

Zobrazovací jednotky počítačů - monitory

Studijní materiál pro předmět Architektury počítačů

Ing. Petr Olivka
Tomáš Kotula
katedra informatiky FEI VŠB-TU Ostrava
email: petr.olivka@vsb.cz

Ostrava, 2010

1 Zobrazovací jednotky počítačů - monitory

1.1 Historie

1.1.1 Monitory CRT

- 1869 - objevení a popsání luminiscenčního jevu
- 1897 - popsán princip paprsková trubice (CRT)
- 1926 - vyrobena první CRT obrazovka
- 1928 - první barevná CRT obrazovka
- 1938 - patentovaná první televizní obrazovka

1.1.2 Monitory LCD

- 1877 - objevení mezifáze při přechodu z tekuté do pevné fáze
- 1888 - popsání principu tekutých krystalů
- 1922 - navrženo klasifikační schéma pro dělení tekutých krystalů
- 1963 - pokusy s optickými vlastnostmi tekutých krystalů
- 1968 - první experimentální displej z tekutých krystalů
- 1973 - první použití displeje z tekutých krystalů

1.1.3 Monitory plazmové

- 90. léta - vývoj plazma displejů

1.2 Typy monitorů

- Monitory CRT
 - Invar
 - Trinitron
 - Cromaclear
- Monitory LCD
 - pasivní
 - aktivní
- Monitory plazmové

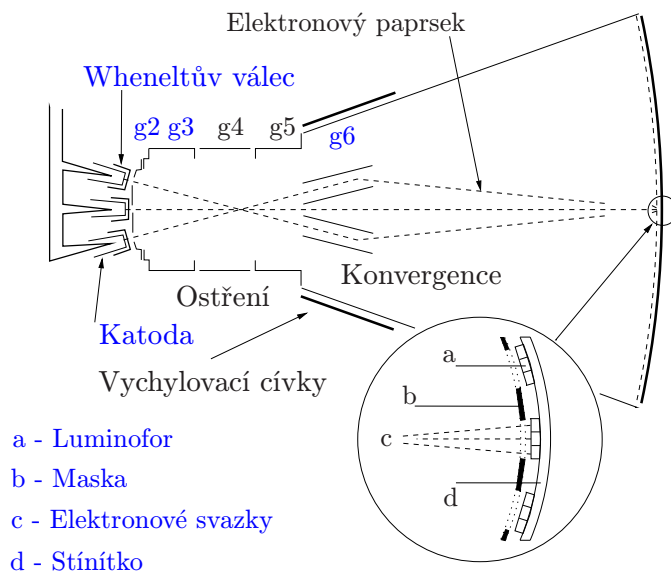
2 Monitory CRT

2.1 Princip CRT displeje

Monitory jsou nejrozšířenější zobrazovací jednotky osobních počítačů sloužící k zobrazování textových a grafických informací. Obrazovka je vzduchoprázdná skleněná baňka, jejíž přední část tvoří stínítko potažené luminiscenční látkou (luminoforem). Abychom pochopili princip a funkci monitoru, musíme si vysvětlit jakým způsobem obraz vzniká, viz obrázek 1. Tvorba obrazu začíná v grafické kartě počítače. Digitální signály z operačního systému nebo aplikačního software jsou přijímány adaptérem VGA. Tento signál je digitální a je třeba ho nejprve převést na signál analogový prostřednictvím digitálně-analogového převodníku (DAC – Digital to Analog Converter), kterému monitor dokáže porozumět. Obvody DAC jsou většinou uloženy na jednom specializovaném čipu, který ve skutečnosti obsahuje převodníky tři – pro každou ze tří základních barev používaných na displeji (RGB).

Obvody DAC převádějí číselné hodnoty zasílané počítačem na analogové tabulky, které obsahují potřebné úrovně napětí pro tři základní barvy. Tyto barvy jsou nutné k namíchaní barvy jednoho bodu. Jednotlivé elektronové svazky jsou emitovány z nepřímo žhavené katody, která má na svém povrchu nanесenu emisní vrstvu.

Celý proces začíná u elektronového děla, které je koncem každé katodové trubice. To po zahřátí vystřeluje vysokou rychlostí proudy elektronů pro



Obrázek 1: CRT displej

jednu ze tří základních barev, jejichž základní fyzikální vlastností je záporný

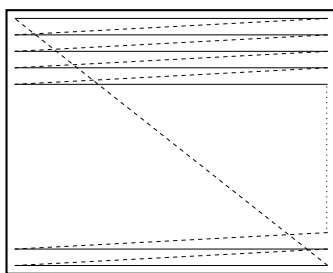
náboj. Právě tato vlastnost je využívána ke správnému nasměrování částic. Elektrony cestou k obrazovce projdou filtrem, který má podobu mřížky. Filtř propustí pouze požadované množství elektronů a tak řídí jejich intenzitu.

Elektronové svazky pak procházejí tzv. Wheneltovým válcem, který má vzhledem ke katodě záporný potenciál. Anoda s vysokým napětím je umístěna na horním okraji trubice. Kladně nabitá anoda neustále vytahuje elektrony z elektronového děla. Tyto elektrony se ale díky magnetickému poli vychylovacích cívek, které je odklání směrem k fosforům na přední straně trubice, k ní nikdy nedostanou.

To způsobuje, že elektrony jsou jím odpuzovány a projde jich přes něj jen požadované kvantum. Řízením napětí na Wheneltově válci se tedy řídí intenzita jednotlivých elektronových svazků. Po průchodu Wheneltovým válcem procházejí elektronové svazky přes jednotlivé mřížky ($g_2 - g_6$), které mají naopak vzhledem ke katodě kladný potenciál, díky kterému jsou elektrony přitahovány. Tento kladný potenciál je na mřížce g_2 nejnižší, na g_3 vyšší a až na g_6 nejvyšší. Toto má za úkol elektronové svazky táhnout až na stínítko obrazovky. Speciální funkci zde má mřížka g_3 (ostření), která má za úkol zaostřovat elektronové svazky a mřížka g_6 (konvergence), od které se elektronové svazky postupně sbíhají. K jejich setkání dojde u masky obrazovky, kde se překříží a dopadnou na své luminofory.

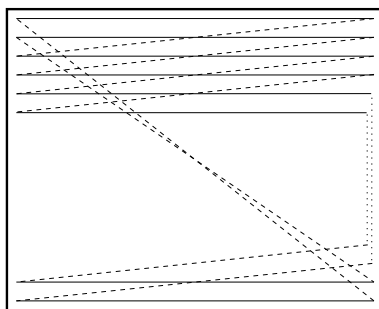
Elektronové svazky pak procházejí kolem vychylovacích cívek. Toto vychylovací zařízení ohýbá paprsek ve vertikálním a horizontálním směru a tím jej směřuje k určenému bodu na obrazovce. Paprsek elektronů začne v levém horním rohu obrazovky, postupně dojde na pravý horní roh, vypne se na dobu po kterou elektronové dělo mění zacílení elektronových paprsků, sníží se o jeden řádek a opět pokračuje zleva doprava. Tento proces se označuje termínem *rastrování* nebo *řádkování* (obrázek 2). Jakmile paprsek projde celou obrazovkou, magnetické vychylovací cívky plynule změni úhel, pod kterým se elektronový paprsek ohýbá tak, že postupně putuje z pravého dolního rohu do levého horního rohu a začne další obnovovací cyklus. Celou cestu paprsku přes obrazovku označujeme termínem *pole*. Obrazovka se normálně obnovuje *refresh* asi 60 krát za sekundu. Signály zasílané do vychylovací cívky určují rozlišení monitoru, počet barevných bodů svisele a vodorovně a obnovovací frekvenci.

Některé adaptéry displejů pracují v každém poli v režimu prokládaného řádkování *interlacing* (obrázek 3). Prokládané řádkování umožňuje adaptéru dosáhnout větší hustoty řádků s nepříliš nákladnými součástkami. Pohášení fosforu mezi každým průchodem může být více patrné a může způsobit blikání obrazovky. Všechny moderní grafické adaptéry pracují i v nejvyšším rozlišení v neprokládaném režimu (*non interlaced mode*). V prokládaném režimu se v prvním snímku nejprve vykreslí všechny sudé linky obrazu a v druhém snímku linky liché. Tím je dosaženo dvojnásobné frekvence snímkového rozkladu za nízké frekvence řádkového rozkladu. Nevýhodou těchto monitorů však je, že při některých změnách barev zobrazované informace



Obrázek 2: Princip řádkování

obraz začne blikat se skutečnou frekvencí snímkového rozkladu (tedy s poloviční frekvencí). Je lepší, pokud je monitor schopen zobrazit informaci v režimu neprokládaném (non-interlaced). Řídící obvody musí být ale rychlejší a dražší.



Obrázek 3: Princip prokládaného řádkování

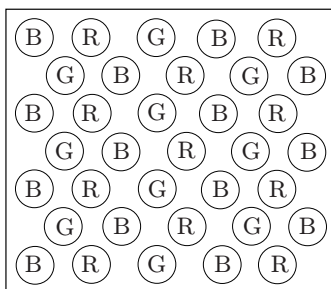
Jelikož záporné elektrony mají tendenci se navzájem odpuzovat, což může vést k rozostření vysílaného svazku, je těsně před stínítkem umístěna maska, která tento nedostatek odstraní. Jedná se o kovový plát, v němž jsou prostřednictvím kyseliny vypáleny drobné dírky, kterými paprsek prochází. Stínítko se během této operace zahřívá a následně roztahuje, takže paprsky se hůře umísťují do správného otvoru. Z tohoto důvodu musí být maska vyrobena z materiálu, který co nejméně podléhá tepelné roztažnosti a působení magnetického pole. Tyto dva jevy by totiž způsobily, že elektronové svazky nedopadnou přesně na svůj luminofor, což by se projevilo zkreslením barev.

Aby se docílilo větší přesnosti svazku a lepšího zaostření paprsků, je maska mírně zakulacená, což také umožňuje předvídat a korigovat pohyb při roztahování. Maska následně propustí pouze tu část svazku, která je zaostřená přesně. Toto zakulacení masky je důvodem zakulacení skla překrývající tuto masku. Tímto způsobem dochází k rozsvícení jednoho bodu

obrazovky. Kombinací intenzity jednotlivých barevných složek bodu je pak dosaženo zobrazení určené barvy.

2.2 Invar

Jednotlivé otvory v masce jsou kruhové a jsou uspořádány do trojúhelníků (velké písmeno delta). Stejným způsobem jsou uspořádány i luminofory na stínítku (viz obrázek 4). Nevýhodou tohoto typu masky (obrazovky) je velká plocha, která je tvořena kovem masky způsobující větší náchylnost k tepelné roztažnosti. Invarová maska je vlastně část kulové výseče. První invarové masky byly dosti vypouklé, ovšem postupně se klenutí dařilo zmenšovat. Přesto je i u nejmodernějších invarových masek toto klenutí nepřehlédnutelné. Díky tomuto poskytovaly obrazovky typu Delta poměrně nekvalitní obraz a dnes se již nepoužívají.



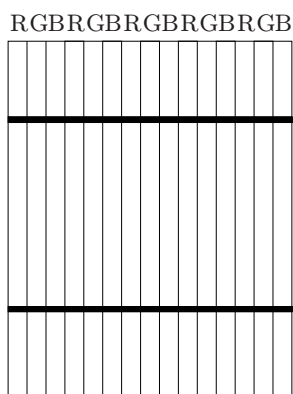
Obrázek 4: Maska Invarové obrazovky

2.3 Trinitron

Alternativní řešení technologie Invar firmy Sony. Kovový plát masky je zaměněn za konstrukci pevně natažených drátků umístěných v horizontálním směru obrazovky (viz obrázek 5). Tímto způsobem k fosforu proniká více elektronů, takže jednotlivé body září silněji. K přesnému upevnění drátků je třeba použít další dva vertikální drátky ve třetině obrazovky, které udržují mřížku na místě. Výška obrazovky je menší než její šířka, a proto zde není třeba tolik působit magnetickým polem na vychýlení paprsků. Proto nedochází k přílišnému zkreslení paprsku ve vertikálním směru a horizontální zkreslení upravují drátky. Z toho důvodu není nutné zakřivovat obrazovku na výšku. Obrazovka působí válcovým dojemem s výsečí válce o poloměru 2 m.

Stejně jako předcházející technologie má své výhody i nevýhody.

- Výhodou Trinitronových obrazovek je ostrost a kontrastnost v rozích, kde delta vykazuje výrazné zhoršení ostrosti.

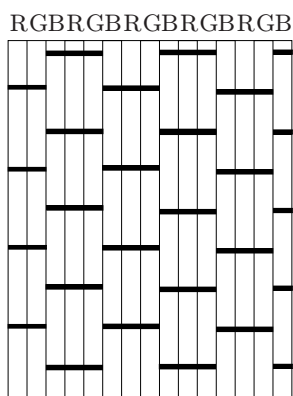


Obrázek 5: Maska Trinitronové obrazovky

- Nevýhodou je náchylnost k interferencím elektromagnetického pole. Z tohoto důvodu se nedoporučuje umísťovat na strany monitoru reproduktory nebo jiný zdroj elektromagnetického pole. Obraz může být nestálý, nebo může dojít k trvalému vychýlení drátků.

2.4 CromaClear

Další alternativa firmy NEC. Jedná se o spojení výhod technologií Trinitron a Invar. Principem je spoutání paprsku na výšku jako u Trinitronu a přidání pevné masky odolávající magnetickým polím. Má podobu kovového plátu (viz obrázek 6), ve kterém jsou umístěny oválné mezery. Ty propouštějí více světla než kulaté otvory, je však stále potřeba prohnutého stínítka. Masky s podélnými otvory je náročná na výrobu a tedy i dražší. Kvalita obrazu není srovnatelná s Trinitronem, ale překonává kvalitu technologie Invar.



Obrázek 6: Maska CromaClear obrazovky

2.5 Flat Display Trinitron

Jedná se o poslední technologii ve vývoji obrazovek. Na rozdíl od původní Trinitronové technologie nabízí poloměr obrazovky 50m. Aby bylo možné docílit ostroty i v rozích, bylo nutné upravit vychylovací tubus obrazovky. Paprsek prochází soustavou vychylovacích prvků, které doladují jeho směr, tvar a sílu.

2.6 Parametry CRT monitorů

- úhlopříčka
- rozlišení
- horizontální frekvence
- vertikální frekvence
- šířka pásma
- bodová rozteč
- obnovovací frekvence

2.7 Chyby CRT monitorů

- geometrie obrazu
 - soudkovitost
 - lichoběžníkovitost
 - rovnoběžnost
- jas a kontrast
- konvergence
- moiré
- pumpování obrazu
- magnetizace

2.8 Výhody a nevýhody CRT displejů

Výhody

- ostrost
- zobrazení věrohodných barev

- doba odezvy
- pozorovací úhly
- cena

Nevýhody

- velikost
- spotřeba
- vyzařování

3 Monitory LCD

3.1 Princip LCD displeje

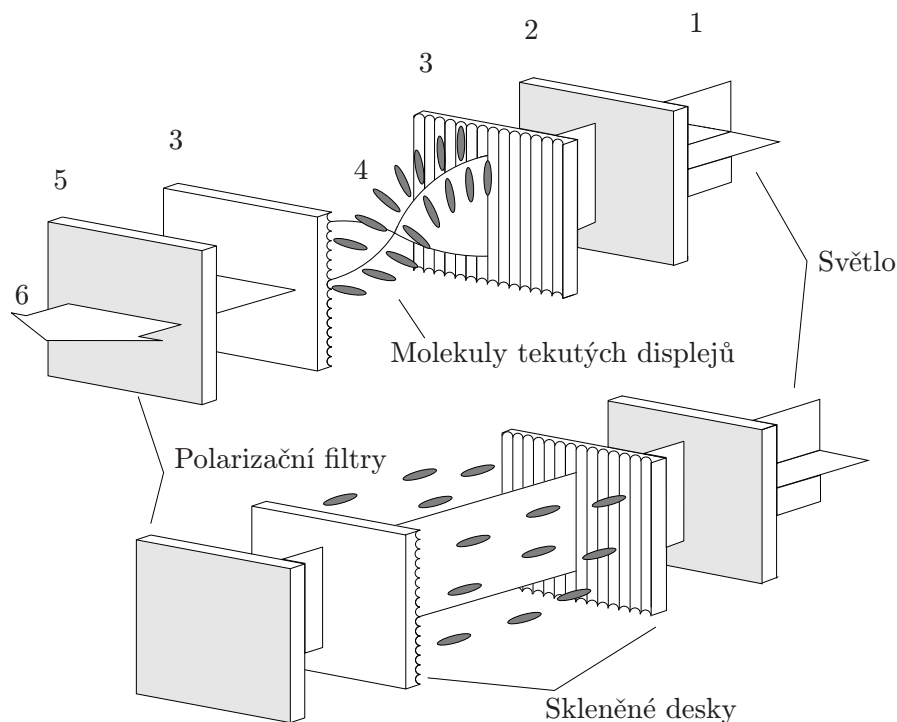
LCD panel se skládá z buněk, které jsou tvořeny elektroluminiscenční výbojkou a dvěma polarizátory. Mezi dvěma orientačními filtry se nachází vrstva tekutých krystalů. V klidovém stavu prochází světlo tekutými krystaly – buňka svítí. Zapnutý zdroj střídavého napětí změní vnitřní strukturu tekutého krystalu a světlo je zablokováno na polarizátoru – buňka nesvítí. Intenzita světla se mění v závislosti na velikosti napětí připojeného k elektrodám.

Jádrem LCD je tedy TN (twisted nematic) struktura, která je z obou stran obklopena polarizačními vrstvami orientovanými stejně jako jsou natočeny drážkované destičky. Světlo tedy projde prvním polarizačním sklem a polarizuje se. Poté prochází vrstvami pootočených tekutých krystalů, které světlo otočí než projde i druhým polarizačním sklem, které je otočeno o 90° jiným směrem.

Takto se TN-LCD chová v klidovém stavu bez přivedeného napětí a propouští světlo. Jakmile začne tekutými krystaly protékat slabý elektrický proud, krystalická struktura se začne orientovat podle směru toku proudu. Všechna zrnka se tedy stočí jedním směrem a přestane docházet k otáčení světla. První polarizační vrstva tedy světlo polarizuje, skrz krystaly projdou paprsky nezměněny a druhá polarizační vrstva světlo definitivně zablokuje, neboť jeho polarita je o 90° odlišná.

Aby byl obraz na displeji čitelný je nutné podsvětlení, tedy zadní světelný zdroj (1) - nejčastěji elektroluminiscenční výbojka. Polarizační filtry (2,5) propustí pouze část světla na vstupu, jen světlo polarizované v horizontální či vertikální rovině. Mezi dvěma orientačními filtry (3) se nachází vrstva tekutého krystalu (4). Molekuly tekutého krystalu jsou v klidovém stavu vzájemně pootočený, mezní stavy jejich natočení udává právě orientační filtr. V klidovém (standardním) stavu je světlo ze zadního světelného zdroje propuštěno – displej "svítí". Průchodem polarizátorem (2) získáme světlo polarizované v horizontální rovině. To dále prochází tekutým krystalem. Protože jsou ovšem ve vrstvě tekutého krystalu jednotlivé molekuly pootočený, je průchodem světla změněna i jeho polarizace z horizontální na vertikální. Světlo s vertikální polarizací je propuštěno polarizátorem (5), a proto displej "svítí" (6). Připojíme-li na elektrody tekutého krystalu (v rámci zjednodušení shodně s orientačními filtry) zdroj střídavého napětí, změní se jeho vnitřní struktura. Molekuly krystalu již nejsou vzájemně pootočený, ale "nápřiměny", viz obrázek 7.

Světlo procházející vrstvou tekutého krystalu tedy nemůže změnit svou polarizaci z horizontální na vertikální a je tak zablokováno na polarizátoru (5), který propouští pouze světlo s polarizací vertikální. Displej tedy zůstává tmavý (světlo ze zadního světelného zdroje neprojde). Konstrukce barevných



Obrázek 7: Princip činnosti LCD displeje

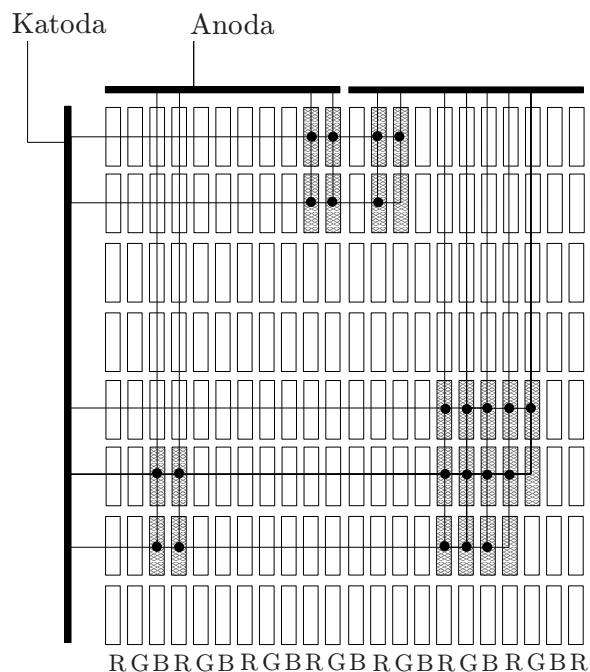
displejů je téměř stejná jako u jednobarevných. Každý bod displeje obsahuje červený, zelený a modrý filtr, které jsou umístěny na horní skleněné destičce vedle sebe. Barevný displej je vždy podsvícen. Propouštěním světla do barevných filtrů a jeho smícháním dostaneme výslednou barvu.

3.2 Pasivní displeje

LCD monitory s pasivní maticí mají mřížku vodičů s pixely nacházejícími se na každém průsečíku v mřížce (viz obrázek 8). Proud protéká dvěma vodiči v mřížce, aby aktivoval světlo pro každý pixel. Když elektrický impuls projde jedním řádkem a jestliže je určitý sloupec uzemněný, vznikne elektrické pole, které změní stav kapalného krystalu (z bílého na černý). Opakováním tohoto procesu vznikne na monitoru obraz.

Problémy vznikají při nárůstu počtu řádků a sloupců, protože s vyšší hustotou pixelů musí být velikost elektrody redukována a velikost napětí nutně narůstá. Toto se projevuje nepříliš ostrým obrazem, kdy se z jediného rozsvíceného bodu rozbíhají postupně slábnoucí horizontální a vertikální čárky, které přesně ukazují, jakým způsobem je zaměřen konkrétní pixel. Vybraný pixel je aktivní (černý), ale okolí je rovněž částečně aktivní (šedé). Částečně aktivní pixely snižují kontrast a kvalitu obrazu na monitoru. Není zároveň

možné dosáhnout příliš vysoké rychlosti. Doba odezvy, tedy reakčního času pixelu na změnu podle dat dodaných z grafické karty, se často pohybuje v rozmezí 150 až 250 ms, odpovídá přibližně 3 snímkům za sekundu. Toto se projevuje viditelnou stopou za kurzorem myši, nebo zmizením kurzoru při rychlém pohybu myši při použití rychlé grafiky.



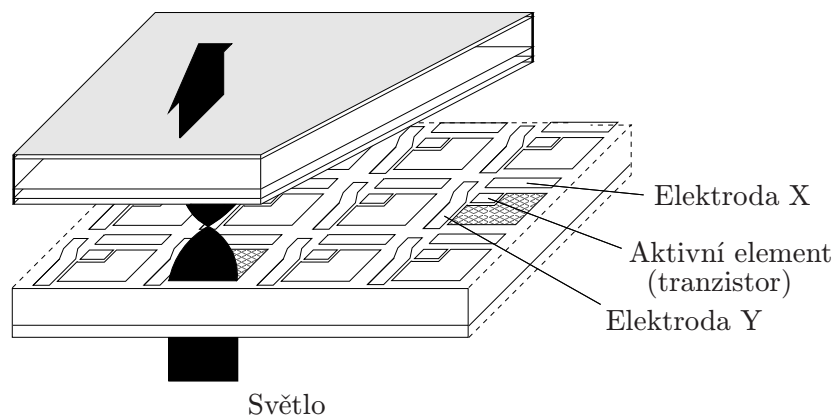
Obrázek 8: Struktura pasivního displeje

3.3 Aktivní displeje

LCD monitory s aktivní maticí byly vyvinuty, aby eliminovaly problémy monitorů s pasivní maticí známé jako TFT displeje (TFT – Thin Film Transistor), viz obrázek 9. První TFT byly vyrobeny roku 1972 z CdSe – Cadmium Selenide, ale při investicích do solárních panelů se přešlo na amorfni křemík (a-Si) a později na polykrystalický křemík (p-Si).

Maticové zobrazovače mají tranzistor nebo diodu na každém průsečíku pixelů, takže potřebují méně proudu na ovládání svítivosti pixelů. Díky tomu může být proud v maticovém zobrazovači vypínaný a zapínaný mnohem častěji. Tím se zvýší obnovovací frekvence obrazovky (RF – Refresh Rate), tj. frekvence s jakou se obnovuje obraz na obrazovce. Pomocí regulační funkce tranzistoru, případně ve spolupráci s kondenzátorem, je možné velmi přesně regulovat proud procházející pixelem a svítivost daného bodu.

TF tranzistory kompletně izolují jeden pixel od ostatních v displeji a eliminují tak problémy vznikající při částečně aktivních pixelech. Jeden pixel



Obrázek 9: Struktura TFT displeje

představuje nejmenší zobrazitelnou jednotku na obrazovce, což však platí v případě mono displejů. U barevných monitorů jeden pixel tvoří 3 další sub - pixely (RGB). Tyto body jsou uspořádány horizontálně vedle sebe. V případě nativního rozlišení displeje 1600 x 1200 je vedle sebe ve skutečnosti 4800 sub - pixelů. Šířka těchto bodů musí být samozřejmě velice malá a pohybuje se standardně v rozmezí cca 0,24 – 0,29 mm.

3.4 Parametry LCD monitorů

- úhel pohledu
- doba odezvy
- kontrast

3.5 Výhody a nevýhody LCD displejů

Výhody

- kvalita obrazu
- životnost LCD displeje
- spotřeba energie
- odrazivost a oslnivost
- bez emisí

Nevýhody

- citlivost na teplotu
- pevné rozlišení
- vadné pixely
- doba odezvy
- cena

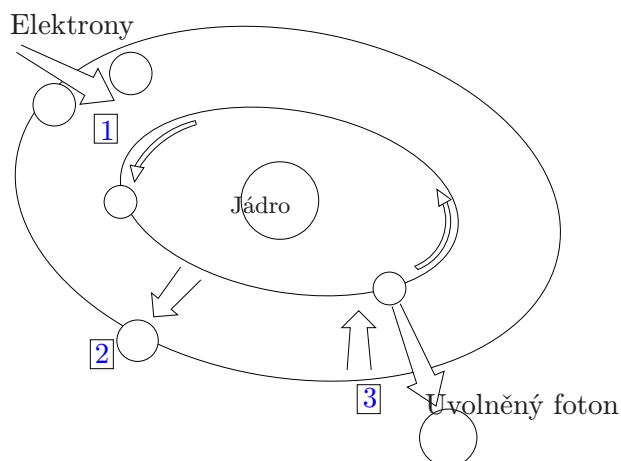
4 Monitory plazmové

4.1 Princip plazma displeje

Plazma je skupenstvím složeným z iontů a elementárních částic. Protože plazma není plynem, kapalinou ani pevnou látkou, nazývá se někdy čtvrtým skupenstvím.

V klidovém stavu se v plazma displejích nachází směs vzácných plynů (argon – neon – xenon). Jelikož to jsou elektro–neutrální atomy, musíme najít způsob, jak z nich vytvořit plazmu. Ta se vytváří zavedením elektrického proudu do plynu, čímž se objeví mnoho volných elektronů. Srážky mezi elektrony a částicemi plynu vyvolají ztrátu elektronů některých atomů a vznikají kladně nabitě ionty. Spolu s elektrony tedy získáváme plazmu.

Jednotlivé nabitě částice se vlivem vytvořeného elektrického pole začnou pohybovat ke svým opačným pólům. Ionty plynů k záporně a elektrony ke kladně nabitému pólu. V plazmě tímto způsobem dochází k velkým pohybům a ve vzniklém "zmatku" se začnou jednotlivé částice srážet. Ionty plynů se dostávají do excitovaného stavu a poté uvolní foton (světlo), viz obrázek 10.



Obrázek 10: Uvolnění fotonu z plynového iontu

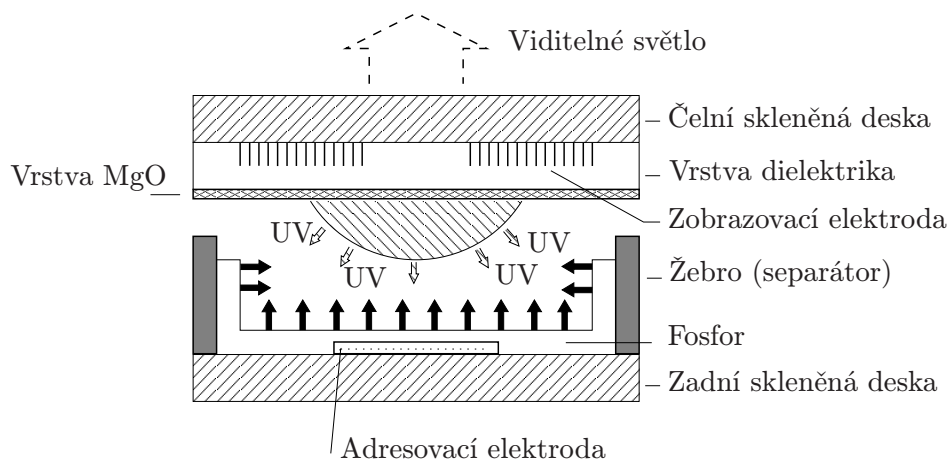
- 1 – srážka s rychlou částicí přivede atom do excitovaného stavu
- 2 – přijetím energie přejde elektronu na vyšší energetickou hladinu
- 3 – elektron se vrací na původní dráhu a přebytečná energie je uvolněna ve formě fotonu

Při nárazu volného elektronu do jednoho z elektronů iontu na nižším orbitalu získá tato částice energii, která jí dovolí na krátký čas přejít na vyšší energetickou hladinu, ale hned poté ho elektromagnetické síly donutí

k návratu na původní hladinu a přebytečná energie je uvolněna ve formě fotonu.

Celý plazma displej je tvořen maticí miniaturních fluorescentních buněk (pixelů) ovládaných sítí elektrod. Horizontální řádky tvoří adresovací elektrody, vertikální sloupce zobrazovací (výbojové) elektrody. Vzniká tak mřížka, ve které lze každou buňku adresovat zvlášť. Buňky jsou uzavřeny mezi dvěma tenkými skleněnými tabulkami, každá obsahuje malý kondenzátor a tři elektrody. Adresovací elektroda je umístěna na zadní stěně buňky, dvě transparentní zobrazovací elektrody na přední stěně. Tyto dvě elektrody jsou izolovány dielektrikem a chráněny vrstvou oxidu hořečnatého (MgO). Všechny pixely se u barevných plazma displejů skládají ze tří barevných sub-pixelů, z červeného, zeleného a modrého.

Na obrázku 11 je zjednodušené schéma buňky v PDP. Jde jen o jednu třetinu pixelů, které vyzařují jednu barevnou složku.



Obrázek 11: Princip činnosti jedné buňky plazma displeje

Do obou zobrazovacích elektrod je pouštěno střídavé napětí. Po zavedení napětí je indukovan výboj, který začne ionizovat plyn a vytvářet plazmu. Dielektrikum a oxid hořečnatý sice výboj zastaví, ale po změně polarity střídavého proudu ionizace pokračuje a tím je dosaženo stálého výboje. Napětí na elektrodách je udržováno těsně pod hladinou, vzniku plazmy a k ionizaci dojde i při velmi nízkém zvýšení napětí na adresovací elektrodě.

Po vzniku plazmy získají nabitě částice díky elektrickému poli kinetickou energii a začnou do sebe narážet. Neon a xenon jsou přivedeny do excitovaného stavu a po návratu elektronu do své hladiny uvolní ultrafialové záření. Díky tomuto záření pak excitují atomy luminoforu a ty uvolní viditelné světlo. V každém pixelu jsou tři různé barevné luminofory, jejichž kombinací vzniká výsledná barva.

K dosažení co největší škály zobrazovaných barev a úrovní intenzity musí

být buňky ovládány zvlášť. Ovládaní intenzity funguje na principu modulace pulsního kódu (PCM – Pulse Code Modulation). Tato modulace slouží k převedení analogového signálu s nekonečným rozsahem na binární slovo s pevně danou délkou, proto jsou plazma obrazovky plně digitální. Intenzita každého sub-pixelu je určována počtem a šířkou napěťových pulsů, které dostává buňka během každého snímku. Toho je dosaženo rozdělením trvání každého snímku na několik kratších částí (pod snímky).

Během této periody jsou pixely, které mají svítit, nabuzeny pomocí zobrazovacích elektrod na určité napětí. Během zobrazovací fáze je pak napětí aplikováno pomocí adresovacích elektrod na celý displej. Tím se rozsvítí pouze jen nabuzené sub-pixely s danou úrovní nabití.

4.2 Technologie

ALiS – Alternate Lighting of Surfaces

Technologie ALiS vychází z metody prokládání. U klasického plazma displeje jsou pixely ovládány vždy dvojicí elektrod, které musí mít mezi sebou rozestupy, aby nedocházelo k rušení. Tyto mezery nejsou využity k zobrazování, jsou tmavé a snižují jas celého displeje. Navíc je u plazma displeje omezeno rozlišení.

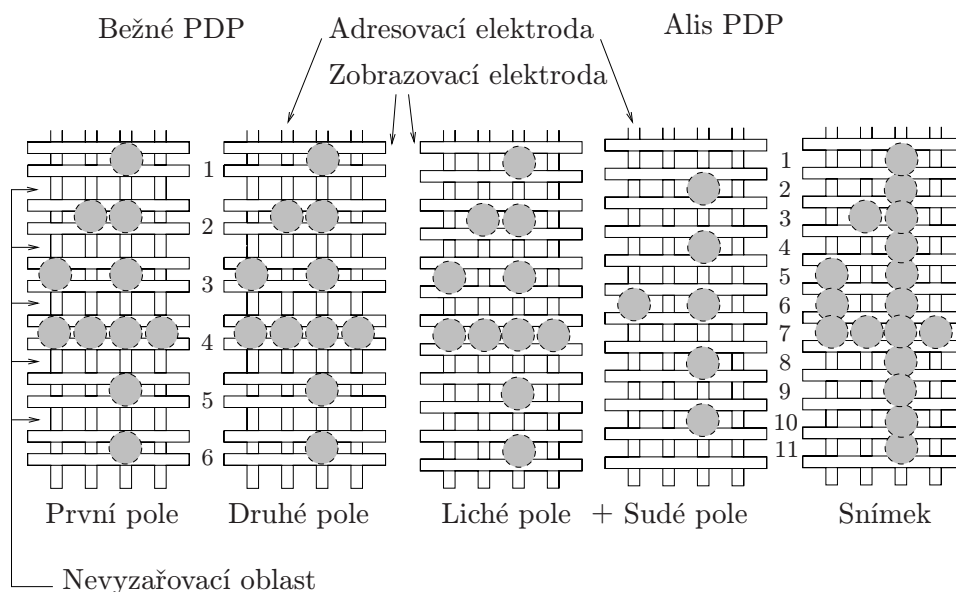
ALiS pracuje při zachování stejného počtu elektrod, dosahuje vyššího rozlišení a jasu. Elektrody mají stejné rozestupy a minimalizuje se tak plocha, kterou zabírají mezery, tedy tmavé linky (z 60% na 35%). Protože každá elektroda pracuje pro dva řádky, musí každý snímek vystřídat zobrazení sudého a lichého řádku. Znázornění tohoto principu je na obrázku 12.

Každá mezera mezi dvěma elektrodami je jednou za snímek po dobu trvání poloviny snímku využita pro zobrazení, což zdvojnásobuje rozlišení. Každá buňka je využita jen polovinu času oproti PDP, to zvyšuje trvanlivost luminoforu.

Asymetrické luminofory

Složení pixelů je realizováno dvěma způsoby.

- Symetrické luminofory – všechny RGB barevné složky mají v pixelu stejný podíl. Výroba matice je jednodušší, protože velikost všech buněk je stejná a vytváří tak síťovitou strukturu.
- Asymetrické luminofory – používá rozdílné velikosti RGB barevných složek. Modrá barva určuje teplotu barev a je-li modrá jasnější, je možné použít i jasnější červenou. Z toho důvodu má modrá barva největší podíl a červená nejmenší. Kromě vyšších výrobních nákladů má ovšem tato technologie podstatnější nevýhodu v rozdílném napájení každé buňky, což vyžaduje přesnější ovládací prvky.



Obrázek 12: Srovnání klasické PDP technologie a ALiS

Single Scan Technology – jednoduché adresování

V jednoduchém adresování dochází k adresaci (před nabití) všech bodů ještě před zobrazovací fází, kdy jsou elektrody buzeny napěťovými pulsy. K adresaci je potřeba jen jedna sada ovladačů zajišťující adresaci, a proto je výrobní cena přijatelná.

Dual Scan Technology

V duálním adresování je obrazovka rozdělena na dvě poloviny. Jedna sada ovládacích prvků je na horní části obrazovky, druhá sada ve spodní části obrazovky. K adresaci všech bodů dojde za poloviční dobu než u Single Scan technologie, zbývající čas je určen pro zobrazovací fázi. V zobrazovací fázi je možno vyslat více pulsů a tím se zvyšuje jas displeje, ale zvyšuje se spotřeba energie a také se zkracuje životnost luminoforu.

Plasma Addressed Liquid Crystal Display (PALCD)

Jedná se o LCD displej, který není ovládán tranzistorovou aktivní maticí, ale soustavou anod a katod, které pomocí plazmových výbojů způsobují natáčení tekutých krystalů. Protože není třeba vyrábět tranzistorové matice, není produkce PALCD tolik náročná na dokonale čisté prostředí, a proto je levnější.

4.3 Výhody a nevýhody PDP

Výhody

- kvalitní a kontrastní obraz
- bez nutnosti podsvícení
- velké pozorovací úhly
- minimální hloubka a hmotnost

Nevýhody

- paměťový efekt
- levnější plazma displeje mají problémy s kontrastem
- cena

5 Další technologie

Dotykové LCD

OLED – Organic Light-Emitting Diode

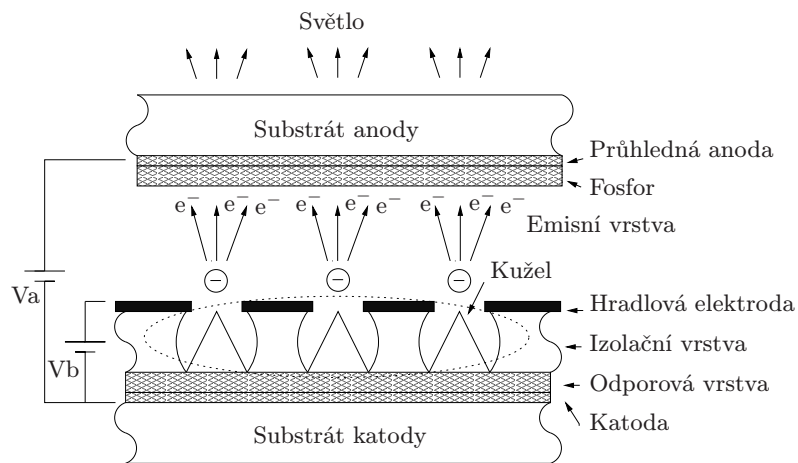
- pasivní OLED
 - používá se v telefonech
 - pomalé
- aktivní OLED
 - vyšší rozlišení a rychlost

QD-OLED – Quantum Dot OLED

Quantum Dot OLED je založena na kombinaci organického a současného LCD displeje. Využívají "kvantové tečky" (quantum dots), mikroskopické otvory v krystalické struktuře, které jsou navrženy ke shromažďování elektronů. Světlo je vyzářováno v okamžiku, kdy tyto elektrony do otvoru vstupují nebo z něj vystupují. O barvě rozhoduje velikost a prostor otvoru.

FED – Field Emission Display

Panely technologie FED (Field Emission Display) mají podobný princip, jako klasické CRT monitory. Pomocí elektrostatického proudu dojde k emisi elektronů do prostoru směrem k transparentní anodě viz obrázek 13, ještě před dopadem jsou elektrony nuceny narazit do fluorescentního materiálu. Při dostatečné miniaturizaci panelu se tak dá dosáhnout velmi krátké doby odezvy a pozorovacího úhlu běžně o velikosti 160° v obou směrech. Na jeden pixel se používá více paralelně spojených takových emitůrů.



Obrázek 13: Struktura FED displeje