



# Televizní obrazovky a zobrazovače

Prof. Ing. Václav Říčný, CSc.

Současná televizní technika a videotechnika  
kurz U3V

## Program semináře a cvičení

- ❑ Obrazovky a monolitické zobrazovače pro BTV – dělení.
- ❑ CRT vakuové obrazovky – In line, Delta, Trinitron.
- ❑ Ploché monolitické zobrazovače – LED, LCD, plasma.
- ❑ Projekční soustavy barevné televize – CRT, LCD, DMD.
- ❑ In line a Trinitron obrazovka, plasmový televizor, LCD televizor, LCD projektor (ukázka).

# VAKUOVÉ OBRAZOVKY A MONOLITICKÉ ZOBRAZOVAČE PRO BAREVNOU TELEVIZI

## Dělení

### 1 Vakuové třítryskové barevné televizní obrazovky (CRT – Catode Ray Tube)

- 1.1 Maskové obrazovky a) obrazovky DELTA  
b) obrazovky IN LINE

#### 1.2 Trinitron

### 2 Ploché monolitické zobrazovače

- 2.1 Zobrazovače s maticemi LED  
2.2 Zobrazovače s kapalnými krystaly LCD (Liquid Crystal Display)  
2.3 Elektroluminiscenční zobrazovače  
2.4 Plasmové zobrazovače

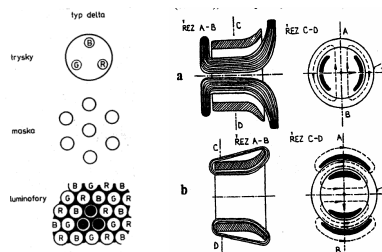
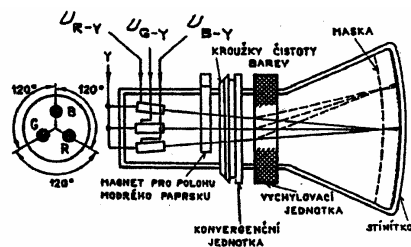
### 3 Projekční soustavy barevné televize

- 3.1 Projektor CRT (se třemi vakuovými projekčními obrazovkami)  
a) s jedním objektivem  
b) se třemi objektivy  
3.2 Projektor s modulátory LCD  
3.3 Projektor s maticemi DMD (Digital Micromirror Device)

## 1 Vakuové barevné televizní obrazovky

### 1.1a) Maskové obrazovky DELTA

Tři trysky (elektronová děla) a kruhové luminofory a kruhové otvory v ocelové masce jsou uspořádány ve tvaru rovnostranného trojúhelníka. Vychylování všech tří elektronových svazků se uskutečňuje dvojicí magnetických vychylovacích cívek (sedlových nebo toroidních). Vakuovaná baňka je proti implosi chráněna antiimplosním ocelovým rámem. Proti vlivu vnějších magnetických polí je obrazovka chráněna magnetickým stíněním z feromagnetického materiálu.



#### Vlastnosti

Tato obrazovka se vyznačuje velmi dobrou barevnou rozlišovací schopností, ale velmi složitým systémem nastavování konvergence (krytí dílčích barevných obrazů jednotlivých trysek), menším dosažitelným jasnem a značným vlivem vnějších magnetických polí. V současnosti již prakticky není vyráběna.

# 1 Vakuové barevné televizní obrazovky

## 1.1b Maskové obrazovky IN LINE

Tři trysky (elektronová děla) uspořádány v horizontálně orientované řadě („zelená“ tryska bývá uprostřed – v ose obrazovky). Luminofory i otvory v ocelové masce mají obdélníkový tvar a jsou orientovány vertikálně. Vychylování je opět elektromagnetické. Vakuovaná baňka je proti implosi chráněna antiimplosním ocelovým páskem a proti vlivům vnějších magnetických polí chráněna stíněním. V současnosti nejpoužívanější obrazovka v televizních přijímačích nízké a střední třídy.

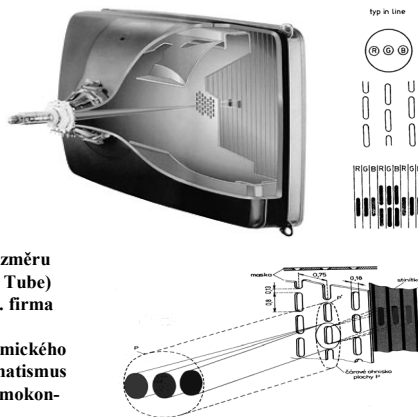
### Vlastnosti

- velký jas a kontrast (systém Hi-Lite-Matrix aj.),
- dobrá čistota barev,
- jednodušší dosažení barevné konvergence (krytí dílčích barevných obrazů),
- ve srovnání s maskovou obrazovkou DELTA poněkud menší barevná rozlišovací schopnost (větší luminofory),
- snížený vliv vnějších mg. polí.

### Provedení

V současné době se vyrábějí ploché obrazovky do rozměru úhlopříčky 36 palců (cca 91 cm) FST (Flat Square Tube) v provedení RIS (Rectangular in Line System) např. firma Toshiba nebo PIL (Precision in Line) firma Philips.

V moderních obrazovkách se používá systém dynamického ostření svazku – např. systém DAF (Dynamic Astigmatismus and Focussing). V menších obrazovkách se užívají samokonvergenční vychylovací cívkky.



# 1 Vakuové barevné televizní obrazovky

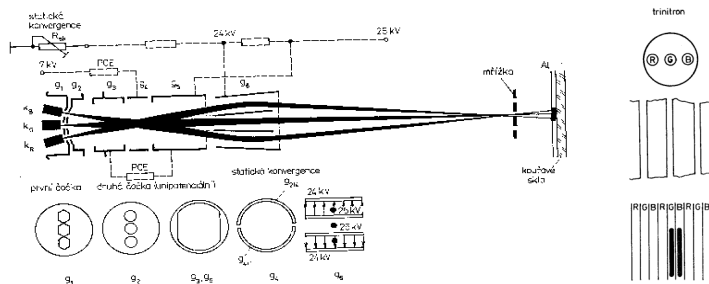
## 1.2 Trinitron

je dosud nejkvalitnější třítrysková vakuová barevná obrazovka patentovaná japonskou firmou Sony. Používá všechny moderní technologie jako obrazovky IN LINE, ale od nich se liší především

- cylindrickým tvarem stínítka (obrazovky IN LINE mají stínítka sférická),
- stínící maska je nahrazena vertikální konvergenční mřížkou (dráty napnuté v rámu),
- použitím astigmatické elektrostatické čočky aj.

### Vlastnosti

- velký jas a kontrast (drátová konvergenční mřížka je výrazně prostupnější pro elektronové svazky než maska),
- velmi dobré ostření elektronových svazků na stínítku (zlepšené dále systémy dynamického ostření),
- velmi dobrá konvergence vlivem astigmatické elektrostatické čočky,
- snížený vliv odrazů vnějšího osvětlení vlivem cylindrického tvaru stínítka a baňky.



## 1.4 Nové systémy pro zlepšené zobrazování používané pro televizory s vakuovými obrazovkami

Jsou založeny na digitálním zpracování obrazového signálu a převzorkování obrazu

- a) DCR – MF (System Digital Reality Creation – Multi Function) – firma Sony  
zdvojnásobuje počet řádků na 1250 a počet obrazových bodů v řádku na 1728,  
pro reprodukci DVD ponechává frekvenci 50 Hz (50 pulsů/s), pro TV ji zdvojnásobuje.
- b) Systém Pixel Plus - firma Philips  
zvysuje počet řádků ve snímku o 1/3 na 833 a počet obrazových bodů v řádku na 2048,  
reprodukuje 75 pulsů/s.
- c) Systém DIST ( Digital Image Scaling Technology) – firma JVC  
zdvojnásobuje počet řádků ve snímku na 1250,  
reprodukuje 75 pulsů/s.

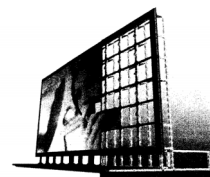
## 2 Ploché monolitické zobrazovače

Společným rysem všech monolitických zobrazovačů je

- ploché provedení,
- zanedbatelné geometrické zkreslení. Jednotlivé buňky (tzv. pixely) obrazu jsou uspořádány do řádkových a sloupcových struktur s přesností odpovídající přesnosti maskovacího procesu,
- systém adresovatelného buzení buněk,
- aplikace analogových vnitřních pamětí umožňujících, na rozdíl od vakuových obrazovek, zobrazování celého řádku (snímku) najednou.

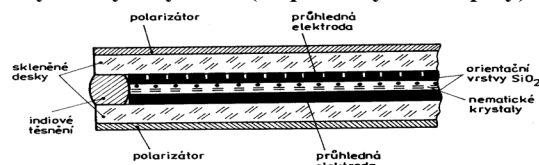
### 2.1 Zobrazovače s maticemi LED

Umožňují relativně malé rozlišení a používají se proto většinou pro velkoplošné zobrazovací panely



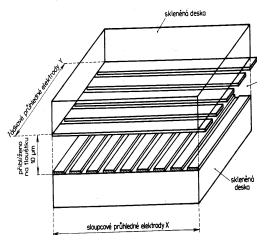
### 2.2 Zobrazovače s kapalnými krystaly LCD (Liquid Crystal Display)

Řez plochým zobrazovačem LCD s nematickým krystaly a dvěma polarizátory světla

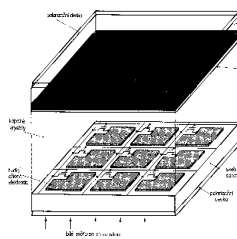


Starší LCD zobrazovače používaly tzv. pasivní buzení prostřednictvím systému páskových elektrod. Současné LCD zobrazovače používají aktivní buzení buněk s použitím integrovaných CMOS plochých tranzistorů (tloušťka pod  $1\mu\text{m}$ ). Mohou pracovat s využitím vnějšího světla (odrazná plocha pod zobrazovačem) nebo častěji s interním podsvětlením zobrazovače. Systém aktivního buzení zobrazovače se chová jako celosnímková paměť, ve které se řádek rozsvěcuje najednou

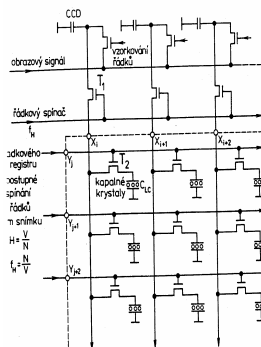
Pasivní buzení zobrazovače LCD páskovou strukturou elektrod



Aktivní buzení buněk zobrazovače LCD s tenkovrstvými spínacími tranzistory



Zapojení adresovacích, vzorkovacích a paměťových obvodů zobrazovače LCD



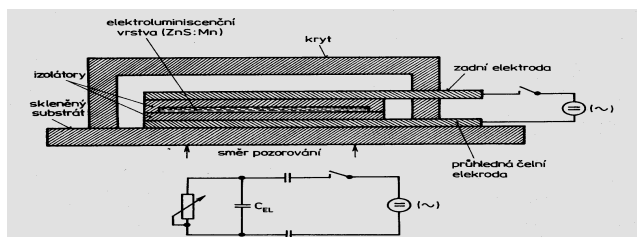
Vlastnosti zobrazovačů LCD s aktivním buzením

- dobrá rozlišovací schopnost – až  $10^{16}$  buněk v obraze s roztečí  $0,1\text{mm}$ ,
- dobré podání barev,
- vyhovující jas - při externím podsvětlení max.  $100\text{ cd/m}^2$ ,
- kontrast cca  $50 : 1$ ,
- pozorovací úhel – cca  $90^\circ$

### 2.3 Elektroluminiscenční zobrazovače

Jisté nevýhody zobrazovačů LCD (menší jas a malý pozorovací úhel) měly řešit ploché zobrazovače využívající elektroluminiscenční jev - v silném elektrickém poli vydávají některé látky světelné záření různé barvy (např. sirič zinku září žlutě). Nevýhodou je nutnost poměrně vysokého polarizačního napětí (stovky V) a umístění buněk ve vakuu. Obrazový signál je adresovatelným přepínáním superponován k polarizačnímu napětí. Problém představuje také vytvoření dostatečně jemné stupnice šedé, který je nutno řešit zvětšením počtu buněk pro obrazový bod a jejich postupným elektronickým spínáním. Pro další obtíže, související s malou účinností luminiscence v základních barvách RGB (zejména v modré), jsou zatím užívány především pro jednobarevné velkoplošné reklamní tabule a panely. Jejich výhodou je velký jas (stovky  $\text{cd/m}^2$ ), velký kontrast (až  $200:1$ ) a velký pozorovací úhel (až  $150^\circ$ ).

Řez buňkou elektroluminiscenčního zobrazovače a její náhradní schéma



## 2.4 Plasmové zobrazovače

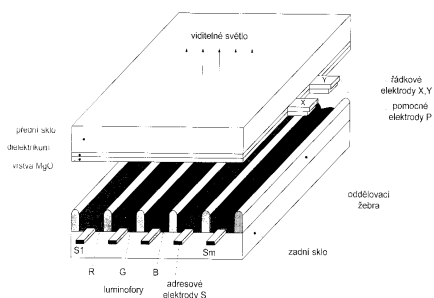
Přechod k plasmovým obrazovkám představoval Plasmatron (Sony), který vycházel z principu zobrazovače LCD, ve kterém však byly spínací tenkovrstvé tranzistory nahrazeny spínaným plasmovým výbojem.

Ryzi plasmové zobrazovače dnes představují vrchol zobrazovací techniky. Jsou již hromadně vyráběny a používány jako velkoplošné obrazovky a externí zobrazovací panely pro kvalitní televizní přijímače vysoké cenové třídy s úhlopříčkami nad 40 palců obvykle ve formátu 16 : 9 (např. firmy Panasonic, Philips aj.).

Princípem činnosti je řízený (adresovatelný) výboj v plynu, jehož důsledkem je vznik ultrafialového záření, které dopadá v jednotlivých buňkách na fosforeskující materiály zářící v žádaných barvách. Buzení se provádí souřadnicovým adresováním podobně jako v LCD.

### Vlastnosti

- vysoký jas - až 400 cs/m<sup>2</sup>,
- vysoký kontrast – až 200 : 1,
- velký pozorovací úhel - až 150°,



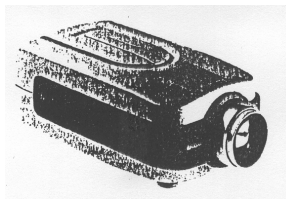
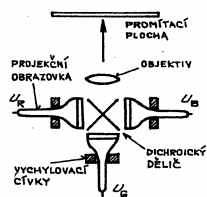
Řez výškem plasmového zobrazovače

## 3 Projekční soustavy barevné televize

### 3.1 Projektory CRT

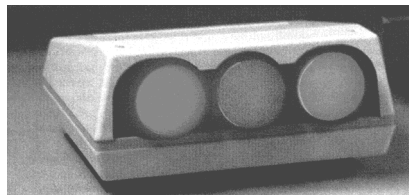
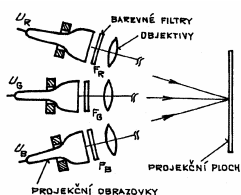
#### a) s jedním objektivem

používají tři projekční obrazovky a dichroické děliče barev. Jejich nevýhodou je malý dosažitelný jas



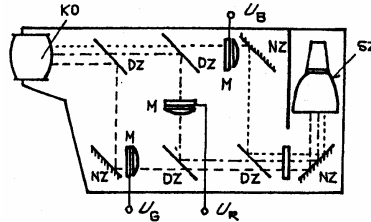
#### b) Se třemi objektivy

Používají barevné filtry před každou ze tří projekčních obrazovek. Je nutno nastavovat soušení dílčích barevných obrazů dle vzdálenosti projekční plochy. I v tomto případě je malý dosažitelný jas.



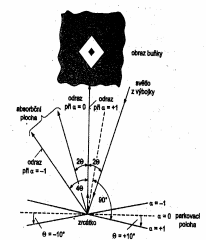
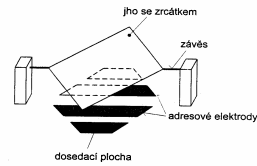
### 3.2 Projektory s modulátory LCD

V těchto projektorech se užívá výkonný světelný zdroj – např. metalhalidová výbojka. Její světelný tok se rozděluje barevnými filtry do tří barevných optických kanálů. V každém z nich velikost světelného toku ovládají optické modulátory LCD řízené složkovými barevnými signály  $U_R$ ,  $U_G$ ,  $U_B$ . Výhodou je vyšší dosažitelný jas. Na tomto principu pracují i modulační panely LCD, pro něž se jako zdroj světla používá zpětný projektor.

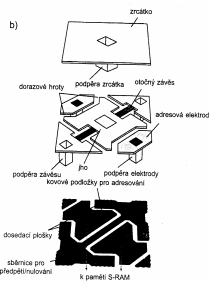


### 3.3 Projektory s maticemi DMD

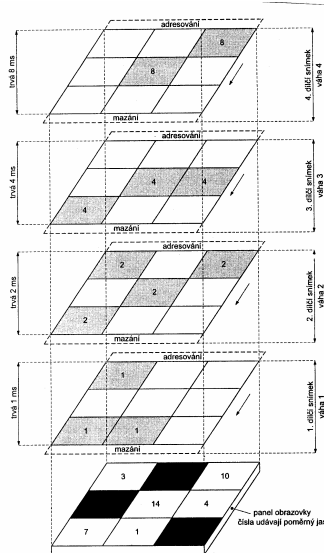
V těchto projektorech je na čipu CMOS vytvořena matice více jak milionu čtvercových zrcátek (velikosti  $16 \times 16 \mu\text{m}$ ), která se nespojitě natáčí v torsních závěsích v rozsahu  $\pm 10^\circ$  elektrostatickým působením kombinace řídicích signálů ze dvou elektrod umístěných pod každým zrcátkem. Matice je nasvětlena výkonným světelným zdrojem a odráží světelný tok dle stupně natočení zrcátka na optický výstup zobrazovače s vysokou účinností (až 60 %). Pro dosažení dostatečného počtu úrovní jasu je třeba používat poměrně složitý sekvenční způsob řízení. Díky nepatrné hmotnosti zrcátek je doba trvání překlpení kratší než  $12 \mu\text{s}$ .



Odraz světla ze zdroje pro různá vychýlení zrcátka buňky matice DMD



Struktura jedné buňky DMD



Příklad vytváření 16 úrovní jasu v devíti buňkovém obrazovém bodu matice DMD pomocí časové sekvence čtyř kryjících se obrazových polí s dobou trvání klesající dle geometrické řady.

#### Vlastnosti zobrazovačů DMD

- velký jas vyplývající z vysoké světelné účinnosti odrazu – stovky  $\text{cd}/\text{m}^2$ ,
- kontrast promítaného obrazu – až 200 : 1,
- dostatečná rozlišovací schopnost – až  $10^6$  buněk v obraze,
- dobré využití aktivní plochy matice zobrazovače (až 90%).
- nevýhodou je složité získávání lineární stupnice šedé s dostatečným počtem jasových úrovní (pro televizní aplikace 256).