

# MULTIMEDIÁLNÍ A HYPERMEDIÁLNÍ SYSTÉMY

12)  
Zobrazovací zařízení

Petr Lobaz, 12.5.2015

---

## CRT

---

### CATHODE RAY TUBE

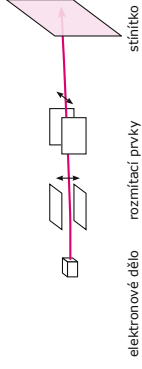
- historicky první zvládnutá technologie elektronického displeje
- dnes už se nevytrábí, ale principy se objevují v jiných technologiích
  - rozmiřtání paprsku
  - konverze (elektronu) na světlo
- kvalitní obraz
  - vynikající zorný úhel bez zkreslení barev
  - minimální jas černé; jas bílé omezený
- problematická konstrukce velkoplošné obrazovky
  - velké, těžké

---

## CRT

---

- princip:
  - ze zdroje vychází elektronový paprsek
  - elektromagnety je výškové a stranové vychylován
  - dopadá na stínítko s citlivou látkou – luminoforem
  - luminofor se po dopadu elektronu na chvíli rozžárí⇒ obraz se vykresluje bod po bodu, řádek po řádce
  - díky setrvačnosti oka a rychlému obnovení vzniká vjem stabilního obrazu

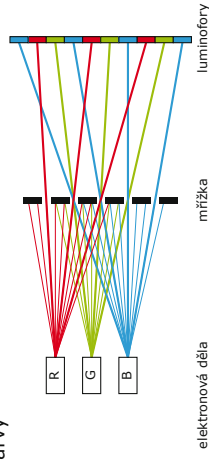


---

## CRT

---

- barevný obraz:
  - tři typy luminoforu (R, G, B)
  - tři elektronová děla (pro osvit R, G, B luminoforů)
  - před stínítkem je mechanická zábrana (mřížka), která elektronovému dělu zabráňuje ozářit luminofor nesprávné barvy



---

## LCD

---

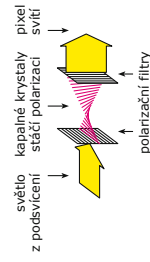
### LIQUID CRYSTAL DISPLAY

- v současnosti dominantní technologie multimediálních displejů
- princip:
  - světlo ze zdroje (např. LED) prochází polarizačním filtrem
  - polarizované světlo prochází vrstvou elektronicky říditelných kapalných krystalů (ty mohou polarizaci světla měnit)
  - podle aktuální polarizace světlo dále prochází (nebo neprochází) dalším polarizačním filtrem

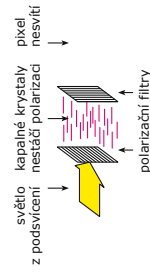
---

## LCD

---



Vypnuto: kapalné krystaly jsou díky vrypům na polarizačních filtrech orientovány do „šroubovice“, a mohou stočit rovinu polarizace světla.



Zapnuto: po přivedení napětí se protáhnou molekuly kapalných krystalů zorientují kolmo na displeji a ztratí schopnost stáčet rovinu polarizace.

*Princip TN (twisted nematic) principu LCD pixelu*

---

---

## LCD

- rozdíl mezi různými LCD technologiemi:
  - způsob řízení kapalných krystalů pro jeden pixel (např. TN – twisted nematic, IPS: in-plane switching atd.)
  - typ základního světelného zdroje (podsvícení) (např. LED, zářivka)
- barevné displeje
  - obvykle rozdělení pixelu na subpixely (R, G, B), každý ovládán samostatně

---

---

## LCD

- obrazové vlastnosti
  - reakce kapalných krystalů na řízení není příliš rychlá
    - ⇒ omezení snímkové frekvence
  - kvalita (spektrum, jas) světla je primárně dána podsvícením
    - ⇒ problémy s nerovnoměrným podsvícením
    - blokáce světla polarizačním filtrem není nikdy 100%
      - ⇒ i „černý“ pixel částečně propouští světlo podsvícení
      - ⇒ redukce kontrastu obrazu
    - princip blokáce světla funguje dobře ve směru kolmém na displej, hůře v obecném směru
      - ⇒ závislost jasu (a barvy) na směru pozorování displeje
    - světlo z LCD polarizované – může a nemusí vadit
      - obecně vyšší jas a sytější barvy než CRT

---

## OLED

---

### ORGANIC LIGHT-EMITTING DIODE

- plocha displeje rozdělena na svítivé elementy (LED)
- materiál OLED průhledný, pružný
  - ⇒ možnost vytvořit flexibilní nebo nerovný displej
- výborný kontrast, dobrý rozsah barev
- barevný displej
  - subpixely vedle sebe (podobně jako na CRT nebo LCD)
  - nebo jednotlivé RGB složky ve vrstvách na sobě
- obecně lepší kvalita obrazu než LCD nebo CRT
- zatím drahá technologie

---

## LED

---

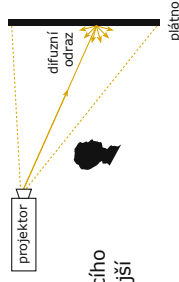
### LIGHT-EMITTING DIODE

- typicky velkoplošné exteriérové displeje složené z mnoha samostatných vysoce svítivých LED (tisíce cd/m<sup>2</sup>)
- typická velikost pixelu několik mm
- typické rozlišení celého panelu SD (např. 640 × 480)
  - panely se ale obvykle staví na zakázku
  - ⇒ rozlišení závisí na požadovaném rozměru
- někdy se „LCD panely s LED podsvícením“ nepřesně označují jako „LED panely“

## PROJEKČNÍ ZAŘÍZENÍ

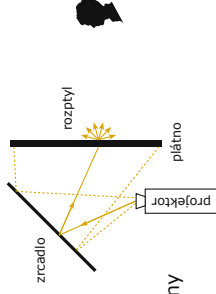
### ZPŮSOBY PROJEKCE

- přední projekce
    - nevyžaduje speciální plátno
    - při použití směrově odražejícího plátna může být obraz jasnější
    - projektor musí být poměrně daleko od plátna (až na laserové projektory)
    - je třeba zajistit, aby diváci nestínili proud světla z projektoru (problematické na výstavách apod.)
- ⇒ většína projektorů nepromítá střed obrazu kolmo před sebe, ale nahoru (resp. nebo dolů)



## PROJEKČNÍ ZAŘÍZENÍ

- zadní projekce
  - plátno musí být průsvitné a dostatečně rozptylovat světlo
  - plátno by současně nemělo odrážet příliš světla ze strany diváků
  - vyžaduje hodně prostoru za plátnem (dá se redukovat vedením světla přes zrcadla)
  - prostor před plátnem není nijak omezený (diváci nemohou nic stínit jako u přední projekce)



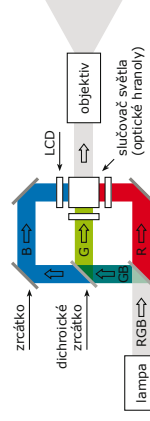
---

## PROJEKČNÍ ZAŘÍZENÍ

---

### TŘÍČIPOVÉ PROJEKTORY

- rozdělení bílého světla lampy dichroickými zrcadly na R, G, B složky (alternativně lze použít přímo R, G, B zdroje světla, např. LED nebo lasery)
- modulace světla mikrod displeji (LCD, DLP, LCOS)
- sloučení R, G, B složek do plnobarevného obrazu



---

## PROJEKČNÍ ZAŘÍZENÍ

---

### MIKRODISPLEJE

- LCD
  - stejný princip jako LCD panely
  - ⇒ není možné vytvořit úplně černý pixel, nízká obnovovací frekvence
  - transmissní
- LCOS (liquid crystal on silicon)
  - modulace světla stejný princip jako LCD
  - reflexní
  - ⇒ typická velikost pixelu cca 10  $\mu\text{m}$

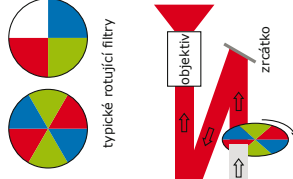
## PROJEKČNÍ ZAŘÍZENÍ

- DMD (digital micromirror device) (někdy též DLP: digital light processing)
  - každý pixel je tvořen mikrozrcátkem
  - ⇒ reflexní, velikost zrcátka cca 10  $\mu\text{m}$
  - binární elektronické řízení naklopení zrcátka
  - překlápění zrcátka velmi rychlé (stovky tisíc překlopení za vteřinu)
  - ⇒ zrcátko odráží/neodráží světlo do objektivu
  - ⇒ vynikající kontrast obrazu
  - ⇒ černo-bílý obraz
  - pro šedotónový obraz se používá pulsně šířková modulace (PWM – pulse width modulation) – pixel s 50% jasem svítí pouze 50% doby zobrazení snímku

## PROJEKČNÍ ZAŘÍZENÍ

### JEDNOČIPOVÉ PROJEKTORY

- varianta 1: bílé světlo z lampy se vede rotujícím barevným filtrem (s filtry R, G, B, někdy navíc zcela průhledná část pro zvýšení jasu obrazu za cenu snížení saturace barev)
- varianta 2: na mikrod displej střídavě blikají R, G, B světla (lasery, LED)
- modulace barevné složky mikrod displejem + projekce
- ⇒ na plátně se sekvenčně objevují R, G, B složky obrazu, díky setrvačnosti oka se jeví jako RGB obraz
- levnější konstrukce, barevné blikání některým lidem vadí





---

## PROJEKČNÍ ZAŘÍZENÍ

---

### LASEROVÉ PROJEKTORY

- laserové světlo je kolimováno („zaostřeno“) do podoby tenkého paprsku
- R, G, B paprsky jsou spojeny do jediného „bílého“ paprsku
- rychle rotujícím zrcátkem se paprsek rozmítá doprava-doleva
- další rotující zrcátko paprsek rozmítá nahoru-dolů  
⇒ vykreslení obrazu podobné jako na CRT (alternativně lze paprskem vykreslit libovolnou křivku)
- obraz není nutné ostřit  
⇒ lze promítat na libovolně křivou nebo nakloněnou plochu
- laserové světlo je monochromatické  
⇒ velmi dobrý rozsah barev

---

## PROJEKČNÍ ZAŘÍZENÍ

---

- laserové světlo má charakteristický „zrnitý“ vzhled (speckle)
  - pokud se neredukuje (detaily nad rámec přednášky), působí speckle rušivě
- přímý pohled do laserového paprsku může poškodit oko  
⇒ potřeba s bezpečností, zejména při poruše rozmítacího mechanismu
- terminologie není jednotná; jako „laserový“ se také označuje projektor libovolné konstrukce s laserovým zdrojem světla