

Tahák

1: komutativita, distributivita, neutrální prvek, asociativita, de Morganovy zákony, synchronní klopný obvod řízen hodinami, RISC = stejně krátké instrukce, snažší řetězení, harvardské schéma = oddělená paměť pro program a data

2: volatilní paměť smazána při vypnutí, dynamická = kondenzátor, nutno obnovovat, statická = tranzistory, EEPROM mění bajty, FLASH rychlejší, ale nutno mazat po blocích, uchovává data na plovoucím hradle (word line, source line, bit line)

3: HDD: hlava, cylindr, sektor (fyzická paměť), lineární paměť = 0..N, MBR, GPT, CDčka: spirála, lead-in, ripování, pity, vypalování změna struktury pitu z krystalické na amorfní, SSD: TRIM, TBW, SLC vs MLC, formát 2.5“, 3.5“

4: fullATX, microATX, miniITX (pozice šroubů, I/O sloty, napájecí konektory), čipset = obvody základní desky (typ RAM, verze PCIe, sběrnice), BIOS = kontrola periférií (POST) a nastavení chipsetu

Hardware

1. Číselné soustavy, PC architektury – převod soustav (2,8,16), aritmetické operace (+, -), klopné obvody, booleova algebra, Von Neumanova architektura, Harvardská architektura, RISC a CISC
-

Soustavy: **binární** (dvojková) – bitové operace s registry, oktálová (osmičková) – nastavení práv přístupu souboru (není třeba v ní počítat), **hexadecimální** (šestnáctková) – aritmetické operace s registry

binární ↔ hexadecimální

čtyři cifry binární tvoří jednu cifru hexadecimální

$$(6A)_H = (0110\ 1010)_B \quad (1F)_H = (0001\ 1111)_H$$

dekadická → binární

převod postupným dělením

$$123/10 = 12 \text{ zb. } 3$$

$$12/10 = 1 \text{ zb. } 2$$

$$1/10 = 0 \text{ zb. } 1 \text{ (zbytky přečteme zdola nahoru: } \mathbf{123})$$

Při převodu do binární soustavy dělíme 2

$123/2 = 61$ zb. 1
 $61/2 = 30$ zb. 1
 $30/2 = 15$ zb. 0
 $15/2 = 7$ zb. 1
 $7/2 = 3$ zb. 1
 $3/2 = 1$ zb. 1
 $1/2 = 0$ zb. 1 (zbytky přečteme zdola nahoru: 1111011)

Booleova algebra

Operace & a | nad binární soustavou

komutativita $A \& B = B \& A$, $A | B = B | A$

distributivita $A \& (B | C) = (A \& B) | (A \& C)$, $A | (B \& C) = (A | B) \& (A | C)$

neutrální prvek $A \& 1 = A$, $B | 0 = B$

agresivita $A \& 0 = 0$, $B | 1 = 1$ $A \& 0 = 0$

dvojitá negace $\text{not}(\text{not}A) = A$

deMorganovy zákony $\text{not}(A \& B) = (\text{not}A) | (\text{not}B)$, $\text{not}(A | B) = (\text{not}A) \& (\text{not}B)$

Aplikace booleovy algebry

Nastavení n-tého bitu v čísle X na 1: $X = X | (1 \ll n)$

Nastavení n-tého bitu v čísle X na 0: $X = X \& \text{not}(1 \ll n)'$

Zjištění n-tého bitu v čísle X: $1 \& (X \gg n)$

operace bitového posunu \gg a \ll :

$(1 \ll 2) = (100)_B$ (posun jedničky o dva řády doleva)

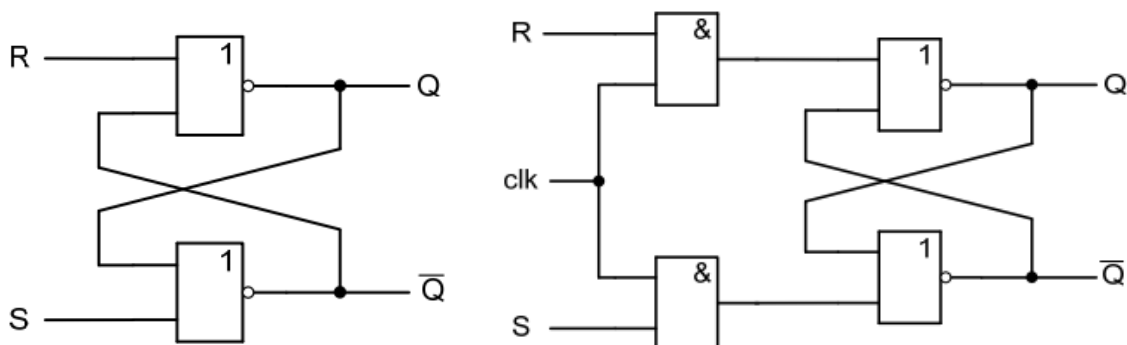
$(1010)_B \gg 1 = (101)_B$ (posun osmičky o jeden řád doprava)

Klopné obvody

Pamatují si předchozí stav, typ RS, JK a D

Asynchronní sekvenční obvody (latches), Synchronní klopné obvody (flip-flops).

Asynchronní jsou řízeny úrovní signálu, synchronní hodinovým signálem:



Von Neumannovo schéma vs. Harvardské schéma

Von Neumannovo = společná paměť programu a dat

Harvardské = oddělený adresový prostor

CISC vs. RISC

CISC = complex instruction set computing, RISC = reduced instruction set computing

CISC = více instrukcí, složitější řadič, obtížnější řetězení, optimalizované výpočty

RISC = všechny instrukce se provádí stejnou dobu, efektivní řetězení, složitější kód

2. Paměti PC – rozdělení pamětí podle: přístupu, schopnosti zápisu, určení, provedení, závislosti na napětí, organizace paměťových buněk, realizace pamětí ROM, PROM
-

Paměť HW pro uchování a práci s daty, programem, I/O zařízením

Volatilní po vypnutí se ztratí data, rychlá

- **dynamická** (DRAM) realizovaná kondenzátorem, je nutno ji obnovovat, jinak ztratí data
- **statická** (SRAM) netřeba obnovovat, buňka ze 4-6 FET, dražší

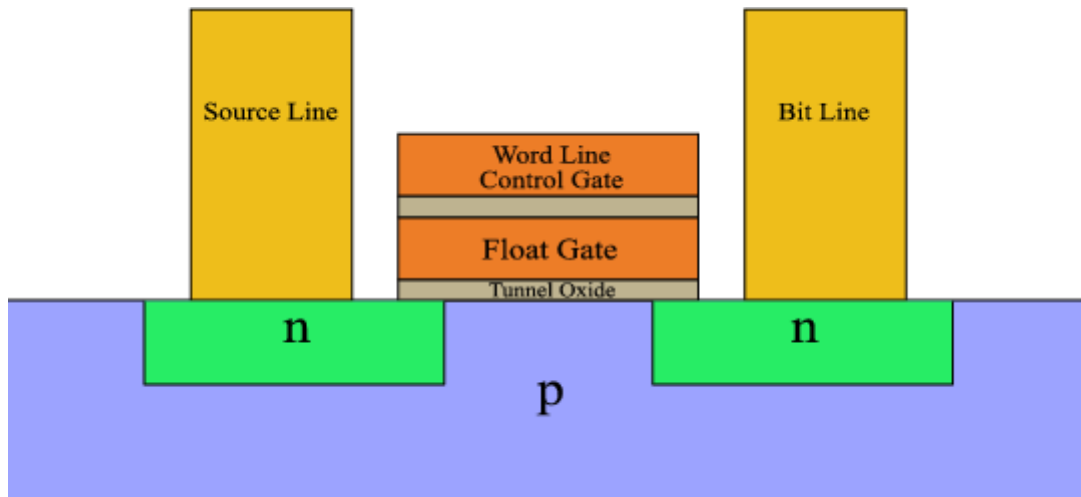
Perzistentní pomalejší, data i po vypnutí; v budoucnu snad **univerzální** (výhody obojího):

PCRAM, FRAM

ROM read-only memory, perzistentní paměť **určená** pro čtení (vhodná pro program), kdysi bylo možné naprogramovat pouze jednou, dnes typu **EEPROM** (přepisovatelná) s uspořádáním buněk NOR

FLASH je EEPROM paměť mazající data po blocích (rychlejší zápis, vhodná pro data) s uspořádáním buněk NAND, použita se v **SSD** (FLASH harddisk). Uchovává náboj v plovoucím hradle (*floating gate*), MLC (*multi-level cell*) dokáže rozpoznat více úrovní náboje a uchovat tak více bitů na jednu buňku.

RWM read-write memory, volatilní rychlá paměť pro čtení i zápis, obvykle typu **RAM** (random access memory): náhodný přístup = libovolná adresa okamžitě dostupná



Buňka FLASH paměti:

- **Word line (WL)** 1 = čtení, zápis, 0 = neaktivní, -1 výmaz
- **Bit line (BL)** datová sběrnice
- **Source line (SL)** zem

Zápis: WL=1 způsobí nahromadění elektronů v **p** vrstvě u hranice s nevodivou oxidovou vrstvou. BL=1 pak způsobí proud elektronů mezi **n** oblastmi v **p** substrátu podél oxidové vrstvy. Některé z těchto elektronů protunelují do plovoucího hradla (float gate, FG), které je izolováno od okolí.

Čtení: WL=1 způsobí nahromadění elektronů v **p** vrstvě a průchod proudu do BL. Pokud se ale na plovoucím hradle nacházejí elektrony, způsobí odpuzení elektronů v **p** vrstvě a proud mezi **n** oblastmi neprotéká. 1 a 0 je tedy rozlišena množstvím elektronů (nábojem) na FG.

Výmaz: WL=-1 protuneluje případné elektrony z FG do SL

3. Pevné disky a optické mechaniky - fyzická a logická struktura pevného disku, princip magnetického zápisu a čtení, parametry pevných disků, RAID, CD, DVD, Blu-ray princip zápisu a čtení, vlastnosti optických disků, druhy a rozdělení

HDD a optická média: rotující disky, pohyblivá čtecí hlava: pomalý náhodný přístup, škodí pohyb při práci s nimi, ve srovnání s SSD dosud levnější a spolehlivější.

Fyzická struktura

HDD několik disků (ploten) nad sebou. Fyzická adresa: **hlava** (plotna), **cylindr** (stopa), **sektor** (výseč ve stopě). Čtecí hlava mění orientaci magnetického pole oblasti na plotně.

SSD má omezený počet přepisů paměťového místa (cca desítky tisíc oproti desítkám milionů HDD), proto řadič distribuuje zápis nových dat fyzicky na buňky dosud volného místa.

Informaci o souborech má však pouze OS, **funkce TRIM** umožňuje sdělit řadiči SSD, aby místo

smazaného souboru označil jako volné. Prodloužení životnosti: na Windows vypnutím automatické defragmentace, indexace, hibernace, virtuální paměti, příp. bodů obnovení, na Linuxu vypnutím registrace doby přístupu souboru a zapnutím TRIM na ext4 FS (nastavení noatime,discard ve fstab).

CD původně určeno pro audio (datová stopa ve spirále jako na gramofonové desce): uvnitř *lead-in* oblast obsahující časy začátků skladeb, vně *lead-out* (značka konce dat, *uzavření CD*). **Ripování** = převod stop CD do souboru. Rychlost udávána v násobcích audio CD (176 kB/s). Datová CD neukládají data do stop, ale do cca 2kB paketů. Data jsou uložena ve formě prohlubní ve slitině (**pitů**), která rozptyluje čtecí paprsek (paprsek se odráží od hliníkové odrazivé vrstvy, před poškrábáním CD chrání polykarbonátová vrstva a z rubu krycí vrstva s potiskem). Prohlubně se vytvářejí lisováním, na přepisovatelných discích přechodem mezi amorfni a krystalickou strukturou slitiny zahříváním laserovým paprskem.

CD-ROM – pouze pro čtení (vylisované či jednou vypálené)

CD-RW – několikrát přepisovatelné CD

DVD – možnost dvou vrstev, větší hustota záznamu (fullHD videa)

BD – BluRay – modrý laser kratší vlnové délky, větší hustota záznamu (4K videa)

Logická struktura

Převod na **lineární paměť** = adresový prostor 0 – max nezávisle na HW (obsluhuje řadič disku), členění na **oddíly**: možnosti bootování

- **MBR** (master boot record – max 4 primární oddíly, max 2TB disk)
- **GPT** (bez těchto omezení, využíváno **UEFI** – nástupce BIOSu, program pro zavedení OS, dodáván s ovladači grafické a síťové karty)

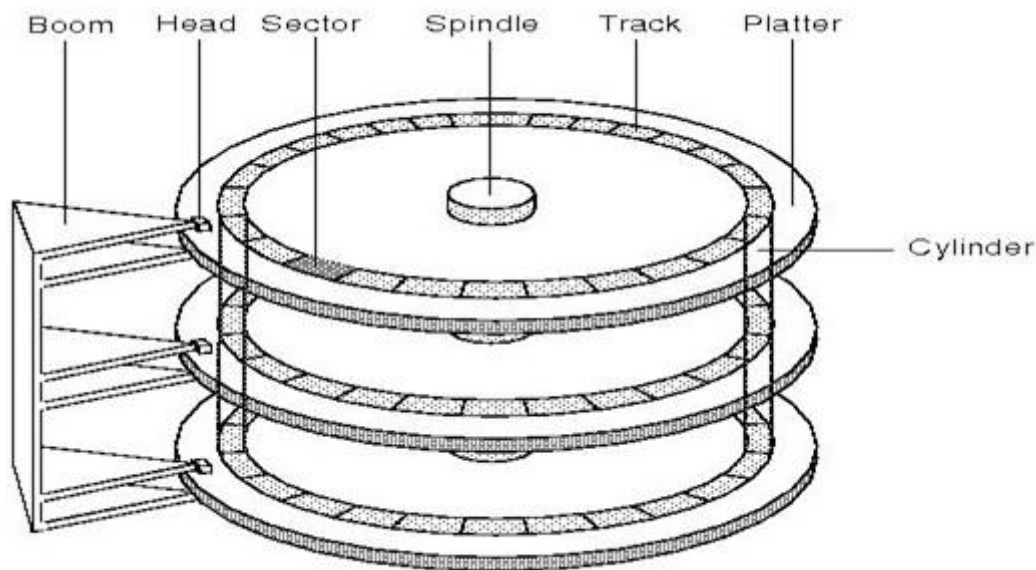
Parametry disků

kapacita

životnost u HDD uvátěná jako **MTF** (mean time to failure, průměrná doba do selhání) u SSD jako **TBW** (terabytes written)

formát 2.5“ či 3.5“ u SATA disků (3.5“ HDD vyžadují 12V), u **M.2** disků 2280 (8cm), 2242 (4.2 cm), řidčeji i jiné. Dále pak umístění **klíče** (zobáčku): nalevo pro rychlejší rozhraní **NVMe** (využívající PCIe x4), napravo pro pomalejší rozhraní **mSATA**, na obou stranách pro univerzální

rychlost čtení a zápisu u HDD daná počtem otáček a vyrovnávací pamětí, max cca 100MB/s, nevyužije možnosti SATA II a III, leda při přenosu z vyrovnávací paměti, u SSD použitou technologií: krom rychlosti MB/s též důležitá latence IOPS (počet I/O operací za sekundu)



Obrázek popisuje pojmy **cylindr**, **hlava** (číslo plotny), **sektor**.

4. Základní deska – formáty AT a ATX, čipová sada, BIOS, program CMOS SETUP, skříňe ATX

Standard AT od IBM definuje u základních desek barvy a tvar napájecích konektorů, velikost a pozici šroubů a umístění I/O konektorů pro kompatibilitu s počítačovými skříněmi (**case**).

Standard ATX od Intelu vychází ze standardu AT a počátkem století ho pozvolna nahradil, nejčastěji microATX, miniITX (pro malé skříně) a ATX (též fullATX)

čipová sada (chipset) jsou obvody základní desky, které úzce spolupracují s procesorem; ovlivňuje rychlost komunikace (možnosti přetaktování) a podporu periferních sběrnic (USB 3.1, verze PCIe, typ RAM)

BIOS (basic I/O system) je program umístěný do FLASH paměti (CMOS) na základní desce (nepotřebuje HDD) umožňující POST (power-on self-test, kontrolu periférií po zapnutí počítače), diagnostiku a základní přístup k HW pro načtení OS. Umožňuje též nastavení chipsetu prostřednictvím programu **CMOS setup** aktivovaným stisknutím klávesy (nejčastěji F2, 10 či F10) před předáním řízení na boot sektor disku. Novější počítače umožňují zálohu BIOSu (starší desky při selhání aktualizace BIOSu nebylo možné zprovoznit).



1. PS/2 konektory na klávesnici (zelený) a myš. Komunikuje s chipsetem pomocí přerušení (na rozdíl od USB), proto stále bývá osazen na herních deskách
2. DVI (monitor)
3. HDMI (monitor)
4. USB 3 (modrá barva)
5. RJ45 pro LAN (+2x USB 2)
6. Zvuk (růžový mikrofon, zelený zvuk výstup, modrý vstup)
7. PCIe x16 (grafická karta)
8. PCIe x1 (obvykle rozšiřující porty)
9. PCIe x4 (optická síťová karta)
10. Chipset (pod pasivním chladičem)
11. RTC se záložní baterií

12. Socket pro CPU
13. Dvojkanálový port pro DDR
14. 8pinový 12V doplňkový napájecí konektor
15. Standardní 20pinový ATX napájecí konektor
16. SATA konektor

5. I/O rozhraní – RS-232c, CENTRONICS, USB, firewire, PS2, IrDA, Bluetooth, vysvětlení simplexního, halfduplexního a fullduplexního přenosu dat

I/O rozhraní = input-output, vstupně-výstupní HW protokol komunikace

- **Simplex** = 1 vysílač, 1 přijímač
- **Half duplex** = stanice mohou přepnout svou roli vysílač-přijímač (vysílačka)
- **Full duplex** = stanice mají obě role současně (mobilní telefon)

RS-232 je rozhraní sériové komunikace rozšiřující UART o řídicí signály (RTS/CTS nebo DTR/DSR) v současnosti používaná k terminálové komunikaci (zejména s routerem či mikrokontrolerem). Na straně PC byl dříve na motherboardu v sekci I/O portů jako 9pinový D-Sub konektor (COM port), dnes je realizován pomocí USB a knihovny USB/Serial. USB má složitější protokol a na straně terminálu často není podporován. Složitost na straně dnešních PC nevdává, jelikož sériová komunikace není zaměřena na rychlost (nejčastěji 9600 či 115200 bitů za sekundu).

CENTRONICS je rozhraní známé též jako LPT port, používané v dávné minulosti za časů disket na připojení paralelní tiskárny pomocí dvouřadého 25pinového konektoru.

USB je sériová sběrnice pro plně duplexní připojení periférií. Konektor především typ A (velký USB konektor), **typ B** (kostka, u tiskáren), mini (fotoaparáty), micro (mobily). USB umožňuje napájet klienta. **OTG** konektor může sloužit jako zdroj napájení. USB 2.0 má 4 vodiče (napájení, zem, D- a D+) pro **diferenciální** half-duplex přenos dat rychlostí reálně kolem 10MB/s. USB 3.0 dosahuje reálně 100+ MB/s, má 9 vodičů (D+ a D- jsou jen pro zpětnou kompatibilitu, nepoužijí se, pokud obě strany podporují USB 3.0) pro full-duplex diferenciální přenos dat, konektory jsou značeny modře. USB 3.0 definuje i symetrický **typ C** konektor pro snadné připojení.



FireWire byla za časů USB 1 rychlejší alternativa univerzální sběrnice. Dnes patří minulosti.

PS2 je rozhraní pro připojení klávesnice a myši před příchodem USB. S PC komunikuje pomocí přerušování, proto je efektivnější než přes USB, proto se dodnes používá u herních sestav, kde je rychlá odezva žádoucí.

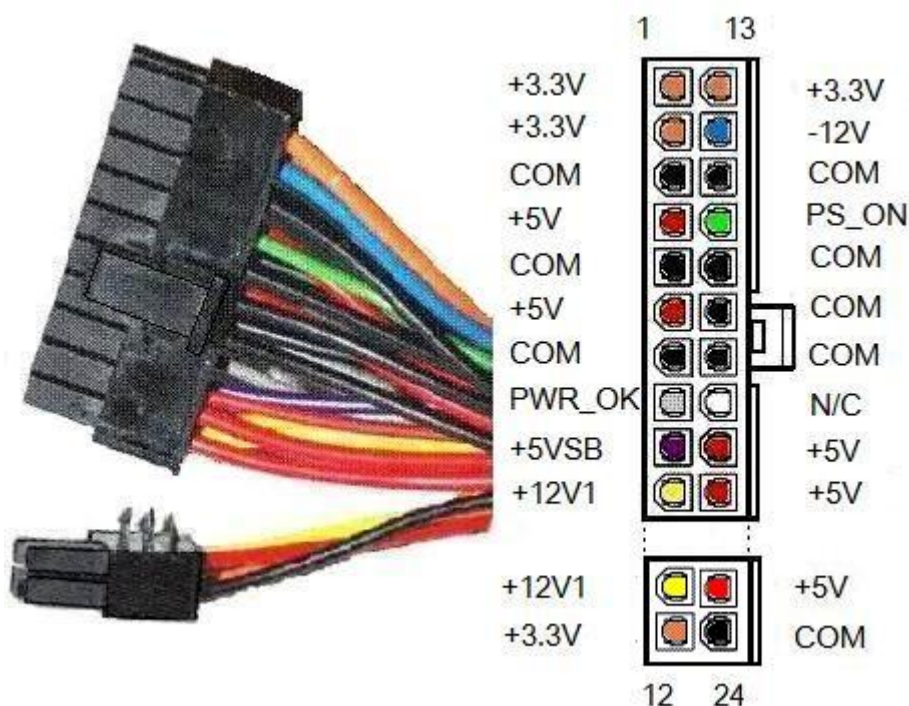
Bluetooth je standard pro rádiovou master-slave half-duplex komunikaci na frekvenci 2.4 GHz s dosahem až 10 m (pro nejrozšířenější třídu 2) bez nutnosti přímé viditelnosti. Používána často pro přenos audia, Od verze 3 HS s rychlostí 24 Mb/s též pro sdílení wi-fi. Novější verze (dnes 5) je zpětně kompatibilní se staršími, reálně je však často problém v připojení zařízení díky velkému množství profilů (protokolů vyšších vrstev).

IrDA infraport využívající k přenosu infračervené světlo. Dosah 1 m, nutná přímá viditelnost, rychlost do 115 kb/s

6. Zdroje napájení – Zdroj ATX (napětí, tolerance, signály, barvy vodičů, konektory), záložní zdroje

Záložní zdroj, též UPS (Uninterruptible Power Supply) poskytuje zásuvky zálohované baterií umožňující běh desktopového počítače (cca 300 W, 240 V) řádově minuty při výpadku zdroje napětí či krátkodobém podpětí. Většinou poskytuje též přepětovou ochranu. Používá se pro spolehlivější provoz serverů.

ATX



- Černá: GND či COM = společná zem, 0V
- Oranžová: +3.3V (pro chipset, RAM)
- Červená: +5V

- Žlutá: +12V (pro motory HDD)
- Bílá: dnes nepřipojeno, kdysi -5V, potřebné pouze pro historickou ISA sběrnici
- Modrá: -12V kdysi pro RS-232 a PCI sběrnici, ponecháno ve standardu, desky mohou využívat
- Hnědá: +5V standby (i při vypnutí, zejména pro RTC obvod)
- Šedá: +5V při správné funkci napájení (spojeno s HW resetem)
- Zelená: uzemněním se zapne napájení ostatních pinů

Původně 20pinový, později přidány další 4 piny pro napájení PCIe sběrnice (není nutno použít, pokud PCIe karta nemá velký odběr)

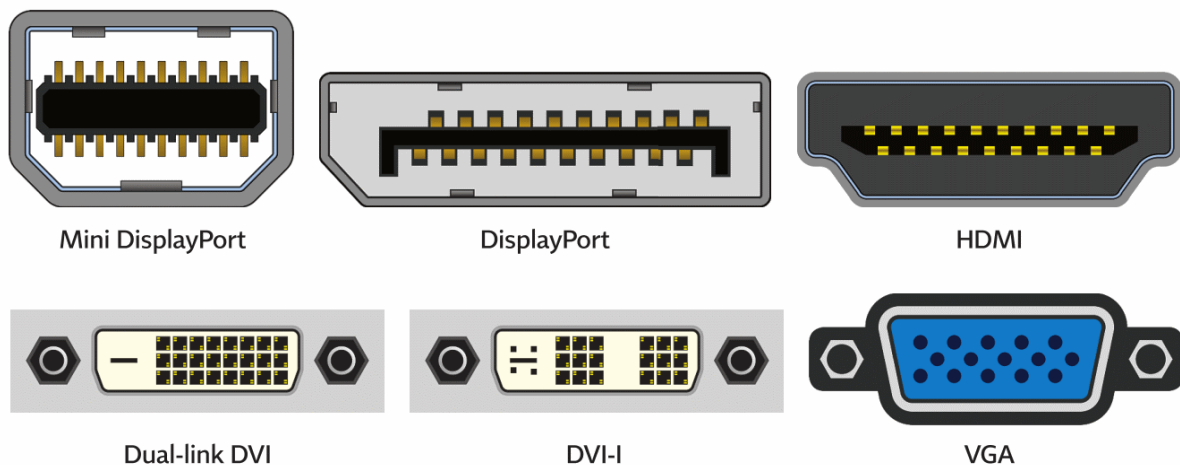
Rozšiřující (auxiliary) napájecí konektory (4- 6- 8pinový) pro PCIe sběrnici (nezapojení při velké zátěži cca 350W může způsobit přehřátí ostatních konektorů)

7. Grafické karty – grafická rozhraní, části, parametry, API, SLI, CROSSFIRE, RGB

Grafická rozhraní

Se základní deskou je grafická karta dnes připojena přes sběrnici PCIe x16. S monitorem je grafická karta spojena přes:

- **VGA** starší analogový třířadý 15pinový konektor pro přenos analogového RGB signálu (původně pro analogové CRT monitory)
- **DVI** rozhraní pro přenos analogového (DVI-A) i digitálního (DVI-D) signálu (univerzální DVI-I). Analogové signály jsou kompatibilní s VGA (DDC protokol), digitální s HDMI (TMDS protokol), adaptéry mohou být pasivní. Vyšší digitální rozlišení může být připojeno rozhráním DVI-DL (dual link, dvojnásobné množství TMDS pinů)
- **HDMI** rozhraní pro přenos digitálního signálu s podporou dual-link (typ B, od verze 1.4, zatím neimplementováno), též menší verze mini (typ C) a micro (typ D) pro embedded a mobilní zařízení. Přenáší též audio a v novějších verzích i Ethernet
- **DP DisplayPort** je digitální rozhraní pro univerzálnější paketový přenos dat (LVDS protokol) také v mini verzi (**mDP**) pro mobilní zařízení. Paketový přenos videa je realizován též USB-C konektorem. Oba typy používá rozhraní Apple – **Thunderbolt**: ve verzi 1 a 2 mDP, ve verzi 3 USB-C



Části grafické karty

- **Framebuffer** lineární blok paměti pro výpočty. Integrované karty využívají RAM, dedikované karty mají vlastní specializovanou paměť GDDR
- **Stovky výp. jader** pro paralelní zpracování jednoduchých programů (**shaderů**) postupného zpracování (pipeline) 3D grafické scény; **GP GPU** (general purpose GPU) obsahuje jádra pro obecné výpočty (computing shadery)
- **RAMDAC** převodník na analogový signál (u karet na VGA výstup)

API

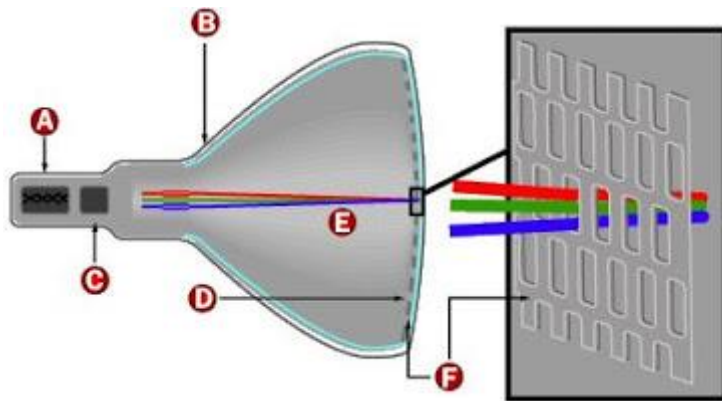
- **DirectX** knihovna Microsoftu pro práci s GPU pod Windows
- **OpenGL** multiplatformní API pro GPU
- **CUDA** NVidia rozhraní pro obecné paralelení výpočty na GPU

CrossFire (ATI) a SLI (NVIDIA) jsou rozhraní ATI a NVidia pro rozdělení výpočtu mezi dvě grafické karty v jednom PC (rozdělí si vykreslování rámců).

8. Zobrazovací jednotky – CRT, LCD (princip, parametry), norma TCO, ICC profil

9. Zobrazovací jednotky – PDP, OLED (princip, parametry), norma TCO, ICC profil

CRT (cathode ray tube): cívka vychyluje proud elektronů, který dopadá na luminofory. Vysoká frekvence a kontrast, ale též vysoké vyzařování (CRT mívaly štít z oloveného skla), dnes se již nepoužívá.



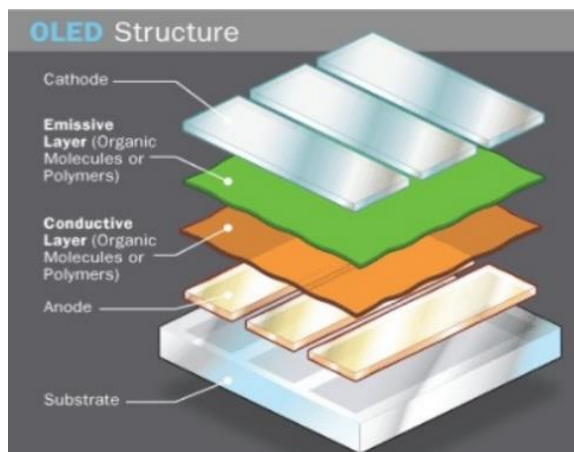
(A) Katodové elektronové dělo (3 paprsky u barevných CRT) (B) stínění (C) vychylovací cívky (horizontální, vertikální, akcelerující, ostřící) (D) vrstva s luminofoxy (u barevných CRT subpixel ze složek RGB) (E) elektronové paprsky (F) pixelová mřížka (bezbarvý paprsek širší než otvor dopadá pod úhlem pouze na svůj subpixel luminofoxu) Luminofox obsahuje materiál, který po dopadu elektronů krátce zasvítí příslušnou barvou (elektroluminiscence)

LCD (liquid crystal display): tekuté krystaly stáčí rovinu polarizovaného světla (ztmavují podsvícení). **TFT** je LCD s aktivní maticí, **IPS** je vylepšení TFT s tranzistory pouze v horní vrstvě substrátu (řízení polem, vyšší PPI)



Bez napětí jsou krystaly v **chirální fázi** (šroubovice, světlo prochází) pod napětím v **nematické fázi** (vertikálně, nestáčí rovinu polarizovaného světla, světlo neprochází)

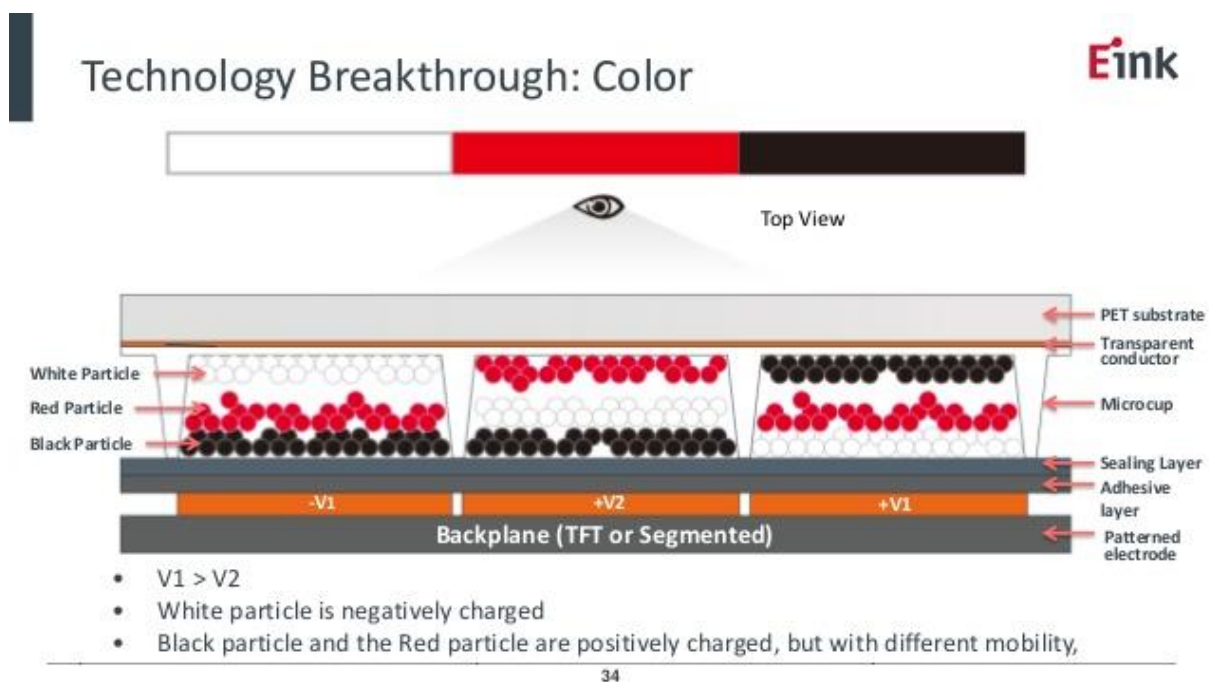
OLED (organic LED) organické molekuly svítící elektroluminiscencí (není třeba podsvícení)



Katoda je zdrojem elektronů, anoda zdroj děr. **Vodivá vrstva** přenáší díry k **emisivní vrstvě**, kde rekombinují za vzniku světla. Černá barva na rozdíl od LCD nepotřebuje energii.

PDP (plasma display panel) komůrky s ionizovanou směsí jsou excitovány elektrickým proudem

e-INK elektrické pole vychyluje kuličky s pigmentem. Nepotřebuje napájení, odráží a nevyzařuje, nízká frekvence, dnes převážně černobílé



Barevné displeje s elektronickým inkoustem pracují na principu **elektroforézy**: pigmentová vrstva s při nižším napětí $V2$ dostane na povrch snáže

Pasivní matrice – pixely jsou adresovány a rozsvěcovány jeden po druhém

Aktivní matrice – každý pixel má vlastní přepínací tranzistor

TCO norma pro ergonomii (klávesnice) a vyzařování (monitory) HW

ICC je nastavení složek barev (gamut = množina barev dosažitelná kombinací složek), zejména

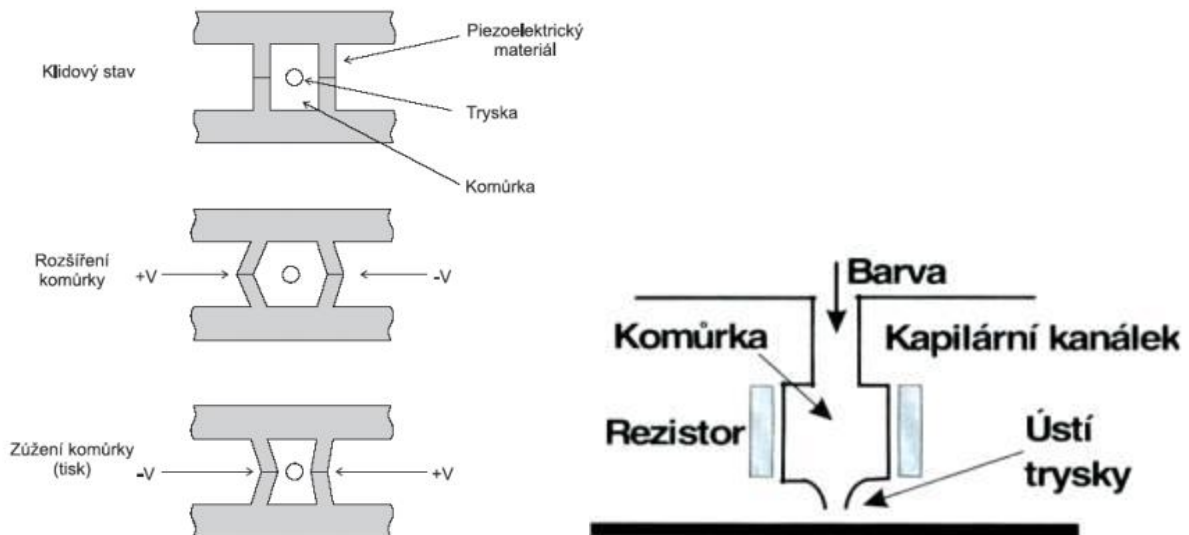
- Teplota = vyvážení bílé za různého osvětlení. Světlo zdroje nad 5000 K je namodralé (studené), pod 3000 K nažloutlé (teplé).
- Gama korekce = přizpůsobení obrazu zachyceného snímačem (lineární závislost mezi intenzitou osvětlení a světlostí) a vnímáním lidského oka (nelineární závislost, citlivější na změnu tmavých barev).

10. Tiskárny a skenery – jehličkové, inkoustové, laserové (princip, vlastnosti)

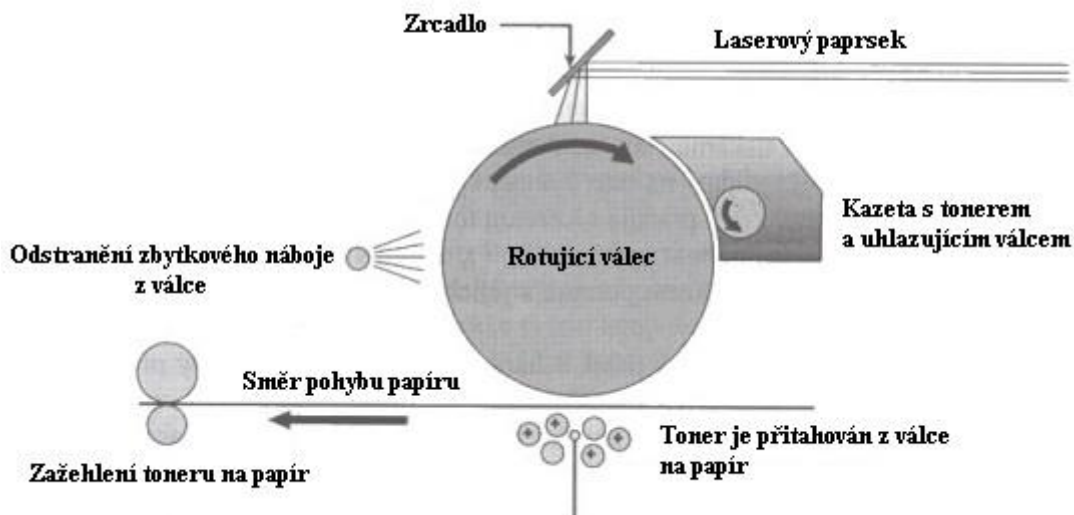
Jehličkové – soustava jehel tlakem otiskne barvicí pásku na papír. Hlučné, pomalé, nízké rozlišení, levný tisk. Použití na účtenkách.

Termální – použití též na účtenkách: žhavá jehla se přiblíží k termocitlivému papíru, který ztmavne. Tiché, černobílé bez šedi, nutný speciální papír, levný netrvanlivý tisk (po cca roce vybledne)

Inkoustové – z **cartrige** jsou kapičky inkoustu nanášeny na papír na principu **zahřátí** (bublina vymrští kapku, nutný speciální inkoust), **piezoelektrického jevu** (prohnutý plíšek vymrští kapku). **Kontinuální a voskové** inkoustové tiskárny. Kvalitní tisk náchylný k rozmočení, levný u tiskáren s doplňovatelnými cartridge.



Laserové – laser nabije plošku na válci, ta elektrostaticky přitáhne **toner**, ten je poté přenesen na více nabitý papír, papír je poté je zažehlen. Nejlepší kvalita, nejdražší tisk.



11. Barevné modely – RGB a CMYK, jazyky POSTSCRIPT a PCL, vysvětlí DPI, CPI – princip skenování, skenery, OCR programy

Barevný model = gamut (množina barev dosažitelná kombinací složek)

- **RGB** – red, green, blue: aditivní (skládání **vyzařovaných** barev na LCD: mícháním světlají do bílé)
- **CMYK** – cyan (tyrkysová), magenta (purpurová), yellow: subtraktivní (skládání **odrážených** barev na papíře: mícháním tmavnou do černé). Červená = M+Y, zelená = Y+C, modrá = C+M, C+M+Y není úplně černá (CMY jsou světlé), proto se přidává **Key black**, černá zvlášť.



DPI = dots per inch, bodů na palec (délková míra Američanů, 2.54 cm): starší monitory mají 72 DPI, mobilní displeje podstatně více (retina displej = DPI na hraně pozorovatelnosti (200+

DPI), tiskárny tisknou obvykle 300+ DPI. U monitorů se uvádí **PPI** (pixels per inch, totéž). **CPI** (counts per inch) počet kroků na palec, obvykle pro měření

OCR (optical character recognition) = převod obrazu (zejména naskenovaného) na text. Zkoumají se rozdíly oproti vzorům (pův. font OCR-A, dnes automatická detekce fontu), moderní programy pracují na úrovni slov porovnáváním se slovníkem a rozpoznávají i ručně psaný text na principu strojového učení.

Skener = zařízení pro snímání tištěného obrazu do digitální podoby. Obrazem projíždí paprsek bílého světla LED, barevné světelné senzory vyhodnotí každý pixel.

POSTSCRIPT je jazyk pro popis tisku dokumentu (*.ps, *.eps) nezávislý na zařízení. Alternativa PDF či **PCL** (méně rozšířený, od Hewlett-Packard) či **XPS** (XML paper specification, popis v XML, nativní podpora ve Windows)