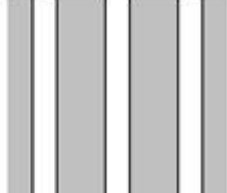

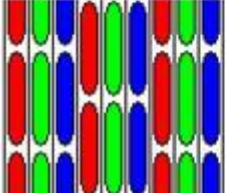
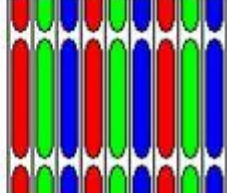
- Obraz vzniká pomocí elektronových paprsků ze 3 elektronových děl, které jsou usměrňovány elektromagnetickým polem vychylovacích cívek
- Paprsky dopadají na stínítko, v jehož otvorech se nachází tzv. *luminofoxy*. Ty se po dopadu elektronů na určitou dobu rozzáří **červeně**, **modře** nebo **zeleně** (podle složení)

# Monitor CRT

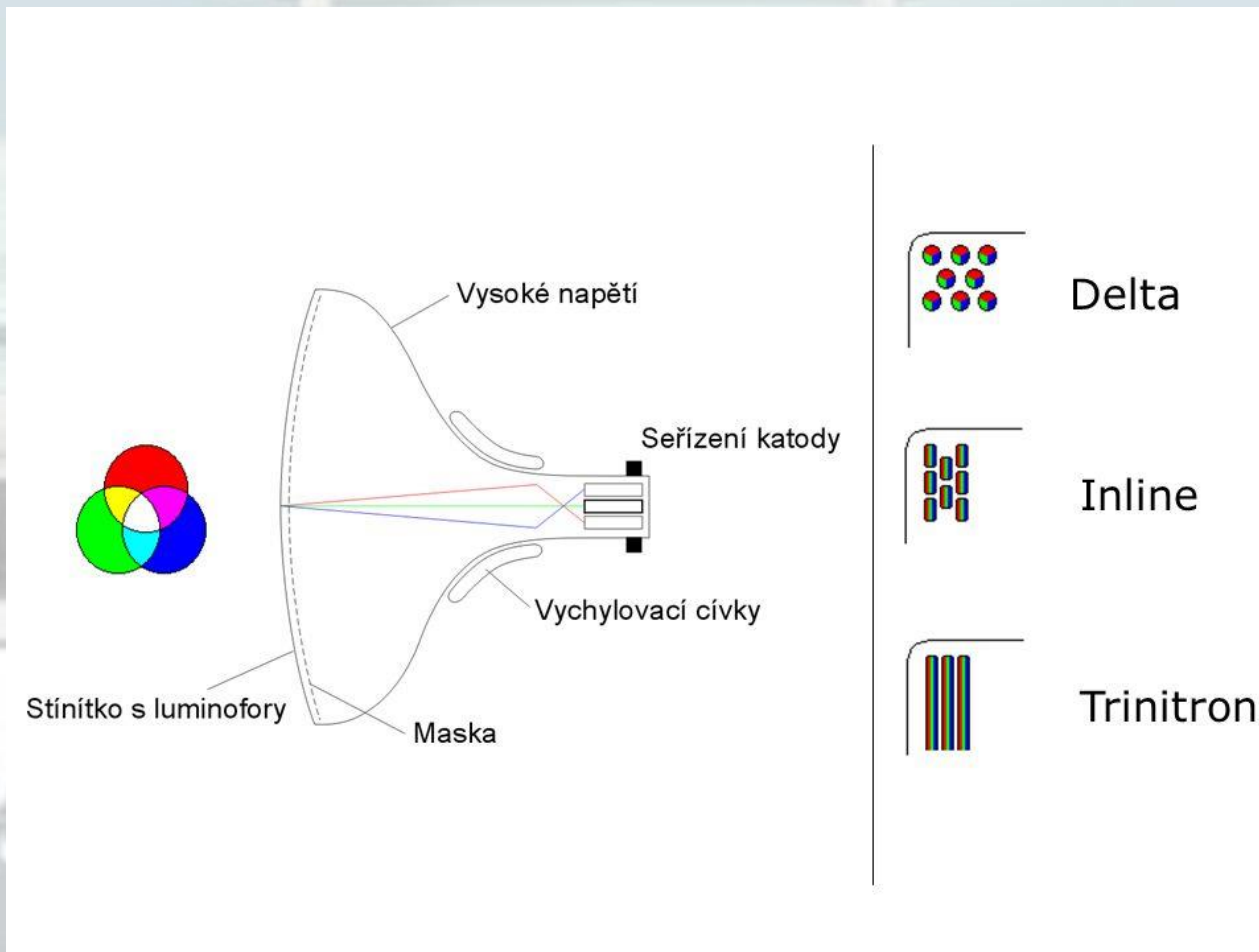
- *Maska* je kovová děrovaná fólie, jejímž úkolem je oddělit a nasměrovat paprsky pro jednotlivé luminofoxy na stínítku
- *Luminofor* je látka, která po předchozím dodání energie vyzařuje světlo
- Běžně se používaly tři typy *stínítek* (uspořádání luminoforů) – delta, šterbinová a trinitron



# Monitor CRT

	typ delta	typ in line	typ trinitron
tysky			
maska			
luminofory			

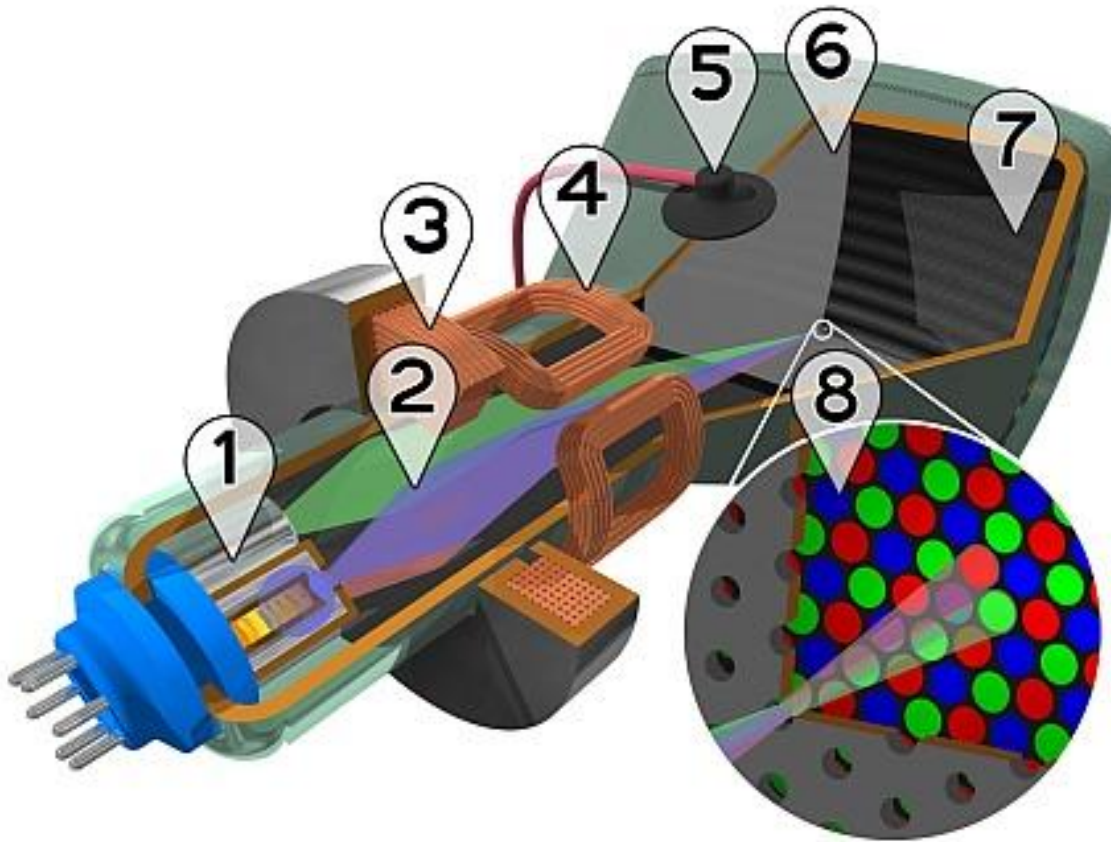
# Monitor CRT



# Monitor CRT

- Bod monitoru je natolik malý, že lidské oko neregistruje jednotlivé luminofoxy
- Různými kombinacemi intenzit vyzařování jednotlivých složek **RGB** dostaneme unikátní zabarvení obrazového bodu
- Každý druh (barva) luminoforu má svoji vlastní katodovou trubici

# Monitor CRT



1. Elektronové dělo
2. Svazky elektronů
3. Zaostřovací cívky
4. Vychylovací cívky
5. Připojení anody
6. Maska pro oddělení paprsků pro červenou, zelenou a modrou část zobrazovaného obrazu
7. Luminoforová vrstva s červenými, zelenými a modrými oblastmi
8. Detail luminoforové vrstvy, nanesené z vnitřní strany obrazovky

# Monitor CRT

- ***Výhody:***

- ostrost obrazu
- vysoký kontrast
- vysoká životnost
- věrnost barev

- ***Nevýhody:***

- vyzařování škodlivého záření
- z principu blikající obraz
- vysoká hmotnost
- vysoká spotřeba energie
- ovlivnění obrazu magnetickým polem (pozor, hrozí i nevratné poškození!)



# LCD (Liquid Crystal Display)





# LCD panel – dělení technologií

- reflektivní / transmisní
- aktivní / pasivní



# LCD panel

- V zadní části panelu je zdroj světla
  - světlo prochází **lineárním polarizačním filtrem**
  - následují dvě desky – **elektrody** z vodivého skla, mezi nimiž jsou **tekuté krystaly**
  - ty ve svém přirozeném stavu „otáčí“ procházející světlo o cca 90 stupňů
  - světlo prochází **druhým polarizačním filtrem** s opačnou polarizací

# LCD panel – tekuté krystaly

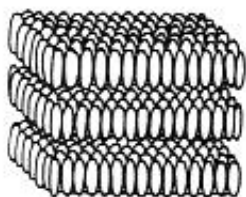
- jsou to organické látky, které tvoří přechod mezi pevnými látkami a kapalinami
  - jsou tekuté podobně jako kapaliny, ale jejich molekuly jsou pravidelně uspořádány jako v pevných (krystalických) látkách

# LCD panel – tekuté krystaly

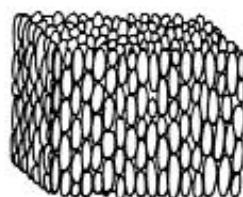
- rozlišujeme trojí uspořádání tekutých krystalů:
  - smectické: osy podlouhlých molekul jsou navzájem rovnoběžné a jsou uspořádané po vrstvách
  - nematické: osy molekul jsou navzájem rovnoběžné, ale nejsou uspořádány ve vrstvách, molekuly jedné vrstvy jsou napěchovány mezi molekuly další vrstvy
  - cholesterické: molekuly jsou uspořádány ve vrstvách, osy molekul v jedné vrstvě jsou navzájem rovnoběžné, ale v každé vrstvě je směr os molekul oproti osám molekul v předchozí vrstvě pootočen

# LCD panel – tekuté krystaly

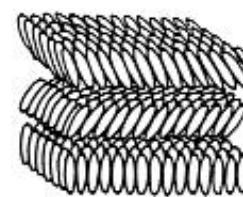
- uspořádání molekul tekutých krystalů:



smektické

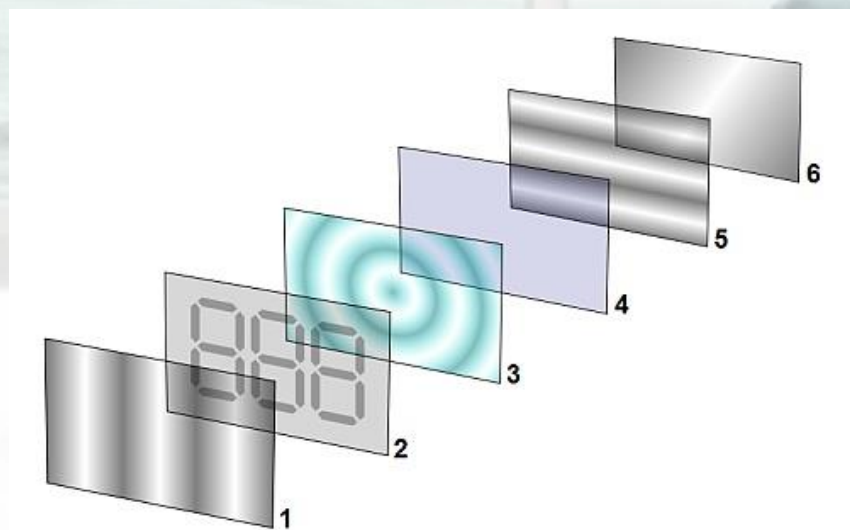


nematické



cholesterické

# LCD panel – obecné schéma vrstev



1. Vertikální polarizační filtr
2. Skleněný substrát
3. Vrstva tekutých krystalů
4. Skleněný substrát
5. Horizontální polarizační filtr
6. Reflexní vrstva odrážející obraz směrem k pozorovateli



# LCD panel – princíp činnosti

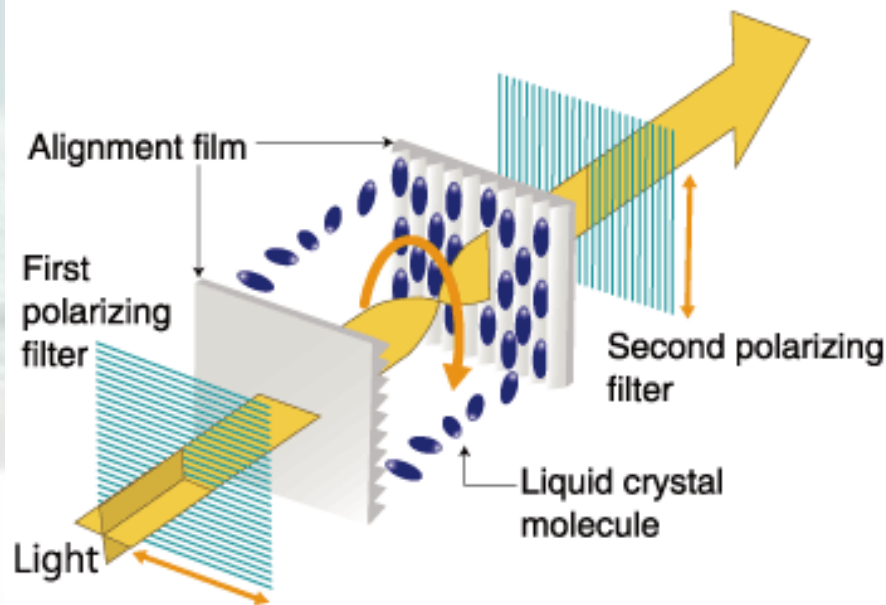


Fig. 4 Light passes through, and the display brightens.

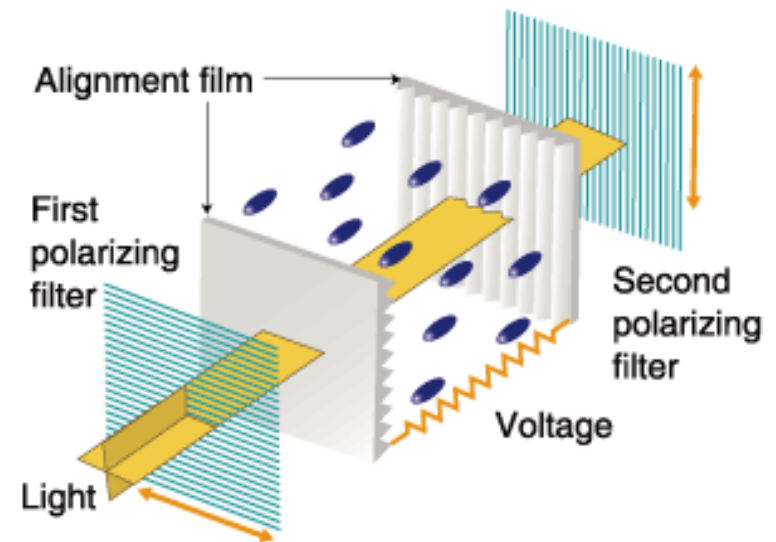
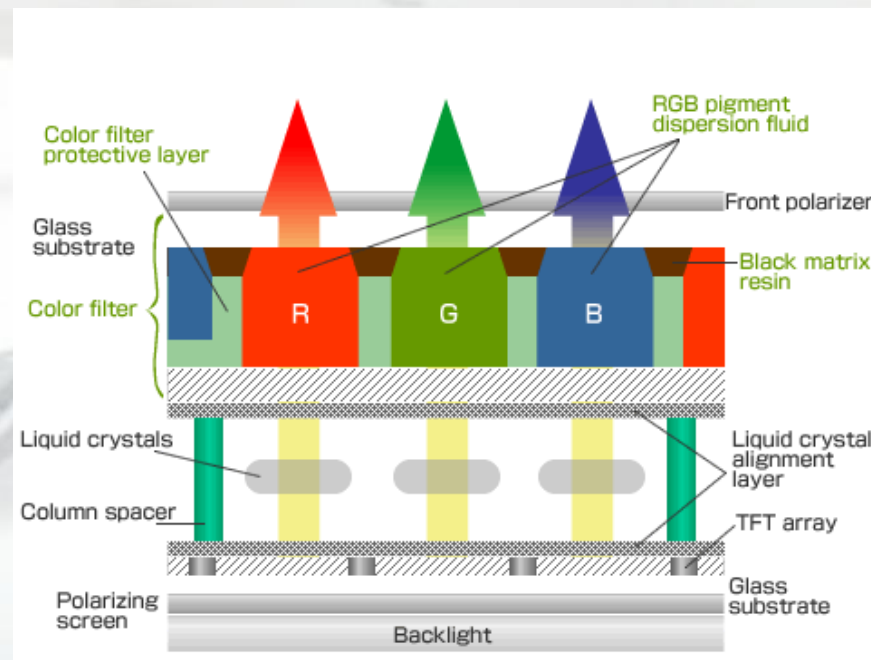


Fig. 5 Light doesn't pass through, and the display darkens.

# TFT LCD

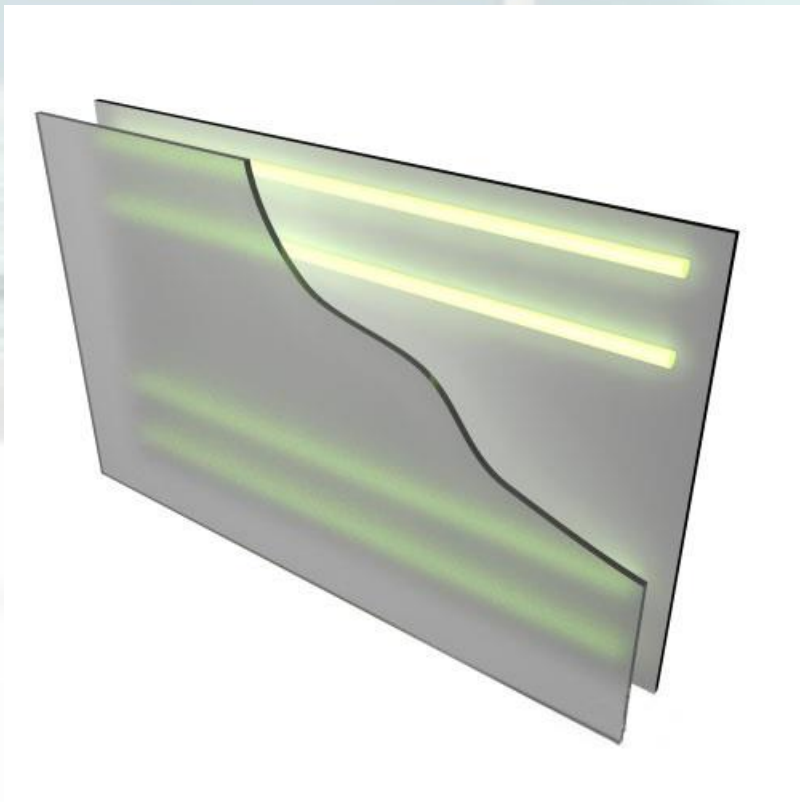
- tzv. **aktivní displeje** využívají k řízení buněk **aktivních zesilovacích prvků – TFT** (Thin Film Transistor – tenký foliový tranzistor), jeden TFT je pro jednu barevnou buňku



# LCD panel – parametry

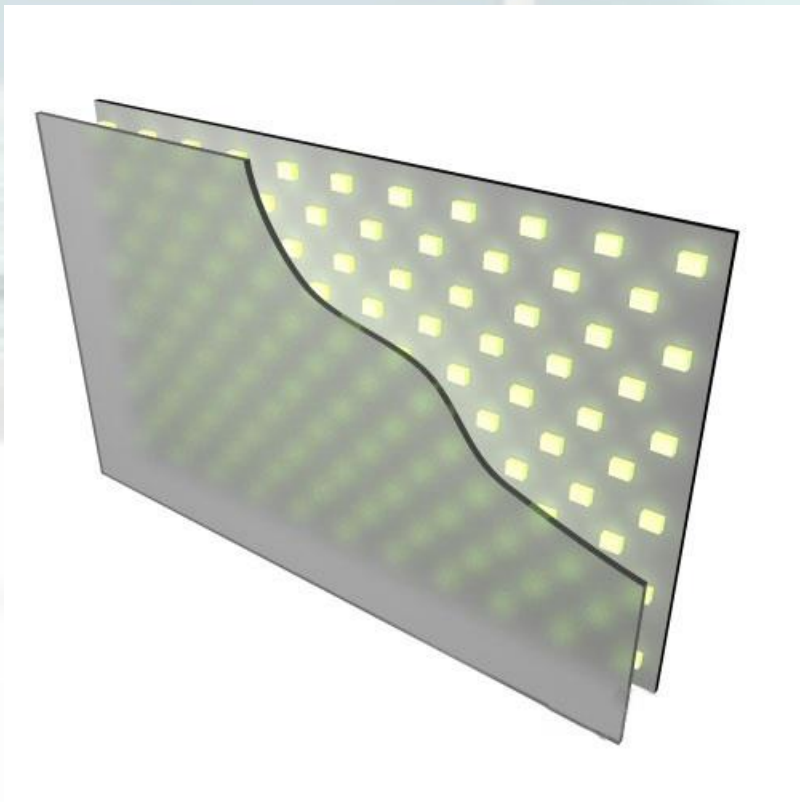
- Na rozdíl od CRT, kde náběh i zhasínání obrazových bodů není problémem, je každá buňka LCD zatížená určitou "setrvačností", což umožňuje měřit odezvu – **response time**
  - dobu odezvy uvádíme v milisekundách, **čím je menší, tím lépe** (<20 ms)
  - dlouhá doba odezvy (nad 35 ms) způsobuje rušivé mlžení a optický neklid na hranách a plochách **pohybujících se částí obrazu**

# LCD panel – CCFL podsvícení



- dříve se používaly tenké trubice (CCFL tubes)
- je kladen důraz na rovnoměrnost světla a jeho barvu (měla by být bílá, obvykle 6000 K)
- docházelo k nerovnoměrnému osvětlení v rozích panelu

# LCD panel – LED podsvícení



- dnes se využívá podsvícení pomocí LED (svítící dioda, Light-Emitting Diode)
- toto řešení přináší úsporu energie a větší životnost celého panelu
- poskytuje lepší homogenitu, u krajů tedy nevznikají žádná tmavá místa

# LCD panel – rozlišení

- **Fyzické rozlišení u LCD** je třeba dodržovat při nastavení grafických karet
  - např. při fyzickém rozlišení 1024x768 se musí rozlišení 800x600, 640x480 a všechny textové režimy přepočítat na celou plochu panelu
  - v prvním případě je měřítko 1,28:1, ve druhém 1,6:1 – v obou případech se nejedná o celé číslo, a tak se musí informace inteligentně rozložit na řadu sousedních pixelů, čímž dochází k určitému zkreslení obrazu



# LCD panely

- **Výhody:**

- **Geometrie, ostrost** – díky přesnému uspořádání pixelů poskytuje LCD dokonale ostrý obraz
- **Jas** – podsvícení displeje je díky CCFL velice jasné a u LED i dokonale rovnoměrné
- **Spotřeba** – LCD panely mají nižší spotřebu energie, která se pohybuje do 50 W

- **Nevýhody:**

- **Doba odezvy** – LCD nejsou tak rychlé jako CRT monitory
- **Pozorovací úhly** – omezené pozorovací úhly jsou občas nepříjemné
- **Vadné pixely** – je-li některý z pixelů trvale rozsvícený nebo zhasnutý
- **Barvy** – LCD nejsou schopny realisticky reprodukovat všech 16,7 milionu barev
- **Kontrast** – jeden z faktorů určující kvalitu (černá barva)

# Plazmové displeje – Plasma Display Panel



# Plazma

- Abyste pochopili princip plazmových displejů, bude potřeba nejprve objasnit, co je to plazma a jakou funkci u technologie PDP má
  - hmota, jak ji známe, se skládá z atomů, zatímco plazma je skupenstvím složeným z iontů a elementárních částic
  - protože plazma není plynem, kapalinou ani pevnou látkou, nazývá se někdy čtvrtým skupenstvím

# PDP – princip činnosti

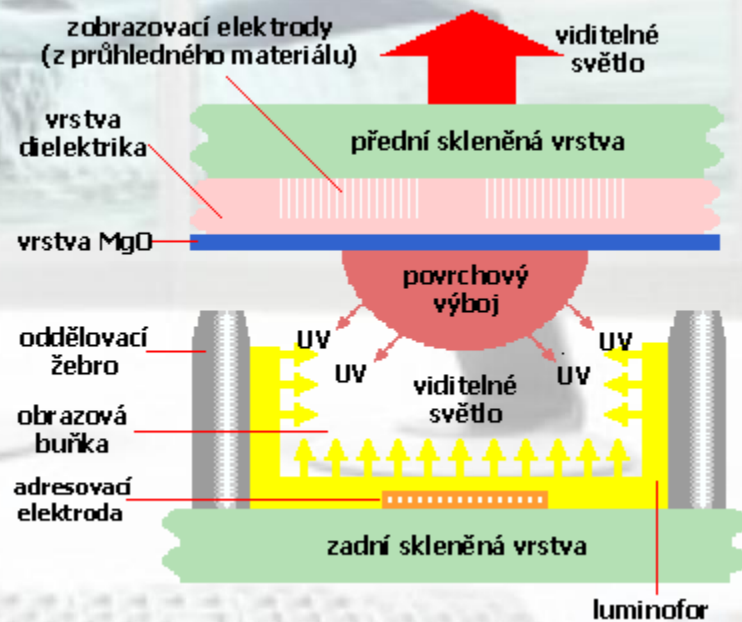
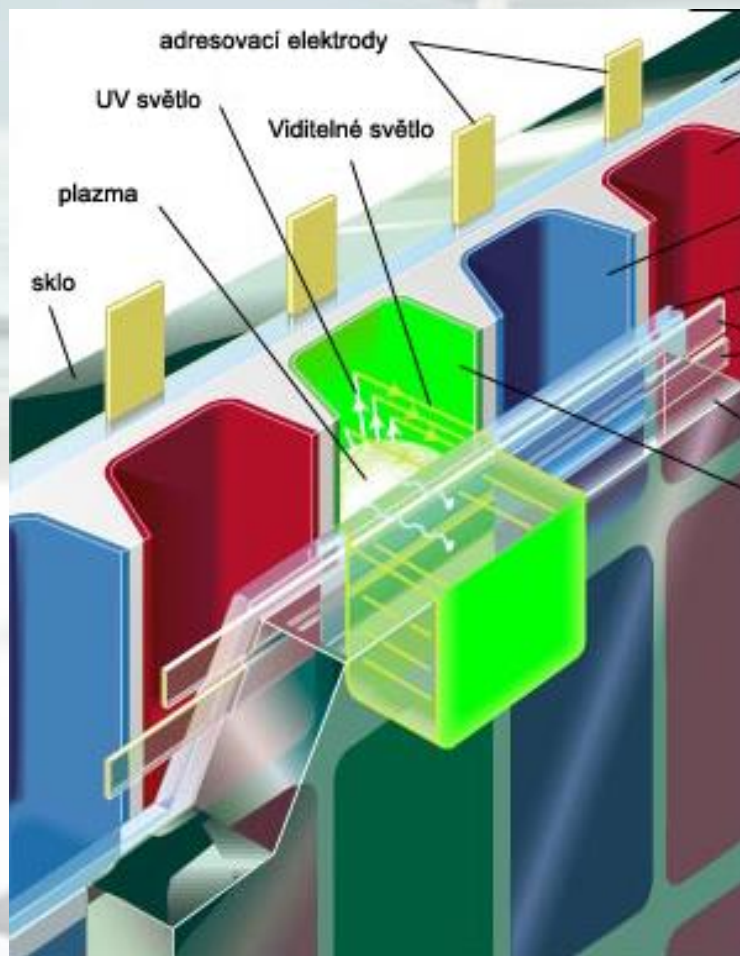
- Princip plazmových zobrazovacích zařízení je v zásadě odlišný od zobrazovacích LCD jednotek
  - jeden pixel v plazmové obrazovce je tvořen třemi subpixely (R, G, B) a každý z nich je vyplněn plazmou
  - plazma emituje UV záření, které dopadá na *scintilátor* a ten se vlivem ionizujícího záření rozsvítí (scintilace = záblesk)

# PDP – princip činnosti

- díky odděleným buňkám pro každou ze tří základních barev pak přes poslední vrstvu plazmového displeje vidíme danou barvu
- každý scintilátor je naplněn jinou směsí, proto při dopadu UV záření produkuje světlo o jiné vlnové délce, tedy i jiné barvě

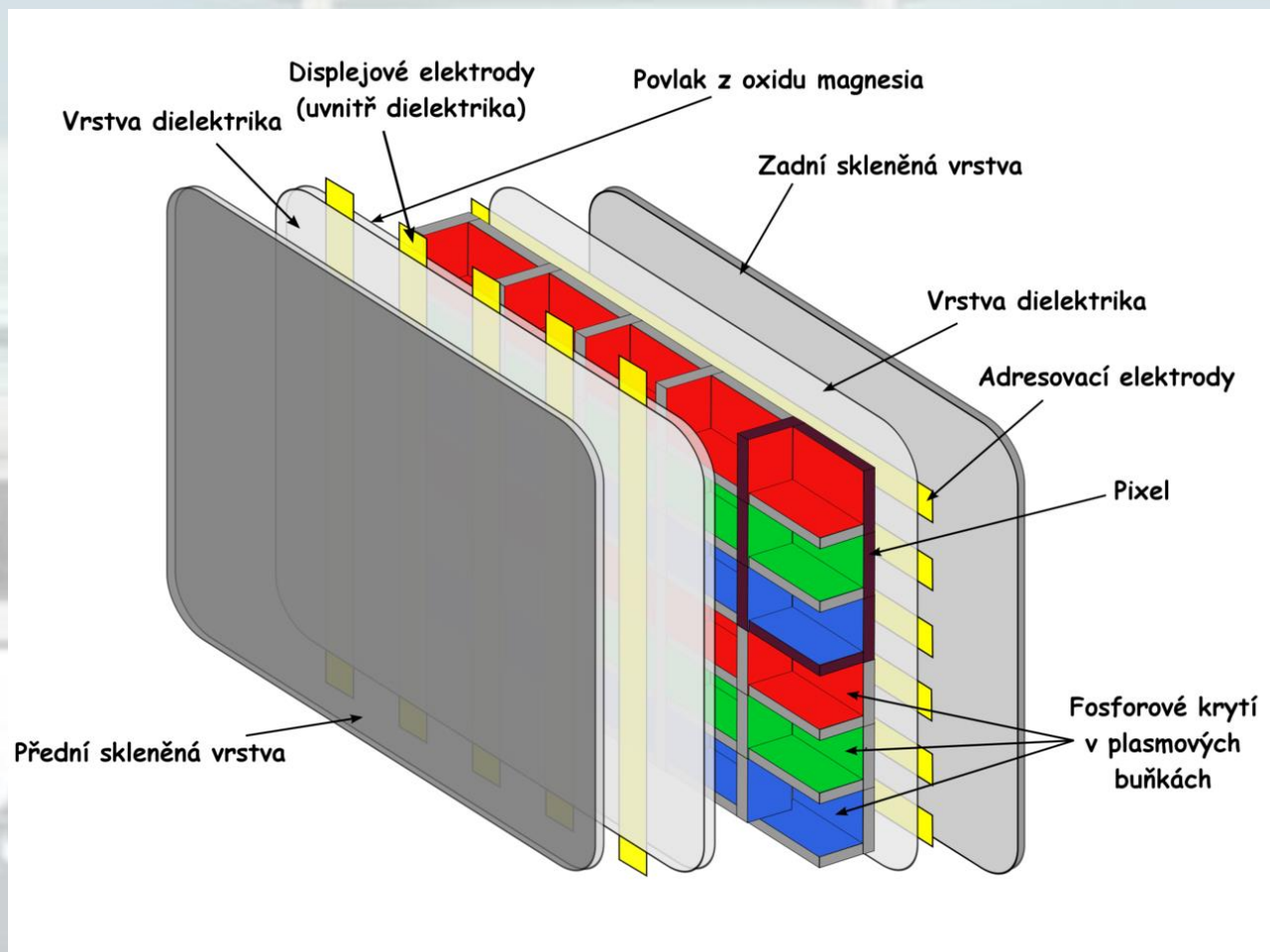


# PDP





# PDP – schéma obrazovky



# PDP – zajímavosti

- princip byl popsán již v roce 1936
- 1996 první PDP televize (Fujitsu, 42“)
- cena 15 000 USD
- jas každého pixelu se reguluje pomocí PCM, jde tedy o plně digitální zpracování obrazu
- ČT má plazmovou TV s úhlopříčkou 261 cm
- životnost je dnes cca 100 000 hodin (11 let)
- odezva pod 1 ms, kontrast okolo 1 000 000:1

# Technologie PDP – výhody

- **Jas a kontrast** – jednotlivé body obrazu jsou zapínány a vypínány, díky tomu je potlačena emise světla v černých partiích. Poskytuje realistický obraz s vynikajícím podáním černé
- **Zorný úhel** – samozřejmostí je vysoký kontrast při sledování z libovolného úhlu
- **Odezva** – dokáže bez problémů zobrazovat rychlé pohyby
- **Barvy** – podání barev je kvalitní jak ve světlých, tak i tmavých scénách

# Technologie PDP – nevýhody

- **Statický obraz** – při jeho trvalém zobrazení postupně dochází k vypalování obrazu
- **Odras panelu** – nevýhodou je skleněný kryt chránící displej. Při dopadu světelných paprsků pod určitým úhlem se nepříjemně leskne
- **Spotřeba** – díky technologii zobrazování je spotřeba vyšší, není vhodná do IT
- **Minimální velikost** obrazového bodu je také omezena technologií (příliš velká)

# OLED





# OLED

- **OLED** - (zkratka z **Organic light-emitting diode**) je typ displeje využívající technologii organických elektroluminiscenčních diod
- Technologie pochází z roku 1987, kdy ji vyvinula firma Eastman Kodak. Využívá se zejména u přístrojů spotřební elektroniky (mobilní telefony, MP3 přehrávače, TV...)



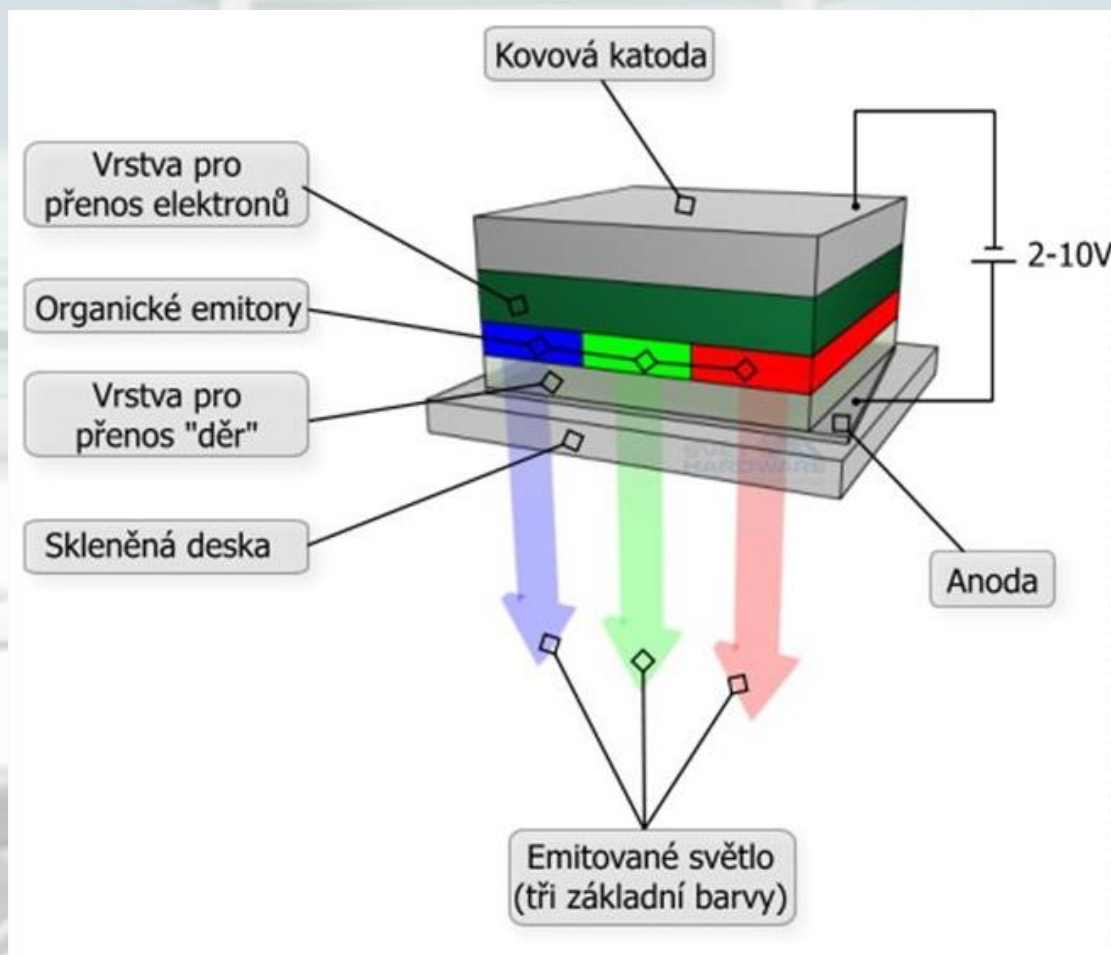
# OLED – princip

- Mezi průhlednou anodou a kovovou katodou je několik vrstev organické látky
  - jsou to vrstvy vypuzující díry, přenášející díry, vyzařovací vrstva a vrstva přenášející elektrony
  - existují 2 základní druhy OLED:
    - s pasivní maticí (PMOLED)
    - s aktivní maticí (AMOLED) – složitější, dražší, kratší odezva, nižší spotřeba, vyšší zobrazovací frekvence

# OLED – princip

- Přivedením napětí jsou vyvolány kladné a záporné náboje, které se spojují ve vyzařovací vrstvě, a tím produkují světelné záření
  - struktura a elektrody jsou uzpůsobeny tak, aby docházelo k maximálnímu střetávání nábojů ve vyzařovací vrstvě. Proto má světlo dostatečnou intenzitu

# OLED – princip



# OLED – výhody

- Největší výhodou oproti LCD je **zkrácení odezvy** o jeden řád (desítky mikrosekund)
- dokonalá homogenita obrazu
- pozorovací úhly zde prakticky neexistují
- nízká hmotnost a pružný podklad
- lepší energetická účinnost i podání černé oproti LCD (neaktivní OLED neodebírá proud a neprodukuje světlo)

# OLED – nevýhody

- omezená životnost buněk (zejména modrá)
- poškoditelnost vodou (jde o organickou látku)
- nedostatečný venkovní výkon (100% spoléhá na převod elektřiny na světlo – LCD jsou do určité míry reflexní)

# Elektronický papír – E-ink





# Elektronický papír

- **Elektronický papír, e-ink nebo e-papír** je plochá zobrazovací jednotka, která odráží světlo jako normální papír
  - může uchovat text i obrázky trvale, bez spotřeby elektřiny, s možností změny obsahu, často je také ohýbatelný
  - z důvodu nízké energetické náročnosti se prosadil ve čtečkách elektronických knih
  - e-papír lze číst na přímém slunci nebo pod lampou

# Elektronický papír – princip

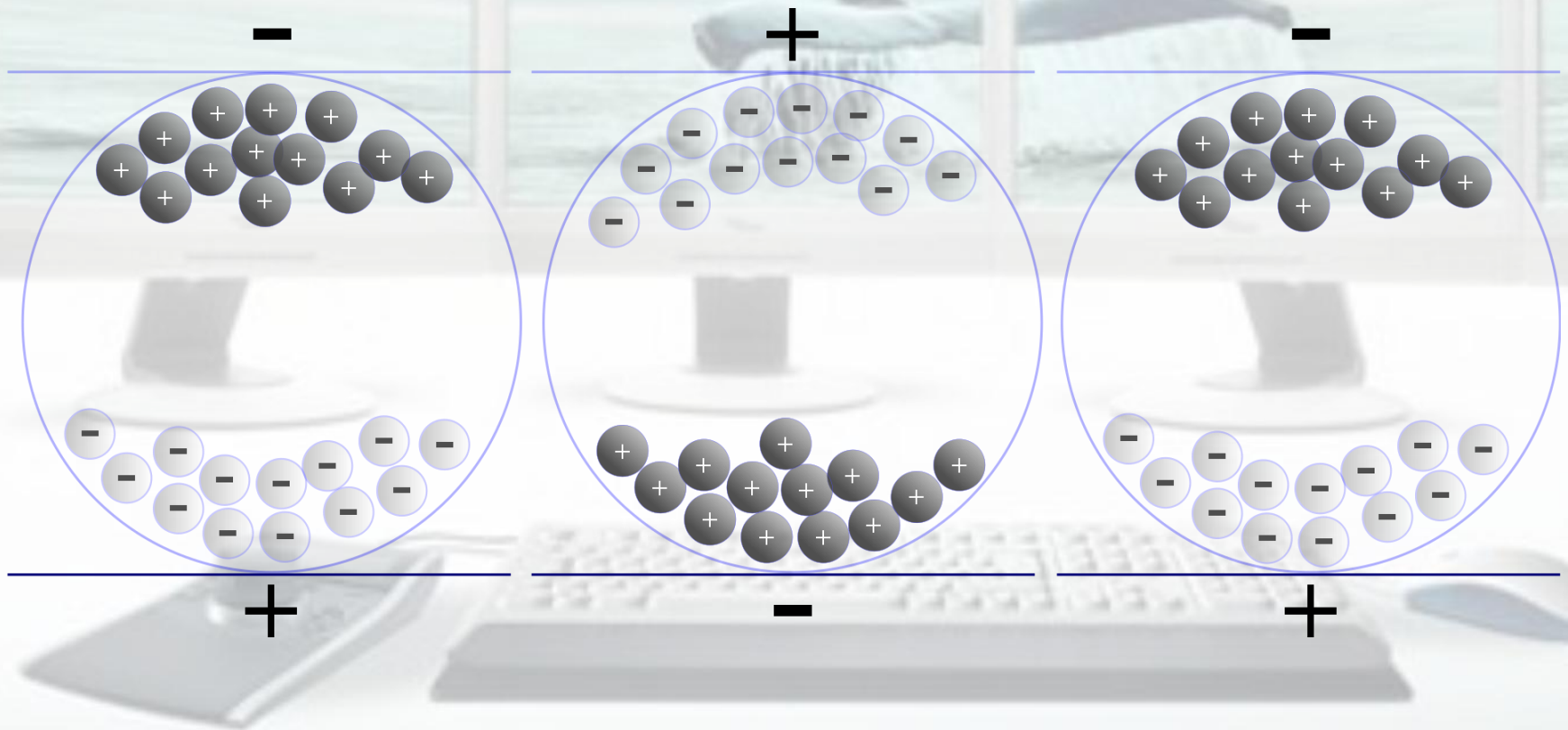
- e-papír se skládá z vrstvy milionů mikrokapslí podobných těm, které se používají v LCD
- mikrokapsle obsahují opačně nabitě bílé a černé částice, které jsou přesouvány do popředí nebo do pozadí
- barvy se dosahuje přidáním několika vrstev filtrů

# Elektronický papír – princip

- technologie ChLCD (Kent Display) používá vrstvu mikrokapslí obsahujících cholesterické tekuté krystaly, které mají spirálovitou strukturu
- ta může být aktivována pomocí změny napětí tak, aby byla průsvitná nebo odrazivá

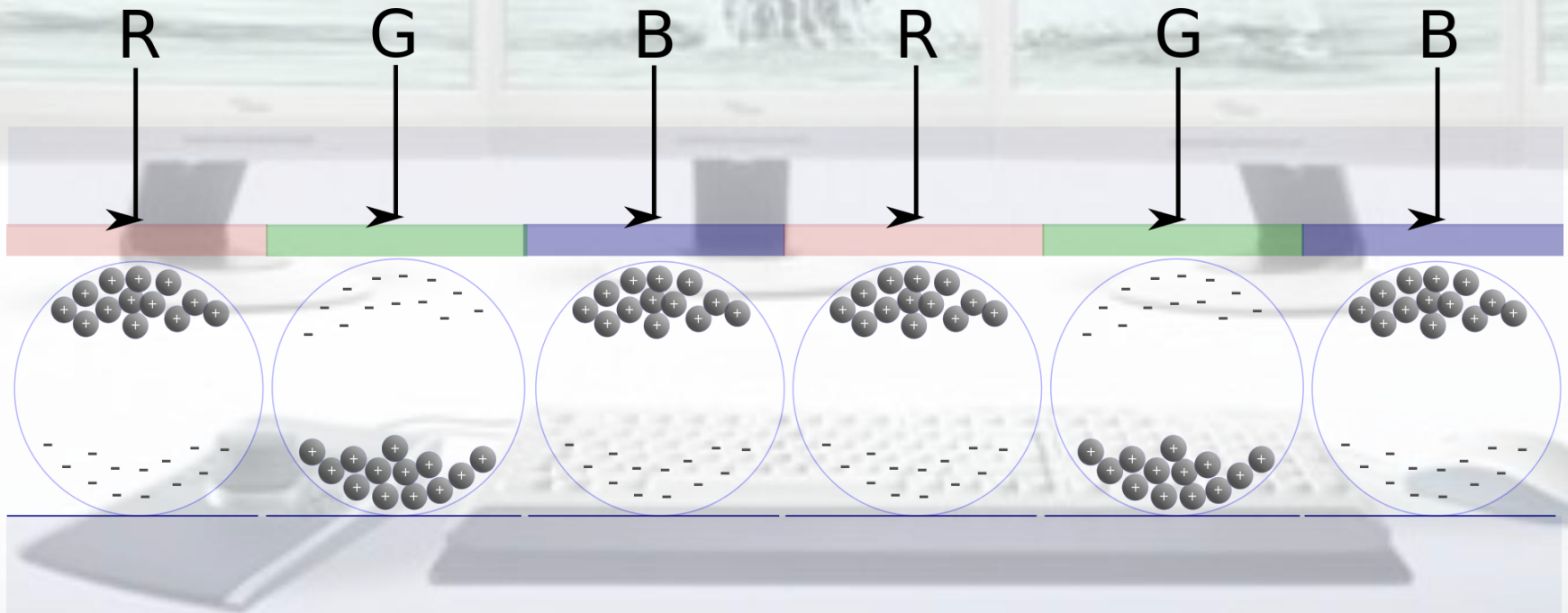
# Elektronický papír

- černobílý e-ink display:



# Elektronický papír

- e-ink display používající barevné filtry:



# Elektronický papír

- Další technologie:
  - P-ink (Opalux), princip odražení barevných složek dopadajícího světla opálem
  - 3Qi (Pixel Qi), 3 módy (barevný s vysokým rozlišením, nízkoenergetický černobílý a e-papír), může pracovat s podsvícením
  - QMT – princip motýlích křídel, pomocí otevírání a zavírání malých otvorů je promítána jedna ze složek RGB



# Dataproyektor



# Dataprojektory

- Dataprojektory jsou používány zejména pro prezentace, protože umožňují zobrazení na velké ploše
  - podle technologie zobrazování je můžeme rozdělit do dvou základních skupin – LCD a DLP
  - technologie CRT se již téměř nepoužívá zejména pro problematiku nastavení. Využívá se u projekčních sálů, kde je projektor pevně zabudován
  - pro porovnávání je důležitá jednotka svítivosti ANSI lumen, která určuje světelný výkon dataprojektoru

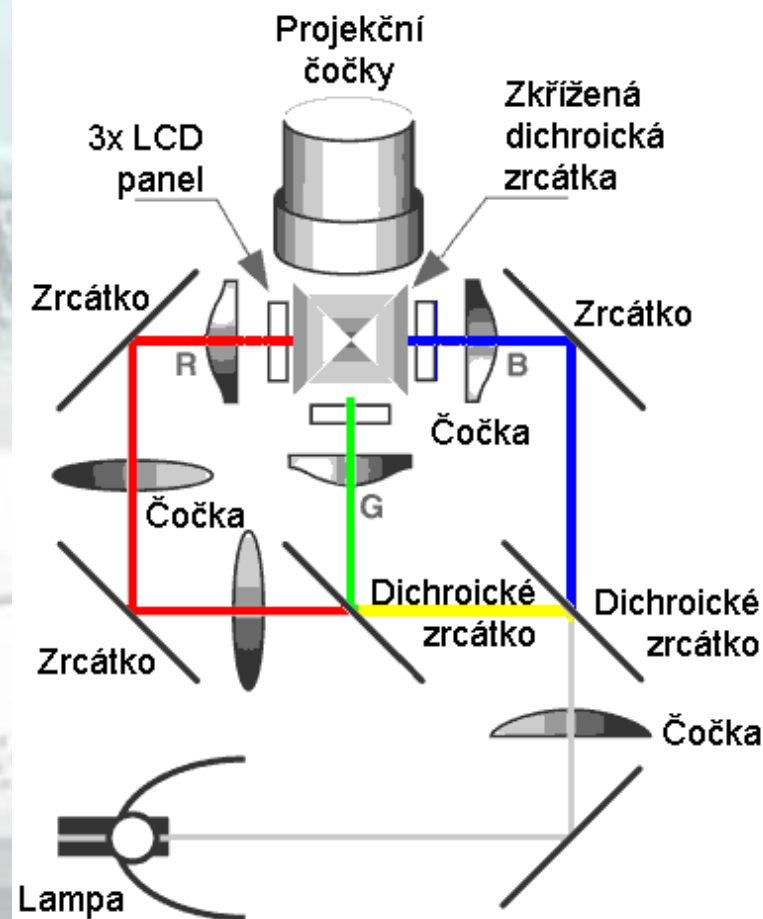
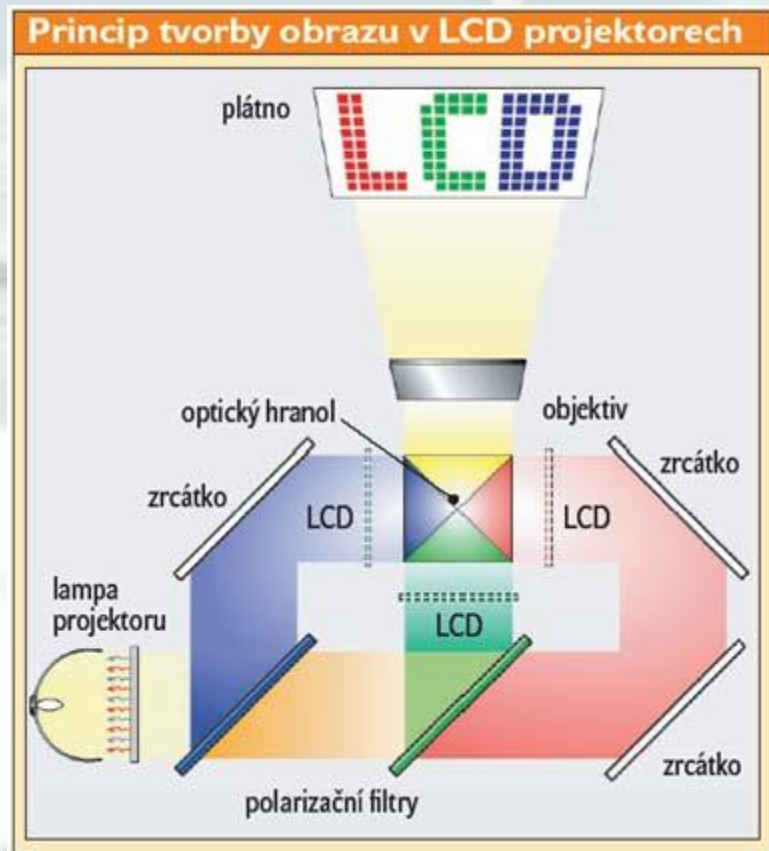
# Dataprojektory LCD

- Obsahují tři LCD, každý pro jednu ze základních barev (červenou, zelenou a modrou)
  - pomocí optické soustavy (dichroická zrcadla, čočky) je k těmto displejům přivedeno světlo od projekční lampy
  - každý displej z procházejícího světla propustí jednu barevnou složku a příslušně upraví jas
  - pomocí optického hranolu jsou tři světelné paprsky opět spojeny do jednoho, který je odeslán do objektivu a na projekční plochu

# Dataprojektory LCD

- dichroické zrcadlo má schopnost odrážet či propouštět světlo v závislosti na vlnové délce
- světlo z lampy dopadne na první zrcadlo, to propustí jednu složku a zbylé světlo odrazí
- následuje zrcadlo pro druhou a nakonec pro třetí složku. Odražené paprsky světla pokračují samostatně do přiděleného LCD
- pro zobrazení se využívá tekutých krystalů, jedná se o transmisní technologii

# Dataprojektory LCD



# Dataprojektory LCD

- ***Výhody:***

- nižší hlučnost
- ostrý a jasný obraz
- nemají duhový efekt

- ***Nevýhody:***

- stárnutí a vypalování LCD displejů
- s rostoucím počtem hodin klesá kvalita zobrazení
- znatelně viditelný rastr u LCD panelů
- citlivost na prašné prostředí (vniknutí prachu brání pouze prachový filtr)



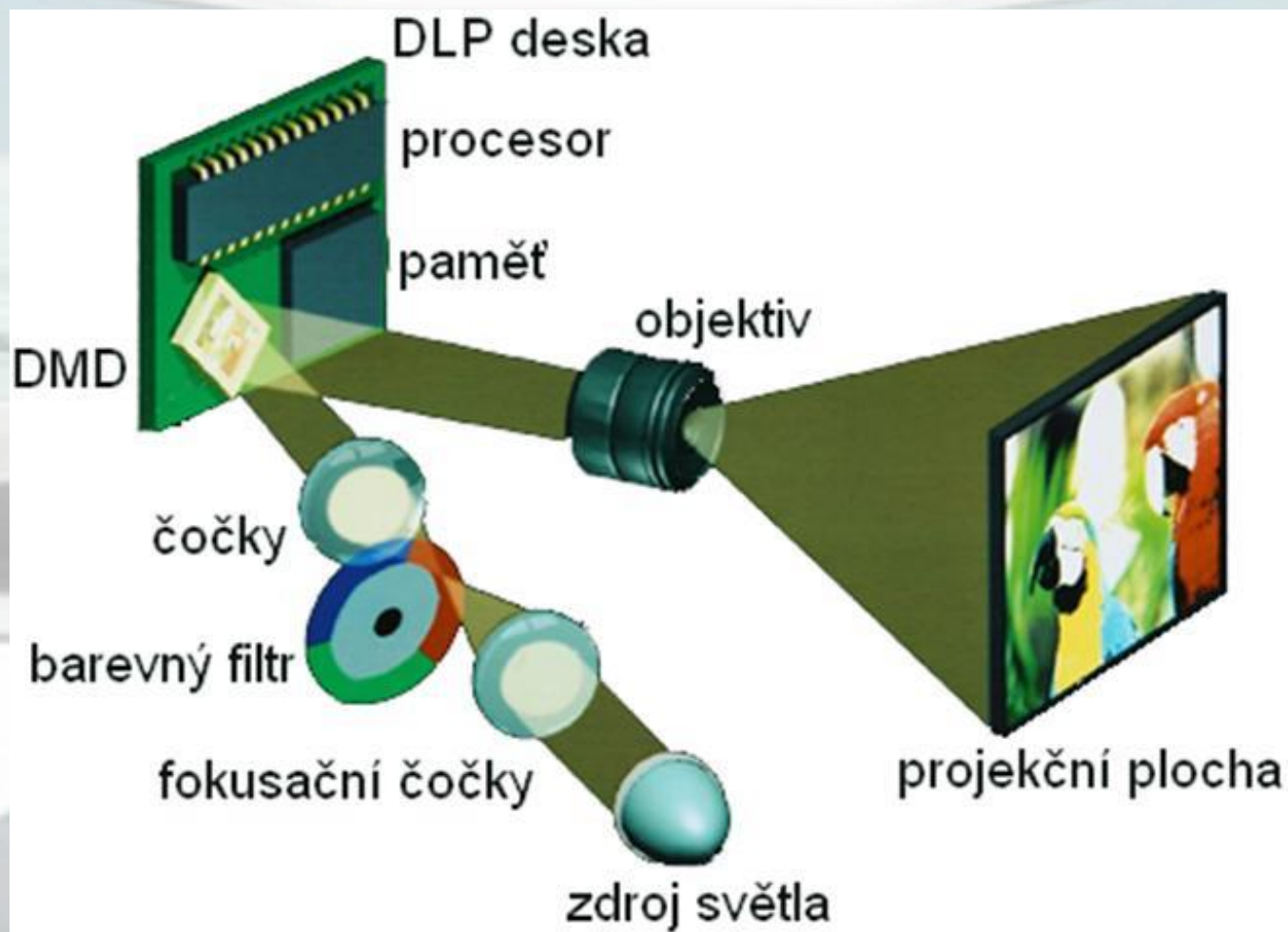
# Dataprojektory DLP

- Uvnitř projektoru se nachází jeden nebo více čipů DMD – Digital Micromirror Device
  - čip obsahuje tisíce zrcátek mikroskopických rozměrů, každé pro jeden obrazový bod (pixel)
  - zrcátka na čipech DMD se dokáží naklápět o přibližně  $10^\circ$
  - na čip se zrcátka nepřetržitě svítí projekční lampa a naklápění zrcátek je řízeno elektronikou projektoru

# Dataprojektory DLP

- jakmile dostanou pokyn, nakloní se na jednu nebo na druhou stranu
- zrcátka otočená jedním směrem odrážejí dopadající paprsky do objektivu projektoru a přes něj světlo prochází na projekční plátno
- protože je zbylá část zrcátek nakloněna na druhou stranu, jsou paprsky na ně dopadající odraženy jiným směrem – do pohlcovače světla, čímž je ovlivňován jas v jednotlivých bodech obrazu

# Dataprojektory DLP



# Dataprojektory DLP

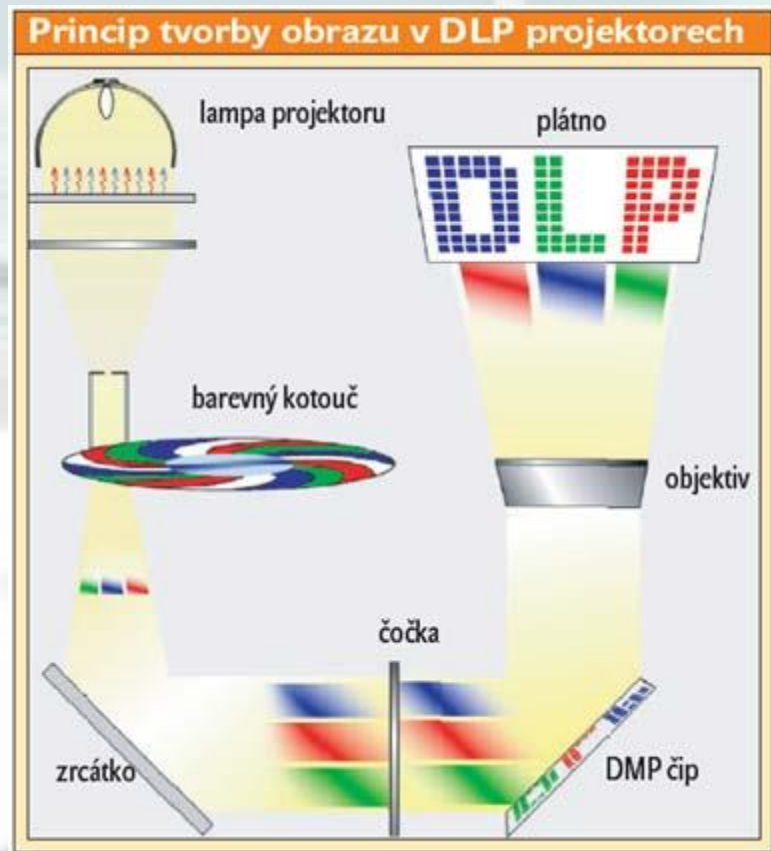
- světlo z lampy prochází přes optickou čočku a rotující barevný kotouč, který změní jeho vlnovou délku
- na kotouči bývají tři základní barvy (RGB) a jedna průhledná část pro zvýšení jasu
- na kotouči může být i více barev (např. žlutá či azurová)
- obarvené světlo z kotouče putuje do další čočky, která je nasměruje na DLP čip

# Dataprojektory DLP

- DLP čip vytvoří obraz pootočením zrcátek
- pohyb kotouče a zrcadel na čipu je velmi přesně synchronizován
- jedná se o reflektivní, tedy odrazovou technologii
- Texas Instruments uvádí až 1024 pohybů zrcátek za sekundu. Právě takto vzniká šedá a všechny barevné odstíny. Čím déle je zrcadlo vystaveno světlu, tím světlejší odstín je.



# Dataprojektory DLP



4 Segment  
90° White



4 Segment  
40° White



BrilliantColor  
RGBCYM Type 1



BrilliantColor  
RGBCYM Type 2



BrilliantColor  
RGBCYW - Graphics



BrilliantColor  
RGBCYW - High Brightness



# Dataprojektory DLP

- ***Výhody:***

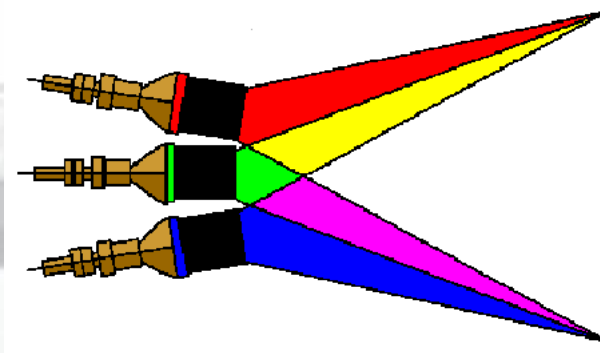
- plynulejší video
- menší rozměry
- méně viditelný rastr
- vytváří „černější“ odstíny černé
- vyšší kontrast

- ***Nevýhody:***

- duhový efekt (odstraňuje se technologií 3DLP a použitím dichroických zrcadel – dražší)
- více pohyblivých částí (kolečko s barevným filtrem)
- vyšší hlučnost
- potřebuje silnější zdroj světla než LCD

# Dataprojektory CRT

- Barevný CRT projektor je založen na principu tří nezávislých obrazovek s vysokým jasnem, které generují obraz a skrze optickou soustavu jej promítají na plátno
  - každá ze tří obrazových trubic se stará o jednu ze základních barev (červená, zelená a modrá)

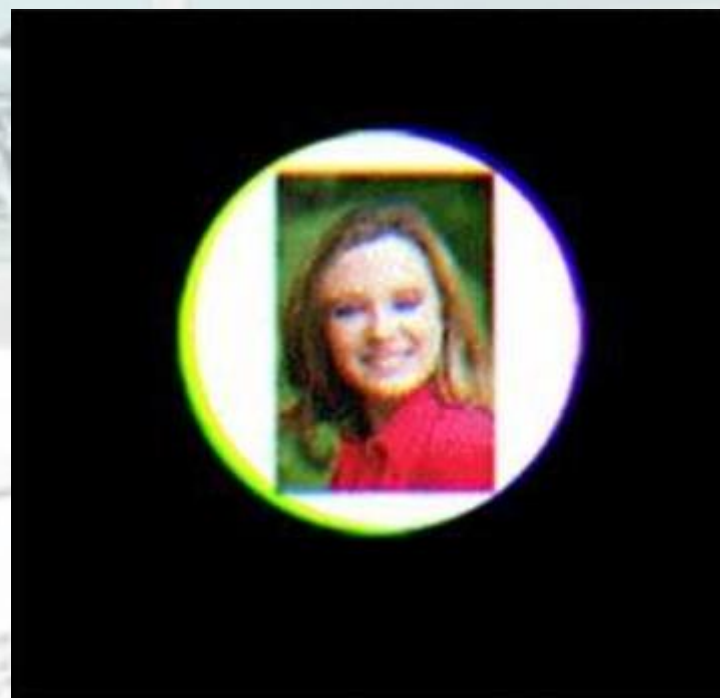
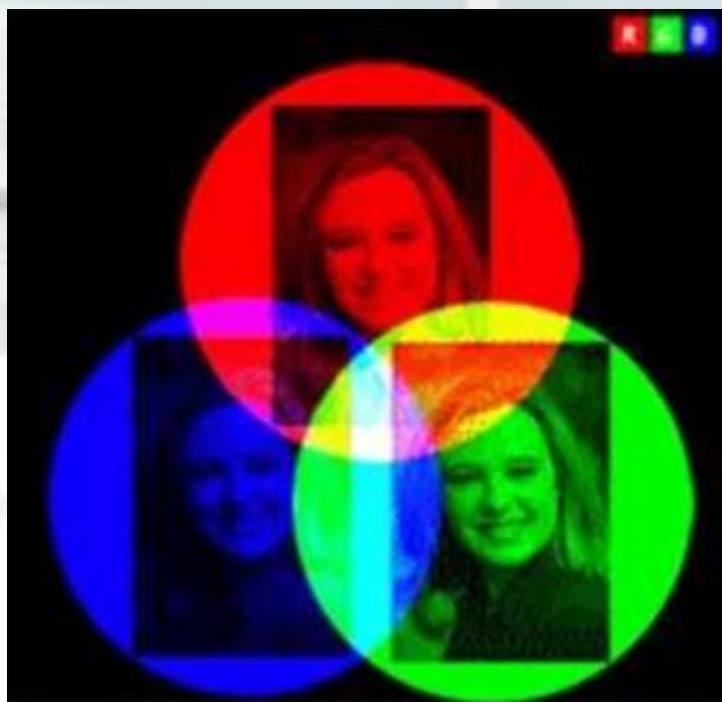


# Dataprojektor CRT



# Dataprojektory CRT

obraz je složen až na projekční ploše



# Dataprojektory CRT

- ***Výhody:***

- výborná kvalita reprodukce barev
- vysoké rozlišení i kontrast
- spolehlivost
- dlouhodobý provoz

- ***Nevýhody:***

- omezená oblast použití
- značná hmotnost
- větší rozměry

# Dataprojektory

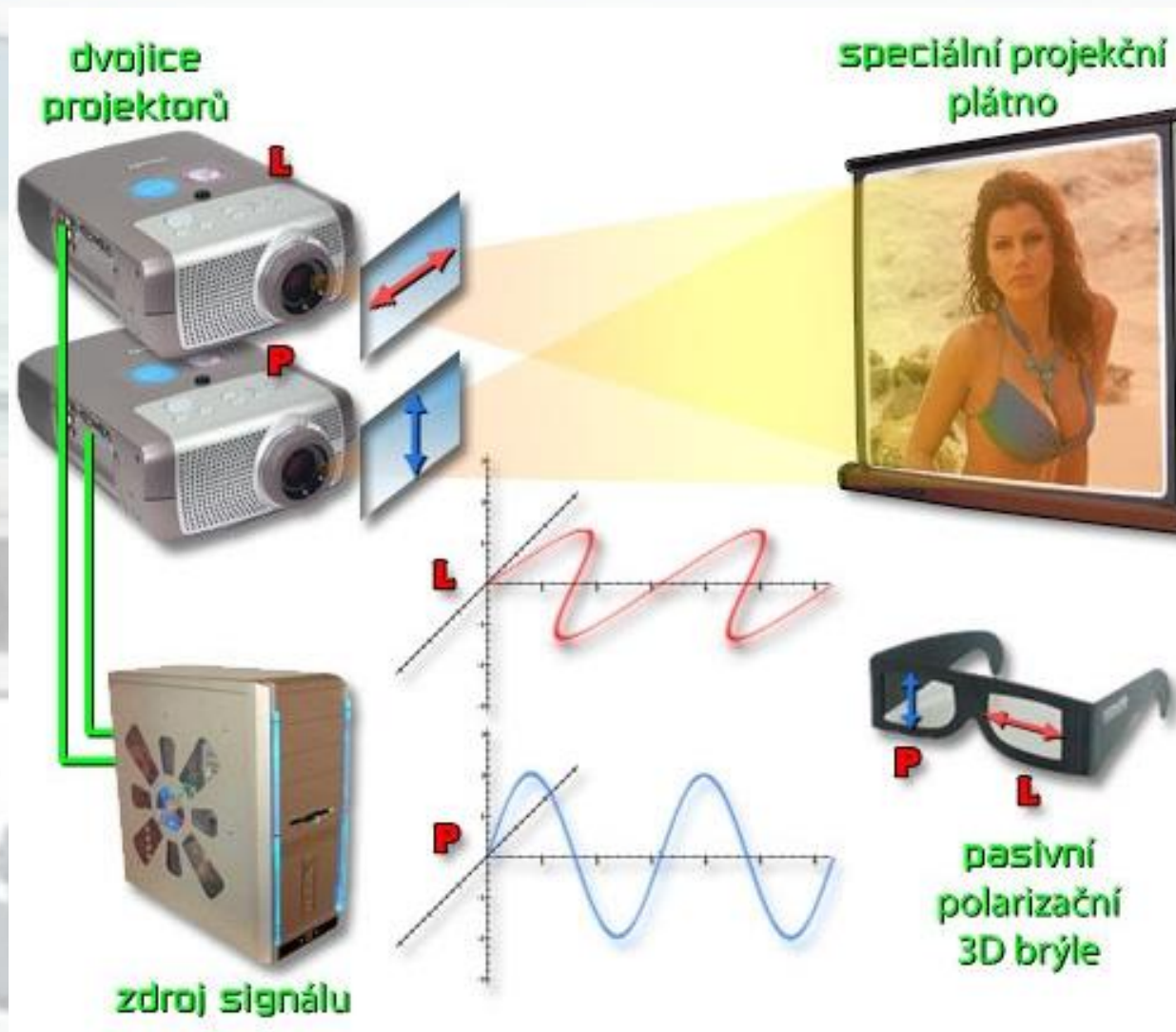
- Další technologie:
  - LED (DLP s lampou nahrazenou LED)
    - výhodou je nízká spotřeba a malé rozměry, nevýhodou malá světelnost
  - LCoS (kombinace LCD a DLP)
    - výhodou je vysoký kontrast, vysoké rozlišení a kvalitní barevné podání, nevýhodou vysoká cena



# 3D projekce

- Pasivní 3D projekce je založena na brýlích, které mají v očnicích opačně orientované polarizační filtry
  - na jednu projekční plochu se promítají dva obrazy, plocha musí zachovat polarizaci odraženého světla
  - před každým projektozem je také polarizační filtr
  - nastavení filtrů u projektorů koresponduje s nastavením filtrů na brýlích
  - do každého oka díky filtrům pronikne pouze obraz s odpovídající polaritou

# 3D projekce



**A TO JE PROTENTOKRÁT VŠE**

