

Kapitola 13

Optoelektronika

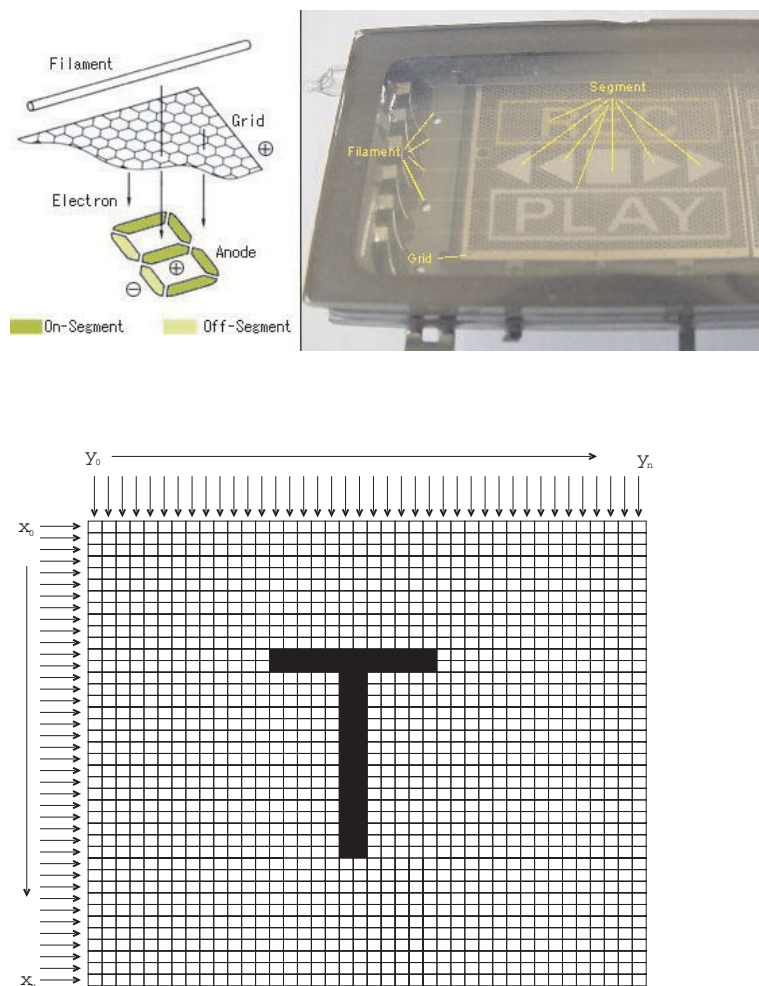
Princip zobrazování

Vizualizace informací na výstupu digitálních systémů využívá řady fyzikálních principů, které postupně popíšeme. Nejprve se však věnujeme možnostem vytváření obrazů na jakékoli zobrazovací ploše. Existují v podstatě dva principy. Buď je zobrazovací element vyroben tak, že je obrazec dán a při ovládní zobrazovače ho nelze měnit, jen zviditelnit, nebo zakrýt, nebo se obrazec vytváří v dostatečně husté síti bodů, jejichž viditelnost je řízena programem. Prvý princip označujeme jako znakový, druhý princip jako rastrový. Na přechodu mezi oběma principy leží segmentové zobrazovače, které zobrazují segmenty vhodných tvarů, které lze řízením zviditelněovat v různých kombinacích tak, že se ze segmentů složí požadovaný obrazec. Typickým příkladem je sedmisegmentová znakovka pro číslice a některá stylizovaná písmena. Existují i znakovky se segmenty umožňujícími skládání více písmen, třeba včetně písmen řecké abecedy, nebo znakovky skládající japonské znaky. Na obrázku je nahoře ukázka znakového zobrazovače, který kromě neměnných znaků (vpravo) zobrazuje i sedmisegmentové symboly (vlevo). Dole na obrázku je ukázka rastrového zobrazovače, který v jednotlivých průsečících řádků $x_0 \div x_n$ a sloupců $y_0 \div y_n$ aktivuje jednotlivé body tak, aby vytvořily požadovaný obrazec.

U segmentových a zvláště pak u rastrových zobrazovačů je specifickým problémem způsob ovládní, protože je technologicky obtížné (až nemožné), ke každému obrazovému elementu

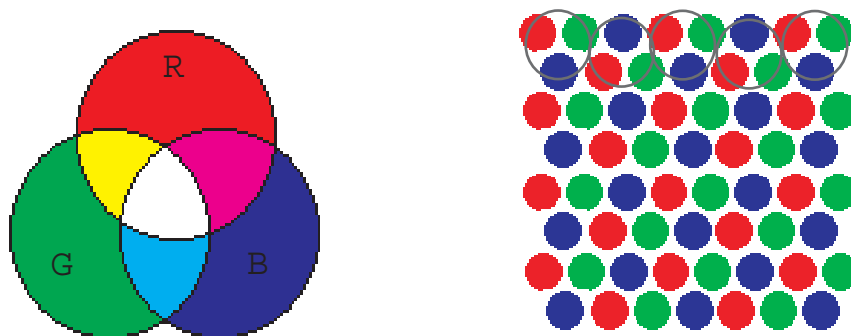
vést zvláštní vodiče z řídicích obvodů a vzájemně je odizolovat. Proto se používá dynamické řízení, které aktivuje jednotlivé body postupně s tím, že každý bod má svou „paměť“, která zajistí, že se jeho stav udrží do doby, než je znovu aktivován, nebo, pokud nemá takovou paměť, musí být aktivace uskutečňována tak často, že pozorovatel nepostřehne, že bod „bliká“. Blikání viditelného bodu vnímá lidské oko potud, pokud není jasová informace obnovena v době kratší než 20 ms.

Typickým představitelem dynamicky řízeného zobrazovače je rastrový displej, který aktivaci bodů uskutečňuje vždy v průsečíku vybraného sloupce a současně vybraného řádku. Pokud by body neměly paměť, musely by být „obslouženy“ všechny řádky i sloupce v době kratší než 20 ms.



Obrázek 13.1: Principy zobrazování grafiky

Dalším požadavkem společným pro všechny zobrazovače je barevnost obrazů. Vnímání barev je možné zabezpečit smícháním tří základních barev RGB – červené (Red), zelené (Green) a modré (Blue), a to tak, že ve výsledném barevném podání musí být jednotlivé složky zastoupeny v určitém poměru. Např. pro 256 jasových úrovní se vytvoří bílá poměrem $R:G:B = 255:255:255$, žlutá $255:255:0$, azurová $0:255:255$, purpurová $255:0:255$, šedá $127:127:127$, atd. V každém obrazovém bodě lze jednotlivé základní barvy aktivovat odděleně, trojice bodů však musí zaujímat plochu tak malou, že pozorovateli body splynou. Podmínkou je, aby aktivace každé složkové barvy mohla nastavit potřebnou jasovou úroveň. Čím více úrovní nabízí jas jednotlivých barev, tím bohatší je paleta barev v obraze.



Obrázek 13.2: Principy zobrazování barev

Systémy se dají rozdělit na zobrazovače aktivní a pasivní. Aktivní zobrazovače mají obrazové body vytvořeny tak, že jejich aktivace vede k vyzařování světla. Pasivní zobrazovače jsou zkonstruovány tak, že k pozorování zobrazené informace je třeba vnější světelný zdroj, který světelné body osvětluje zepředu nebo prosvěcuje zezadu.

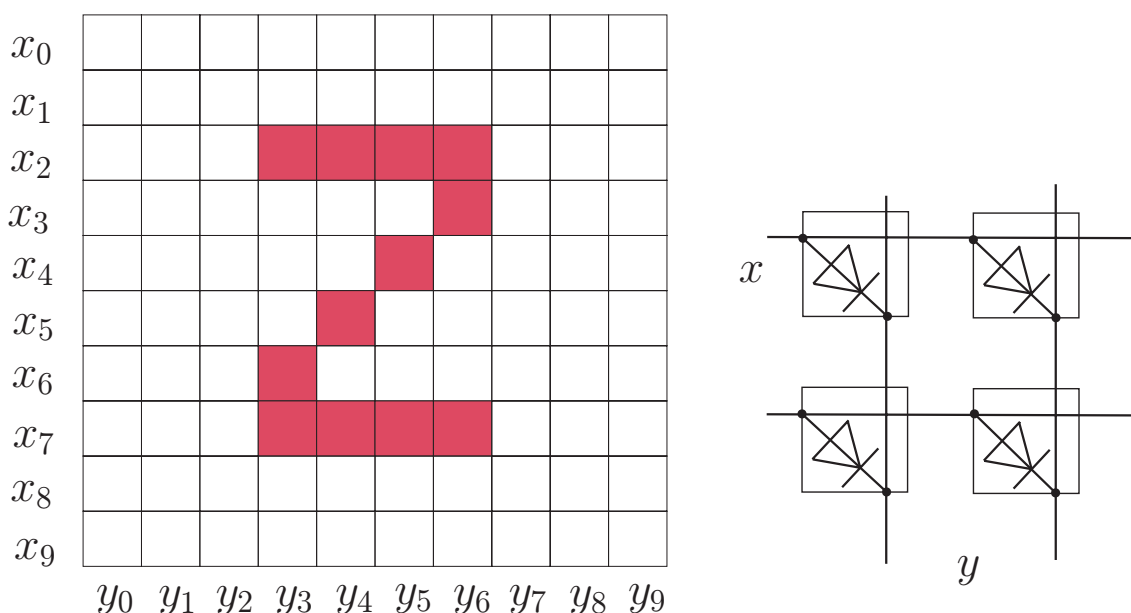
Principy zobrazovacích součástek

Svítivé diody LED (Light Emitting Diodes) jsou vytvořeny jako PN přechody, ve kterých rekombinace elektronů a děr (propustný proud) generuje fotony. Různé typy materiálu a dotací umožňují vytvářet diody s různou vlnovou délkou (barvou) vygenerovaného záření.

Wave-length (nm)	Color Name	Fwd Voltage (Vf @ 20mA)	Intensity 5mm LEDs	Viewing Angle	LED Dye Material
940	Infrared	1,5	16m W @ 50mA	15°	GaAs/GaAs - Gallium Aluminum Arsenide/Gallium Arsenide
880	Infrared	1,7	18m W @ 50mA	15°	GaAs/GaAs - Gallium Aluminum Arsenide/Gallium Arsenide
850	Infrared	1,7	26m W @ 50mA	15°	GaAs/GaAs - Gallium Aluminum Arsenide/Gallium Aluminum Arsenide
660	Ultra Red	1,8	2000m cd @ 50mA	15°	GaAs/GaAs - Gallium Aluminum Arsenide/Gallium Aluminum Arsenide
635	High Eff, Red	2	200m cd @ 20mA	15°	GaAsP/GaP - Gallium Arsenic Phosphide / Gallium Phosphide
633	SuperRed	2,2	3500m cd @ 20mA	15°	InGaP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
620	Super Orange	2,2	4500m cd @ 20mA	15°	InGaP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
612	Super Orange	2,2	6500m cd @ 20mA	15°	InGaP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
605	Orange	2,1	160m cd @ 20mA	15°	GaAsP/GaP - Gallium Arsenic Phosphide / Gallium Phosphide
595	SuperYellow	2,2	5500m cd @ 20mA	15°	InGaP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
592	SuperPure	2,1	7000m cd @ 20mA	15°	InGaP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
585	Yellow	2,1	100m cd @ 20mA	15°	GaAsP/GaP - Gallium Arsenic Phosphide / Gallium Phosphide
4500K	"Incandescent" White	3,6	2000m cd @ 20mA	20°	SiC/GaN - Silicon Carbide/Gallium Nitride
6500K	Pale White	3,6	4000m cd @ 20mA	20°	SiC/GaN - Silicon Carbide/Gallium Nitride
8000K	Cool White	3,6	6000m cd @ 20mA	20°	SiC/GaN - Silicon Carbide / Gallium Nitride
574	Super Lime Yellow	2,4	1000m cd @ 20mA	15°	InGaP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
570	Super Lime Green	2	1000m cd @ 20mA	15°	InGaP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
565	High Efficiency Green	2,1	200m cd @ 20mA	15°	GaP/GaP - Gallium Phosphide/Gallium Phosphide
560	Super Pure Green	2,1	350m cd @ 20mA	15°	InGaP - Indium Gallium Aluminum Phosphide
555	Pure Green	2,1	80m cd @ 20mA	15°	GaP/GaP - Gallium Phosphide/Gallium Phosphide
525	Aqua Green	3,5	10,000m cd @ 20mA	15°	SiC/GaN - Silicon Carbide / Gallium Nitride
505	Blue Green	3,5	2000m cd @ 20mA	45°	SiC/GaN - Silicon Carbide / Gallium Nitride
470	SuperBlue	3,6	3000m cd @ 20mA	15°	SiC/GaN - Silicon Carbide / Gallium Nitride
430	Ultra Blue	3,8	100m cd @ 20mA	15°	SiC/GaN - Silicon Carbide / Gallium Nitride

Obrázek 13.3: Barevné LED

Svítivé diody bývají uspořádány do segmentových a rastrových zobrazovačů. Jejich svit nevykazuje žádnou setrvačnost, takže při dynamickém buzení musí být perioda aktivace bezpečně kratší než uvedených 20 ms. V rastrovém zobrazovači je výhodou jejich diodová voltampérová charakteristika, která umožňuje spojit všechny anody diod na každém řádku a všechny katody v každém sloupci. Pak se rozsvítí jen ta dioda, která bude v průsečíku řádku připojeného ke kladnému napětí a sloupce připojeného k zápornému napětí. Následující obrázek ukazuje zobrazení znaku svítivými diodami v rastru 10x10 bodů.




Obrázek 13.4: Struktura zobrazení v rastru

Vidíme, že 100 obrazových bodů vyžaduje pouze 20 vodičů vstupujících do matice. Efektivita souřadnicového zapojení obrazových bodů vynikne u větších rastrů, např. ovládat 1 000 000 bodů může 2000 vodičů, které k napájecímu zdroji připojuje 2000 elektronických spínačů.

Na vodičích $x_0 \div x_9$ a $y_0 \div y_9$ bude postupně v deseti taktech zavedeno napětí takto:

x_0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
x_1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
x_2	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-
x_3	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
x_4	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
x_5	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
x_6	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
x_7	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-
x_8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
x_9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
y_0	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
y_1	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
y_2	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
y_3	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
y_4	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
y_5	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
y_6	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
y_7	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
y_8	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
y_9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-



Obrázek 13.5: Ovládání rastrového displeje

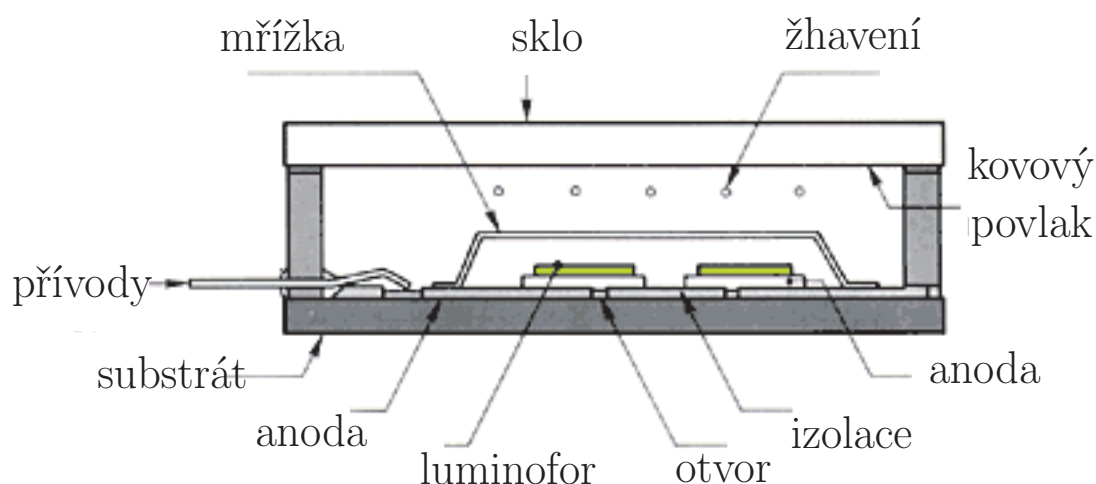
V uvedeném příkladu platí, že každý svítící bod svítí pouze desetinu z celkového času. Pokud bude doba obnovování zobrazené informace 20 ms, bude každý bod rozsvícen pouze 2 ms a zbývajících 18 ms bude zhasnut. Aby oko vnímalo svit stejně, jako kdyby svítivá dioda svítila se stejnosměrným napájením (i_D), musí být proud v intervalu, kdy je buzena, desetkrát větší ($10 \cdot i_D$). Při dynamickém buzení displejů se svítivými diodami je nutno mnohdy počítat se značnými nároky na napájecí zdroje a výkonné spínače.

Displeje se svítivými diodami jsou nepochybně displeje aktivní.

Luminiscenční zobrazovače

Luminiscence je fyzikální jev, který obecně spočívá v emisi fotonů z materiálu, ve kterém došlo k excitaci elektronového systému. Excitace může být vyvolána optickým zářením (třeba neviditelným) – fotoluminiscence, přiloženým elektrickým polem nebo protékajícím elektrickým proudem – elektroluminiscence, dopadajícími částicemi – radioluminiscence a v případě dopadajících elektronů vyslaných katodou – katodoluminiscence. Chemické složení materiálu určuje, jakou barvu bude mít emitované světlo.

Monochromatický znakový a segmentový zobrazovač je vyráběn jako součástka označovaná zkratkou VFD (Vacuum Fluorescent Display), někdy také komerčním názvem „itron“. Spolu se zobrazovačem na principu LED je nejčastěji používán ve spotřební elektronice tam, kde je žádoucí aktivní, ve tmě viditelné, zobrazování informací. Řez součástkou ukazuje následující obrázek.



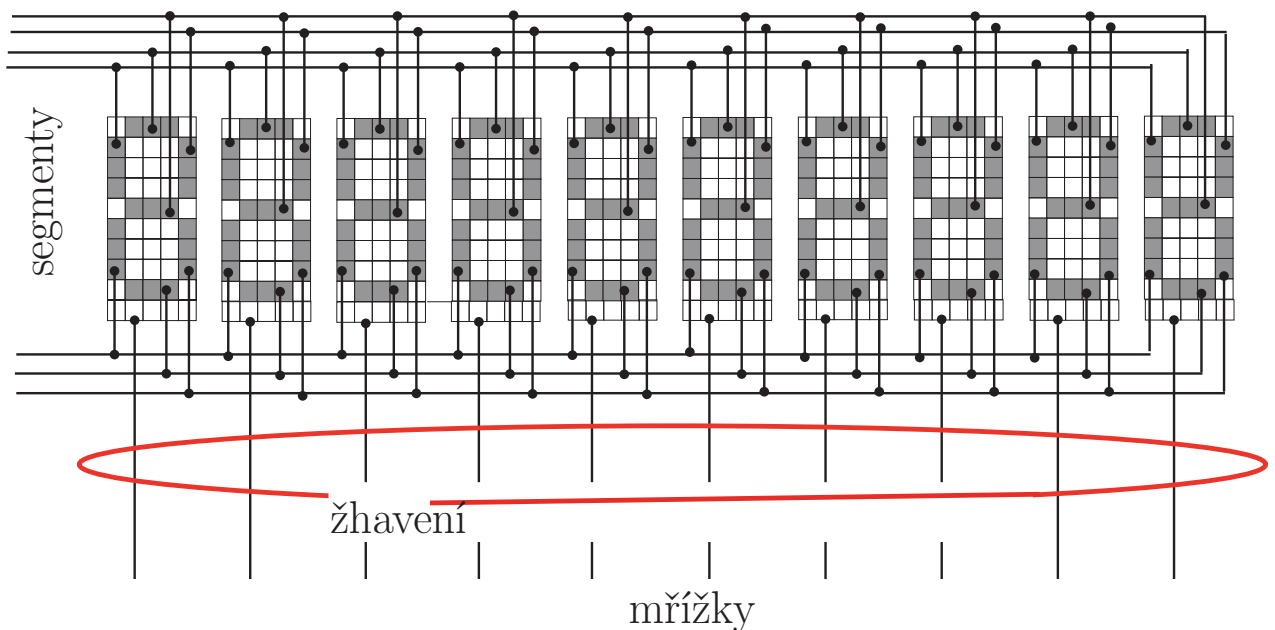
Obrázek 13.6: VFD

Mezi substrátem a skleněnou čelní stěnou je vytvořen vzduchoprázdný prostor (vzduch je odčerpán naznačeným otvorem). Na zadní stěně jsou kovové anody – segmenty, na kterých jsou vytvořeny plošky luminoforu potřebného tvaru. Pod čelní

stěnou je tenké žhavicí vlákno emitující elektrony. Mezi vláknem a anodami jsou vloženy průhledné kovové mřížky, která buď elektrony emitované žhavicím vláknem urychlují směrem k anodám nebo je zabrzdí, takže k anodám nedoletí.

Elektrický obvod se skládá ze samostatného stejnosměrného nebo střídavého zdroje žhavicího proudu a z anodového obvodu (zdroje stejnosměrného napětí mezi vláknem a anodou), který musí být vybaven spínači určujícími, které anody mají být aktivovány. Segmenty připojené ke kladnému napětí jsou viditelné, avšak jen tehdy, když je současně na příslušné mřížce kladné napětí. Anody, které sice mají připojeno kladné napětí, ale jsou od žhavicího vlákna odděleny záporně polarizovanou mřížkou, nesvítí.

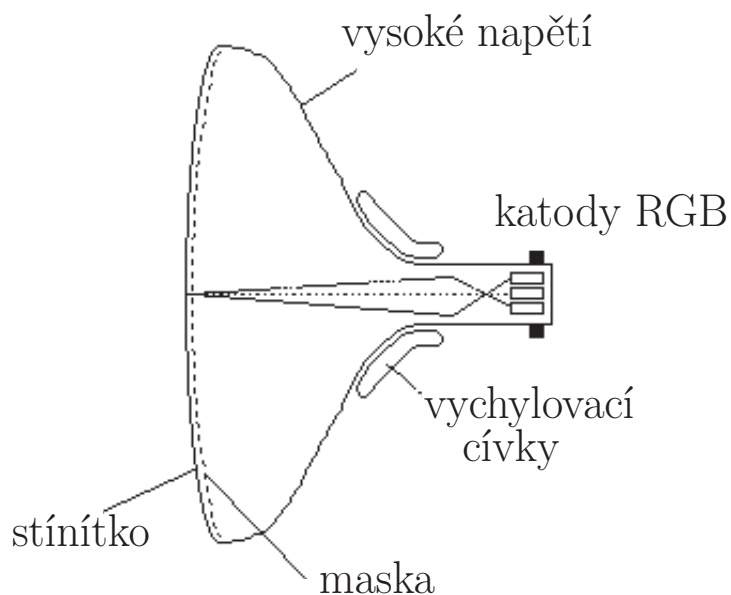
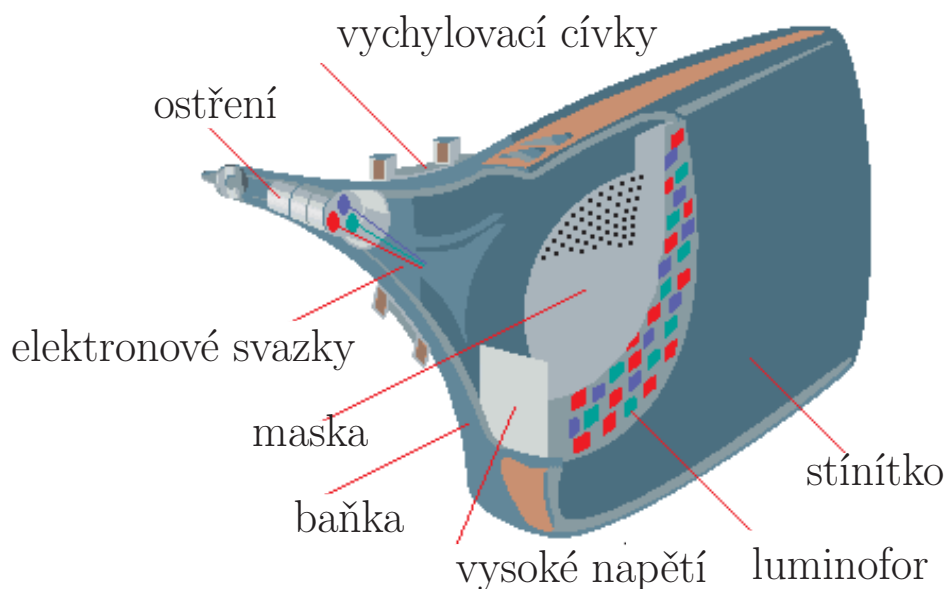
Na obrázku je naznačeno zapojení znakovky s deseti sedmi-segmentovými luminiscenčními znaky. Ze společného vakuového prostoru může být vyvedeno pouze sedm přívodů k paralelně spojeným anodám, deset vývodů mřížek, které dynamicky rozsvěcují jednotlivé číslovky a dva vývody žhavicího vlákna.



Obrázek 13.7: Uspořádání displeje s deseti sedmisegmentovými znaky

Obrazovka – CRT (Cathode Ray Tube)

Obrazovka je aktivní zobrazovač pracující na principu luminescence vyvolané dopadem elektronového svazku. Schématické uspořádání barevné obrazovky ukazuje následující obrázek.



Obrázek 13.8: Obrazovka

V barevné obrazovce jsou tři žhavené katody, každá pro jeden elektronový svazek. Elektronové svazky jsou vtahovány

do prostoru skleněné baňky díky vysokému kladnému napětí (řádu několika kilovoltů), které je připojeno na kovový povlak vnitřku baňky a stínítka. Na ploše stínítka jsou obrazové body vytvořené z trojice luminoforů v základních barvách RGB. Každý ze svazků smí zasáhnout vždy jen luminofor „své“ barvy, což umožňuje kovová maska s otvory, ve kterých se svazky překříží a dopadnou na stínítka. Uvedená maska s otvory tedy obrazovku kvalifikuje jako rastrový zobrazovač s určitým počtem řádků a sloupců.

I když luminofory vykazují určitou setrvačnost ve svém svitu, je nezbytné obraz obnovovat ve všech bodech s opakovací frekvencí nejméně 50 obrázků za sekundu. Současné monitory počítačů pracují většinou s vyšší frekvencí (70 – 100 Hz).

Aktivace obrazových bodů probíhá tak, že vychylovací cívkou svým magnetickým polem vychylují svazky podél řádků s tím, že na konci řádku se svazek zatemní, vrátí zpět na začátek řádku a posune se vertikálně na další řádek. Po vykreslení všech řádků obrazu se svazek vrátí na začátek prvního řádku a vše se opakuje.

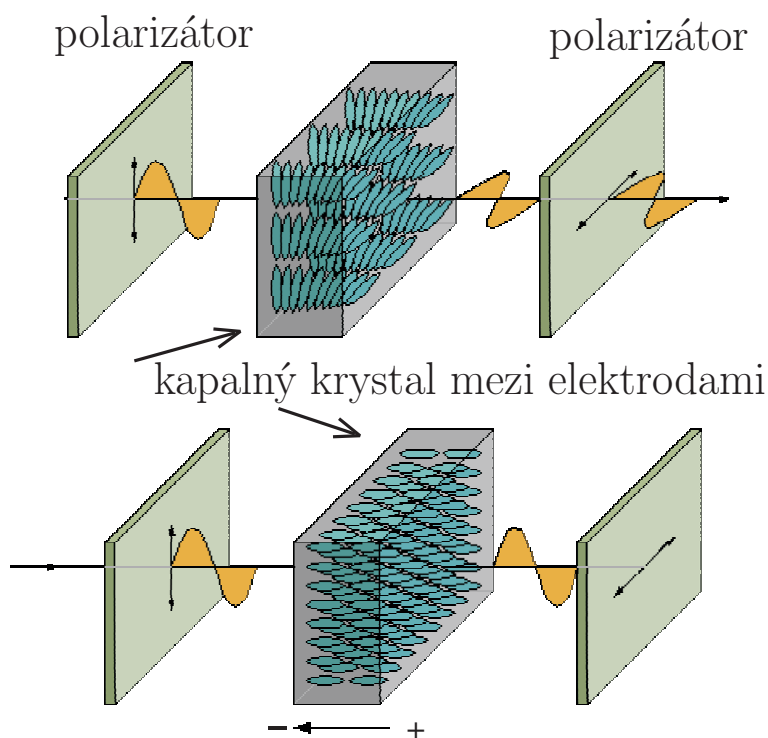
Barvu každého bodu určuje jas (poměr v jasu) jednotlivých luminoforů, a ten je určen pro každou barevnou složku intenzitou dopadajícího elektronového proudu. V blízkosti každé katody je tedy elektroda, která elektrostaticky ovlivňuje tok elektronů tak, že v daném bodě se rozzáří luminofor přesně určeným jasnem a se zbývajícími dvěma vytvoří barevný bod požadovaného barevného odstínu.

Informace o obraze tedy musí být složena ze tří signálů řídících tři elektronové svazky. Tyto signály musejí být velmi přesně synchronizovány se signály, které svazky vychylují. K řízení obrazovkových displejů jsou pro počítače vyráběny speciální integrované obvody.

Zobrazovače s kapalnými krystaly – LCD (Liquid Crystal Display)

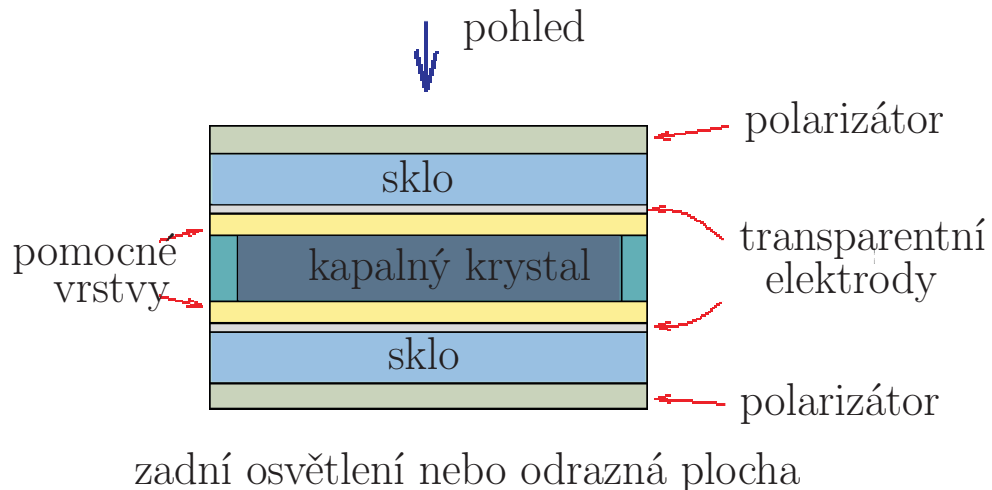
Zobrazovače s kapalnými krystaly jsou v současné době nejvýznamnější alternativou k zobrazovačům obrazovkovým, a to nejen ve výpočetní technice, ale i v televizních přijímačích.

Kapalný krystal je tvořen organickými molekulami, které mají tendenci se uspořádat do krystalické struktury, pokud na ně nepůsobí vnější síly. Pod vlivem vnějších sil, např. pod vlivem elektrického pole, se struktura rozpadne a látka se chová jako normální kapalina. Pokud jsou kapalné krystaly použity k zobrazování grafických informací, využívá se skutečnosti, že ve stavu bez vnějšího elektrického pole (bez napětí na elektrodách, mezi kterými je látka umístěna) krystaly polarizují světlo – otáčejí polarizační rovinu světla o 90° a ve stavu, kdy elektrické pole působí, procházející světlo polarizováno není. Obě situace znázorňuje obrázek.



Obrázek 13.9: Princip ovládání světla kapalným krystalem

Elektrody, mezi kterými je kapalný krystal, jsou vytvořeny na skle jako průhledné kovové povlaky. Mají tvary odpovídající požadovaným obrazcům (znakový zobrazovač), segmentům (segmentový zobrazovač) nebo obrazovým bodům (rastrový zobrazovač). Řez konstrukcí zobrazovače ukazuje obrázek.



Obrázek 13.10: Struktura LCD

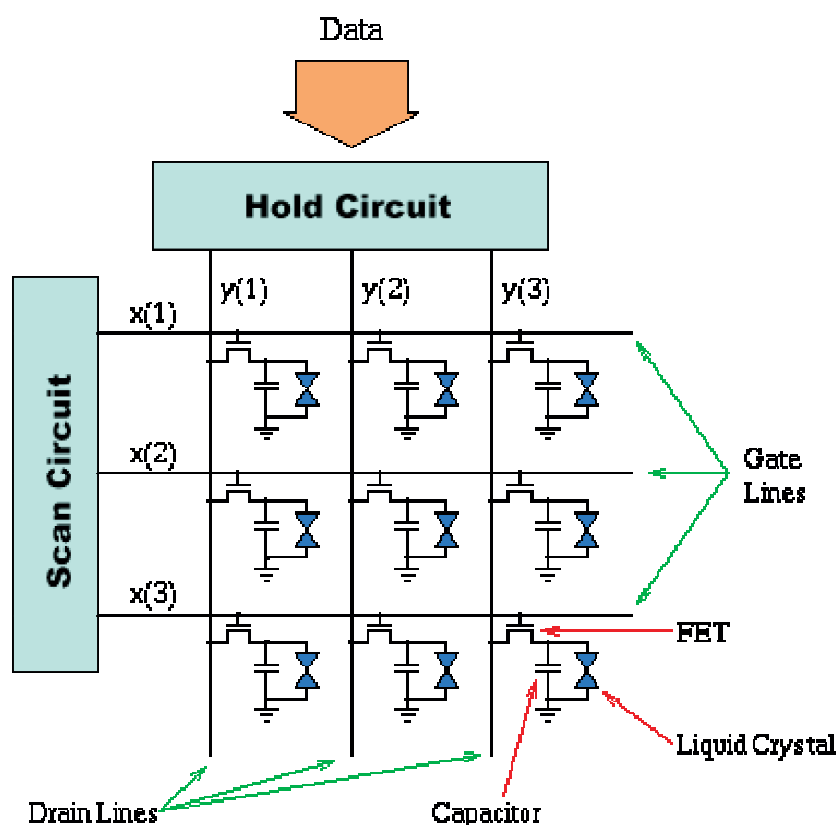
Zobrazovač je pasivní, což znamená, že pozorování stavu kapalného krystalu je možné jen s pomocí vnějšího zdroje světla. Jsou dvě možnosti. S využitím vnějšího dopadajícího světla je zobrazovaná informace viditelná tak, že směrem k pozorovateli je zablokováno světlo odražené od zadní odrazové plochy. Tak pracují všechny znakové i rastrové „černobílé“ zobrazovače na hodinkách, walkmanech,...

Zadní odrazová plocha může být osvětlena. Na principu se nic nezmění, jen není třeba mít z přední strany zdroj světla. Dostáváme tak zobrazovač s podsvětlením.

S použitím zadního osvětlení (backlighting) je možno vytvořit barevný rastrový zobrazovač. Známé spektrální složení zadního světla umožňuje pracovat s optimálně zvolenými barevnými filtry postavenými do cesty kapalnému krystalu v kaž-

dém obrazovém bodě – každý bod bude opět složen ze tří bodů se třemi různými RGB filtry.

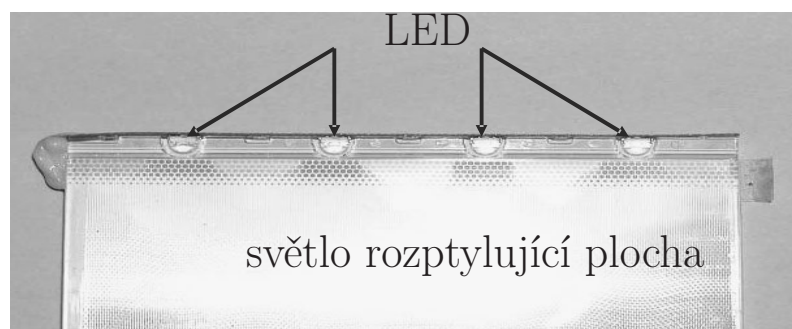
Přechod kapalného krystalu mezi stavem krystalickým (polarizuje světlo) a stavem vybuzeným (nepolarizuje světlo) vykazuje setrvačnost. Toho lze využít při dynamickém buzení tak, že elektrické pole nemusí být přítomno stále. Nicméně návrat ke krystalické (polarizující) struktuře probíhá postupně, což vede, při delší periodě obnovování vybuzeného stavu, ke ztrátě kontrastu v zobrazované informaci. Proto jsou v současnosti vyráběny displeje, které mají v každém obrazovém bodě tři paměťové obvody (pro tři barevné složky) se spínacími tranzistory. Vše je vytvořeno v tenkých vrstvách spolu s transparentními elektrodami. Jedná se zobrazovač označovaný TFT LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display). Obvodové uspořádání ukazuje následující obrázek.



Obrázek 13.11: Struktura TFT LCD

Zobrazovače s kapalnými krystaly jsou energeticky extrémně nenáročné. Při vnějším osvětlení spolu s logickými členy CMOS umožňují vyrábět hodinky, budíky a další zařízení pracující nepřetržitě několik let z jedné baterie. Příkon rastrových zobrazovačů pro počítačové monitory a televizory je do značné míry ovlivněn výkonovými nároky osvětlovací „zářivkové“ trubice v uspořádání zadního osvětlení.

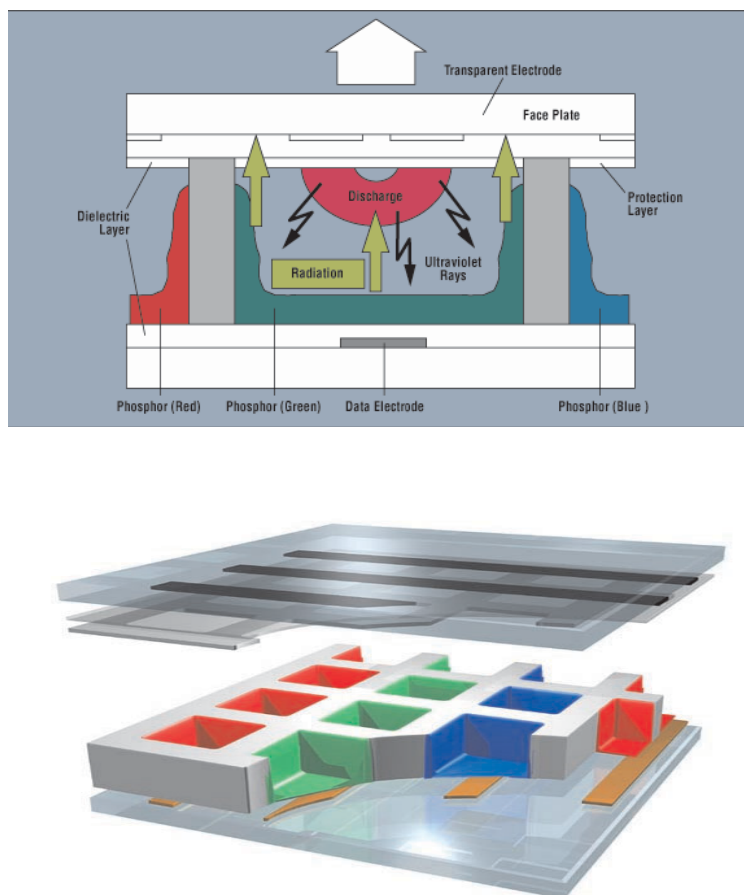
Zadní osvětlení zabezpečují výbojkové trubice CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) nebo svítivé diody (LED) zabudované do desek schopných rovnoměrně rozptylovat světlo takových zdrojů. Pro větší rozměry jsou vhodné CCFL, pro malé zobrazovače se používají svítivé diody.



Obrázek 13.12: Zadní osvětlení

Plasmové zobrazovače

Významnou konkurencí pro LCD zobrazovače jsou zobrazovače plasmové. Jedná se o aktivní barevné rastrové zobrazovače pracující na principu luminiscence stimulované plasmatickým výbojem.



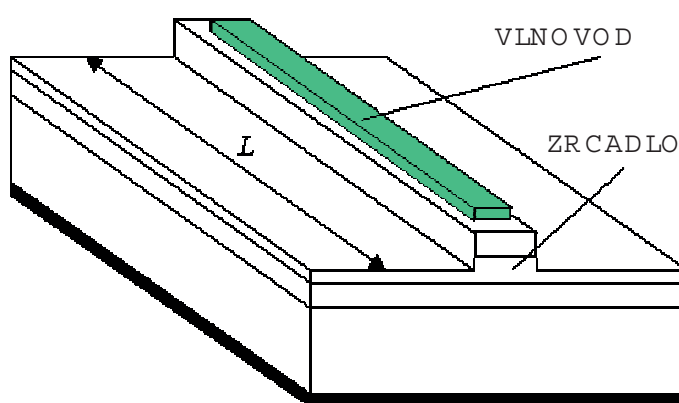
Obrázek 13.13: Plasmový zobrazovač

Barevný zobrazovač má obrazové body vytvořeny jako trojice komůrek, ve kterých je elektrickým signálem vybuzen plasmatický výboj, pak je výboj potřebným napětím udržován a v dalším režimu je zhasen. Zvláštností je, že výboj nelze co do intenzity ovlivňovat, takže poměr barevných složek určuje poměr doby, po kterou je výboj aktivní a po kterou je zhasnut. Informace o jasu jednotlivých složek tedy musí být ztransformována na parametry časového řízení jednotlivých obrazových buněk.

Zdroje světla pro optické komunikace

Svítivé diody generují z hlediska vlnového nekoherentní vlnění s náhodnou fází. Jsou použitelné pro optickou komunikaci na malé vzdálenosti. Modulace je většinou amplitudová – v podstatě řešená spínáním proudu do diody.

Pro optické komunikace po světlovodných kabelech jsou jako zdroje světla využívány polovodičové laserové diody. Laserové diody generují koherentní světelné vlny.



Obrázek 13.14: Struktura polovodičového laseru

Laserová dioda je velmi podobná svítivé diodě, je vytvořena rovněž jako PN přechod generující fotony při rekombinaci. Součástí laserové diody však je navíc optická rezonační dutina tvořící vlnovod, který umožňuje další stimulaci polovodiče vytvářejícího fotony s tím, že ve vlnovodu jsou světelné vlny posíleny, sfázovány a vyslány jako koherentní svazek do prostoru. Výsledkem je světelný paprsek s definovanou fází a velmi malým rozptylem. Světelný paprsek má tak malý úhel rozptylu, že i na velmi velkou vzdálenost vytvoří osvětelný kruh s malým poloměrem.

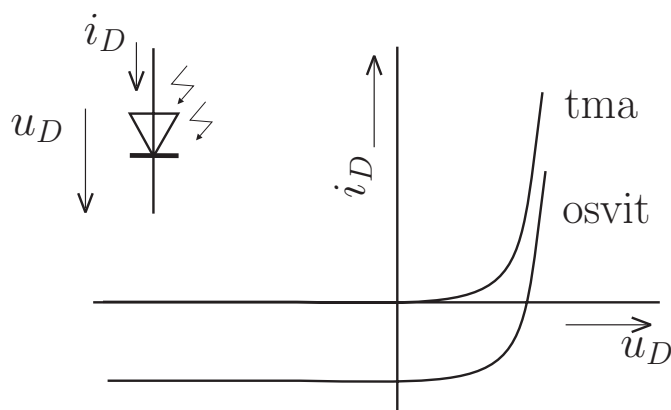
Laserové diody se používají k digitální komunikaci, kdy je nejčastěji používána amplitudová modulace. Komunikace se uskutečňuje většinou pomocí světelných kabelů, jsou však k dispozici i přenosové systémy pro přenos volným prostorem na

vzdálenost od desítek metrů až po jednotky kilometrů – FSO (Free Space Optical Communication).

Na malou vzdálenost může být energie fotonů z laserové diody soustředěna na povrch materiálů do bodů o průměru v řádu mikrometrů, ve kterých vznikající teplo narušuje jejich povrch. To se uplatňuje při záznamu dat na zapisovací CD a DVD, ale i v lékařství, strojírenských a vojenských technologiích.

Princip světlocitlivých a obrazových senzorů

V digitální optické komunikaci jsou nejčastěji používanými senzory fotodiody. Fotodiody jsou principiálně shodné se všemi polovodičovými diodami, tedy představují PN přechod. Specifikem je, že dopadající světlo může v polovodiči vytvářet nosiče náboje. Osvitem je voltampérová charakteristika diody posunuta mimo počátek, jak naznačuje následující obrázek.



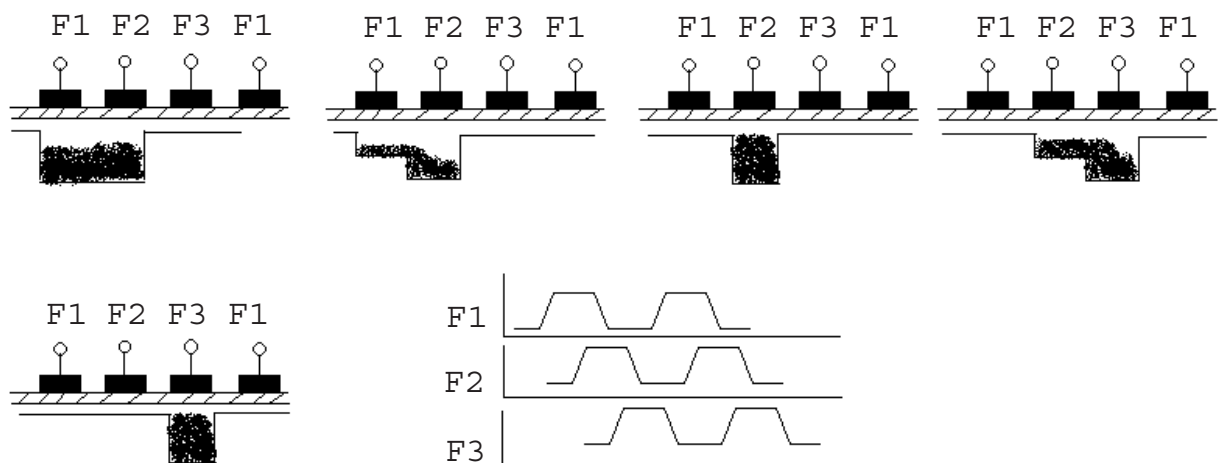
Obrázek 13.15: Charakteristika fotodiody

Z obrázku je patrné, že fotodioda může pracovat v elektrickém obvodu s vnějším zdrojem, pak se bude jevit jako element propouštějící proměnný proud (pracovní bod ve čtvrtém kvadrantu), nebo bez vnějšího zdroje (pracovní bod ve třetím kvadrantu), a pak se bude jevit jako zdroj napětí, který dodává do zátěže proud. Významným parametrem fotodiod pro komunikace je rychlost jejich reakce na změny osvětlení.

Sensory CCD

Pro snímání obrazů jsou k dispozici speciální polovodičové struktury označované jako nábojově vázané součástky – CCD (Charge Coupled Devices). Princip snímání obrazu je založen na rastrovém rozkladu obrazu do jednotlivých bodů rastru. Rastr je vytvořen z tzv. nábojových jam (fiktivních prohlubní), jejichž naplnění elektrickým nábojem je závislé na osvětlení. Je tedy na rastr z takových jam promítnut pomocí optiky obraz a potom jsou vyhodnoceny náboje, které se v jednotlivých jámách zachytily. Řádky rastru jsou ovládány impulsními signály, které náboj podél řádků posouvají směrem ke krajům, kde jsou elektronickými zesilovači a digitizéry převedeny na digitální data reprezentující jas jednotlivých bodů. Každý obrazový bod může být složen ze tří jam, nad kterými jsou umístěny barevné filtry RGB. Tak lze získat pro každý obrazový bod informaci o jeho barvě.

Princip posouvání nábojových kvant z jednotlivých jam ukazuje následující obrázek.



Obrázek 13.16: Posouvání náboje ve struktuře CCD

Kapitola 14

Technologie hardwarových konstrukcí

Napájení PC

Napájecí zdroje v počítačích představují samostatný odstínný blok, do kterého vstupuje napětí 230 V z elektrovedné sítě a ze kterého vystupuje několik napětí potřebných pro provoz počítače. Princip činnosti napájecího zdroje spočívá v úpravě síťového napětí o kmitočtu 50 Hz na střídavé napětí vyššího kmitočtu (≈ 100 kHz) a jeho transformaci, stabilizaci a usměrnění na stejnosměrná napětí s dostatečnou proudovou zatížitelností. Jednotlivé výstupy jsou opatřeny obvody pro omezení proudu, které chrání zdroj před přetížením. Zde je příklad parametrů standardního zdroje:

Vstup střídavého napětí

90÷264 V, proud 5 A

Kmitočet 47-63 Hz

Stejnosměrný výstup

$U = +5\text{ V}$ $I = 28\text{ A}$

$U = +12\text{ V}$ $I = 19\text{ A}$

$U = +3,3\text{ V}$ $I = 24\text{ A}$

$U = +5\text{ V}$ $I = 2\text{ A}$ – stand by

Trvalý výkon 310 W

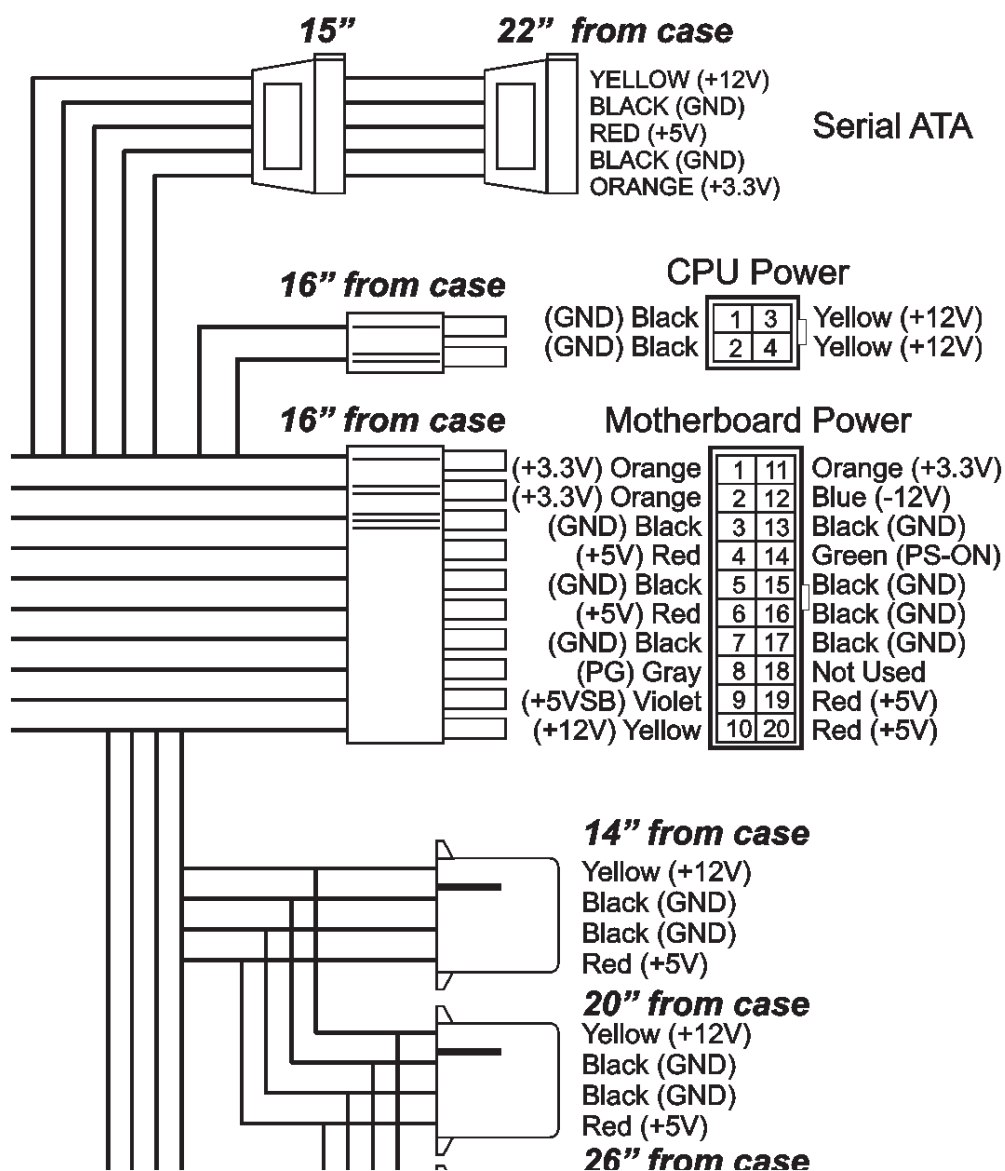
Zvlnění: 1 %

Ochrana proti přetížení: 135 %

Na obrázku je konstrukční uspořádání vhodné pro montáž ve skříni počítače. Na dalším obrázku je uspořádání stejnosměrných napětí na konektorech kabelů, které jsou ze zdroje vyvedeny.



Obrázek 14.1: Zdroj napájení pro PC



Obrázek 14.2: Rozložení kontaktů konektorů

Zálohování zdrojů – UPS

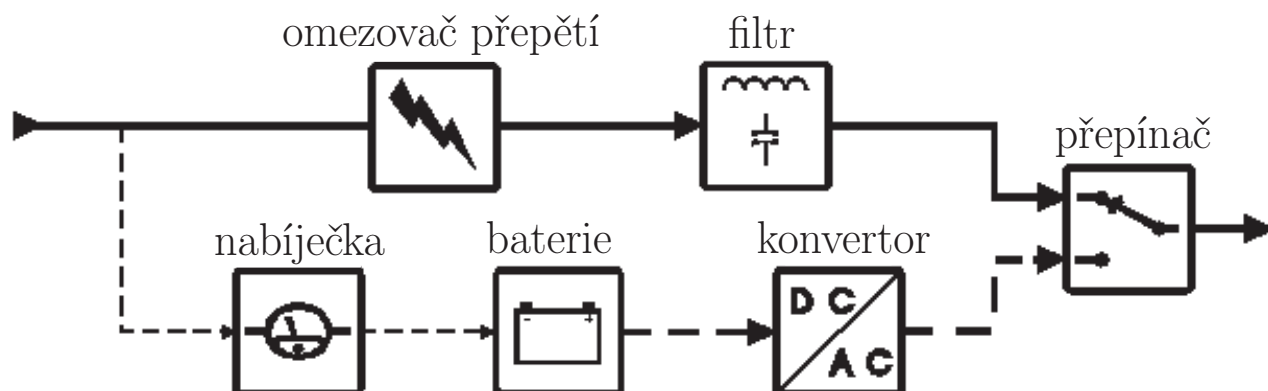
K zabezpečení počítačů proti výpadku napájení z elektrovodné sítě slouží zařízení označované jako UPS (Uninterruptible Power Supply), kterým se česky říká záložní zdroj. Oblast záložních zdrojů je velice široká, nejčastěji se o nich hovoří v souvislosti s počítači a servery spravujícími životně důležité aplikace.

Jakmile z jakýchkoliv důvodů dojde k přerušení dodávky elektrické energie, počítač většinou přestane okamžitě fungovat. Máme-li v napájecím přívodu UPS, dojde v okamžiku přerušení dodávky proudu ze sítě k přepnutí na záložní zdroj, který je napájen proudem z akumulátoru v UPS. Toto přepnutí proběhne tak, že funkce počítače není nikterak ohrožena. Pokud se jedná jen o krátkodobé přerušení, dojde po obnovení dodávky ke zpětnému připojení k síti. Pokud se však jedná o dlouhodobější výpadek, je doba, po kterou je možno s počítačem pracovat, závislá na kapacitě akumulátorů záložního zdroje a pohybuje se podle velikosti zařízení, resp. akumulátorů od desítek minut po několik hodin.

Existují v podstatě dva základní typy UPS; těm jednodušším se říká Stand-by (Stand-by Power Systems, SPS, někdy také Off-line UPS), dále existují typy označované Line Interactive a ty nejmodernější a nejdražší se nazývají On-line.

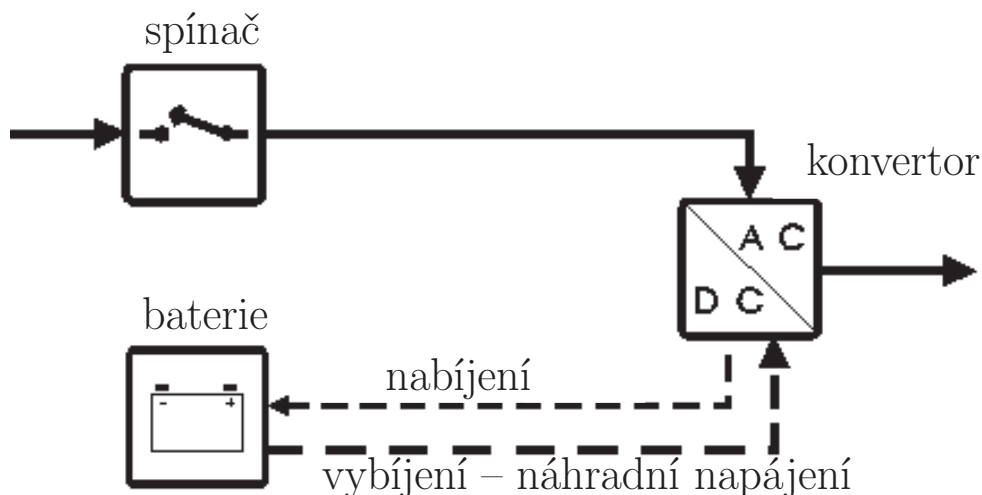
UPS zařízení typu **Stand-by** či Off-line jsou nejjednodušší a nejlevnější variantou záložních zařízení. Stand-by či Off-line se jim říká proto, že proud z akumulátorů nezasobuje energii připojené zařízení pokud nedošlo k výpadku síťového napětí. Elektrický proud přicházející do UPS ze sítě je použit jen k nabití akumulátorů, které začnou až v okamžiku výpadku dodávat proud do převodníku stejnosměrného napětí z baterie na sinusové napětí 230 V / 50 Hz. Jakmile se obnoví napájení ze

sítě, převodník se odpojí a akumulátory se nabíjí. Na obrázku je blokové uspořádání systému. Nejzávažnější nevýhodou tohoto typu je, že mezi výpadkem proudu a zapnutím záložního systému nastává prodleva v řádu 5÷10 ms.



Obrázek 14.3: UPS – stand by

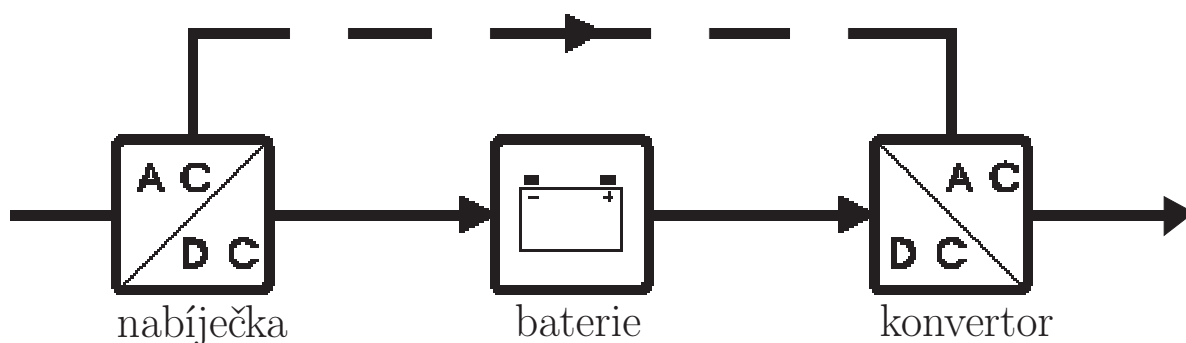
Line-Interactive UPS pracuje odlišně. Namísto oddělených bloků pro nabíjení akumulátorů, konvertoru a přepínače je zde využit kombinovaný blok, který řídí nabíjení akumulátorů a ze svorek akumulátoru současně odebírá proud pro generování střídavého proudu. Pokud není výpadek proudu, pracuje tento blok jako nabíječka pro akumulátory, pokud však dojde k přerušení, automaticky nastartuje generátor náhradního napětí.



Obrázek 14.4: Line interactive UPS

Hlavní výhoda tohoto řešení spočívá v tom, že kombinovaný střídač/převodník je neustále připojený na výstup a napájí tak zálohované zařízení. Díky tomu je prodleva mezi přepnutím z primárního zdroje na sekundární kratší než u Stand-by UPS. Převodník bývá dále vybaven obvody pro filtrování a regulaci napětí na výstupu. Tento typ UPS je v poslední době nejčastějším představitelem záložních zařízení pro domácnost a malé kanceláře.

On-line UPS se někdy označuje jako „opravdové (true)“ UPS. I při běžném provozu je napětí vedeno na výstup z konvertoru trvale připojeného k akumulátoru, zatímco napětí ze sítě slouží jen k nabíjení (a udržování nabitých) akumulátorů. V případě přerušení napájení se tedy vypne jen nabíjení akumulátorů a nenastává žádná prodleva při přepnutí ze sítě na baterie. Jakmile tedy vypadne proud, UPS dále napájí bez jakéhokoli přerušení zálohované zařízení. Tento princip je stejný jako u notebooků, pokud je při práci notebook připojen do zásuvky.

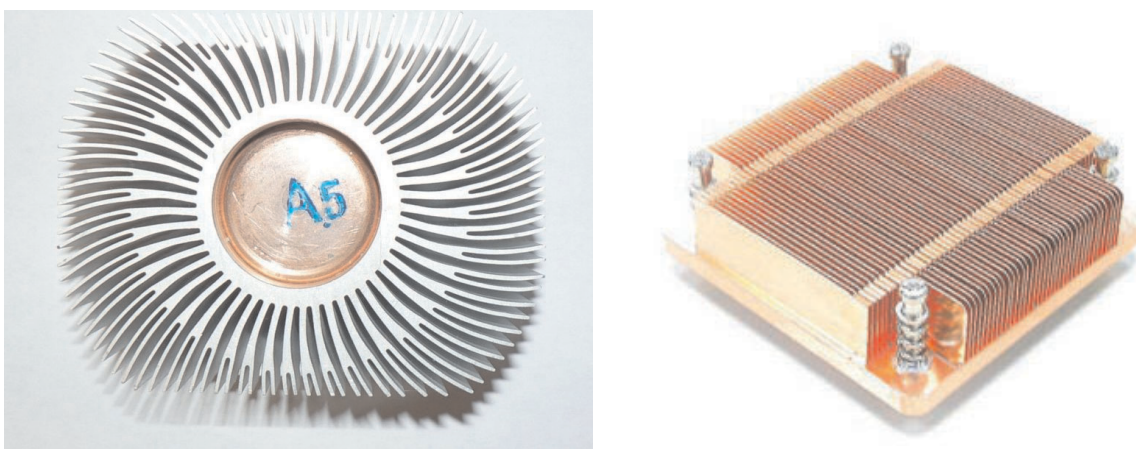


Obrázek 14.5: On-line UPS

Chlazení elektronických zařízení

Pasivní chlazení zabezpečuje chladič – kovová součástka, která má na sobě žebra pro zajištění co největší plochy, které zabezpečují předávání tepla okolnímu vzduchu. Pasivní chladiče bývají ze slitin hliníku, stále více se však rozšiřují i měděné chladiče, protože měď má výrazně vyšší tepelnou vodivost. Měděné chladiče mohou mít žebra s menší tloušťkou (nezlomí se tak snadno jako hliníková).

Ukázka chladičího tělesa je na obrázku.

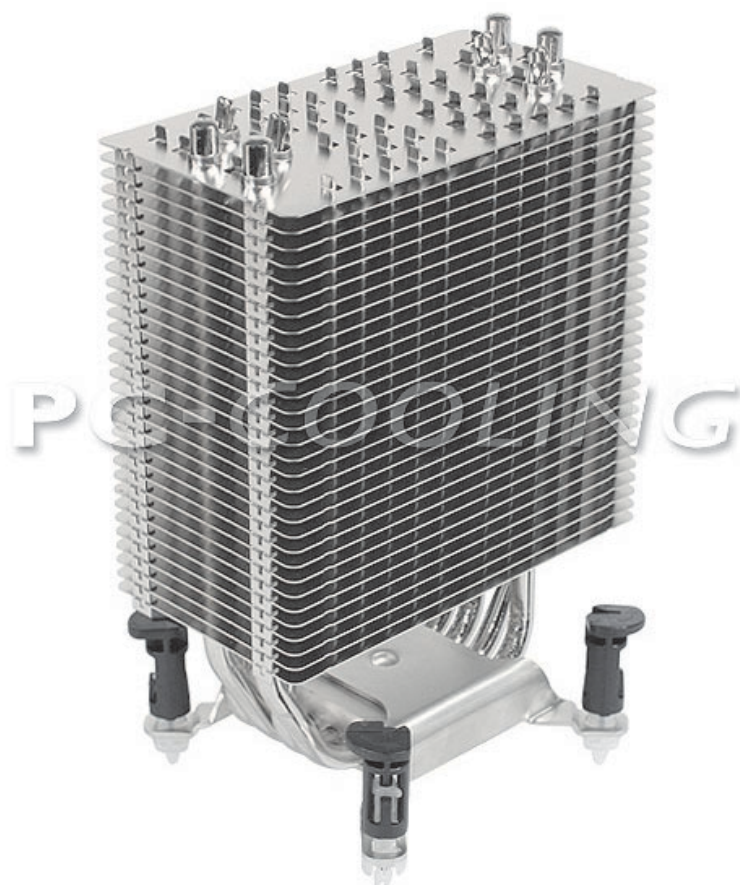


Obrázek 14.6: Pasivní chladiče

V poslední době se také více uplatňují tzv. tepelné trubice (heatpipe), které dokáží přenášet velké tepelné výkony při zachování malého rozdílu teplot. Přenos tepla v nich je založen na odpařování a kondenzaci. Jedná se o hermeticky uzavřenou trubici, ve které je pracovní látka (voda, alkohol, propanbutan, freon a pod.). Je-li jeden konec ohříván a na druhém konci je chladič, začne se pracovní médium odpařovat. V důsledku toho roste tlak. Na chlazeném konci páry kondenzují a předávají tak teplo, které bylo spotřebováno k odpaření. Kondenzát teče, nebo vzlíná zpět, což se stále opakuje.

Již desítky let se tato technologie používá v průmyslu, převážně k chlazení výkonové elektroniky. Výhodou je, že chlazené prvky mohou být rozmístěny optimálně z elektrického hlediska

(což obvykle znamená blízko u sebe) a velký chladič je společný pro všechny, na místě kde nepřekáží. Vnitřek zařízení je navíc možno prachotěsně uzavřít a chladicí vzduch vést pouze přes chladič. V posledních letech, když příkony procesorů používaných v PC začaly výrazně růst, se tepelné trubice začínají prosazovat i zde, ale mají většinou jen podpůrný význam, kdy zlepšují rozvod tepla z malé plochy procesoru do velkého chladiče.

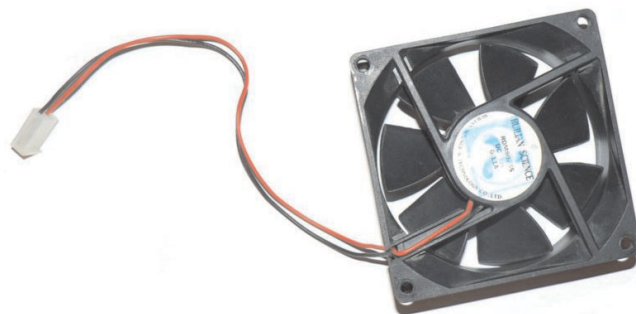


Obrázek 14.7: Tepelná trubice

Aktivní chlazení je chlazení proudem vzduchu, který je vytvářen nějakým větrákem (nejvíce používané větráky v počítačích jsou o průměru 80 nebo 120 mm a o 2500-6500 otáčkách za minutu).

V praxi se využívá převážně kombinované chlazení – pasivní chladič, na kterém je nasazen chladič aktivní, který vytváří

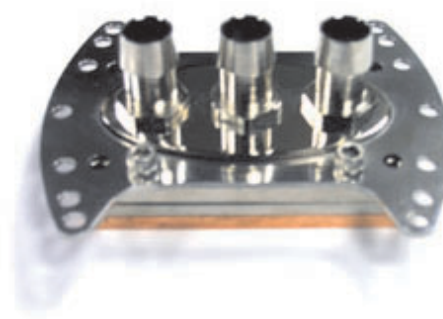
proud vzduchu procházející pasivním chladičem. Jindy jde jen o vhodné umístění větráku v prostoru skříně tak, aby proud vzduchu zasáhl pasivní chladiče a chladiče s tepelnými trubkami.



Obrázek 14.8: Větrák

Vodní chlazení vzniklo jako chlazení pro počítače s nástupem výkonných sestav někdy po roce 2000. Jeho boom zpomalují levnější avšak stejně výkonné kombinované chladiče (větráky nasazené na pasivní chladicí tělesa).

Vodní chlazení je uzavřená soustava, ve které probíhá chladicí médium. Okruh sestává z čerpadla, chladičů na jednotlivé chlazené komponenty a velkého pasivního chladiče. Prodávají se jak kompletní sestavy, tak jednotlivé díly pro vlastní sestavení vodního okruhu. Vodní chlazení přesouvá problém chlazení mimo skříň, kde se teplo stejně musí předat přes pasivní chladič do vzduchu.



Obrázek 14.9: Vodní chladič procesoru