



Střední průmyslová škola elektrotechnická,

Praha 10, V Úžlabině 320

VÝUKA HARDWARE

TEORETICKÉ PODKLADY - PERIFERIE

Autor:

Oldřich Urban

Anotace

Tyto materiály by měly sloužit jako doplněk k webovým stránkám projektu Výuka hardware. Práce obsahuje stručný popis jednotlivých zařízení, popis funkce a schematické obrázky. Animace funkce můžete nalézt na webových stránkách projektu.

Annotation

These materials should serve as complement to the web site project Hardware instruction. Project consists of simple description of the most of peripherals, description of it's function. Animation of functions can be found on the project's website.

Obsah

1	Monitory	5
1.1	Monitor CRT (Cathode Ray Tube)	5
1.1.1	Princip funkce	5
1.1.2	Delta obrazovky	6
1.1.3	Trinitronové obrazovky	6
1.1.4	In Line obrazovky	6
1.2	Monitor LCD	6
1.2.1	Princip funkce	6
1.2.2	Displeje TN (Twisted Nematic)	7
1.2.3	Displeje STN (Super Twisted Nematic)	8
1.2.4	Displeje DSTN (Double Super Twisted Nematic)	8
1.2.5	Displeje TFT (Thin Film Tranzistor)	8
1.2.6	Displeje FLCN	8
1.2.7	Displeje OLED (Organic Light Emitting Display)	8
2	Klávesnice	8
2.1	Mechanické kontakty	9
2.2	Elektrické klávesy	9
2.3	Mechanické klávesy	10
3	Myši	10
3.1	Historie vývoje	11
3.2	Mechanické myši	11
3.3	Optická myš	12
3.4	Způsoby připojení	12
3.5	Alternativy myší	13
4	Tiskárny	13
4.1	Jehličkové tiskárny	13
4.2	Tepelné tiskárny	13
4.3	Inkoustové tiskárny	14
4.4	Laserové tiskárny	14
4.5	Diodové tiskárny	14

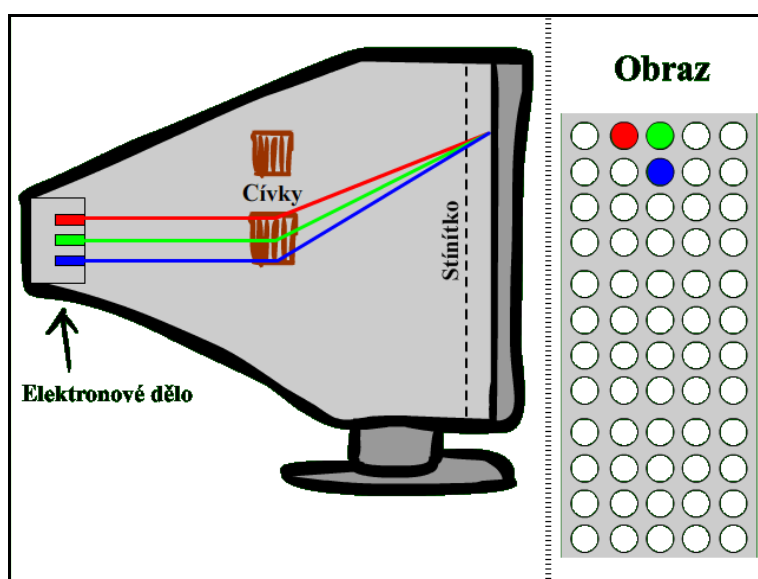
5	Skenery.....	15
5.1	Ruční skenery.....	16
5.2	Dělení stolních skenerů:	16
5.2.1	Bubnové stolní skenery	16
5.2.2	Kamerový stolní skener	16
5.2.3	Plošný stolní skener	16
5.3	Moaré	17

1 Monitory

1.1 Monitor CRT (Cathode Ray Tube)

CRT (katodová trubice) je urychlovač elektronů uzavřený do vakuové baňky, vynalezené roku 1897 německým fyzikem Karlem Ferdinandem Braunem. Užití katodové trubice je hlavně v zobrazovacích zařízeních jako jsou televize nebo monitory počítače.

Obrazovky můžeme rozdělit podle zobrazování barev na barevné a černobílé. Černobílé používají jediný paprsek, na rozdíl od barevných, které používají tři paprsky, které procházejí přes stínící masku (RGB – red, green, blue) a tím vytvoří barevné složky.



Obr. 1 Monitor CRT

1.1.1 Princip funkce

Na zúženém konci monitoru se nachází emitör (elektronové trysky 3 pro barevný monitor, 1 pro černobílý), který je zdrojem elektronových paprsků, které procházejí stínítkem. Cestou jsou paprsky prohnány elektronovým polem, které je zaostří. Dále paprsek projde mezi vychylovacími cívkami, které určují směr paprsku a vychylují jej z dosavadního směru. Tímto způsobem se paprsek pohybuje po obrazovce zleva doprava a na konci přeskočí na další řádek a opět odleva pokračuje (viz. animace).

Ještě předtím, než uvidíme obraz, musí nasměrované světelné paprsky projít tzv. maskou. Je to jemná kovová mřížka, jejímiž otvory paprsek projde až na tenkou hliníkovou vrstvu, která

je kladně nabitá. Anoda přitahuje náboje na luminiscenční vrstvu (luminofórum – chemická sloučenina fosforeskující při dopadu elektronů), kde vzniká obraz. Je nutná vysoká přesnost, aby kombinace barev RGB mohla vytvořit požadovanou barvu, která vzniká právě kombinací červené, zelené a modré.

Podle způsobu usměrňování rozlišujeme 3 typy obrazovek:

- Delta
- Trinitronové
- In Line

1.1.2 Delta obrazovky

Jedná se o nejstarší typ obrazovky se stínící maskou. Trysky jsou na počátku uspořádány do rovnostranného trojúhelníku stejně, jako body na obrazovce. To má za následek zkreslení obrazu v rozích obrazovky díky šikmému dopadu na luminofor.

1.1.3 Trinitronové obrazovky

Pevná mřížka je zde nahrazena soustavou podélných a svislých drátků (tloušťka cca 0,1 mm). Tím je odstraněna deformace jednotlivých bodů a ztráta kruhového tvaru bodu, tím pádem je obraz ostřejší. Velkou nevýhodou je však vysoká citlivost na magnetická působení.

1.1.4 In Line obrazovky

Princip podobný jako u trinitronové obrazovky, avšak soustava drátků je nahrazena pevnou mřížkou s protáhlými otvory. Jelikož toto řešení bylo velmi nákladné, vznikla z něj trinitronová obrazovka.

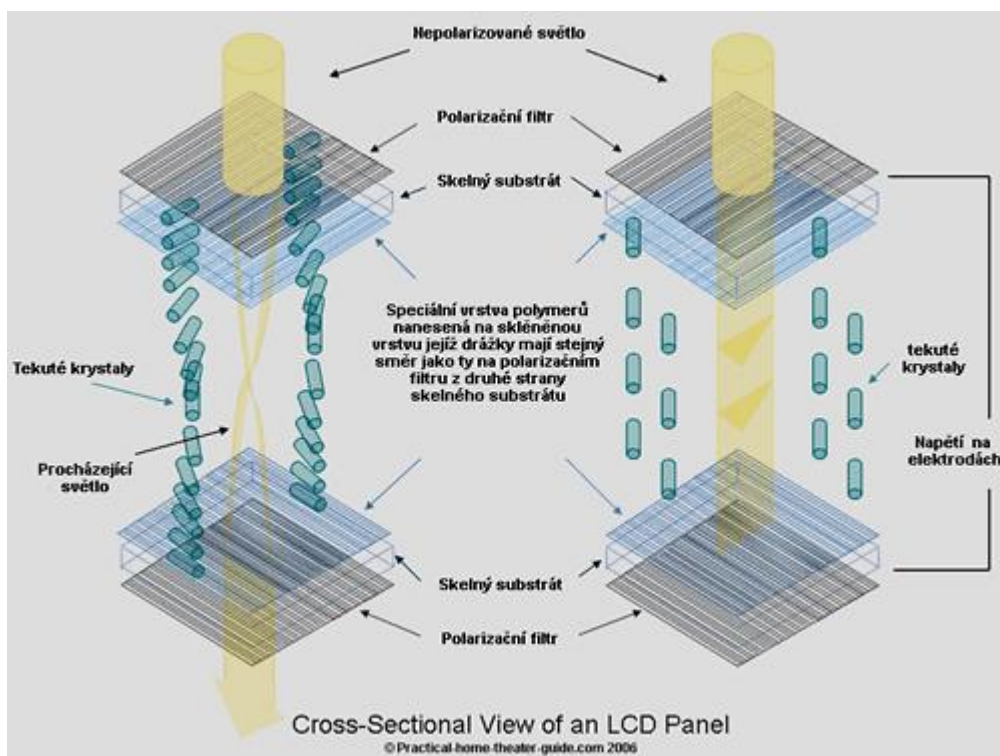
1.2 Monitor LCD

Monitory LCD jsou nejrozšířenějšími plochými obrazovkami. LCD je zkratka slov Liquid Crystal Display, což se dá přeložit jako displeje z tekutých krystalů. Displeje je možno rozdělit takto: TN, STN, DSTN, TFT, FLCN, OLED, elektronický papír, plazmové displeje, plazmatronové displeje, displeje 3D.

1.2.1 Princip funkce

Funkce je založena na natáčení tekutých krystalů, které musí být podsvětleny – nejčastěji elektroluminiscenční výbojkou. Jednotlivé buňky buď světlo nepropustí, ztlumí nebo nechají

projít. Na spodní straně jsou umístěny polarizátory, které umožňují natáčení tekutých krystalů. Podle směru natočení krystalu buď světlo prochází, nebo naopak neprochází. Tím dojde k rozsvícení (ztmavení) jednoho bodu displeje. Dva stavy, svítí a nesvítí nestačí, je nutné zajistit i možnost rozzářit bod s různou intenzitou. Toho docílíme částečným natočením krystalu. Barevnosti dosáhneme díky znalosti, že lidské oko není dokonalé a nedokáže vnímat malé části a rozdíly. Každý bod (pixel) se skládá ze tří barevných částí – červená, zelená, modrá (RGB). Tím, že oko nedokáže tak malé částice vnímat, získáváme jeden bod v dané barvě. V horní vrstvě displeje je umístěna vrstva se soustavami barevných filtrů v základních barvách. Jim ve sloupci přísluší krystal, který je možné ovládat. Pak lze hovořit o barevném displeji. Vrstva tekutých krystalů je umístěna mezi skleněné destičky, na které je napařen polarizační obvod. Natáčením krystalů pak vznikají jednotlivé body, které tvoří finální obraz.



Obr. 2 Princip funkce LCD

1.2.2 Displeje TN (Twisted Nematic)

Nejstarší typ LCD displeje. Malý úhel natáčení krystalů (pouze 90 °). Pomalý displej a malý kontrast.

1.2.3 Displeje STN (Super Twisted Nematic)

Oproti TN displejům větší úhel natáčení krystalů (240°) a tím větší kontrast. Problém byl, že tento displej měl tzv. duchy (stíny bodů).

1.2.4 Displeje DSTN (Double Super Twisted Nematic)

Dvě vrstvy STN proti sobě. Jedna vrstva se nechá ovlivnit tak, že se krystaly přestanou natáčet (aktivní vrstva) a druhá se dále natáčí. Tímto se koriguje barevné zkreslení. Ani toto však neodstranilo problém s „duchy“.

1.2.5 Displeje TFT (Thin Film Tranzistor)

Jeden tranzistor pro každý obrazový bod, který řídí. Tím se zkracuje doba reakce, zkreslení obrazu, zmizí duchové a zvyšuje se kontrast na 100:1. Jedna vrstva kapalných krystalů, rozlišení až 1920x1440 px. Když je displej barevný, je třeba 921 600 krystalů pro rozlišení 640x480 px, tím pádem vzniká dost chyb, takže výrobce připouští až 12 vadných bodů.

1.2.6 Displeje FLC

Feroelektrický LCD. Vysoké výrobní náklady. Jeho výhodou je velmi rychlá reakce a schopnost udržet obraz do dalšího obrazu bez obnovování. Zdání šedi je docíleno trikem, a to rychlým přepínáním stavů.

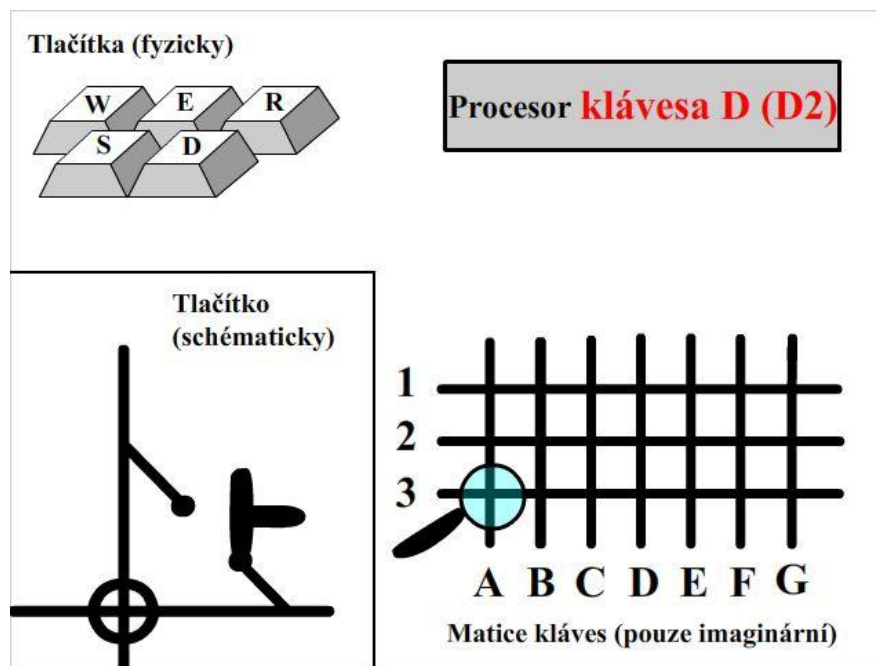
1.2.7 Displeje OLED (Organic Light Emitting Display)

Princip polymerových řetězců, které pokud vedou elektrický proud, svítí. Vysoké rozlišení na malé ploše. Rozlišení na úrovni VGA. Snadno zhotovitelné. Výhody oproti klasickému LCD: větší úhel pohledu, velmi rychlá reakce, nepotřebuje podsvícení, kontrast i černá barva jsou velmi dobré.

2 Klávesnice

Klávesnice je nezbytně nutné zařízení pro komunikaci s počítačem a jinými podobnými elektronickými zařízeními. Klávesnice jsou vyráběny v různých variantách (numerická nebo alfanumerická, a také podle národní lokalizace). Uspořádání klávesnic je v podstatné míře normalizováno (rozložení písmen na klávesnici pro člověka i zakódovaný znak pro počítač). Celá funkce klávesnice je založena na tom, že při stisknutí klávesy se změní měřitelná veličina (napětí, odpor, kapacita). Nejdůležitější je potom detekce této změny, tedy stisknutí

klávesy. To se může dít těmito způsoby: speciálním obvodem (dekodér klávesnice), kombinací obvodu a programu, nebo jen programem.



Obr. 3 Klávesnice

Klávesy mohou být řešeny nejrůznějšími způsoby. Prakticky se ale jedná pouze o dělení na mechanické a elektronické.

2.1 Mechanické kontakty

Přes systém pružin se sepne elektrický kontakt, který generuje příslušný elektrický signál. Problém je ten, že mechanické součásti zakmitají, což může generovat další signál. Tyto zákmity je třeba odstranit. To se převážně děje softwarovou cestou, tzv. vzorkováním. Naprogramuje se zpoždění v délce několika milisekund. Lze to také řešit přidáním speciálního obvodu. Další způsoby provedení mechanické klávesy jsou membrány, plastové fólie nebo použití elektrovedivé pryže.

2.2 Elektrické klávesy

Ovládání je založeno hlavně na využití Hallova jevu, změně kapacity, atd. Výhodou je prakticky neomezená životnost a nemají žádný zákmit. Nevýhodou je náročnost na napájení a složitost zapojení do obvodu.

Pozn. Hallův jev = proces generace Hallova elektrického pole v polovodiči za současného působení vnějšího elektrického i magnetického pole. Důsledkem toho se hromadí na jedné

straně látky záporný náboj a na straně druhé náboj kladný. Díky tomu, že póly mají různý potenciál, vzniká Hallovo napětí.

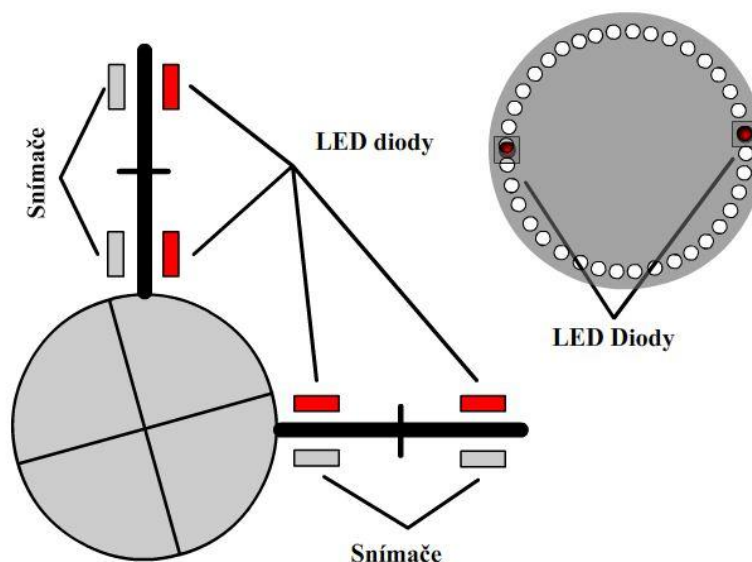
2.3 Mechanické klávesy

Velkou výhodou je jejich jednoduchost i jednoduchost zapojení jejich obvodu. Nevýhodou je jejich omezená životnost a zakmitávání kontaktů.

Princip funkce: Větší počet kláves se zapojuje do maticového pole, které je tvořeno sloupci a řádky a na místech křížení jsou umístěny klávesy (např. 64 tlačítek klávesnice je zapojeno do matice o čtyřech řádcích a šestnácti sloupcích). Elektricky se napájí příslušný řádek (sloupec) a sloupec (řádek) sleduje napětí na řádku (sloupci). Provádí se cyklická kontrola stisknuté klávesy v řádcích několika ms. Je-li signál stabilní, pak lze určit, o jakou klávesu se jedná (každá klávesa má svoje označení podle sloupce a řádku, kde se nachází). Jelikož toto je náročné na čas procesoru, má klávesnice vlastní procesor (vyhodnocovací jednotku), který generuje kódové slovo v ASCII kódu, odpovídající pozici klávesy, a pošle to do procesoru počítače.

3 Myši

Myš (mouse) je polohovací zařízení počítače sloužící k ovládání počítače hlavně v grafickém režimu (operačním systému). Převádí informace o pohybu po podložce myši (deska stolu, apod.) do signálu, který poté určuje pohyb myši po monitoru (např. ploše OS).



Obr. 4 Kuličková myš

3.1 Historie vývoje

Myš byla vynalezena Douglasem Engelbartem ve Stanfordském výzkumném institutu v roce 1963. Původní název pro myš byl „X-Y Position Indicator For A Display System“ což by se dalo přeložit jako indikátor X-Y pozice pro zobrazovací systém. Až později bylo zařízení pro zjednodušení a pro svou podobnost pojmenováno myší. První kuličkové myši využívala firma XEROX, které se také připisuje její zavedení do používání. Firma používala myš u počítače Xerox Alto, kde sloužila k ovládání grafického prostředí WIMP. V roce 1982 se firma Xerox pokoušela zařízení prodat firmě IBM, tehdejšímu lídrovi trhu s osobními počítači, ale ta myš odmítla. Podle filmu *Piráti ze Silicon Valley* jej odmítli se slovy: „Myslíte, že lidé budou používat něco, čemu se říká myš?“ Zmýlili se a tak se myš poté objevila u firmy Apple, která zařídila její popularizaci a rozšíření na trhu. Dříve, než se myši pořádně usídlily na trhu, byly vynalezeny nyní častěji používané optické myši. Stalo se tak roku 1980 a myš fungovala pouze na speciální kovové podložce, bez níž byla nepoužitelná. Na podložce musela být natištěna speciální mřížka, která napomáhala detekci pohybu. Autorem toho vylepšení myši je Steve Kirsch. Původní tvar myši ovšem nebyl takový, jak je známe nyní, ale byl to hranol. Až v nynějších dobách se přechází na ergonomické řešení myši a často to bývá velmi silný faktor při výběru produktu.

Základní dělení myši:

- Optické
- Mechanické

3.2 Mechanické myši

Mechanická myš aneb myš kuličková. Prapůvodně měla mechanická myš kolečka, což neumožňovalo šikmé pohyby, a proto byla brzy nahrazena kuličkou, která tento nedostatek vyřešila. Pohyb kuličky je snímán dvěma válečky, jeden pro pohyb v ose X a druhý pro pohyb v ose Y. Pohybem myši roztáčíme kuličku, která roztáčí tyto dva válečky, na jejichž osy jsou přidělány kruhové clonky s dírami po celém obvodu. Před clonkou je umístěna LED dioda, která prosvěcuje dírky v clonce a světlo z ní dopadá na fotocitlivý senzor. Podle toho, zda na něj dopadá (nedopadá) světelný paprsek, generuje senzor elektrický signál, který určuje podle pohybu myši pohyb kurzoru po monitoru. Pro zjištění, kterým směrem se myš pohybuje, jsou tyto senzory pro každý váleček dva, z nichž právě jeden je osvětlen. Tímto způsobem je možné rozpoznat pohyb doleva nebo doprava (nahoru nebo dolů).

3.3 Optická myš

Optická myš používá pro snímání pohybu LED nebo laserovou diodu. Paprsek jimi vyzařovaný dopadá na podložku, od které se odráží na fotocitlivé senzory. Změna polohy je zjištěna tak, že senzory odesílají snímek odraženého světla do speciálních obvodů, které vyhodnocují rozdíly mezi snímky a podle toho určují, zda byl proveden pohyb, případně v jakém směru. Nevýhoda myši s LED diodou je jejich menší přesnost a horší funkčnost na lesklých površích, které mohou vytvářet falešné odrazy. Laserová dioda má s těmito povrchy menší problémy. Případné řešení je také zvýšení množství pořizovaných snímků povrchu za sekundu.



Obr. 5 Optická myš

3.4 Způsoby připojení

Původní připojení k počítačům bylo realizováno přes sériový port RS-232 a firma Apple používala vlastní port ADP. Tento port byl na počátku 21. století nahrazen známějším portem PS/2. V současnosti je možnost zařízení připojit do USB portu buď přímo nebo pomocí speciální redukce z USB konektoru na PS/2 konektor. Poslední vymožeností u připojení myši je možnost vlastnit bezdrátovou myš. To je řešeno pomocí vysílače připojeného do počítače nejčastěji portem USB, myš však musí mít vlastní zdroj napájení (akumulátor nebo baterie). Komunikace mezi vysílačem a myši může probíhat pomocí infračerveného záření, pomocí rádiových vln, jako je tomu například u Bluetooth.

3.5 Alternativy myši

Tablet, trackball, trackpoint nebo touchpad. Tablet je speciální podložka citlivá na dotyk, po které se přejíždí speciálním perem. Toto zařízení využívají převážně grafici. Trackball je větší kulička zasazená přímo do zařízení, kterou pohybujeme přímo prstem. Trackpoint je menší tyčinka zasazená do zařízení, jejímž náklonem pohybujeme kurzorem. Používá se například u notebooků jako menší myš do klávesnice zasazená mezi písmena. Touchpad je zařízení pracující s měnícím se odporem, který se změní například při dotyku plochy prstem. Toto je známé především z notebooků.

4 Tiskárny

Tiskárny jsou nejpoužívanějším zařízením pro záznam dat, textů, grafů, obrázků apod. na papír. Rozlišujeme tiskárny černobílé a barevné. Dříve se používaly pro záznam dat elektrické psací stroje a dálnopisy, které využívaly podobné principy jako sériové tiskárny. Rozdílné tiskárny jsou paralelní, které tisknou celý řádek najednou (dřívější rychlotiskárny).

4.1 Jehličkové tiskárny

Všechny typy tiskáren, kromě tiskáren s typovým kolečkem (fungují jako psací stroj), fungují tak, že obraz se skládá z jednotlivých bodů, který se v konečné fázi „sloučí“ do jednoho obrazu. Jehličkové tiskárny tvoří jen jakýsi rastr. Nejhorší kvalita (na hranici čitelnosti) je 5x7 bodů, a proto se používají jemnější rastry. V nynější době je to 9 jehel (lze je přepnout jakoby do režimu s 18 jehlicemi, ale za cenu dvakrát pomalejší práce), 18 nebo 24 jehel. 24 jehel znamená tisk ve vysoké kvalitě. Má téměř neomezený počet možných znaků. Kvalita je docílena jemným posouváním tiskové hlavy. Na některých tiskárnách lze použít i barevné barvicí pásy (černá, modrá, žlutá, červená – CMYK).

4.2 Tepelné tiskárny

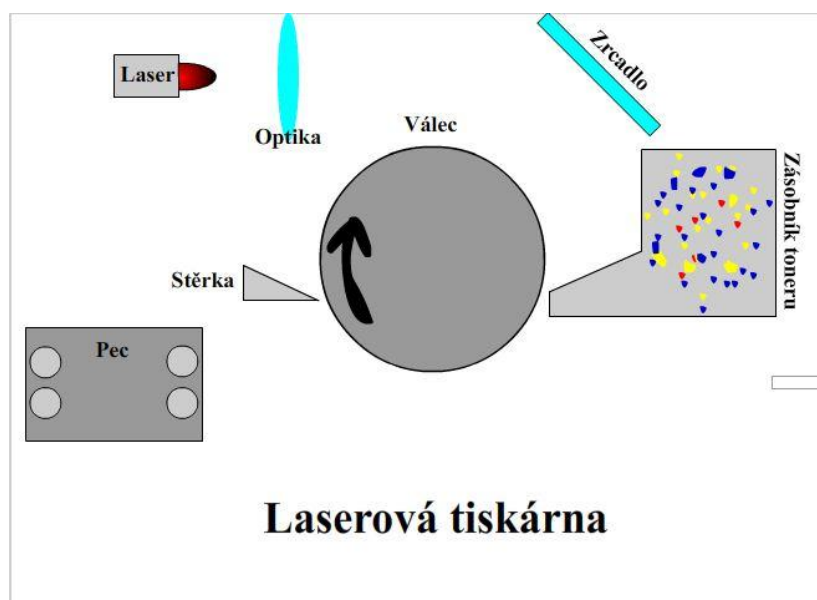
Pracují na principu obdobném jehličkovým tiskárnám. Tiskací hlava se skládá z malých topných článků (např. zahřátých rezistorů), které dopadají na speciální papír s více vrstvami, kde spodní je černá a horní bílá, dojde k reakci na dotek s horkými články a udělá se bod. Tisk je nestálý a po čase mizí. Užívá se například u pokladních tiskáren, v obchodech na účty apod.

4.3 Inkoustové tiskárny

Jsou to tiskárny nehlukné, s poměrně vysokou kvalitou tisku, blížíci se kvalitě laserových tiskáren. Jsou určeny především pro menší počty tištěných stránek (pro domácnosti apod.). Nejnáročnější požadavky u inkoustových tiskáren jsou logicky na inkoust. Ten musí být naprosto čistý (nesmí obsahovat žádné nečistoty – smítka, hrudky apod.), musí mít správnou hustotu, nesmí být agresivní k materiálům, ze kterých jsou vyráběny součástky, se kterými se setká v průběhu tisku, nesmí se tvořit usazeniny, nesmí umožňovat vývin bakterií a řas, nesmí být jedovatý nebo rakovinotvorný a musí být nehořlavý.

4.4 Laserové tiskárny

Fungují podobně jako xeroxové kopírování. Válec je nabitý kladným nábojem a barvivo (toner) také. Barvivo je tak od válce odpuzováno. Při dopadu laserového paprsku na válec se nabití na válci zneutralizuje a na toto místo se přitáhne kladně nabitý toner. Barvivo se kontaktně přenese na papír, který následně projede pecí, která toner roztaví a zapeče do papíru (180 °C). Papír pak pokračuje do podavače vytištěných papírů. Na válci je na místě, když už se toner nachytl na papír, umístěna stěrka zbylého toneru, aby při příštím tisku nezkresloval tisk.



Obr. 6 Laserová tiskárna

4.5 Diodové tiskárny

Pracují na stejném principu jako laserové tiskárny jen s rozdílem, že místo toho, aby místa záznamu vykresloval laser, je zde vykreslováno diodami. Na šíři formátu A4 je to 2560 diod

při rozlišení 300 dpi (600 dpi v případě, že dioda svítí do tří směrů – jeden přímo a zbylé tak, aby simulovaly přítomnost vedlejších diod, pokud však nesvítí sousední dioda, bod nevznikne protože nevznikne dostatečný počet fotonů).

5 Skenery

Skener neboli anglicky Scanner. Skenery slouží k digitalizaci dat optickou cestou. Všechna skenovací zařízení fungují na principu snímání odrazu světla od skenovaného povrchu. Toto nasnímané odražené světlo se převádí do elektronické podoby a jeho velikost se digitalizuje. Získané hodnoty jsou odeslány do počítače.



Obr. 7 Skener

Snímaný obraz je snímán jako matice bodů a každému bodu je přidělena hodnota podle intenzity odraženého světla (0-32 nebo 0-255). U černobílého skenování se měří pouze vyhodnocováním intenzity světla odraženého od daného bodu. Jako zdroje světla se nejčastěji objevují soustavy LED diod nebo laser. Každému zdroji je přiřazen fotodetektor. Odražené světlo se přes zrcadlo a objektiv přenese na fotodetektor. Posouvání skenovaného se realizuje

různě podle typu skeneru. Sejmутý obraz je rozložen na body, přes kabel přenesen do videopaměti a následně se zobrazí na obrazovce.

Dříve nebylo možné skenovat formáty větší než 40 mm šířky. To se změnilo s vývojem a zmenšováním snímacích elementů. Nyní už běžné skenery zvládají rozměry od 216 mm šíře výš.

5.1 Ruční skenery

Jsou napájeny z počítače a mohou skenovat předlohy o velikostech 40x128 mm, výjimečně až o 216 mm a o délce 100-600 mm. Vlastní kvalita je závislá na plynulosti pohybu ruky. Jsou choulostivější na obsluhu kvůli její chybovosti.

Stolní skenery. Napájeny vlastním kabelem. Běžně skenují předlohy o velikostech 210x297mm a u podlahových skenerů mohou rozměry skenovaného dosahovat až rozměrů papíru A0.

5.2 Dělení stolních skenerů:

- Bubnové
- Plošné
- Kamerové

5.2.1 Bubnové stolní skenery

Rotující válec s připevněnou předlohou. Válec se otáčí konstantní rychlostí a vozík posouvá kolem podélné osy po krocích. Tento systém má nejlepší výsledky, protože každý bod originálu je snímán stejnými fotocitlivými prvky. Nevýhodou je nutnost připevnit předlohu přímo na buben skeneru.

5.2.2 Kamerový stolní skener

Pracuje jako u kamery s optikou, která zobrazuje celý povrch plošného snímače. Rozlišovací schopnost závisí na počtu světelných zdrojů na jeden palec (Dots Per Inch). Nevýhodou je, že každý fotoelement přebírá část náboje sousedního prvku, z čehož vyplývá částečná neostrost.

5.2.3 Plošný stolní skener

Jednoduché na obsluhu. Snímací zařízení je vyrovnáno v řadě (In Line). Rozdíly jsou v rozlišovacích schopnostech, barevném podání výsledku apod. Na každý bod je jedna lampa

a rozklad na tři základní barvy se děje až pomocí optického hranolu. Kvůli tomu často dochází k barevnému zkreslení.

5.3 Moaré

U všech systémů skenerů je riziko vzniku tzv. moaré. Moaré jsou rušivé vzory, pravidelné i nepravidelné. Vznikají převážně v případech, kdy je skenována barevná předloha z rastrových obrázků (např. pohled, složený z bodů viditelných lupou). Díky tomu skener snímá i na hranách jednotlivých bodů a hlavně se tady mění intenzita snímaného bodu. V závislosti na rozlišení skeneru pak vznikají zajímavé tvary, které deformují obraz, což je nežádoucí.

Zdroje

Monitor - obrazovka [online]. Wikipedia – Otevřená Encyklopedie, 16. 11. 2009 [cit. 21-11-2009].

Dostupný z WWW: < [http://cs.wikipedia.org/wiki/Monitor_\(obrazovka\)#LCD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Monitor_(obrazovka)#LCD) >

Obrazovka CRT [online]. Wikipedia – Otevřená Encyklopedie, 11. 5. 2009 [cit. 21-11-2009].

Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Obrazovka_CRT >

HRÁZSKÝ, Josef; ŠKOP, Miroslav. Repetitorium – Zobrazovací jednotky a zvukové jednotky. In *Repetitorium z předmětu Elektronické počítače*. Střední průmyslová škola elektrotechnická Praha, 2006, s. 74-77.

Hallův Jev [online]. Wikipedia – Otevřená Encyklopedie, 8. 9. 2009 [cit. 21-11-2009].

Dostupný z WWW: < http://cs.wikipedia.org/wiki/Hall%C5%AFv_jev >

HRÁZSKÝ, Josef; ŠKOP, Miroslav. Repetitorium – Klávesnice. In *Repetitorium z předmětu Elektronické počítače*. Střední průmyslová škola elektrotechnická Praha, 2006, s. 80.

Počítačová myš [online]. Wikipedia – Otevřená Encyklopedie, 4. 11. 2009 [cit. 21-11-2009].

Dostupný z WWW:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Po%C4%8D%C3%ADta%C4%8Dov%C3%A1_my%C5%A1>

HRÁZSKÝ, Josef; ŠKOP, Miroslav. Repetitorium – Polohovací zařízení. In *Repetitorium z předmětu Elektronické počítače*. Střední průmyslová škola elektrotechnická Praha, 2006, strana 81.

HRÁZSKÝ, Josef; ŠKOP, Miroslav. Repetitorium – Tiskárny. In *Repetitorium z předmětu Elektronické počítače*. Střední průmyslová škola elektrotechnická Praha, 2006, s. 84-86.

HRÁZSKÝ, Josef; ŠKOP, Miroslav. Repetitorium – Skenery. In *Repetitorium z předmětu Elektronické počítače*. Střední průmyslová škola elektrotechnická Praha, 2006, s. 82-83.