



Obrazová fotonika

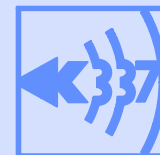
Aktuální trendy v zobrazovací technice



České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra radioelektroniky

Technická 2
166 27 Praha 6

Katedra
radioelektroniky
K13137



Karel Fliegel
fliegek@fel.cvut.cz
+420 224 352 248



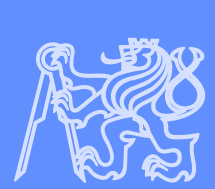
Úvod a obsah přednášky

☐ Pokrok v audiovizuální technice

- ❖ **Vysoká kvalita reprodukce** audiovizuálního obsahu
 - Dříve představitelná pouze **ve vybraných kinosálech**
 - Od **malých ČB TV** k **velkoplošným či 3D systémům** s prostorovým zvukem
- ❖ Příspěvek uvádí **základní poznatky** a zmiňuje **aktuální trendy**

☐ **Obrazové displeje**

- Displeje s kapalnými krystaly LCD
- Plasmové displeje PDP
- Nové zobrazovače (OLED, FED a SED)
- ❖ **Projekční zobrazování**
 - DLP, LCOS, micro-LCD, laser a mikroprojektor
- ❖ **Stereoskopické a objemové** (volumetrické) zobrazování
- ❖ Současné **trendy v zobrazovací technice** a výhled do budoucna



Obrazové displeje

❑ Motor trhu

❖ Zejména **přechod od analogového TV vysílání na digitální**

- **Náhrada starších CRT** novou technologií
- **CRT (na pár výjimek) zmizely** z pultů prodejců

❖ **Nový zobrazovač**

- **Plochý, tenký**, často **větší úhlopříčka** než původní vakuová obrazovka
- Prodejům **kraluje LCD** (Liquid Crystal Display)
- **Následuje PDP** (Plasma Display Panel)
- Objevují se **nové technologie** (OLED, FED a SED,...)
- Pro velké plochy se hodí **projekční technologie** (DLP, LCOS, micro-LCD, laser a mikroprojektory,...)
- **Speciální systémy** (stereoskopie, 3D objemové zobrazování, hologram,...)

❑ Zjednodušená klasifikace zobrazovačů

❖ **Přímé zobrazení vs Projekce** (přední, zadní)

❖ Další dělení podle **principu vzniku obrazu**

- **Přímo vyzařující** (modulovaný světelný zdroj, např. CRT, PDP)
- **Nepřímo vyzařující** (světelné **ventily**, např. LCD – nezávislý světelný zdroj)



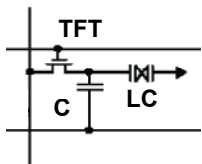
Zobrazovače LCD

□ LCD (Liquid Crystal Display)

❖ V současnosti **nejprodávanější** zobrazovače

- **Typický LCD má několik vrstev**

- Podsvětlení
- Vrstva s molekulami LC, elektrody
- Aktivní LCD - matice tenkovrstvých tranzistorů TFT (thin film transistor)
- Dvě vrstvy polarizačních filtrů



- **Barevný LCD**

- Pixel sestává z kapalných krystalů nad červeným, zeleným a modrým filtrem (**subpixel**)

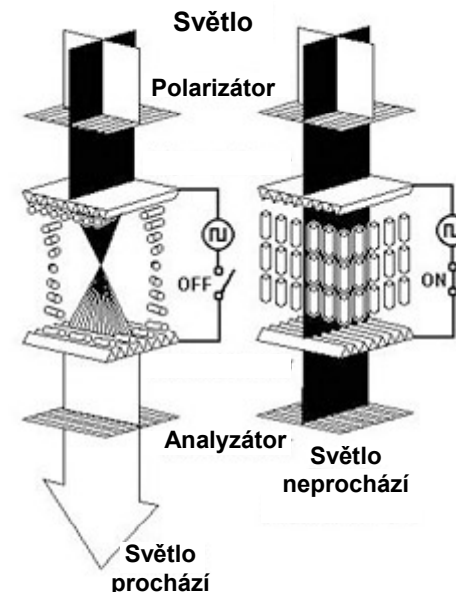
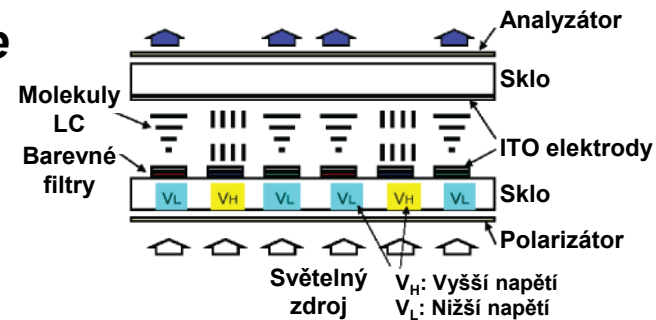
- **Podsvětlení**

- **Zářivka** se studenou katodou CCT (cold cathode fluorescent tube)
 - Malý kontrast, životnost (10 let)
- Pomocí **LED** (light emitting diode)
 - Zvýšení kontrastu, saturace barev, životnosti (15 let)

- Lze dosáhnout mírně **nižší spotřeby než u PDP**

- Uvažuje se průměrná spotřeba...

- Problémy s **pozorovacím úhlem**





Zobrazovače PDP

□ PDP (Plasma Display Panel)

• *Tvorba obrazu v PDP*

- **Luminofory** červené, zelené, modré
- Komůrka vyplněné **inertním plynem** (xenon, neon)
- Více jak **milion miniaturních zářivek**
- Výboj v ionizovaném plynu, **UV záření**
- **Přeměna na viditelné světlo** luminoforem

• *Výhody* oproti LCD

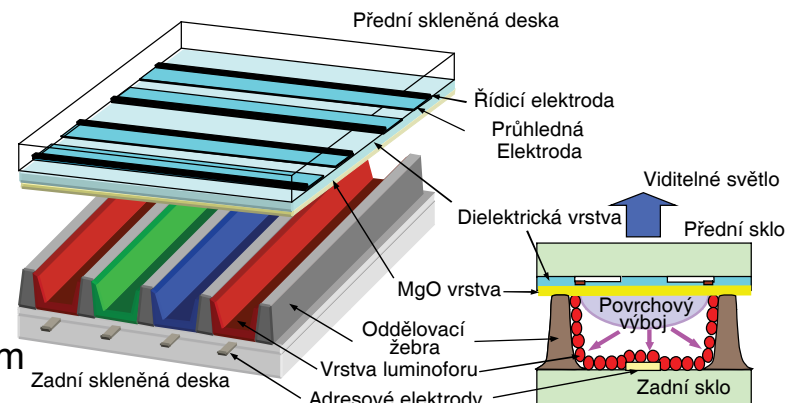
- **Jasný obraz** (nejde o ventil), pozorovací **úhel**, velké **plochy** (150“, tedy cca 3,5m)

• *Nevýhody* oproti LCD

- Nižší **životnost**, větší **energetická** náročnost, větší **hmotnost**
- **Vypalování** obrazu, potlačení efektu (speciální luminofor, posouvání obrazu)
- Omezení funkčnosti ve vyšších nadmořských výškách

• *Závěr*

- Výrobci PDP **odstranili řadu nevýhod** technologie
- **Optimalizované PDP** jsou **drahé** (vyplatí se pro **velké úhlopříčky**)
- Dosahují z principu **nekompromisního podání černé**, mají **velký gamut a kontrast**
- Srovnatelné vlastnosti mají **LCD s LED podsvětlením**



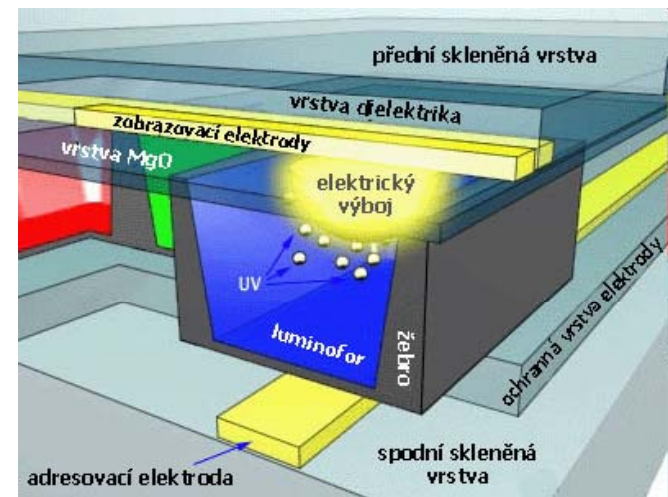
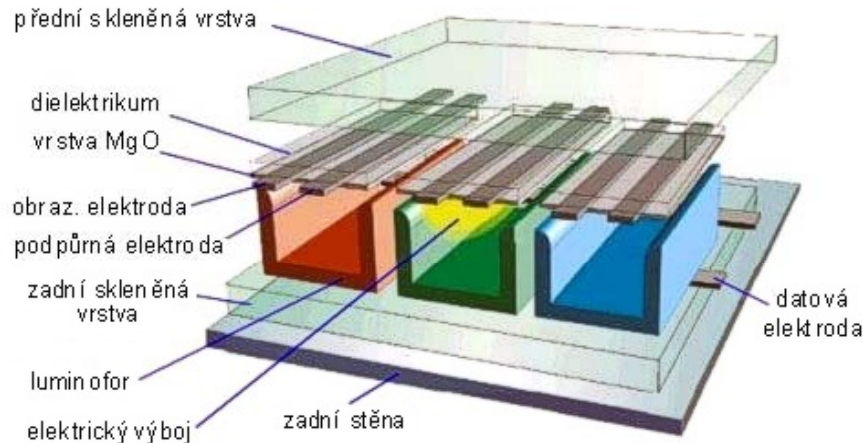


Zobrazovače PDP

□ Fáze činnosti plazmového displeje

❖ Buzení střídavým napětím

- Mezi sběrníkovými elektrodami (X, Y) cca 200 V
- **Ionizace plynu** (Argon, Xenon, Neon)



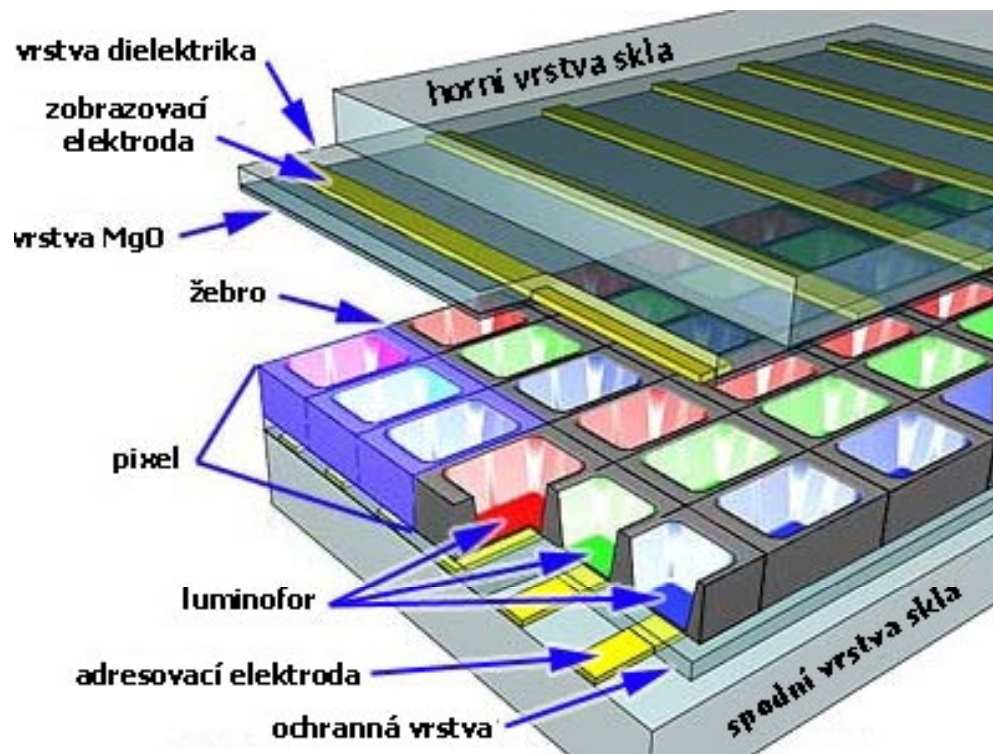
- Přivedením napětí mezi sběrníkovou (X) a adresovací (S) elektrodou se adresuje místo výboje (ustálený stav 50 V)
- Excitace plynu a při deexcitaci se uvolní UV záření
- Rekombinace UV má viditelné světlo na luminoforu



Zobrazovače PDP

Adresace u plazmového displeje

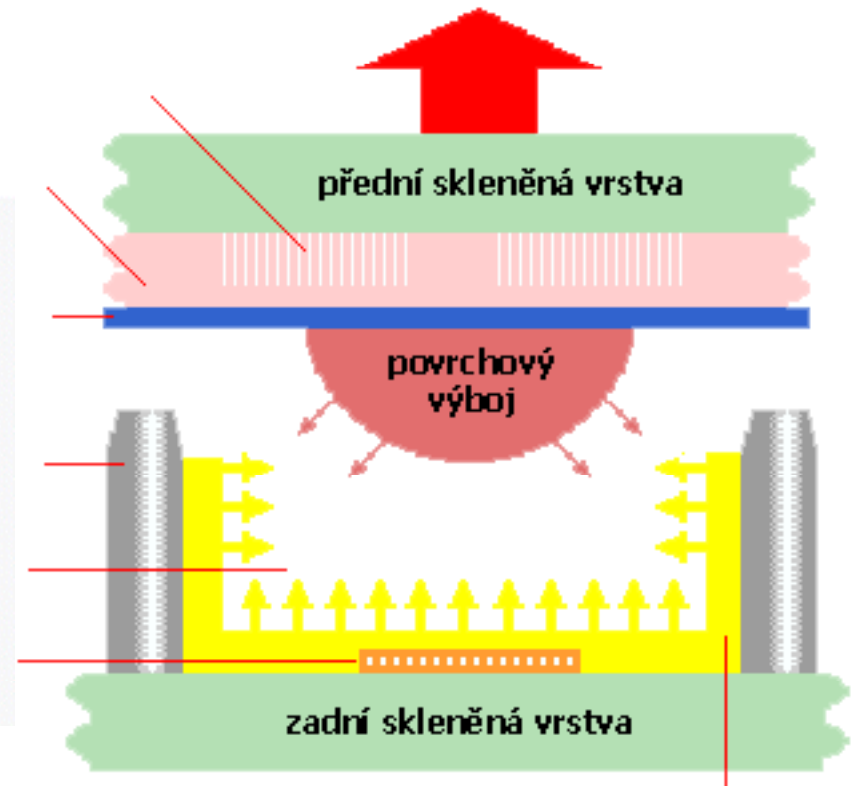
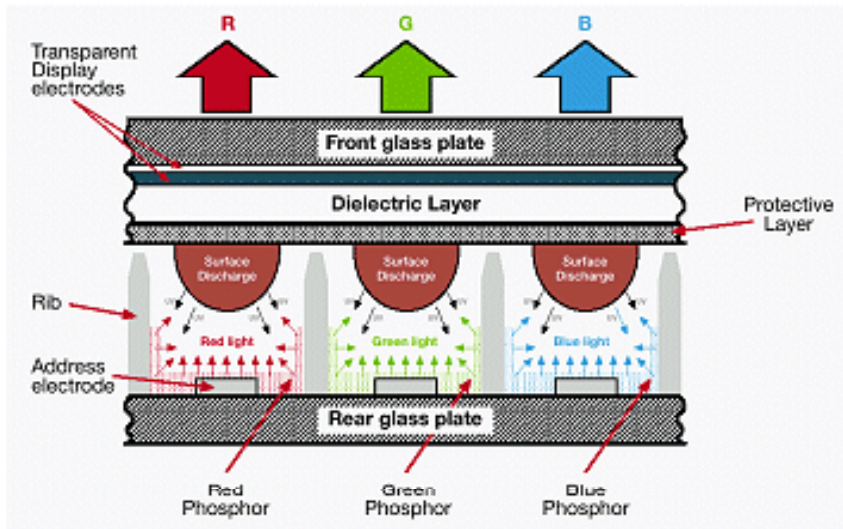
- ❖ Horizontálně
 - Adresovací elektrody (S)
- ❖ Vertikálně
 - Sběrníkové elektrody (X, Y)
- ❖ Mřížka
 - Adresace každého pixelu





Zobrazovače PDP

□ Struktura buňky

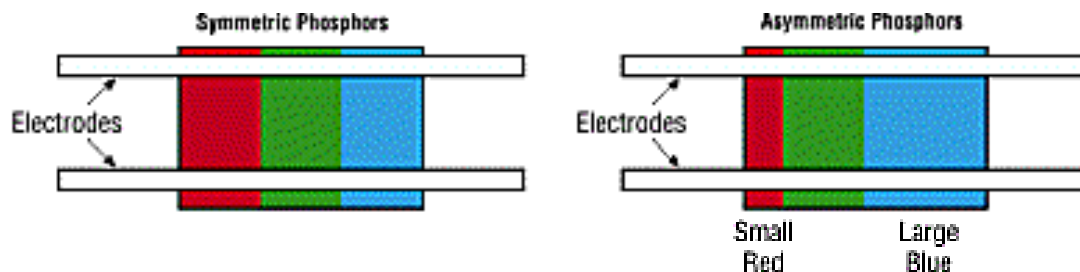




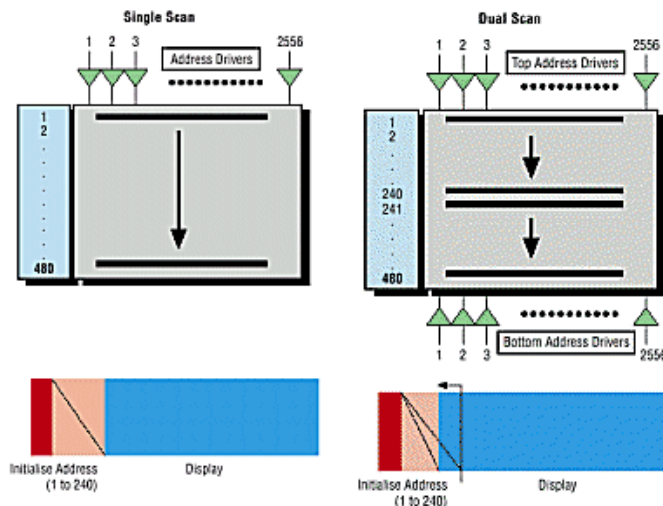
Zobrazovače PDP

❑ Varianty buněk

- ❖ Symetrické x asymetrické buňky



- ❖ Adresování – jednoduché x dvojité (rychlejší – kratší doba adresace, světelný výkon, větší spotřeba)





Nové zobrazovače OLED, FED a SED

□ LCD a PDP

❖ Patří již mezi **klasické technologie**

- Rozšířenost (zejména **LCD**) roste
 - Nízká hmotnost, HDTV, použití v TV přijímačích, laptopy, další přenosné přístroje, automobilový průmysl, apod.
 - V této situaci **obtížné prosadit novou technologii**
 - Musí nabídnout velkou **technickou** či **cenovou** výhodu nebo novou **aplikace**

□ Příklady nových zobrazovačů

❖ **OLED** (organic light emitting display)

- Organický zobrazovač
 - Pružný displej (**svinutelný**), nové **aplikace**

❖ **FED** (field emission display)

- Displej s **emisí pole**

❖ Nové technologie umožní **obejít principiální nevýhody** LCD a PDP

- LCD = dlouhá **doba odezvy**, vysoká **úroveň černé** (částečně řeší LED)
- PDP = potřebný **jas v bílé** omezen požadavky na nízký příkon



Nové zobrazovače OLED, FED a SED

❑ **OLED (organic light emitting display)**

❖ **Podobná** struktura jako aktivní **TFT LCD**

- **Organická vrstva** mezi elektrodami **místo LC**
- Vrstva **vyzařuje světlo po přiložení napětí**
 - Tvořena deposicí monomerů ve vakuu
 - Nebo častěji přímým **tiskem polymerovými inkousty**
- Vrstva tvoří **PN přechod z organických materiálů**

❖ **Výhody** OLED

- Přímé vyzařování (**nepotřebuje podsvětlení**), **malá tloušťka a hmotnost**

❖ **Nevýhody** OLED

- **Nižší životnost** organických materiálů, náročná technika **řízení jasu**
 - Ve vývoji je účinné technologie **zpracování organických vrstev**
 - Zlepšení **rovnoměrnosti substrátu**

❖ **Problematické prosazování do praxe**

- **Počátek** vývoje sahá do roku **1980**
- První **komerční displej Sony XEL-1** z roku **2007**
 - Tloušťka 3mm, úhlopříčka 28cm





Nové zobrazovače OLED, FED a SED

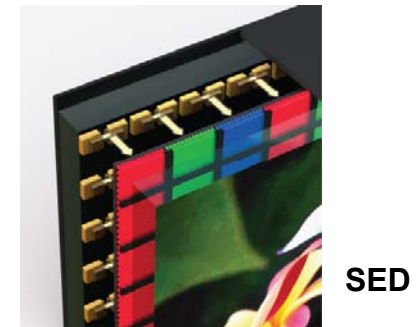
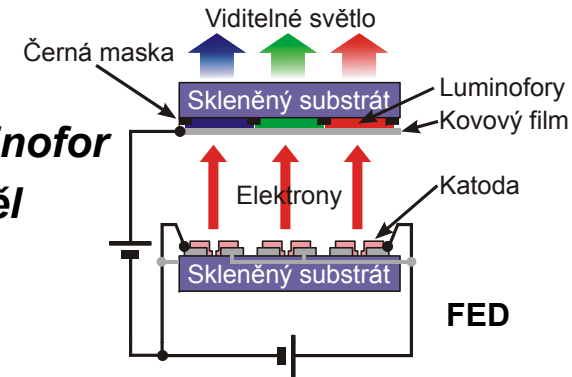
□ **FED (field emission display)**

❖ Princip podobný jako u **vakuové obrazovky CRT**

- **Elektrony** uvolňované ze **studené katody** budí **luminofor**
- U FED jsou **miliony miniaturních elektronových děl**
 - Realizace pomocí **nanotubic**
 - Každá trubice budí **vymezenou plošku luminoforu**
- **Prototypy**
 - **Malá tloušťka**, okolo 5cm
 - Lepší **energetická účinnost** než u PDP a LCD
 - Lepší **kontrastní poměr**
- **Náročná technologie** (podobně jako OLED)
 - Ve vývoji již **desítky let**
 - Sony v roce **2006** založila pobočku na vývoj FED
 - Speciální aplikace v **medicině a filmové produkci**, vysoký **kontrast, jas, rychlost** odezvy
 - Dostupný **FED displej**, úhlopříčka **49cm**, pro filmové profesionály **preferující podání CRT**
 - **Nevýhodou** je **vypalování luminoforu** podobně jako u PDP

❖ **Varianta SED (surface conduction electron emitter display)**

- Luminofor je buzen pomocí emise elektronů díky **povrchové vodivosti**
 - Vývojem **SED** se zabývá konsorcium firem **Toshiba** a **Canon**





Projekční zobrazování

□ **Projekční zobrazování**

❖ **Přímá** nebo **zadní** (tzv. projekční TV) projekce

- V posledních letech dosaženo **vynikající kvality**
- Aplikace pro **prezentace**, **domácí kino** a profesionální **digitální kinosály**

❖ **Současné technologie**

- **DLP** (digital light processing) od **Texas Instruments**
 - Matice **mikrozrcátek** na čipu
 - Velice **rozšířená a perspektivní** technologie
- **micro-LCD**
 - Miniaturní **prosvětlované LCD**
- **LCoS** (liquid crystal on silicon)
 - **Kapalné krystaly** na křemíku
 - Modulace světla **odrazem**
- **Přežhavené vakuové obrazovky CRT**
 - **Vytlačeny z trhu** až na speciální aplikace úplně vytlačeny

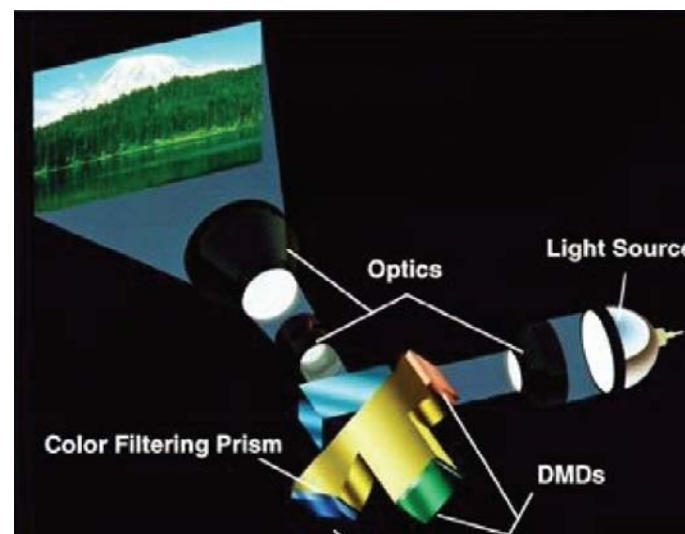
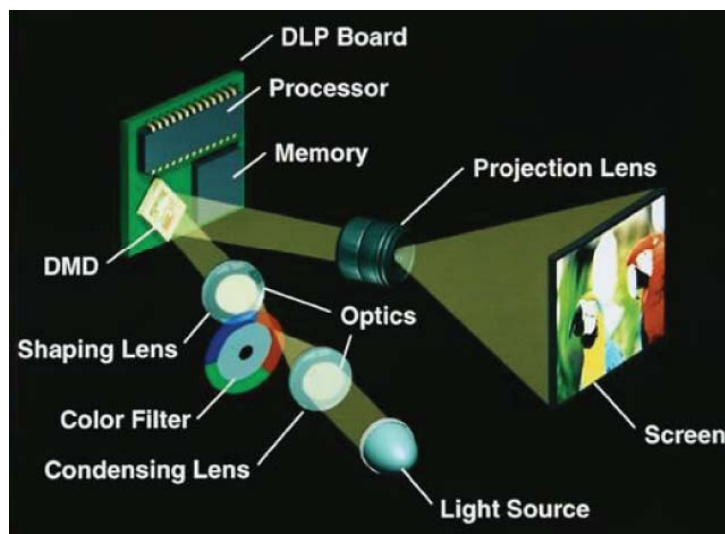
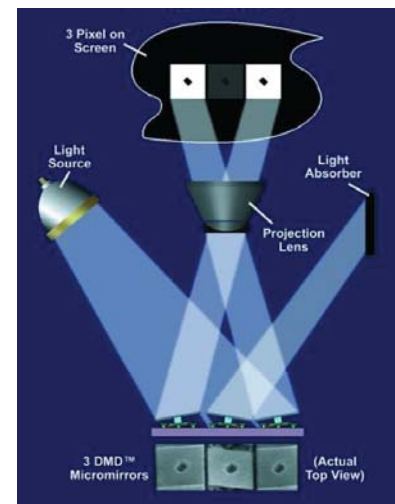
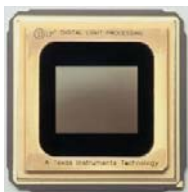


Projekční zobrazování

Projekční zobrazování

Princip **DLP** (digital light processing)

- DMD (digital micromirror device)
 - Zrcátka $10 \times 10 \mu\text{m}$
 - Elektrostatické vychylování (on, off, klidová poloha)
 - Jas ovládán PWM (pulsně šířková modulace, kHz)
 - 1992 – patenty XEROX, vývoj Texas Instruments
- Uspořádání **1xDLP** s filtrovým kolečkem a **3xDLP**

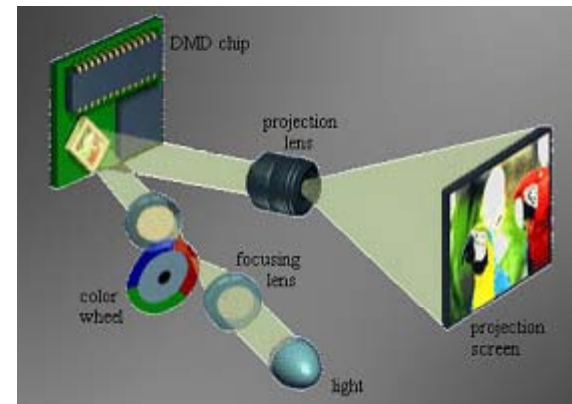
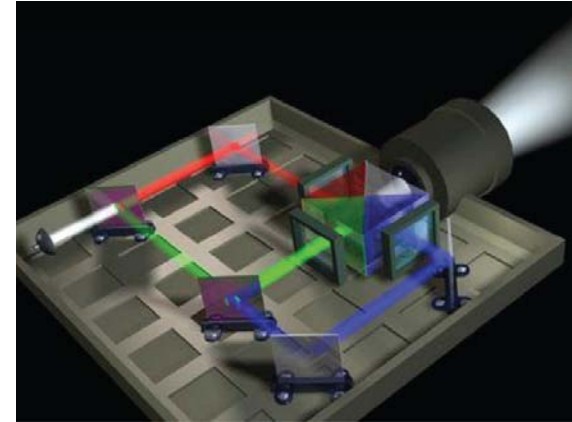




Projekční zobrazování

❖ Dnes **dominují zejména dvě technologie**

- **LCD** (liquid crystal display)
 - **3xLCD transmisní** (úhlopříčka cca 0,5 až 2“)
 - 1989 – první LCD projektory Sharp
 - **Struktura**
 - Zdroj světla (metalhalidová výbojka)
 - 2 x dichroické zrcadlo,
 - 3 x totální zrcadlo, 3 x LCD, hranol, objektiv
 - **Výhody**
 - Světelná **účinnost**, barevná **sytnost**, **bez blikání**
 - **Nevýhody**
 - **Konvergence**, **nehomogenita** po ploše,
 - **nižší odolnost** vůči prachu, časová a tepelná **nestabilita**
- **DLP** (digital light processing)
 - **1xDLP reflexní**
 - **Výhody**
 - Filmová kvalita (bez mezer), **chlazení z druhé strany**, vysoká **odolnost** vůči prachu, vysoká **linearita**, nepohlcuje **lze velmi zatížit**, vysoký **kontrast**, dlouhodobá **stabilita**
 - **Nevýhody** jednočipového uspořádání
 - **Blikání**, pohyblivý prvek, **rainbow effect**
 - Filtrové kolečko přidává bílou a další barvy (až 7 filtrů)





Projekční zobrazování

□ Další projekční technologie

❖ LCoS (liquid crystal on silicon)

- Jde o **hybridní technologii**
 - Využití dobrých vlastností **microLCD** a **DLP**
 - **Potlačení nevýhody LCD**
 - **Teplota** z výkonné metal-halidové lampy **degraduje LC**
- Stejně jako DLP **odráží světelný svazek**
 - Intenzita regulována **natáčením kapalných krystalů**
 - LC jsou nanесeny na **odrazném povrchu křemíkového čipu**
 - LC **propouští či blokuje světlo** dopadající na odrazný povrch
- 1xLCoS a 3xLCoS řešení
 - **Rotující filtrové kolečko** (případně pomocí **přepínaných LED**)
 - Řešení se **zrcadly a hranolem** jako u DLP (lze perfektně chladit)
- Prosazují hlavně **Sony** a **JVC**
 - Sony **SXRD** (Silicon X-tal Reflective Display)
 - JVC **D-ILA** (Digital Direct Drive Image Light Amplifier)
- **Příklad řešení pro digitální kina**
 - Digitální sálový projektor **D-Cinema s rozlišením 4k Sony SRX-R220**
 - 4096 x 2160 obrazových bodů, srovnatelný s filmem 65mm
 - Plátno široké až 20m, xenonová výbojka 2, 3 nebo 4,2 kW



www.sony.com

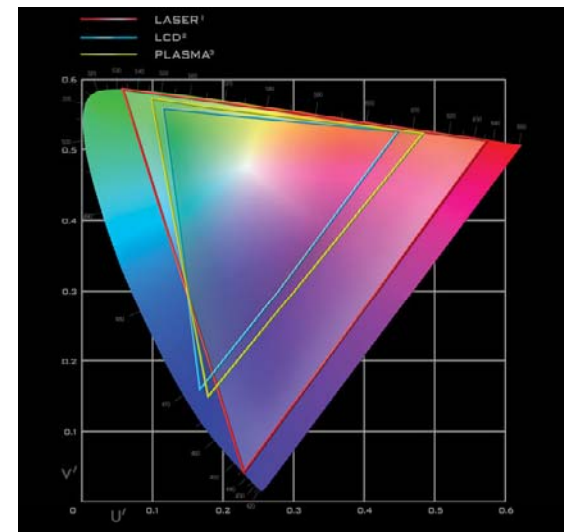
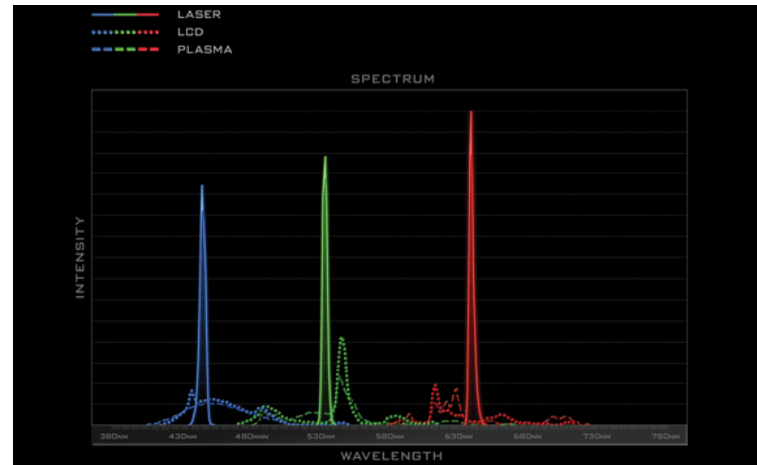


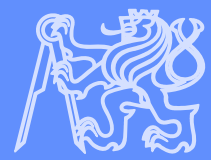
Projekční zobrazování

□ Další projekční technologie

❖ Laserová projekční TV

- **Hlavní výhody**
 - **Větší gamut** (díky úzkopásmovým základním barvám)
 - **Energetická účinnost** pro velké plochy
- **Nevýhody**
 - Zatím **vysoká cena**
 - **Obavy zákazníků** z možnosti poškození zraku výkonnými lasery
 - Problém specifického šumu (**speckle noise**)
 - Šum má **podobu flíčků**
 - Vyskytuje se u **úzkospektrálních** světelných zdrojů
- **Mitsubishi Laservue L65-A90**
 - Úhlopříčka **cca 165cm** (65“)
 - Hloubka cca 25cm
 - Deklarovaný **příkon 200W**
 - Cca 2x méně než srovnatelné LCD
 - Cca 3x méně než srovnatelný PDP
 - Cena cca 150.000Kč





Projekční zobrazování

□ Další projekční technologie

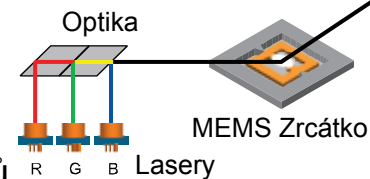
❖ Mikroprojektory

- **Požadavek**
 - **Miniaturní rozměry** projekčního zařízení
 - Zachování dostatečně **velké projekční plochy**
- **Aplikace**
 - **Přenosné přístroje** (notebooky, mobilních telefonů, přenosné herní počítače, apod.)



❖ Příklad **dvou technologií**

- **1xLCoS**, světelný zdroj s **polem LED**
 - **3M Micro Professional Projector – MPro 120**
 - Rozměry 119x61x23mm, hmotnost 153g
 - LCoS 11,9mm, úhlopříčka 20-120cm
 - Rozlišení 640x480 pixelů, výdrž cca 120/240 minut
- **3xLaser LED**, vychylování pomocí **MEMS zrcátka** (micro electro mechanical system)
 - **Microvision modul**
 - Rozměry 60x68x10mm, hmotnost 65g
 - Úhlopříčka 15-250cm, rozlišení 848x480 pixelů



www.3m.com/mpro/, www.microvision.com



Stereoskopické a volumetrické zobrazování

❑ Klasické 2D systémy

❖ 3D struktury reálného světa se zobrazují v podobě **2D projekce**

- Lidský zrak **odhaduje hloubku** v obraze z **pomocných jevů**
 - **Překryv** objektů
 - **Perspektiva**
 - Vjem **velikosti** objektů
 - **Zamlžení** vzdálených objektů vlivem atmosféry
- **Nepřenáší se další důležité informace**
 - **Stereo paralaxa** (odlišný obraz pro pravé a levé oko)
 - Pohybová paralaxa (odlišný obraz do obou očí při pohybu hlavou)
 - Akomodace (ostření na objekt zájmu)
 - Konvergence (sbíhavost očí podle vzdálenosti objektu)

❑ Stereoskopické 3D displeje

- ❖ Zobrazení 3D struktur je věrnější
 - Dodání informace o **hloubce scény**
 - **Stereo paralaxa**

❑ Autostereoskopické techniky

- ❖ Reprodukce 3D obrazu **bez dalších pomůcek** (např. speciální brýle)



Stereoskopické a volumetrické zobrazování

□ Stereoskopické 3D displeje

❖ *Nejběžnější systémy*

- Pozorovatel používá **speciální pomůcky (brýle)**
- Brýle umožní vytvořit **rozdílný obraz pro pravé a levé oko**
 - (1) Barevný zobrazovač doplněný **brýlemi s barevnými filtry** pro pravé a levé oko (tzv. anaglyf)
 - (2) Dva displeje, jejichž obraz je sloučen polopropustným zrcadlem a pozorován brýlemi s **polarizačními filtry**
 - (3) Dva projektory promítající na plátno zachovávající polarizaci s obrazem pozorovaným přes brýle (pasivní) s **polarizačními filtry**
 - (4) Projektor s úzkospektrálními barevnými filtry a brýle (pasivní) s **filtry se stejnou propustnou vlnovou délkou**
 - (5) Zobrazovač má dvojnásobný snímkový kmitočet a obraz pro levé a pravé oko je pozorován přes brýle (aktivní) s **elektronickou závěrkou** (časový multiplex)
 - (6) Alternativou je **helma obsahující dva malé oddělené displeje**
- Tyto techniky **rozšiřují 3D vjem**
 - Stereo paralaxa
 - Konvergence
 - Pohybová paralaxa (pro jednoho diváka)
 - Při použití speciálního zařízení pro **sledování polohy hlavy**

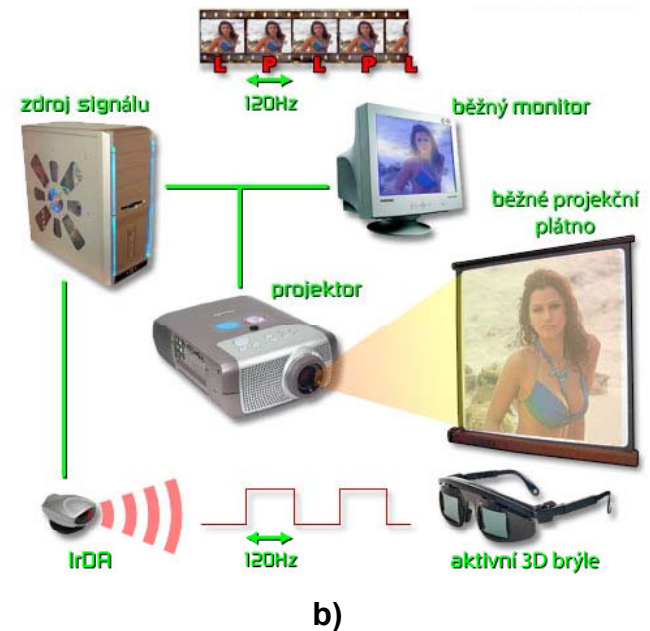
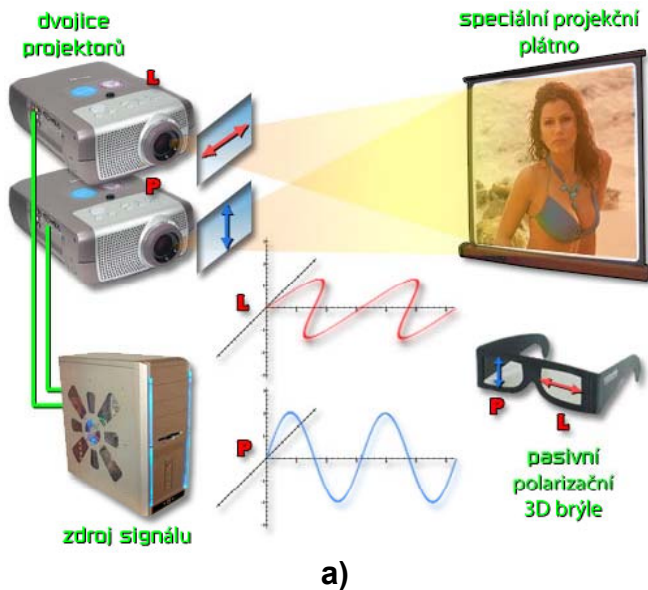


Stereoskopické a volumetrické zobrazování

□ Stereoskopické 3D displeje

❖ *Nejběžnější systémy*

- (a) **Pasivní stereoskopický systém** s polarizačními brýlemi
 - **Výhody:** Kvalitní obraz, vysoké rozlišení, bez rušivého blikání, vhodné pro velké sály
 - **Nevýhody:** Dva projektory, nutné speciální (stříbrné) plátno, pronikání obrazů
- (b) **Aktivní stereoskopický systém** s časovým multiplexem
 - **Výhody:** Plné barvy, běžné projekční plátno, funguje s klasickým CRT, dobrá separace
 - **Nevýhody:** Každý divák drahé synchronizované brýle, rušivé blikání





Stereoskopické a volumetrické zobrazování

□ Stereoskopické 3D displeje

❖ *Nejběžnější systém pro digitální kino*

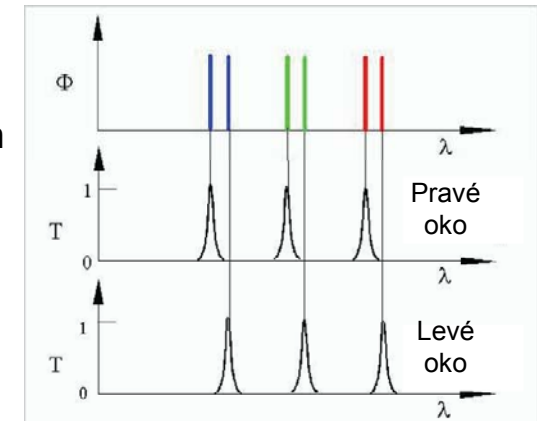
- **Pasivní stereoskopický systém** s brýlemi a úzkopásmovými filtry

- **Dolby 3D Digital Cinema**
- Implementace v systému **2D digitální projekce**
- Rotační **filtrové kolečko**
 - Instalace **mezi světelný zdroj a modulátor**
 - Pro 2D projekci je **automaticky vyjmuta**
- Řídicí jednotka **synchronizuje otáčení filtrů** s projekcí
- **Lehké brýle** mohou být **mnohokrát použity**



- Založeno na technologii **INFITEC**

- **INTERference FILTER TEChnology**
- Použití **interferenčních filtrů** na projektoru a v brýlích
- Vlnový multiplex, např.:
 - **Levé oko**
 - Red 629nm, Green 532nm, Blue 446nm
 - **Pravé oko**
 - Red 615nm, Green 518nm, Blue 432nm





Stereoskopické a volumetrické zobrazování

❑ Stereoskopické 3D displeje

❖ *Nejdostupnější systém pro domácí použití*

- **Aktivní stereoskopický systém** s časovým multiplexem
 - **GeForce 3D Vision**
 - **Speciální 22“ LCD**
 - 3D Samsung SyncMaster 2233RZ
 - 120 Hz, rozlišení 1680 x 1050
 - **3D brýle nVidia**
 - USB IR pro bezdrátové řízení 3D brýlí





Stereoskopické a volumetrické zobrazování

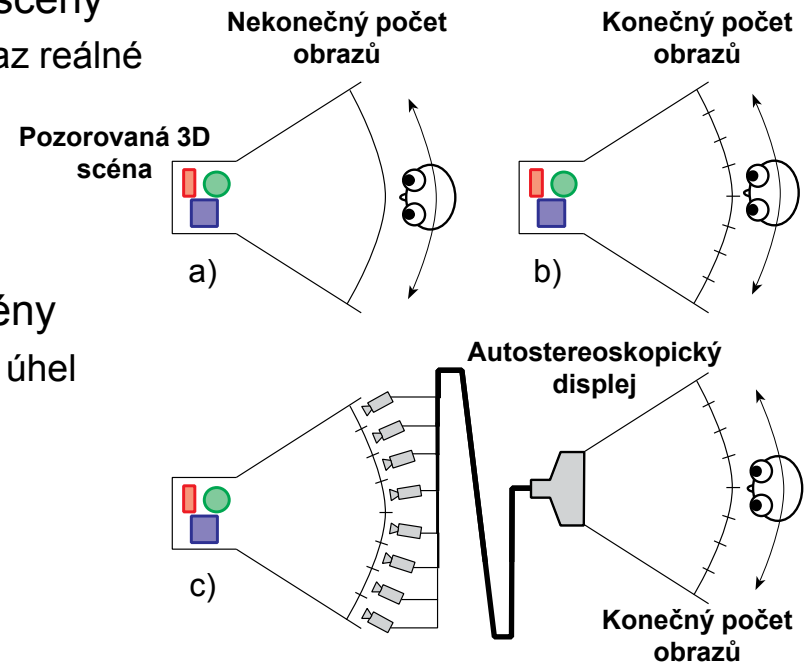
Autostereoskopické techniky

Bez brýlí

- Stereo paralaxa
- Pohybová paralaxa (při sledování pohybů hlavy)

Princip autostereoskopického zobrazovače

- (a) **Nekonečný počet obrazů** reálné scény
 - Stereo paralaxa: Pozorovatel vidí obraz reálné scény odlišně levým a pravým okem
 - Pohybová paralaxa: Při pohybu hlavou dojde ke změně obrazů
- (b) **Konečný počet obrazů** reálné scény
 - Pro každý z obrazů je vyhrazen určitý úhel pohledu
- (c) **Autostereoskopický zobrazovač**
 - Pro **omezený počet pohledů** stereo paralaxa i pohybová paralaxa



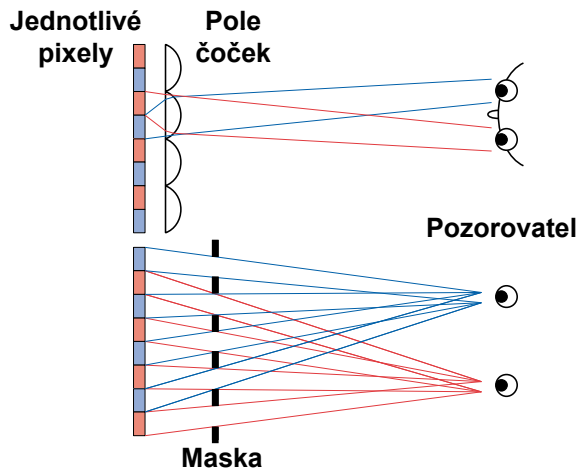


Stereoskopické a volumetrické zobrazování

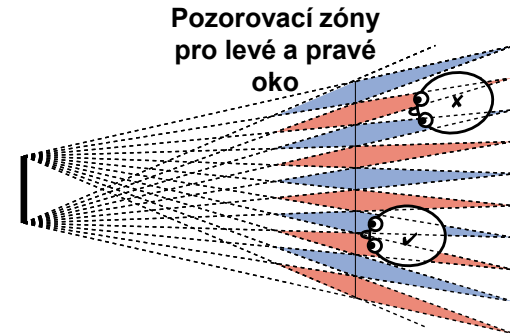
Autostereoskopické techniky

Typy autostereoskopických metod

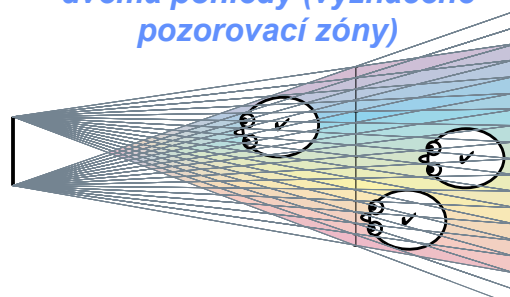
- Se **dvěma pohledy** (levé a pravé oko)
- Se **snímačem polohy hlavy** (dva pohledy)
- S **více pohledy**



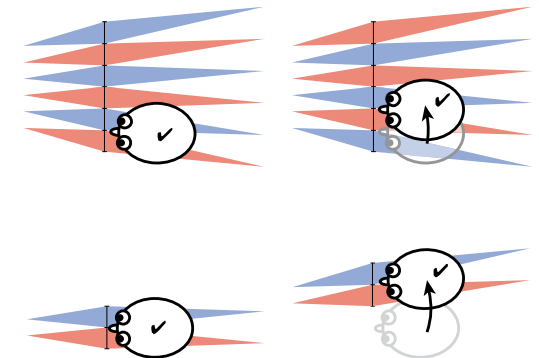
Autostereoskopický zobrazovač se dvěma pohledy (technologie s polem čoček a maskou)



Autostereoskopický zobrazovač se dvěma pohledy (vyznačené pozorovací zóny)



Autostereoskopický zobrazovač s více pohledy (bez sledování polohy hlavy)



Autostereoskopický zobrazovač se dvěma pohledy (se snímačem polohy hlavy)

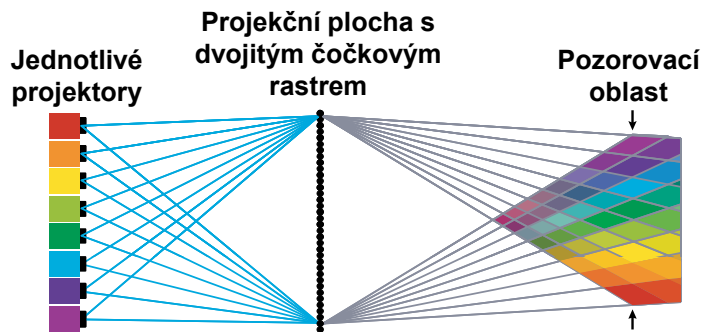


Stereoskopické a volumetrické zobrazování

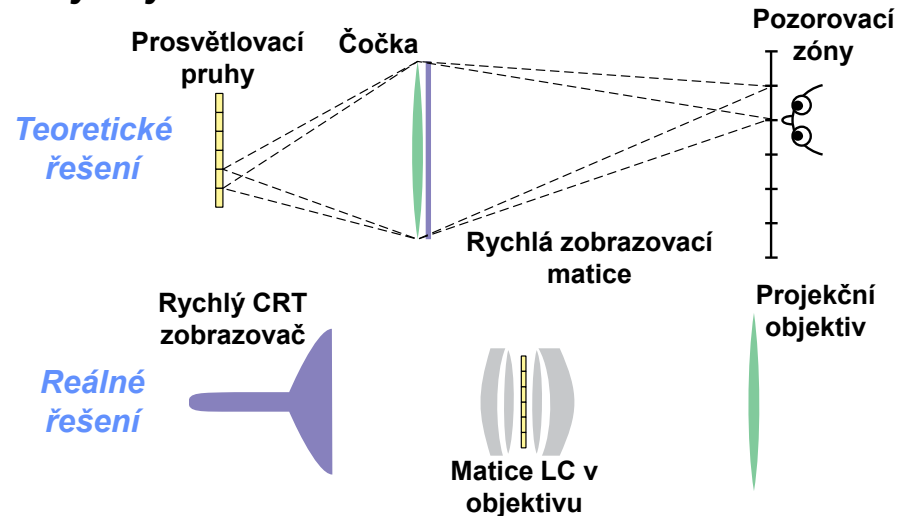
Autostereoskopické techniky

Technologie autostereoskopických zobrazovačů

- **Prostorový multiplex**
 - **Rozlišení** (horizontální) zobrazovače je **rozděleno** do jednotlivých pohledů
- **Použití více projektorů**
 - Pro **každý pohled** je použit **jeden projekční displej**
- **Časový multiplex**
 - Pro **všechny pohledy** je použit **rychlý zobrazovač**



*Projekce s více projektory.
V dané pozorovací oblasti je vždy pravým a levým okem viděn pouze příslušný pohled.*



*Projekce s časovým multiplexem.
Teoretické řešení (není dostatečně rychlé LCD) a reálné řešení s rychlým CRT*

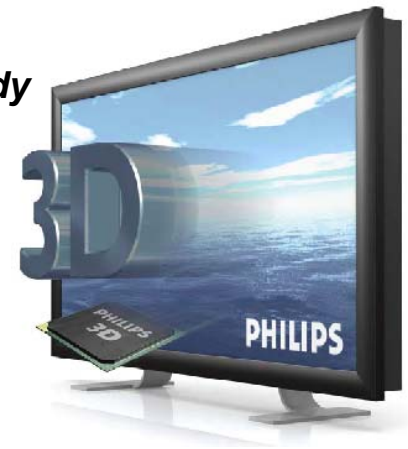


Stereoskopické a volumetrické zobrazování

□ Autostereoskopické techniky

❖ Komerční využití

- **Stereoskopické systémy** s brýlemi **existují desetiletí**
- **Autostereoskopické systémy** (bez brýlí) jsou na trhu jen **několik let**
 - Vhodné pro aplikace, kde je **3D vjem zásadní**
 - Speciální **vědecké aplikace**, medicína, ovládání robotů
 - Nebo kde je **3D vjem lákadlem** k nákupu zařízení
 - Počítačové hry a **reklama**
 - Přidaná hodnota pouze pro vjem **blízkých objektů** (do řádově jednotek metrů)
 - Málo efektivní pro určité aplikace, např. letové simulátory (**velká vzdálenost objektů**)
 - Navíc lidský pozorovatel má dobře vyvinutý **odhad hloubky z 2D projekce**
- Příklad **Philips 3D 42" (107cm) LCD – (42-3D6W02)**
 - Autostereoskopický systém s čočkovým rastrem a **9 pohledy**
 - Optimální pozorovací vzdálenost **3 metry**
 - **Cena cca 200.000Kč**





Stereoskopické a volumetrické zobrazování

□ Volumetrické zobrazování

❖ **Objemové zobrazovací systémy**

- Stereoskopického zobrazování
 - Cílem je vytvořit odlišný obraz pro levé a pravé oko (**stereo paralaxa**)
- **Objemové zobrazování**
 - **Vytvoření 3D obrazu objektu v prostoru**
 - Umožňuje pozorovat objekt přirozeným způsobem (**pohybová paralaxa**)

❖ **Techniky volumetrického zobrazování**

- (1) Odraz světla od **rotující či oscilující plochy** uvnitř daného objemu
 - Povrchem je **většinou rovina**
 - Vysílá nebo odráží světlo **spojené s danou pozicí v objemu**
 - Objemový obraz je **dostatečně často obnovován** (např. 20 krát za sekundu)
 - Pozorovatel vidí **plynule se pohybující 3D obraz** objektu
- (2) **Skleněný hranol** s ionty vzácných zemin
 - V místě **křížení paprsků dvou infračervených laserů emituje viditelné světlo**
- (3) **Hologramy**, které vytváří objemové obrazy...?
 - Komerčně **dostupný holografický počítačový displej není zatím k dispozici**
- (4) Displej s **extrémně velkým množstvím pohledů** na 3D scénu
 - 30 až 200 pohledů

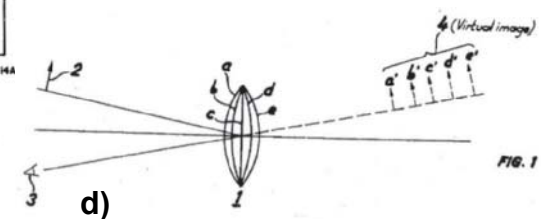
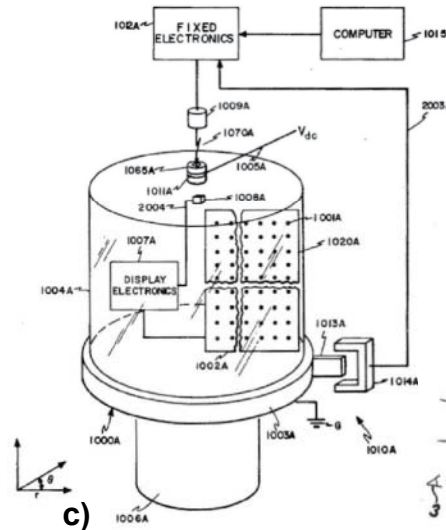
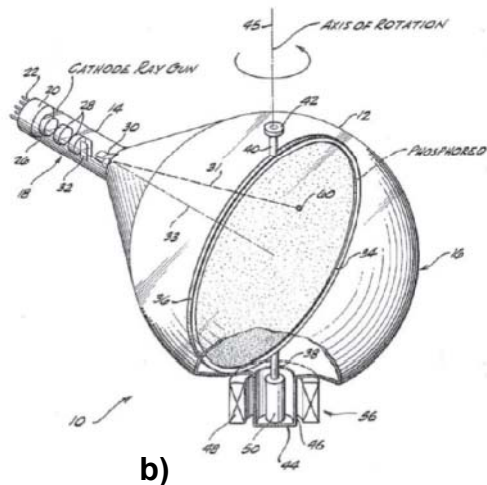
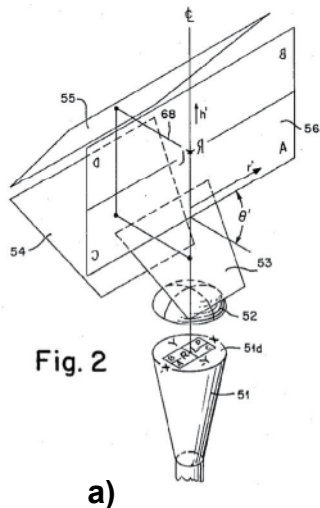
Stereoskopické a volumetrické zobrazování

□ Volumetrické zobrazování

❖ Objemové zobrazovací systémy

• Historie objemového zobrazování

- (a) 1958 – Řešení *soustavy zrcadel* pro udržení ostrého obrazu na stínítku
 - (b) 1960 – Objemový 3D zobrazovač s *elektronovým dělem a rotujícím stínítkem*
 - (c) 1977 – *Rotující matice* rychlých bodových *světelných zdrojů* (LED)
 - (d) 1978 – *Varifokální systém* zobrazující 3D scénu do různých rovin
- #### • Skenovací objemové zobrazovače osmdesátých let
- *Projekce skenovaných* (nikoliv 2D) obrazů na rotující plochu (*použití v armádě*)
 - 1994 SPAWAR (Space and Naval Warfare Systems Center), 40.000 voxelů (20Hz)





Stereoskopické a volumetrické zobrazování

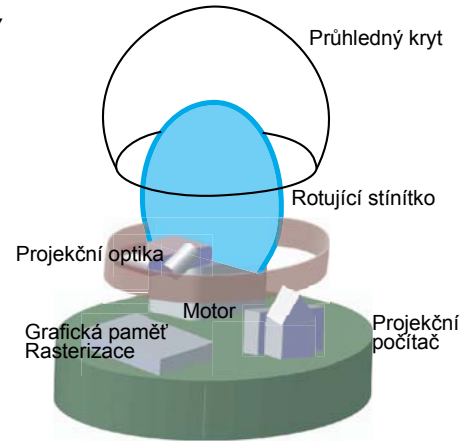
❑ Volumetrické zobrazování

❖ Objemové zobrazovací systémy

❖ Současné systémy

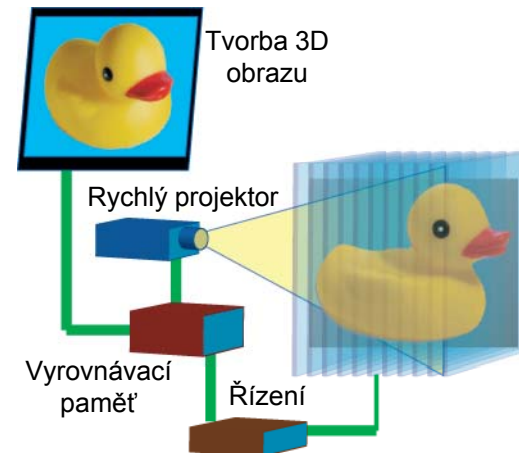
• *Perspecta 3D Display*

- Průměr stínítka 25cm
- Postupná projekce 2D obrazů
- Stínítko se otáčí 900ot/s
- 6.000 2D obrazů za sekundu
- 3D obnovovací kmitočet 30 Hz



• *Depth Cube*

- **Nemá pohyblivé části**
- Vzorkování 3D scény v **rovnoběžných rovinách**
- DLP projektor rekonstruuje 3D scénu postupnou projekcí rovin
- **Výběr roviny** pomocí MOE
 - multiplanar optical element
- **Speciální LCD** s možností přepnutí **transparence/rozptyl**





Stereoskopické a volumetrické zobrazování

□ Volumetrické zobrazování

❖ *Objemové zobrazovací systémy*

❖ *Současné systémy*

- *Sony 3D*

- *Prototyp* představen na konci **října 2009**
- Digital Contents Expo 2009 v Tokiu
- **Válcový objemový zobrazovač**
 - Viditelnost **3D obrazu 360°**
 - Více pozorovatelů
 - Bez brýlí
- Rozměr obrazu přibližně **13x27cm** (průměr x výška)
- 2D ekvivalentní rozlišení **96x128 pixelů**
- Barevná hloubka **24 bitů**
- Zdroj světla **LED**
- **Možné aplikace**
 - Výstavy, vizualizace v medicíně, online nakupování, virtuální domácí zvíře, prezentace uměleckých děl, 3D TV a telefonie
- Bližší **technické údaje nejsou k dispozici**
- **Jde o mechanický systém?**





Holografický zobrazovač

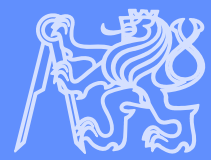
□ Dvě zásadní překážky

❖ Výpočetní nároky

- CGH (**Computer Generated Holography**)
- V posledním desetiletí **masivní pokrok v oblasti GPGPU** (General-purpose Graphics Processing Units)
- Dnes již **lze realizovat!**

❖ Dostupnost projekčního zařízení

- Projekce **digitálního hologramu** na **2D povrch**
 - Promítnutý obraz slouží jako **difrakční obrazec**
 - Světlo **prochází nebo je odraženo od 2D povrchu**
- Prototyp **holografického DMD** (Digital Micro-mirror Device)
 - Zrcátka 16x16 μm , mezery 1 μm , rozlišení 1024x768
- Pro **kvalitní 3D výstup** (srovnatelný se statickým hologramem) však třeba
 - Zrcátka 2x2 μm , mezery méně než 0,5 μm
- Displej o velikosti běžné u laptopu
 - Nutno pole **300x300 zobrazovačů DMD**
- Nabízí se řešení tzv. **subhologramu s využitím sledování pohybu hlavy**



Závěr

□ Současný trend a výhled do budoucna

❖ LCD technologie

- **Převažuje** a bude převažovat v oblasti **menších a středních zobrazovačů**
- Stále více se bude **prosazovat LED podsvětlení (Sharp, LG, Samsung)**

❖ Plasmová technologie

- Bude mít zřejmě stále **klesající podíl na trhu**
- Udrží se zřejmě v oblasti **velkých zobrazovačů** (nad 125 cm), **i zde pokles**
- Pokles prodeje je a bude způsoben **ekonomickým hlediskem** (ne kvalitou)
 - Firma **Pioneer** v roce 2008 opustila produkci svých **velice kvalitních PDP**
 - PDP produkují již jen firmy **Panasonic, LG a Samsung**.

❖ Projekční technologie

- Porostou prodeje s **největším podílem DLP technologie** (více než 50%)
 - Následované **LCoS technologií** a zbývajícím podílem **micro-LCD**

❖ Další

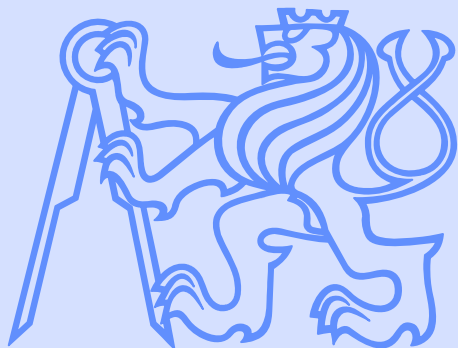
- S výhledem do 2015 **menší a střední zobrazovače LCD vs velké projekce**
- **Stereoskopické zobrazování (obsah?), rozvoj digitálních kin!!!**
- **Po roce 2015 pak nástup extrémně tenkých OLED a velkoplošných SED**
- **Mikroprojektory mohou ovlivnit zájem o mobilní příjem**



Obrazová fotonika

Děkuji za pozornost.

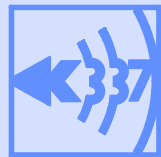
...?



České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra radioelektroniky

Technická 2
166 27 Praha 6

Katedra
radioelektroniky
K13137



Karel Fliegel
fliegek@fel.cvut.cz
+420 224 352 248