

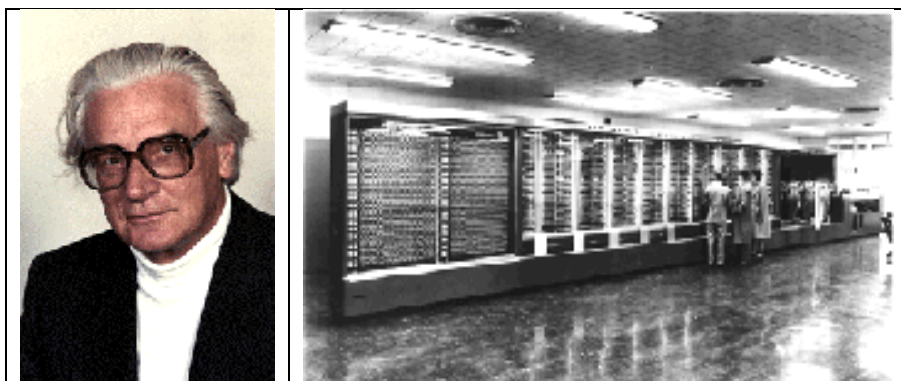
Historie počítačů

Počítače se vývojově rozdělují do tzv. **generací**, kde každá generace je charakteristická svou konfigurací, rychlostí počítače a základním stavebním prvkem.

Generace počítačů (pozor, ne procesorů)				
Generace	Rok	Konfigurace	Rychlost (operací/s)	Součástky
0.	1940	Velký počet skříní	Jednotky	Relé
1.	1950	Desítky skříní	100 - 1000	Elektronky
2.	1958	do 10 skříní	Tisíce	Tranzistory
3.	1964	do 5 skříní	Desetitisíce	Diskrétní integrované obvody
3. ^{1/2}	1972	1 skříň	Statisíce	Integrované obvody (LSI)
4.	1981	1 skříň	desítky milionů	Integrované obvody (VLSI)

0. generace:

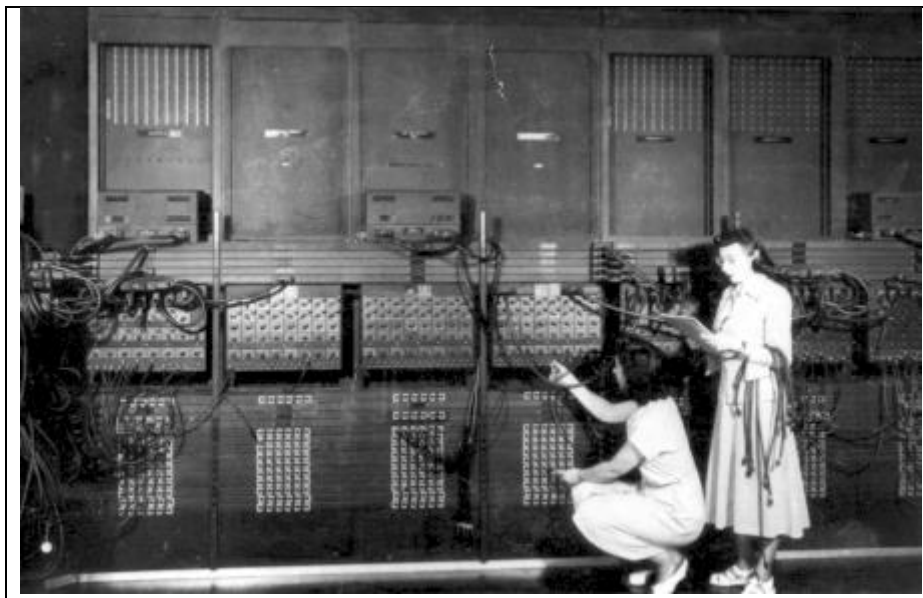
Historie vývoje samočinných počítačů se začíná odvíjet počátkem 40. let 20. století. V roce 1941 konstruuje v Německu **Konrad Zuse** malý **reléový samočinný počítač Zuse Z4**. Nedaří se mu však vzbudit pozornost armády, proto tento počítač upadá v zapomnění a je později při jednom z náletů zničen. Rovněž ve Spojených státech se pracovalo na takovémto zařízení. V roce 1943 uvedl **Howard Aiken** z harvardské univerzity do provozu svůj reléový počítač **Mark 1** sestrojený za podpory firmy IBM. Tento počítač byl pravděpodobně použit k výpočtům první atomové bomby.



1. generace:

První generace počítačů přichází s objevem elektronky, jejímž vynálezcem byl Lee De Forest a která dovoluje odstranění pomalých a nespolehlivých mechanických relé. Tyto počítače jsou vybudovány prakticky podle von Neumannova schématu a je pro ně **charakteristický diskrétní režim práce**. Při tomto zpracování je do paměti počítače zaveden vždy jeden program a data, s kterými pracuje. Poté je spuštěn výpočet, v jehož průběhu již není možné s počítačem interaktivně komunikovat. Po skončení výpočtu musí operátor do počítače zavést další program a jeho data. Diskrétní režim práce se v budoucnu ukazuje jako nevhodný, protože velmi plýtvá strojovým časem. Důvodem tohoto jevu je "pomalý" operátor, který zavádí do počítače zpracovávané programy a data. V tomto okamžiku počítač nepracuje a čeká na operátora.

V této době neexistují vyšší programovací jazyky, z čehož vyplývá vysoká náročnost při vytváření nových programů. Neexistují ani operační systémy.



Eniac byl samozřejmě naprostý unikát kompatibilní maximálně sám se sebou (minimálně do doby, než se program „předrátoval“)

2. generace:

Druhá generace počítačů nastupuje s tranzistorem, jehož objevitelem byl John Barden a který dovolil díky svým vlastnostem zmenšení rozměrů celého počítače, zvýšení jeho rychlosti a spolehlivosti a snížení energetických nároků počítače. Pro tuto generaci je **charakteristický dávkový režim práce**. Při dávkovém režimu práce je snaha nahradit pomalého operátora tím, že jednotlivé programy a data, která se budou zpracovávat, jsou umístěna do tzv. dávky a celá tato dávka je dána počítači na zpracování. Počítač po skončení jednoho programu okamžitě z dávky zavádí program další a pokračuje v práci. V této generaci počítačů také začínají vznikat operační systémy a první programovací jazyky, jako jsou COBOL a FORTRAN.

3. , 3,5 a 4. generace:

Počítače třetí a vyšších generací jsou vybudovány na integrovaných obvodech, které na svých čípech integrují velké množství tranzistorů. U této generace se začíná objevovat **paralelní zpracování více programů**, které má opět za úkol zvýšit využití strojového času počítače. Je totiž charakteristické, že jeden program při své práci buď intenzivně využívá CPU (provádí složitý výpočet), nebo např. spíše využívá V/V zařízení (zavádí data do operační paměti, popř. provádí tisk výstupních dat). Takové programy pak mohou pracovat na počítači společně, čímž se lépe využije kapacit počítače.

S postupným vývojem integrovaných obvodů se neustále zvyšuje stupeň integrace (počet integrovaných členů na čipu integrovaného obvodu). Podle počtu takto integrovaných součástek je možné rozlišit následující **stupně integrace**:

Označení	Anglický název	Český název	Počet logických členů
SSI	<u>S</u> mall <u>S</u> cale <u>I</u> ntegration	Malá integrace	10
MSI	<u>M</u> iddle <u>S</u> cale <u>I</u> ntegration	Střední integrace	10 - 100
LSI	<u>L</u> arge <u>S</u> cale <u>I</u> ntegration	Vysoká integrace	1000 - 10000
VLSI	<u>V</u> ery <u>L</u> arge <u>S</u> cale <u>I</u> ntegration	Velmi vysoká integrace	10000 a více

Integrované obvody

Základním stavebním prvkem počítače jsou až do dnešní doby integrované obvody. Tyto obvody je možné vyrábět pomocí různých **technologií**, z nichž každá má svůj základní stavební prvek a díky němu poskytuje specifické vlastnosti:

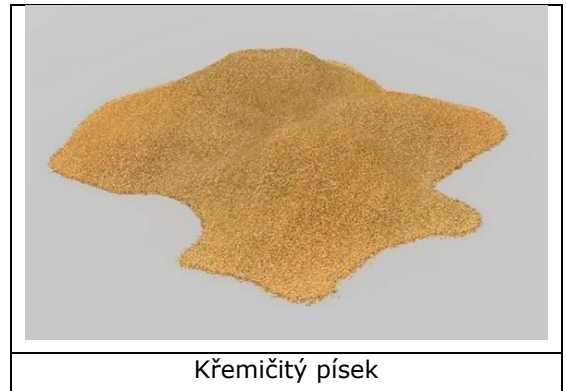
- **TTL** (T_ransistor T_ransistor L_ogic): rychlá, ale drahá technologie. Jejím základním stavebním prvkem je bipolární tranzistor. Její nevýhodou je velká spotřeba elektrické energie a z toho vyplývající velké zahřívání se takovýchto obvodů.
- **PMOS** (P_ositivní M_etal O_xid S_emiconductor): technologie používající unipolární tranzistor MOS s pozitivním vodivostním kanálem. Díky tomu, že MOS tranzistory jsou řízeny elektrickým polem a nikoliv elektrickým proudem jako u technologie TTL, redukuje nároky na spotřebu elektrické energie. Jedná se však o pomalou a dnes nepoužívanou technologii.
- **NMOS** (N_egativní M_etal O_xid S_emiconductor): technologie, která využívá jako základní stavební prvek unipolární tranzistor MOS s negativním vodivostním kanálem. Tato technologie se používala zhruba do začátku 80. let. Jedná se o levnější a efektivnější technologii než TTL a rychlejší než PMOS.
- **CMOS** (C_omplementary M_etal O_xid S_emiconductor): technologie spojující v jednom návrhu prvky tranzistorů PMOS i NMOS. Tyto obvody mají malou spotřebu a tato technologie je používána pro výrobu velké části dnešních moderních integrovaných obvodů.
- **BiCMOS** (B_ipolar C_omplementary M_etal O_xid S_emiconductor): nová technologie spojující na jednom čipu prvky bipolární technologie i technologie CMOS. Používána zejména firmou Intel k výrobě mikroprocesorů.

Technologie výroby polovodičů (diod, tranzistorů a integrovaných obvodů).

Postup výroby procesoru Intel (obrázky a původně anglický text byly převzaty z původního [zdroje](#).)

1. Surovina – křemičitý písek

Písek. Obsahuje 25 procent křemíku, je, vedle kyslíku, druhým nejčastěji vyskytujícím se chemickým prvkem v Zemském povrchu. Písek, který je speciálně krystalický, má vysoké procento křemíku ve formě oxidu křemičitého (SiO_2) a je základní surovinou pro výrobu polovodičů.



2. Čištění a růst monokrystalu (ingotu)

Ze surového písku se postupně odděluje křemík, a přebytečný materiál se odstraní. Křemík se čistí v několika krocích a nakonec dosáhne kvality potřebné k výrobě polovodičů, která se nazývá elektronický stupeň křemíku. Výsledná čistota je tak velká, že elektronický stupeň křemíku může mít pouze jeden cizí atom na každou jednu miliardu atomů křemíku. Po procesu čištění, křemík vstupuje do procesu tavení. Na tomto obrázku můžete vidět, jak jeden velký krystal vyrůstá z taveniny čistého křemíku. Výsledný mono-krystal se nazývá ingot.



3. Monokrystalový Ingot

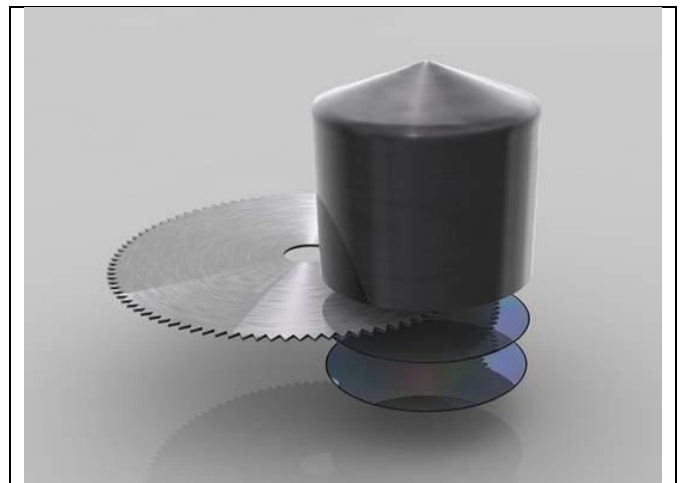
Monokrystalový ingot je vyroben z křemíku elektronického stupně. Ingot váží přibližně 100 kilogramů a má a křemíkovou čistotu na 99.99999 procent.



Křemíkový ingot

4. Řezání ingotu

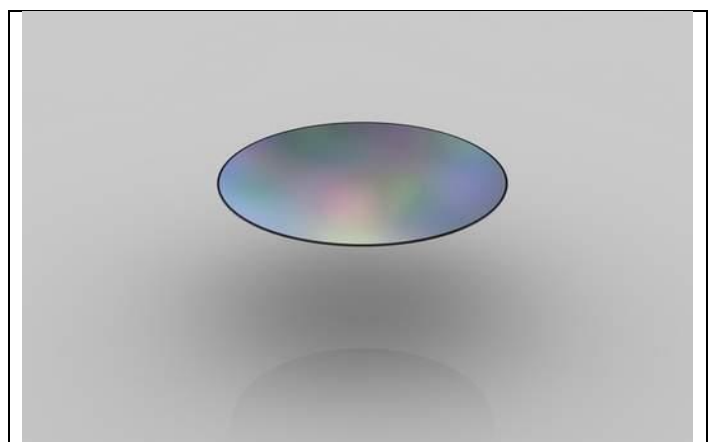
Ingot přichází do procesu řezání, kde jsou z něho diamantovým kotoučem řezány tenké plátky, nazývané wafers (oplatky). Některé ingoty mohou mít výšku přes 5 stop. Existují i různé průměry ingotů a jsou závislé na potřebném rozměru plátku. V současnosti, plátky pro CPU jsou většinou vyráběny o průměru 300 mm.



Řezání destiček (wafers) z ingotu křemíku

5. Leštění destiček

Po řezu jsou destičky leštěny, dokud nemají bezchybný, zrcadlově lesklý povrch. Intel nevyrábí své vlastní ingoty nebo plátky (wafers), místo toho nakupuje výrobně připravené plátky (wafers) od jiných specializovaných výrobních společností. Intel používá ke zpracování destiček (wafers) pokročilou 45 nm High-K/Metal Gate technologii a používá destičky (wafers) s průměrem 300 mm (12 inch). Když Intel poprvé začal vyrábět čipy, jejich základové destičky byly o průměru 50 mm (2 inch). V současnosti, Intel používá 300 mm destičky (wafers), z důvodu snížení výrobní ceny.



Křemíková destička - wafer

6. Nanášení fotocitlivé emulze

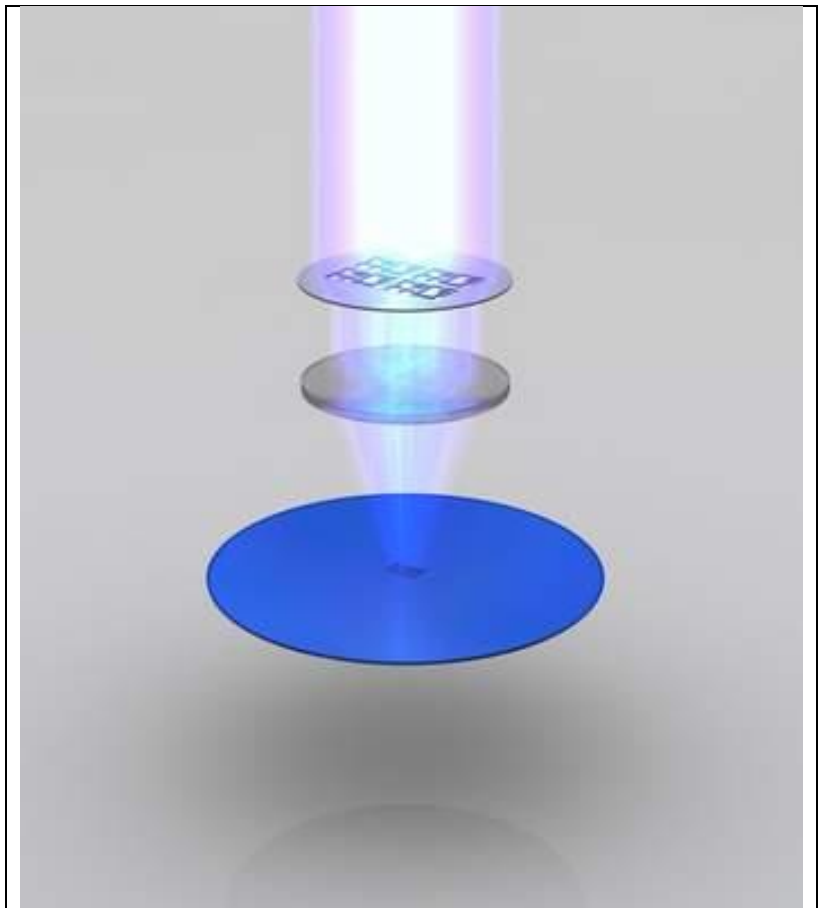
Modrá tekutina na obrázku, je fotocitlivá vrstva podobná té která se používá na filmech ve fotografii. Plátek (wafer) se roztočí a během otáčení se středovým trnem přivádí fotoemulze. Ta je vlivem odstředivé síly rovnoměrně rozprostřena na povrchu ve velmi tenké vrstvě.



modrý povrch – nanesená fotoemulze

7. Expozice UV zářením

V tomto kroku je fotocitlivá vrstva vyvolána ultrafialovým (UV) světlem. Chemická reakce vyvolaná UV světlem je podobná jako ve filmovém materiálu ve fotoaparátu v okamžiku kdy stisknete spoušť. Oblasti fotoresistu na destičce, které byly osvětleny UV světlem se stanou rozpustnými. Expozice destičky je prováděna s použitím masky, která funguje jako šablona. Když masku osvítime UV světlem, maska vytváří různé obvodové útvary. **K sestavení, zvláště CPU, je nutné opakovat tento proces znovu a znovu a tím skládat mnoho obvodových vrstev na sebe. Čočka (uprostřed) zmenší obraz masky do malého ostrého bodu. Výsledný "tisk" na plátku (wafer) je typicky čtyřikrát menší než je obraz na masce.**

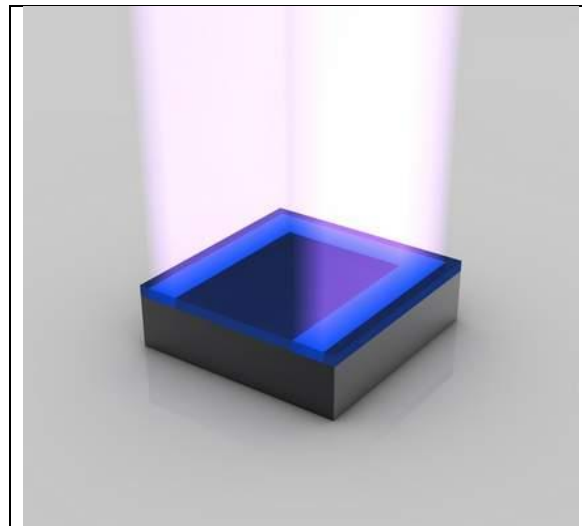


expoze povrchu destičky

Detailní popis fotolitografického procesu na jednom tranzistoru:

1. Detail expozice jednoho tranzistoru

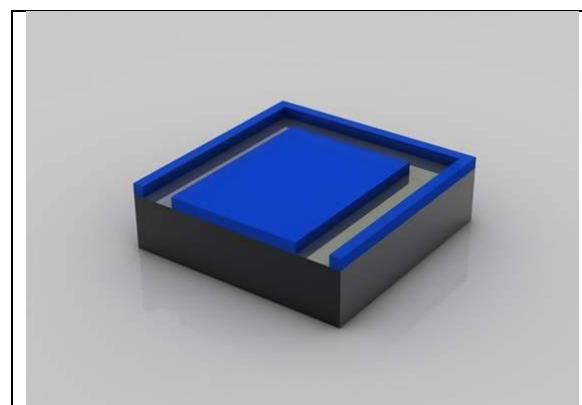
Obrázek ukazuje jeden tranzistor tak, jako kdybychom ho viděli pouhým okem. V počítačovém čipu tranzistor pracuje jako spínač, řídící tok elektrického proudu.



Expozice fotorezistu

2. Odplavení fotorezistu rozpouštědlem

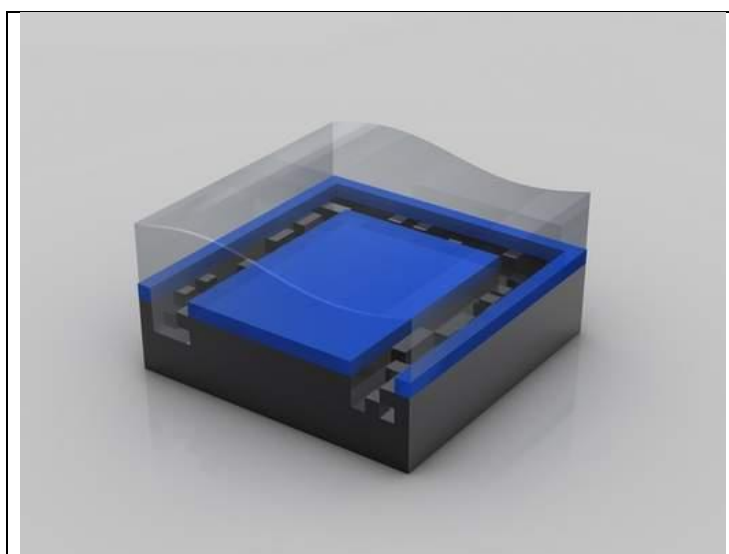
Po expozici UV světlem, se osvětlené modré části fotorezistu kompletně rozpustí rozpouštědlem. Po odplavení se ve zbylém fotorezistu ukáže obraz vytvořený maskou. V tomto okamžiku začínají vznikat základy tranzistorů, propojek a budoucích elektrických kontaktů.



Odplavení exponované části

3. Leptání křemíkového substrátu

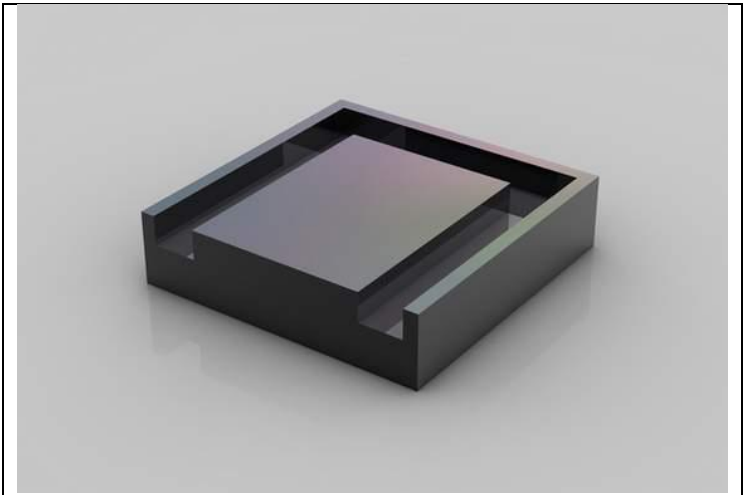
Vrstva zbylého fotorezistu chrání materiál destičky (wafer), který nemá být odleptán pryč. **Odkryté oblasti destičky, které byly osvětleny, budou nyní chemicky částečně odleptány.**



Leptání křemíku v chemické lázni

4. Odstranění fotorezistu

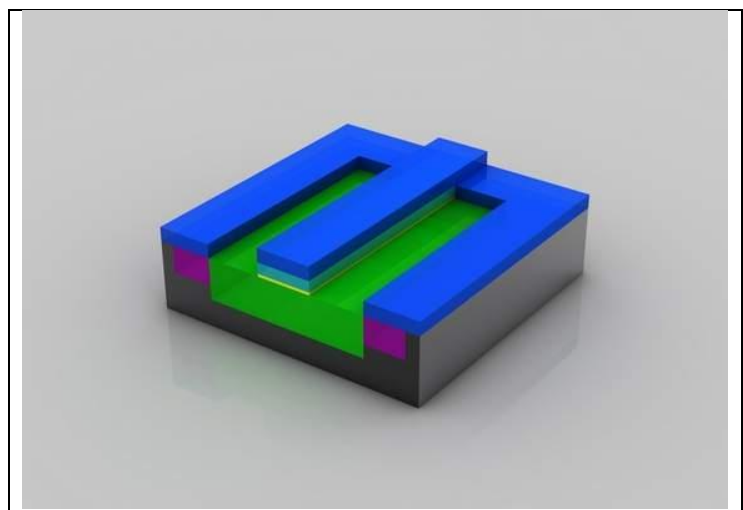
Po odleptání, se již nepotřebný fotorezist odstraní a požadovaná struktura se stává viditelnou. Tento příkop se vyplní vrstvou izolantu (nejčastěji oxidem křemíku – SiO_2) sloužící jako izolační hranice mezi jednotlivými strukturami. Na dalším obrázku fialová barva.



Destička po odstranění fotorezistu

5. Opakovaná aplikace fotorezistu

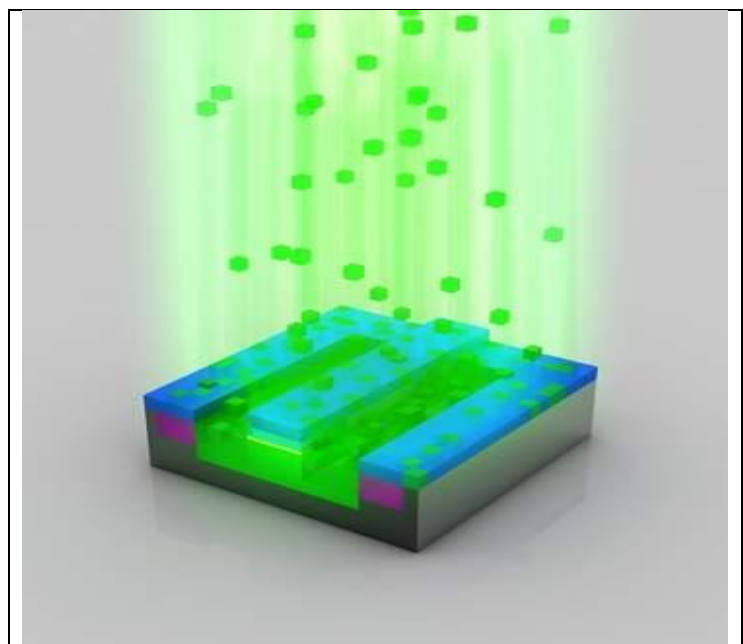
Další vrstva fotorezistu (modrá barva) je nanášena a přes další masku osvětlena UV světlem. Osvětlený fotorezist je potom opět odstraněn stejně jako v prvním kroku. Vzniklá oblast (zelená barva) bude v dalším kroku vystavena iontovému dopování. To je krok kde iontové částice budou vpraveny do povrchu materiálu destičky, což způsobí změnu chemických i elektrických vlastností křemíku.



Opakované nanesení nového fotorezistu

6. Iontové dopování

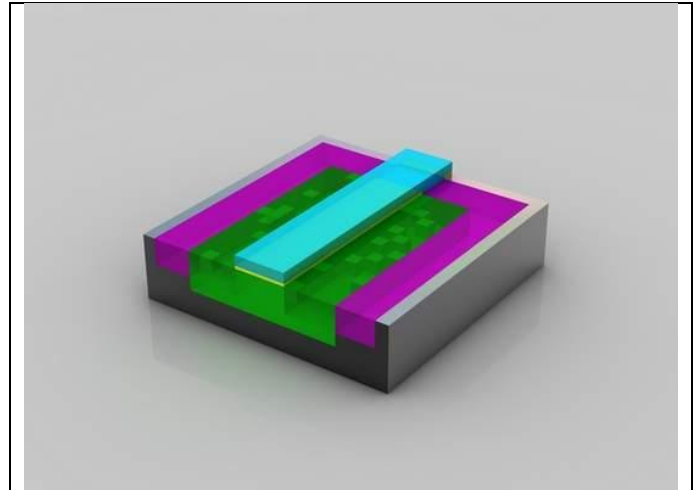
Během procesu iontové implantace (jedna z forem procesu nazývaného doping) jsou odkryté oblasti křemíkové destičky (wafer) bombardovány ionty. Ionty dopadají na povrch destičky (wafer) velmi vysokou rychlostí. Elektrické pole urychluje ionty na rychlost až 300 000 km/h. Ionty pronikají do křemíkové destičky (wafer) a způsobí že, křemík v těchto oblastech změni své elektrovedivostní vlastnosti. Tyto změny jsou potom využity v principu činnosti tranzistorů v CPU, k ovládání toku elektrického proudu.



Dopování odkryté části povrchu destičky ionty

7. opakované odstranění fotorezistu

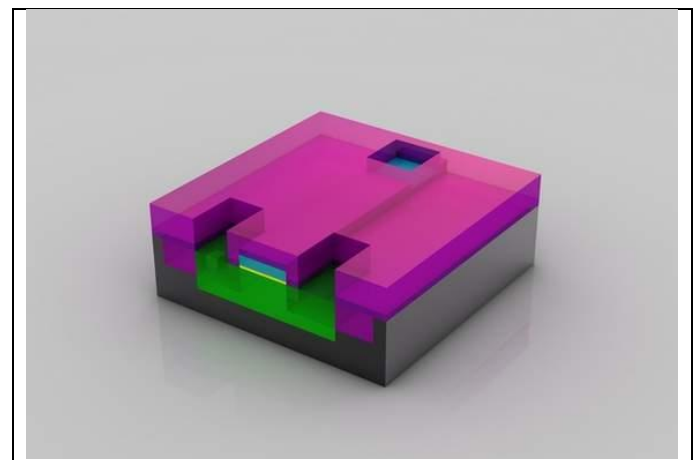
Po iontové implantaci, je fotorezist odstraněn a materiál, který byl dopován (zelený) nyní obsahuje cizí implantované atomy. Opakováním kroků E, F a G postupně vznikají další oblasti vytvářející strukturu tranzistoru, v tomto případě unipolárního typu. Tenký žlutý proužek pod tyrkysovou oblastí je izolační vrstva a tyrkysová oblast je řídicí elektroda polem řízeného tranzistoru.



základ struktury tranzistoru

8. Tranzistor

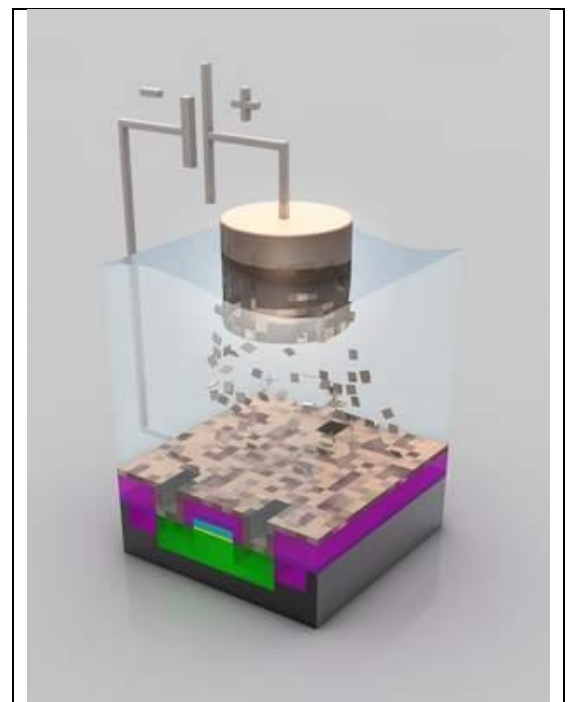
Na závěr je tranzistor pokryt silnou izolační vrstvou. (fialová oblast). Nyní je tranzistor před dokončením. Dále byly vyleptány tři otvory do izolační vrstvy (fialová barva) nad strukturou tranzistoru. Tyto tři otvory budou vyplněny mědí, která vytvoří spoje s ostatními tranzistory.



izolačně zakrytý tranzistor

9. Elektrolytické pokovení

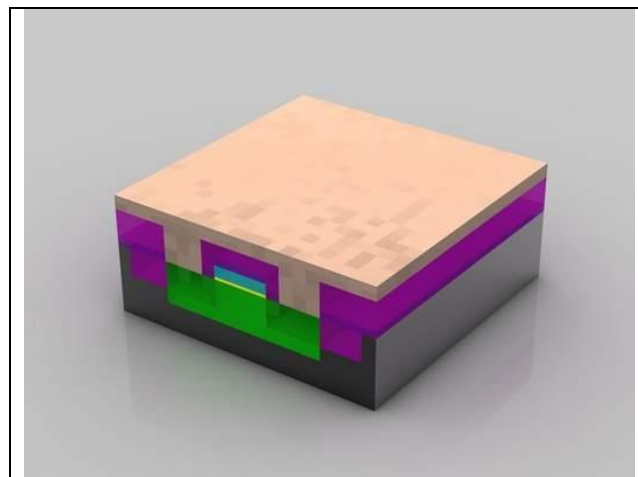
V dalším kroku jsou destičky (wafers) vloženy do roztoku síranu měďnatého. Ionty mědi jsou přeneseny na tranzistor v procesu nazývaném elektrolytické pokovení. Ionty mědi putují z kladné elektrody (anoda) na zápornou elektrodu (katoda) která je zastoupena destičkou (wafer).



elektrolytické pokovení povrchu

10. Struktura po pokrytí kovem

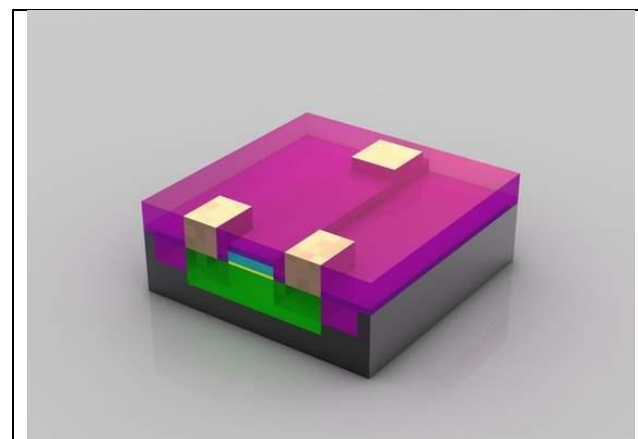
Ionty mědi se usadí jako tenká vrstva na povrchu destičky (wafer).



Nanesená vrstva kovu

11. Odleštění přebytečného materiálu

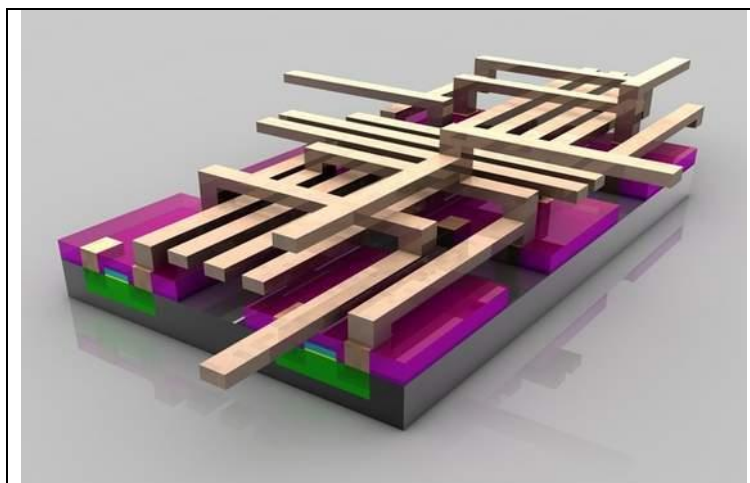
Nyní je přebytečná měď odleštěna a zůstanou jen ostrůvky tenké vrstvičky mědi.



Připojovací kontaktní plošky

12. Propojovací vrstvy

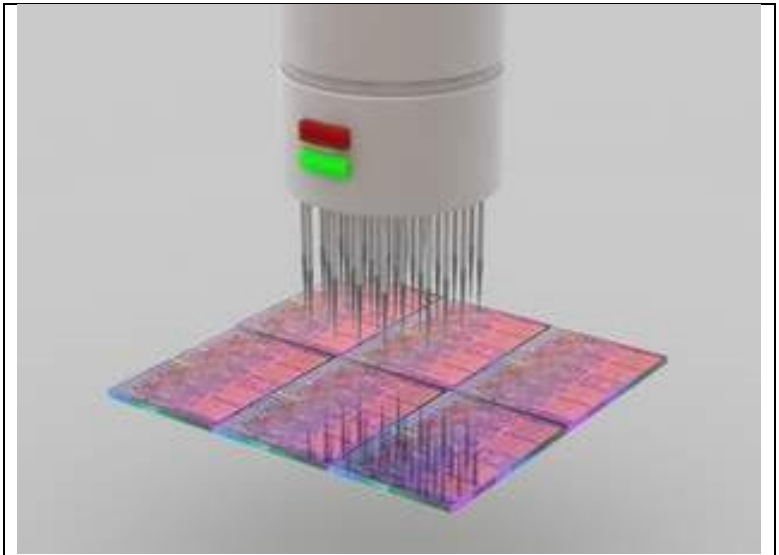
Obdobně jsou ve vrstvách vytvářeny další kovové vrstvičky mědi (thin wires) mezi ostatními tranzistory. Jak tyto spoje mají být zapojeny ("wired") je určeno architekturou a návrháři kteří navrhují funkce příslušného procesoru. Přestože počítačový čip vypadá extrémně plochý, může v současnosti mít přes 20 vrstev pro vytvoření celého obvodu. Když se podíváte na zvětšený obraz čipu, uvidíte spleť sítí spojů s tranzistory, která vypadá jako vícevrstvý dálniční systém.



Propojení tranzistorů

8. Třídění destiček podle funkčnosti

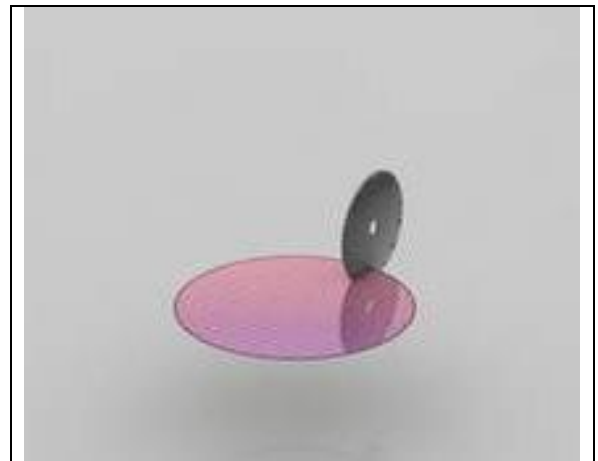
Takto částečně připravené destičky (wafer) procházejí prvním testem elektrické funkcionality. V tomto kroku testovací kontakty jsou přesouvány na každý čip a odpověď z čipu je monitorována a porovnávána se "správnou odpovědí."



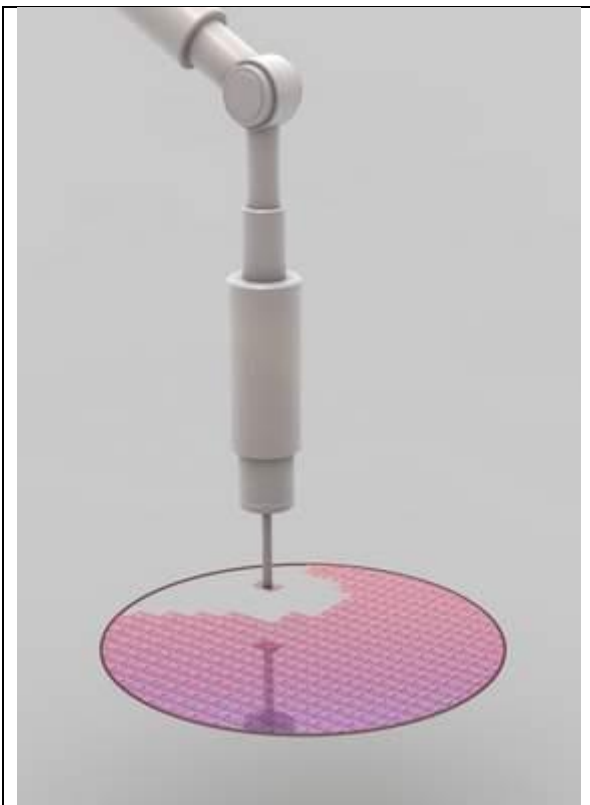
Testování křemíkových destiček

9. Řezání destiček (slicing)

Po testu, který zjistí, kolik má destička (wafer) použitelných funkčních procesorových jednotek, je destička (wafer) rozřezána na jednotlivé čipy (nazývané dies).



Rozřezání destičky po testu



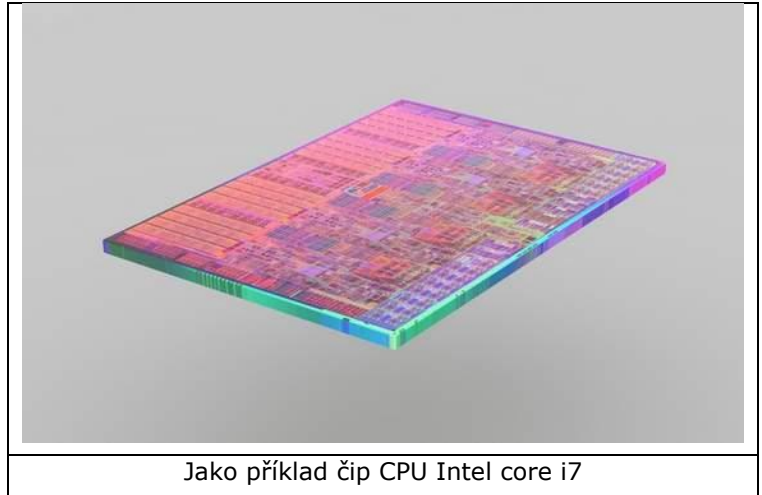
Odstranění vadných čipů

10. Třídění obvodových čipů

Čipy (dies), které odpovídají správně testu funkcionality jsou předány k dalšímu kroku (zapouzdření). Vadné čipy jsou zlikvidovány. Před několika lety, Intel vyráběl klíčenky z vadných CPU čipů.

11. Jednotlivý čip (die)

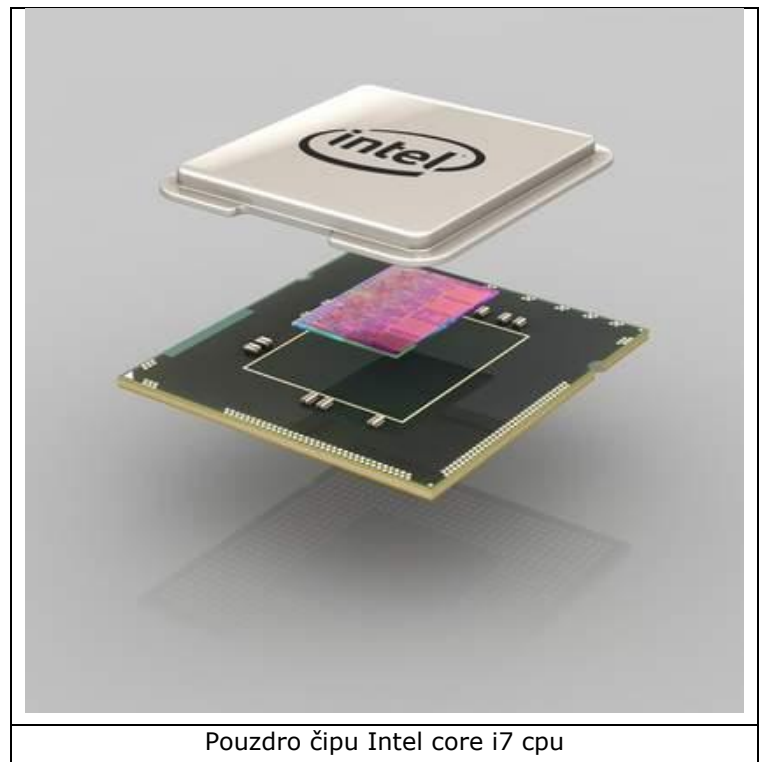
Toto je jednotlivý čip (die), který byl odříznut v předchozím kroku (slicing).



Jako příklad čip CPU Intel core i7

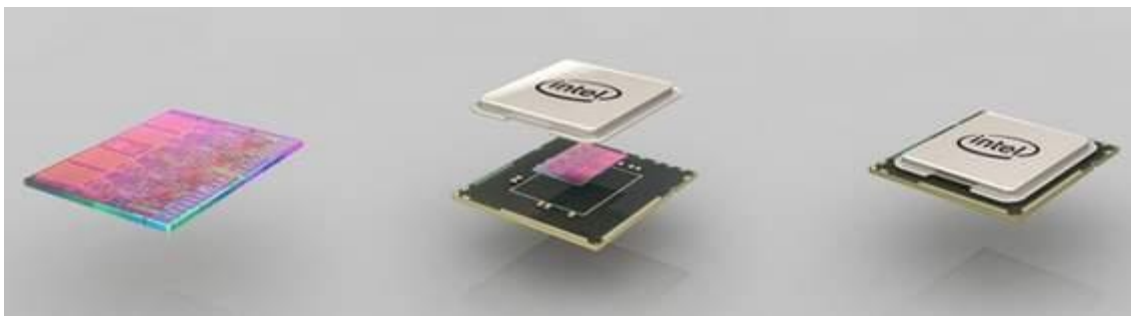
12. Zapouzdření CPU

Základová spojová podložka, čip, a chladicí kryt spojené dohromady tvoří kompletní procesor. Na zelenalá spojová podložka tvoří elektrický a mechanický interface pro procesor k propojení s ostatními částmi PC. Stříbrný chladicí kryt tvoří tepelný interface na který se připevní chladič. Ten bude udržovat procesor na patřičné provozní teplotě.



Pouzdro čipu Intel core i7 cpu

13. Dokončený procesor

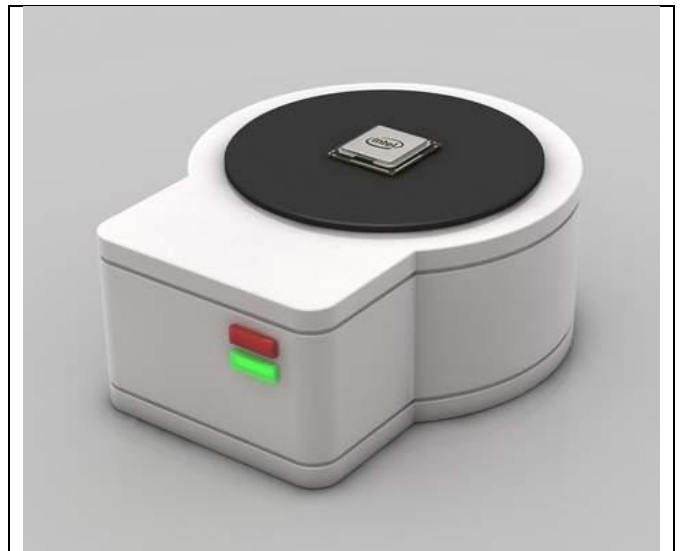


14. Testování CPU

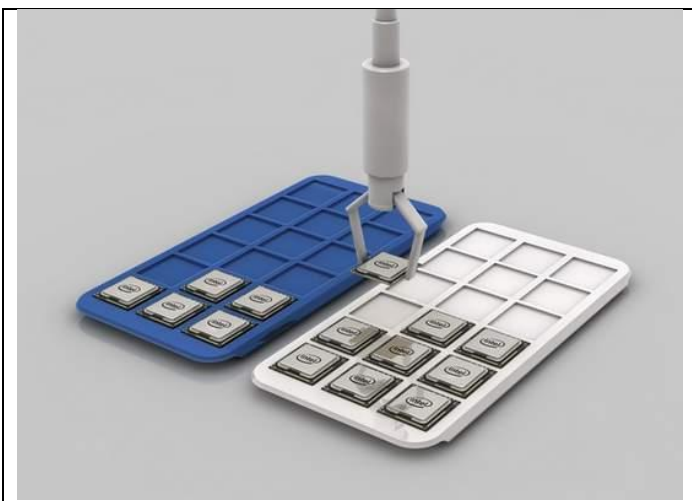
Během tohoto finálního testu jsou procesory testovány na jejich klíčové charakteristiky (příkladem z mnoha testovaných charakteristik jsou ztrátový výkon a maximální frekvence).

15. Třídění CPU

Na základě výsledku testu jsou procesory rozříděny podle shodných parametrů a vloženy do příslušných transportních přepravek. Třídění je podle maximální pracovní frekvence procesoru. Vyrobené a otestované procesory buď jdou k výrobcům systémů v přeprávkách nebo k prodejčům v krabicích.



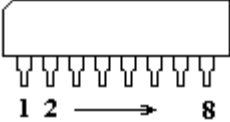
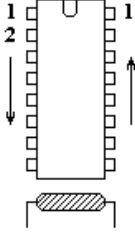
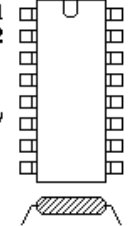
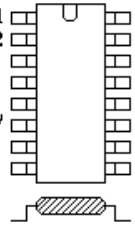
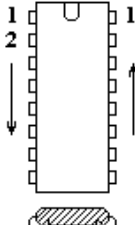
Finální test CPU Intel core i7

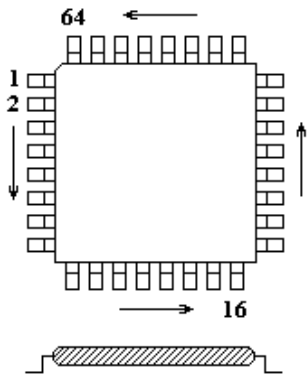
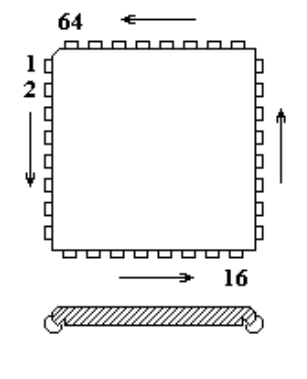
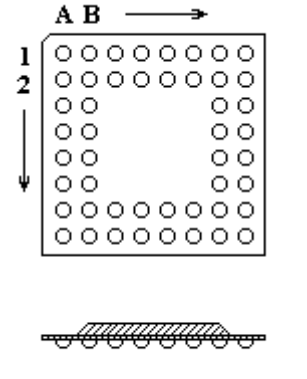
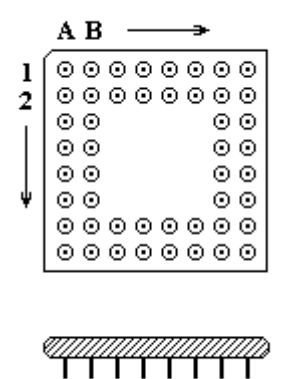


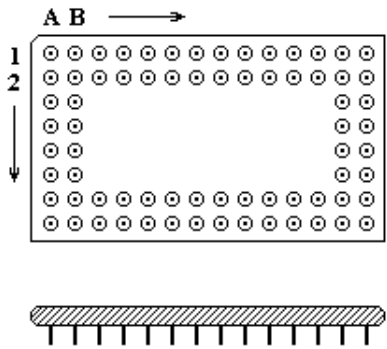
Třídění procesorů intel core i7

Pouzdra integrovaných obvodů

Počínaje 3. generací počítačů je základním stavebním prvkem integrovaný obvod. Integrovaný obvod je elektronická součástka realizující určité množství obvodových prvků neoddělitelně spojených na povrchu nebo uvnitř určitého spojitého tělesa, aby se dosáhlo ucelené funkce elektronického obvodu. Každý integrovaný obvod je při výrobě zapouzdřen do určitého typu pouzdra, které mu dává určitý vzhled. Pouzdra integrovaných obvodů je možné rozdělit do následujících základních skupin:

Označení	Celý název	Vzhled	Poznámky
SIP	<u>S</u> ingle <u>I</u> n-Line <u>P</u> ackage		Pouzdro SIP se používá pro integrované obvody s nižším stupněm integrace a tím i s malým počtem vývodů
DIP (DIL)	<u>D</u> ual <u>I</u> n-Line <u>P</u> ackage		Pouzdra DIP se podobně jako SIP používá pro integrované obvody s nižším stupněm integrace a tím i s malým počtem vývodů
SO-I	<u>S</u> mall <u>O</u> utline <u>I</u>		Používané pro integrované obvody s vyšší integrací a vyšším počtem vývodů než SIP nebo DIP
SO-G	<u>S</u> mall <u>O</u> utline <u>G</u>		Podobně jako SO-I
SO-J	<u>S</u> mall <u>O</u> utline <u>J</u>		Podobně jako SO-I

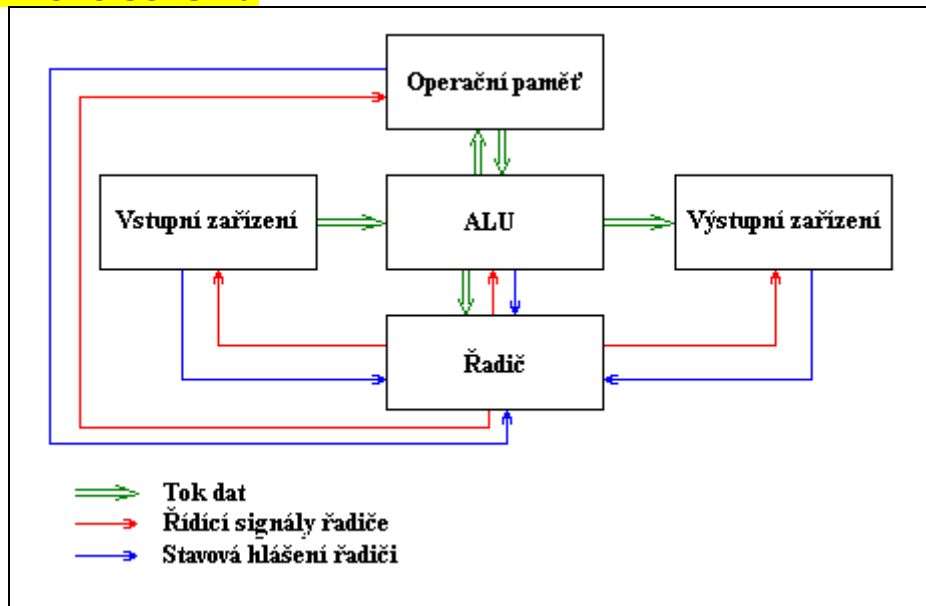
<p>PQFP</p>	<p>Plastic Quad Flat Package</p>		<p>Pouzdro PQFP se používá pro integrované obvody s vysokou integrací a vysokým počtem vývodů</p>
<p>PLCC, LCCC</p>	<p>Plastic Leadless Chip Carrier, Leadless Ceramic Chip Carrier</p>		<p>Používané podobně jako PQFP pro integrované obvody s vysokou integrací. Integrované obvody jsou buď zapouzdřeny do plastového (PLCC) nebo keramického (LCCC) obalu</p>
<p>BGA</p>	<p>Ball Grid Array</p>		<p>Používané pro integrované obvody s velmi vysokou integrací a velmi vysokým počtem vývodů</p>
<p>PGA</p>	<p>Pin Grid Array</p>		<p>Podobně jako BGA</p>

<p>Dual-Cavity PGA (MCM)</p>	<p>Multi Chip Module</p>		<p>Podobně jako BGA</p>
---	------------------------------	---	-------------------------

Pouzdra SO-I, SO-G, SO-J, PQFP, PLCC, LCCC a BGA se souhrnně označují také jako pouzdra **SMT** (Surface Mount Technology), tj. pouzdra s povrchovou montáží. Jedná se o typ pouzder, jejichž vývody neprocházejí přes desku plošného spoje, ale jsou montovány pouze na povrch strany součástek desky plošného spoje. Je tedy zřejmé, že k takovýmto integrovaným obvodům lze vést spoje pouze ze strany součástek a nikoliv ze strany spojů.

ARCHITEKTURA POČÍTAČE

Von Neumannovo schéma



Von Neumannovo schéma bylo navrženo roku 1945 americkým matematikem (narozeným v Maďarsku) Johnem von Neumannem jako model samočinného počítače. Tento model s jistými výjimkami zůstal zachován dodnes.

Podle tohoto schématu se počítač skládá z pěti hlavních modulů:

- **Operační paměť**: slouží k uchování zpracovávaného programu, zpracovávaných dat a výsledků výpočtu
- **ALU - Arithmetic-logic Unit (aritmetickologická jednotka)**: jednotka provádějící veškeré aritmetické výpočty a logické operace. Obsahuje sčítačky, násobičky (pro aritmetické výpočty) a komparátory (pro porovnávání)
- **Řadič**: řídicí jednotka, která řídí činnost všech částí počítače. Toto řízení je prováděno pomocí **řídicích signálů**, které jsou zasílány jednotlivým modulům. Reakce na řídicí signály, stavy jednotlivých modulů jsou naopak zasílány zpět řadiči pomocí **stavových hlášení**
- **Vstupní zařízení**: zařízení určená pro vstup programu a dat.
- **Výstupní zařízení**: zařízení určená pro výstup výsledků, které program zpracoval

Ve von Neumannově schématu je možné ještě vyznačit dva další moduly vzniklé spojením předcházejících modulů:

- **Procesor**: Řadič + ALU
- **CPU - Central Processor Unit (centrální procesorová jednotka)**: Procesor + Operační paměť

Princip činnosti počítače podle von Neumannova schématu

1. Do operační paměti se pomocí vstupních zařízení přes ALU umístí program, který bude provádět výpočet.
2. Stejným způsobem se do operační paměti umístí data, která bude program zpracovávat
3. Proběhne vlastní výpočet, jehož jednotlivé kroky provádí ALU. Tato jednotka je v průběhu výpočtu spolu s ostatními moduly řízena řadičem počítače. Mezivýsledky výpočtu jsou ukládány do operační paměti.
4. Po skončení výpočtu jsou výsledky posílány přes ALU na výstupní zařízení.

Základní odlišnosti dnešních počítačů od von Neumannova schématu

- Podle von Neumannova schématu počítač pracuje vždy nad jedním programem. Toto vede k velmi špatnému využití strojového času. (Dnes je obvyklé, že počítač zpracovává paralelně více programů zároveň - tzv. multitasking)
- Počítač mohl disponovat pouze jedním procesorem (Dnes více procesorů nebo jader)
- Počítač podle von Neumannova schématu pracoval pouze v tzv. diskretním režimu.
- Existují vstupní / výstupní zařízení (I/O devices), která umožňují jak vstup, tak výstup dat (programu)
- Program se do paměti musí zavést celý. (Dnes je ale možné zavést pouze jeho část a ostatní části zavádět až v případě potřeby)

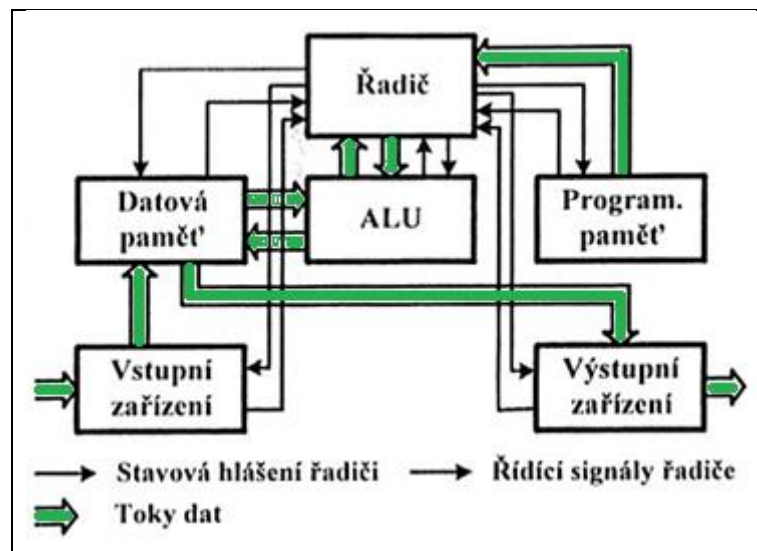
Specifika

- **dvojková soustava**
- programy a data v operační paměti
- rychlost vnitřní paměti srovnatelná s rychlostí výpočetní jednotky
- **přímé adresování** - v libovolném okamžiku přístupná kterákoliv buňka paměti
- aritmeticko - logická jednotka - obvody pro sčítání čísel (ostatní operace převedeme na sčítání)
- Struktura výpočetní soustavy je nezávislá na zpracovávaných problémech
- Programy (instrukce), data (operandy), mezivýsledky a konečné výsledky se ukládají do téže paměti
- Paměť je rozdělena na stejně velké buňky, které jsou průběžně očíslované, přes číslo buňky (adresu) se dá přečíst nebo změnit obsah buňky
- Po sobě jdoucí instrukce programu se uloží do paměťových buněk jdoucích po sobě, přístup k následující instrukci se uskuteční z řídicí jednotky zvýšením instrukční adresy o 1
- Instrukcemi skoku se dá odklonit od zpracování instrukcí v uloženém pořadí

Nevýhody:

- Možnost mylně interpretovat data jako program

Harvard schéma



Základní principy (rozdíly vůči von Neumannově architektuře):

1. paměť programu je oddělena od paměti dat
 - možnost ve stejném okamžiku načítat instrukci a přistupovat k datové paměti
 - datová a programová paměť mohou mít odlišnou organizaci
2. oddělené sběrnice
3. řízení procesoru je odděleno od řízení vstupních a výstupních jednotek (nejsou napojeny přímo na ALU)
= > možnost rychlejšího zpracování většího objemu dat

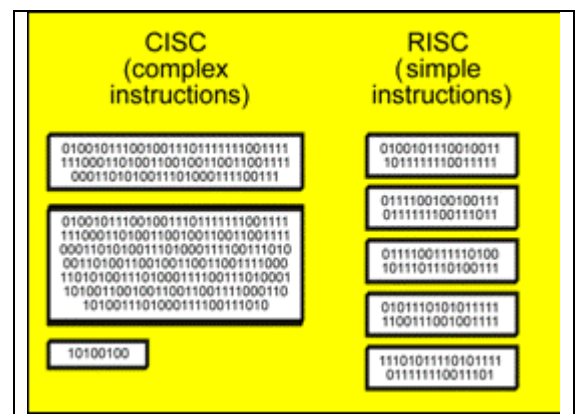
Tato architektura je v podstatě návrh mikroprocesoru. Oddělený systém sběrnic umožňuje paralelnost čtení instrukce (Fetch) při běhu programu. Účelem tohoto rozdělení je co možná nejrychlejší zpracování programu. Přístup k instrukcím a datům probíhá sekvenčně a tedy relativně pomalu. Pro zvýšení průchodnosti systému se používá varianta, kde programy a data jsou uloženy v oddělených adresových oblastech. V důsledku oddělení programové a datové sběrnice se může překrývat provádění instrukcí a operace s daty. Ve spojení s Harvard schematem se často používá princip Pipeline, který umožňuje snížit na minimum čas cyklu instrukce a tak zvýšit průchodnost instrukcí a dat.

Není potřeba mít paměť stejných parametrů a vlastností. V některých systémech se pro paměť programu používá typ paměti ROM a pro data RAM. Dnes se využívá převážně pro počítače s paralelním zpracováním. Díky odděleným propojovacím obvodům a separátní paměti programu a dat, může procesor zároveň číst (zapisovat) z (do) paměti programu a paměti dat najednou = rychlejší zpracování většího objemu dat.

Rychlé moderní procesory spojují obě architektury. Uvnitř procesoru je použita Harvardská architektura, kde se paměť cache dělí na paměť instrukcí a paměť pro data. Ovšem celý procesor se „z venku“ chová jako procesor s architekturou von Neumannovou, protože načítá data i program z hlavní paměti na jednou.

CISC architektura

CISC = Complex Instruction Set Computer. Procesor s velkou sadou procesorových instrukcí a relativně malým počtem registrů. Každá instrukce je obvykle procesorem vykonána jako několik elementárních akcí (mikroinstrukce - základní operace, kterou je procesor schopen vykonat) a protože je každá instrukce obvykle tvořena různým počtem těchto elementárních kroků, trvá tak každá instrukce jiný počet taktů. Výhodou je, že instrukce mohou být komplikované, tzn. že jedna instrukce zajistí určité komplexní služby. Instrukce je tvořena operačním kódem a operandy. Teprve podle operačního kódu procesor pozná kolik ještě bytů má z paměti načíst a díky rozdílné délce instrukcí mu to také různě dlouho trvá. Právě různá délka instrukcí představuje velký problém při pipeliningu. Díky spoustě instrukcí a velkému množství adresních módů, které nabízejí, je programování výrazně jednodušší oproti RISC procesorům.



RISC architektura

RISC = Reduced Instruction Set Computer = počítač s redukovanou instrukční sadou. Důvodem redukce bylo (v 70. letech) zjištění, že 80% výpočtů je prováděno s 20% dostupných instrukcí.

Shrnutí hlavních vlastností RISCových procesorů:

- redukováná sada instrukcí obsahuje hlavně jednoduché instrukce
- délka provádění jedné instrukce je jeden cyklus
- délka všech instrukcí je stejná
- využívá se zde techniky řetězení instrukcí (instruction pipeline)

Dnes jsou instrukční sady rozšířeny ještě o speciální instrukce pro práci s multimédií (MMX, SSE, 3DNow!) a tyto instrukce trvají různě dlouhou dobu. Masivní je pak využití pipeliningu (až 31 kroků dopředu).

Procesory jsou prakticky všechny CISC jen na venek. Uvnitř se kód emuluje pomocí RISC mikrokódu. O tom, že ne vždy je možné se přesně rozhodnout, zda je nějaký mikroprocesor typu RISC či CISC, svědčí následující graf, na kterém jsou mikroprocesory rozděleny jak podle bitové šířky, tj. šířky zpracovávaných operandů, tak i podle toho, zda se blíží spíše typické CISC architektuře nebo kanonické architektuře RISC.

	Complex/ CISC				Simple/ RISC
4-bit					14500B* *Am2901
				*4004	
8-bit				*4040	
				6800, 650x	*1802
			8051*	*8008	SC/MP
			Z8	*	*F8
		F100-L*	8080/5	2650	
			*	*NOVA	*PIC16x
16-bit	MCP1600*	*Z-80		*6809	IMS6100
	*Z-280		*PDP11		80C166* *M17
			*8086	*TMS9900	
			*Z8000	*65816	
			*56002		
32-bit	432	32016*	*68000	ACE HOBBIT	Clipper R3000
	*	96002	*68020	* * *	*29000 * *ARM
		*VAX *	80486	68040 *PSC i960	*SPARC *SH
		Z80000*	* *	TRON48	PA-RISC
		PPro	Pent*	-- T9000	*88100
		*	*	-- 860	*88110
64-bit	Rekurs	POWER	PowerPC	*	CDC6600 *R4000
		x86-64*	*620	U-SPARC *	*R8000 *Alpha
		-----	IA-64	-----	R10000

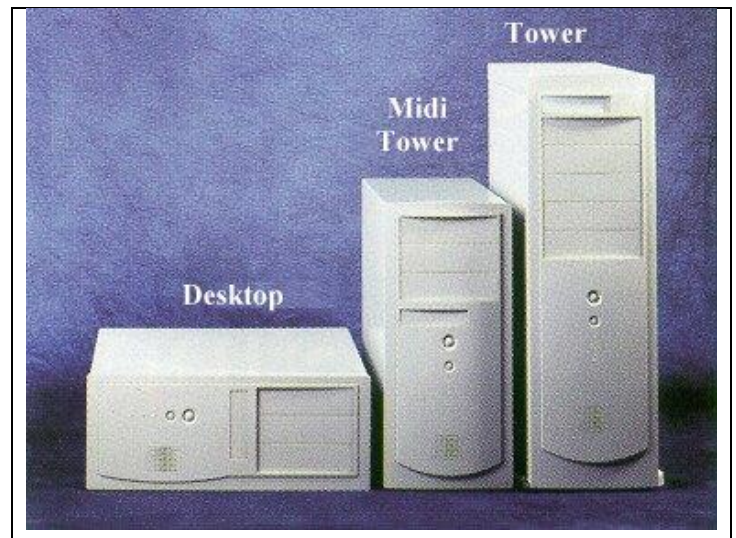
Sestava počítače PC

Základní sestava počítače PC se skládá z následujících částí:

Základní jednotka: část je uzavřena do skříně počítače (case). Jednotlivé typy skříní počítačů jsou na obrázku. Kromě těchto provedení je možné setkat se i různými dalšími komerčními názvy. (např. **miditower**: o něco větší verze minitoweru, **big tower**: větší verze toweru). Case obsahuje (nebo může obsahovat) tyto komponenty:

- Základní deska
- Procesor
- Numerický (matematický) ko-procesor
- Operační paměť
- Cache paměť
- CMOS paměť
- Mechaniky pružných disků
- Pevné disky
- Rozhraní pevných disků
- Interní mechanika CD/DVD-ROM
- Interní mechaniky jiných diskových médií
- Videokarta (grafická karta)
- Zvuková karta
- I/O karta
- Síťová karta
- Další zařízení

monitor, klávesnice, myš a případná další zařízení.



Technické prostředky nastavení HW počítače.

Počítače řady PC jsou navrženy tak, aby bylo možné poměrně snadno vyměňovat jejich jednotlivé části (např. vyměnit vadný modul, vyměnit starší kartu, která již svým výkonem nedostačuje za novou), popř. aby bylo možné snadno stávající počítač rozšířit o nové zařízení.

Při instalaci nových karet do počítače je nezbytné postupovat v následujících třech krocích:

- **konfigurace nové desky:** její správné nastavení tak, aby mohla v počítači pracovat
- **vlastní instalace:** její fyzické zasunutí do počítače
- **testování:** ověření, zda nová karta skutečně správně pracuje

Při konfiguraci nové desky bylo vždy nezbytné si pečlivě přečíst její dokumentaci a zjistit, jaké zdroje (resources) daná karta vyžaduje a jaké jejich nastavení umožňuje. Vlastní nastavení se provádělo většinou pomocí nastavovacích propojek (jumperů), popř. pomocí přepínačů (DIP). Později se konfigurace prováděla většinou programově pomocí speciálního programu dodaného společně s kartou. Dnes je konfigurace již automatická, výhradně pomocí systému Plug and Play.

Nastavení zdrojů, které karta ke své činnosti vyžaduje, je nutné provést tak, aby nebylo v konfliktu s žádným již existujícím zařízením. Pokud by k takovému konfliktu došlo, znamená to ve většině případů špatnou funkci obou zařízení, popř. nefunkčnost celého počítače.

Může se stát, že konkrétní zařízení nepodporuje žádné z možných nastavení, která jsou v počítači ještě volná. V takovém případě bývá nezbytné provést rekonfiguraci některých již dříve zapojených karet a tím uvolnit některý ze zdrojů požadovaných k činnosti nové karty.

Vlastní instalace karty do počítače bývá většinou bezproblémová. Je nutné pouze dbát na opatrnou manipulaci s kartou a otevřeným počítačem a veškeré zapojování a vypořádání provádět, až na výjimky (např. PCMCIA), s vypnutým počítačem, aby nedošlo k poškození karet nebo k poškození celého počítače.

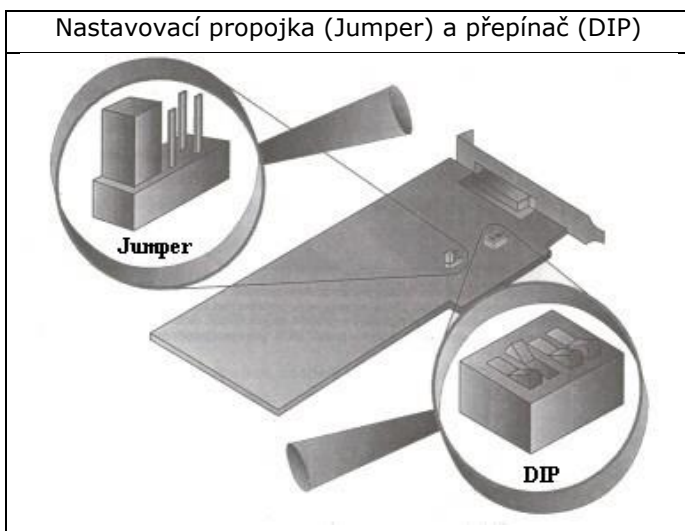
Technologie Plug & Play (PnP)

Je pravdou, že v některých případech může být instalace nové karty nebo zařízení poměrně komplikovaná a správné nastavení jednotlivých zdrojů využívaných jednotlivými kartami může působit problémy. Pravděpodobnost výskytu takovýchto problémů je tím vyšší, čím větší je počet karet zapojených do počítače. Takže zapojení další karty do počítače, který již kromě standardních a nezbytných věcí obsahuje ještě např. SCSI rozhraní, síťovou kartu, zvukovou kartu, může způsobit nemalé problémy.

Nové technologie se snaží problém řešit tím, že počítač by si sám provedl výše zmíněné konfigurace. V ideálním případě by tedy uživatel zasunul kartu do počítače a po jeho zapnutí by počítač sám provedl následující kroky:

1. Rozpoznal zasunutou desku
2. Zeptal se desky, které IRQ, DMA, I/O Adresy, RAM a ROM adresy potřebuje
3. Zeptal se desky, které IRQ, DMA, I/O Adresy, RAM a ROM adresy může použít
4. Nastavil prostředky tak, aby nedošlo k žádnému konfliktu s již existujícími deskami
5. Vyhledal a nakonfiguroval potřebné ovladače, které by s nově nainstalovanou deskou spolupracovaly

Pro zvládnutí tohoto problému navrhly firmy Intel, Microsoft a Compaq normu nazvanou **Plug & Play** ("zapoj a hraj"). Myšlenka Plug & Play spočívá v tom, že výrobci přídatných karet přidávají ke svým kartám takové obvody, aby bylo možné automaticky desky nastavovat a vznášet dotazy na požadované zdroje. Operační systém pak může sám přímo konfigurovat desky a dotazovat se na ně, čímž by se redukovala nutnost otevírání počítače na minimum. **Musí být splněny tři podmínky. PnP Bios, PnP podpora na přídatné desce (firmware) a PnP operační systém.**



Prostředky komunikace procesoru s okolím.

Systém a řadič přerušení v počítači a IRQ Levels.

IRQ (Interrupt Request) Levels (úrovně žádosti o přerušeni) jsou využívány některými zařízeními pro přerušeni činnosti CPU. V okamžiku, kdy je takové přerušeni vyvoláno, CPU přerušeni svou dosavadní činnost a zavede obslužný program, který žádost o přerušeni vyřídí. Tento mechanismus je nutný, protože některé akce v počítači nesnesou odklad a v okamžiku, kdy by se k nim procesor dostal, by mohlo být pozdě.

Například při stisku klávesy na klávesnici je vyvoláno přerušeni IRQ 1. Pokud by klávesnice nevyužívala tohoto mechanismu, vzniká velké riziko, že dříve než procesor zaměstnaný jinou činností zaregistruje stisk této klávesy, dojde ke stisku klávesy jiné a tím k zapomenutí první klávesy.

Na obrázku procesor provádí svou činnost a v okamžiku, kdy řadič vyvolá přerušeni IRQ 14, přestane v této činnosti pokračovat a zahájí obsluhu vyvolaného přerušeni.

Jednotlivé karty umístěné na sběrnici PC bus a ISA mohou přerušeni využívat prostřednictvím linek, které jsou na této sběrnici umístěny.



- PC bus má linky IRQ 2 až IRQ 7. Zpracování těchto přerušeni je prioritní. To znamená, že **IRQ s nižším číslem má vyšší prioritu než IRQ s číslem vyšším**
- ISA má navíc oproti PC busu dalších osm linek přerušeni označených IRQ 8 až IRQ 15, na nichž platí stejné prioritní pravidlo jako u PC busu

Standardní obsazení úrovní přerušeni		
IRQ	Zařízení	Poznámka
0	Časovač (timer)	
1	Klávesnice	
2	[Cascade]	Pouze u počítačů AT se sběrnici ISA. Slouží jako vstupní bod pro přerušeni IRQ 8 - IRQ 15
3	COM 2	Druhý sériový port
4	COM 1	První sériový port
5	Volné/LPT 2	u počítačů XT obsazeno pevným diskem
6	Floppy disk	Mechanika pružného disku
7	LPT 1	První paralelní port
8	Hodiny/Kalendář	
9	VGA (SVGA)	Videokarta, síťová karta nebo volné
10	Volné	
11	Volné	
12	PS/2 Myš	nebo volné
13	FPU	Numerický koprocesor
14	HDD	Pevný disk - Primární EIDE kanál
15	HDD	Pevný disk - Sekundární EIDE kanál nebo volné

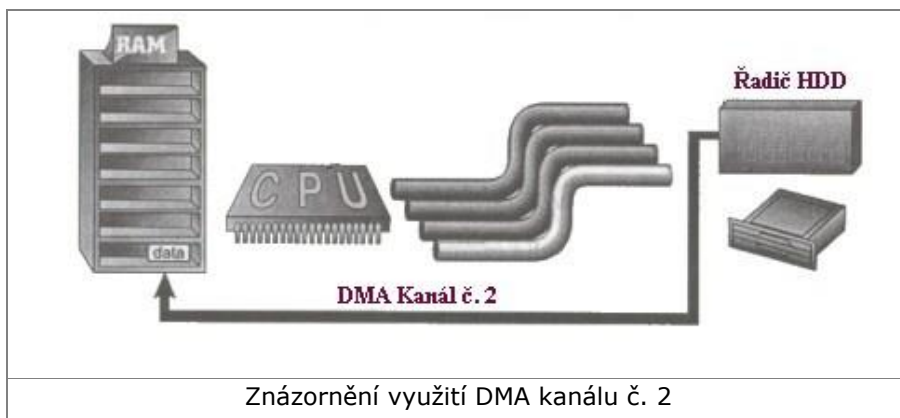
IRQ 2 slouží vlastně ke zpřístupnění IRQ 8 - IRQ 15 a pracuje tak, že je spojeno s IRQ 9. To znamená: pokud dojde k přerušeni na úrovních IRQ 8 - IRQ 15, zaktivuje se přerušeni IRQ 9 a tím vznikne přerušeni na úrovni 2. BIOS počítače pak ví, že musí zjistit, které z vyšších přerušeni je skutečně aktivní, a to obsloužit. Další zařízení, které využívají IRQ, jsou např. zvukové karty, SCSI rozhraní a podobně.

Poznámka: zařízení určená pro práci na sběrnici PCI obsazují IRQ levels 9,10,11,12, které se také po řadě označují jako A, B, C, D.

Přímý přístup do paměti, řadič a kanály - DMA Channels

DMA (Direct Memory Access) Channels (kanály přímého přístupu do paměti) jsou mechanismy využívané některými zařízeními k přenosu dat do a z paměti bez účasti procesoru počítače.

Například starší řadiče pevných disků využívaly tento mechanismus, který jim dovozoval přenášet data přímo do nebo z operační paměti, aniž by tím zatěžovaly procesor. V opačném případě by totiž přenos mohl být velmi pomalý.



Standardní obsazení DMA kanálů:

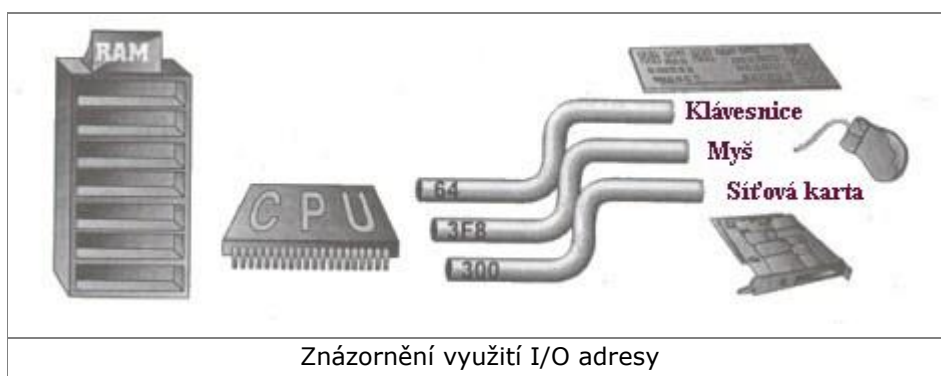
- PC/XT má 4 takové kanály (0 - 3)
- PC/AT má ještě navíc kanály (4 - 7)

Z dalších zařízení využívá DMA kanály např. zvuková karta a některé starší řadiče CD ROM mechanik.

DMA	Použití
0	U počítačů XT - dynamické občerstvování paměti U počítačů AT volný
1	U počítačů XT řadič pevného disku U počítačů AT volný
2	řadič pružného disku
3	Volné
4	Volné
5	Volné
6	Volné
7	Volné

Adresy vstupu a výstupu (adresy I/O)

Adresy vstupu (I/O Addresses) a výstupu jsou adresy, které využívají desky elektronických obvodů ke komunikaci s CPU. U PC se používají adresy 0 - 3FF (hexadecimálně). První adresy (0 - FF) jsou využity zařízeními na základní desce.



Adresy ROM a buffery RAM

Některé desky potřebují ke své správné činnosti paměť ROM, ve které mají uloženo své základní programové vybavení. Některé desky kromě této paměti potřebují pouze pro čtení i nějakou paměť RAM. Obě tyto paměti vyžadují adresu, od které mohou být mapovány do operační paměti.

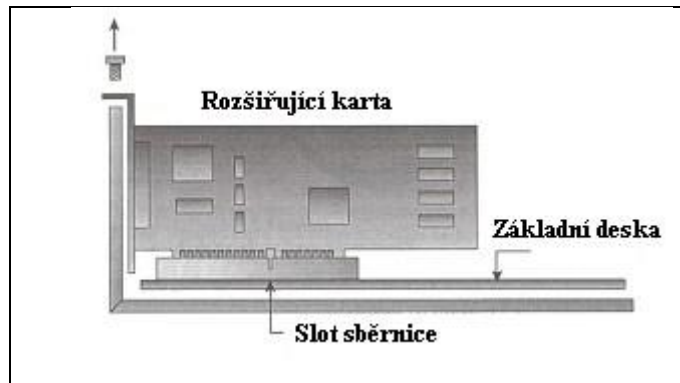
Funkce	Rozsah adres (Hex)	Velikost
u počítačů XT řadič HDD	C8000 - CBFFF	16 kB
EGA	C0000 - C3FFF	16 kB
VGA	C0000 - C7FFF nebo E0000 - E7FFF	32 kB

Komponenty počítače PC

Základní deska

Deska plošného spoje tvořící základ celého počítače obsahuje:

- Procesor (mikroprocesor)
- Patičky pro numerický koprocessor (popř. osazený koprocessor)
- Obvody čipové sady
- Rozšiřující sběrnici (bus)
- Paměti
- Vyrovnávací (cache) paměť
- Sloty umístěné na rozšiřující sběrnici pro připojení **rozšiřujících karet**
- CMOS paměť
- Hodiny reálného času
- Akumulátor nebo baterie zálohující napájení pro CMOS paměť a hodiny reálného času

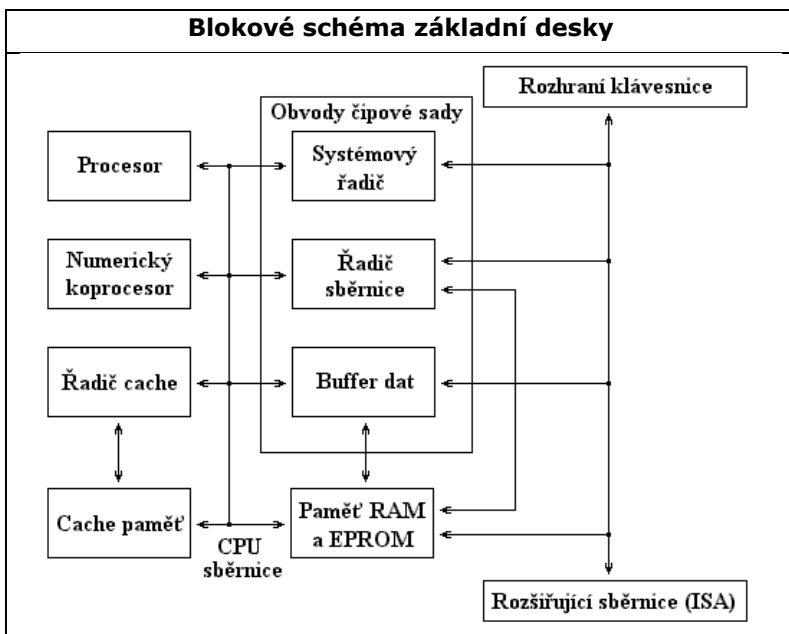


Vzhledem k tomu, že u novějších procesorů (80486 a vyšší) je již numerický koprocessor integrován přímo na čipu procesoru, není nutné, aby základní deska obsahovala patičku pro jeho zapojení. Základní deska dále může obsahovat:

- Vstup / výstupní porty (I/O - Ports)
- Řadič pružných disků
- Rozhraní pevných disků
- Videokartu (videoadaptér)

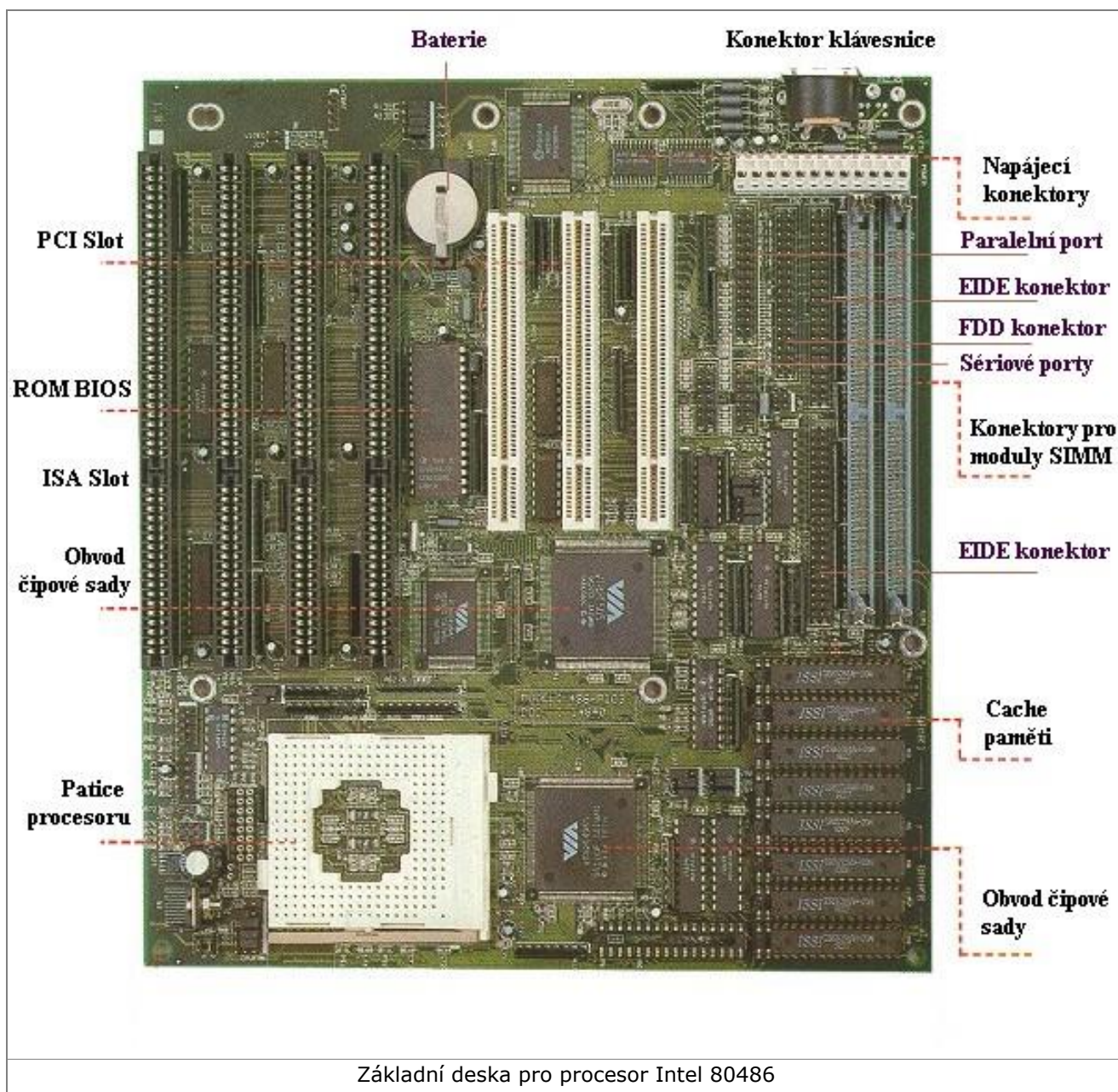
Zařízení jako jsou procesor, numerický koprocessor, řadič cache paměti, paměti a obvody čipové sady jsou společně propojeny pomocí tzv. **systémové sběrnice (CPU bus)**, která umožňuje jejich rychlou vzájemnou komunikaci. Čipová sada je tvořena obvody s následující funkcí:

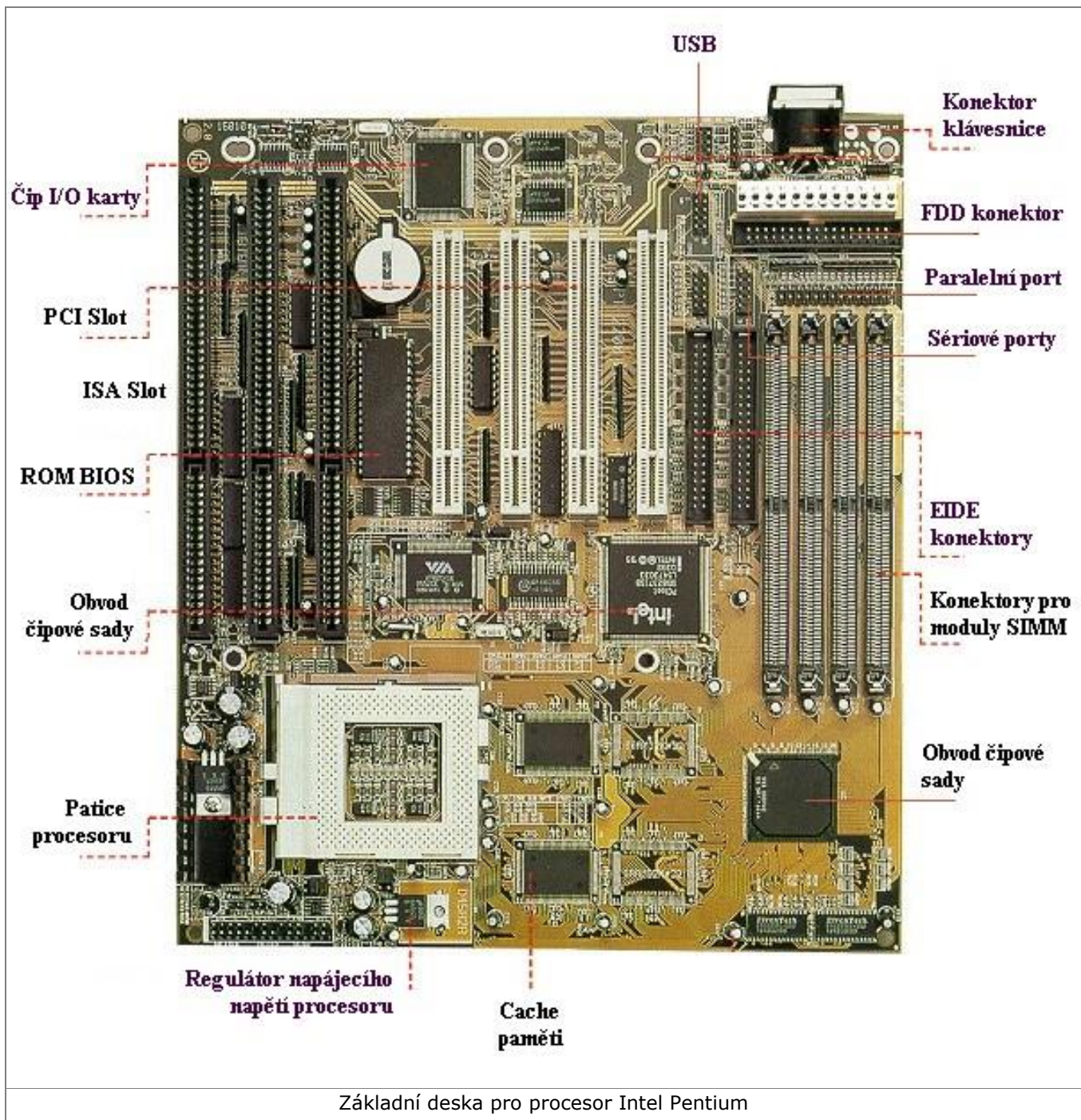
- **systémový řadič**: obvod, který řídí společnou činnost jednotlivých obvodů základní desky a realizuje následující funkce:
 - generuje hodinové signály
 - vytváří adresy pro paměti RAM
 - generuje řídicí signály pro paměťový subsystém
 - zabezpečuje RESET systému po připojení elektrického napájení nebo stisku tlačítka RESET



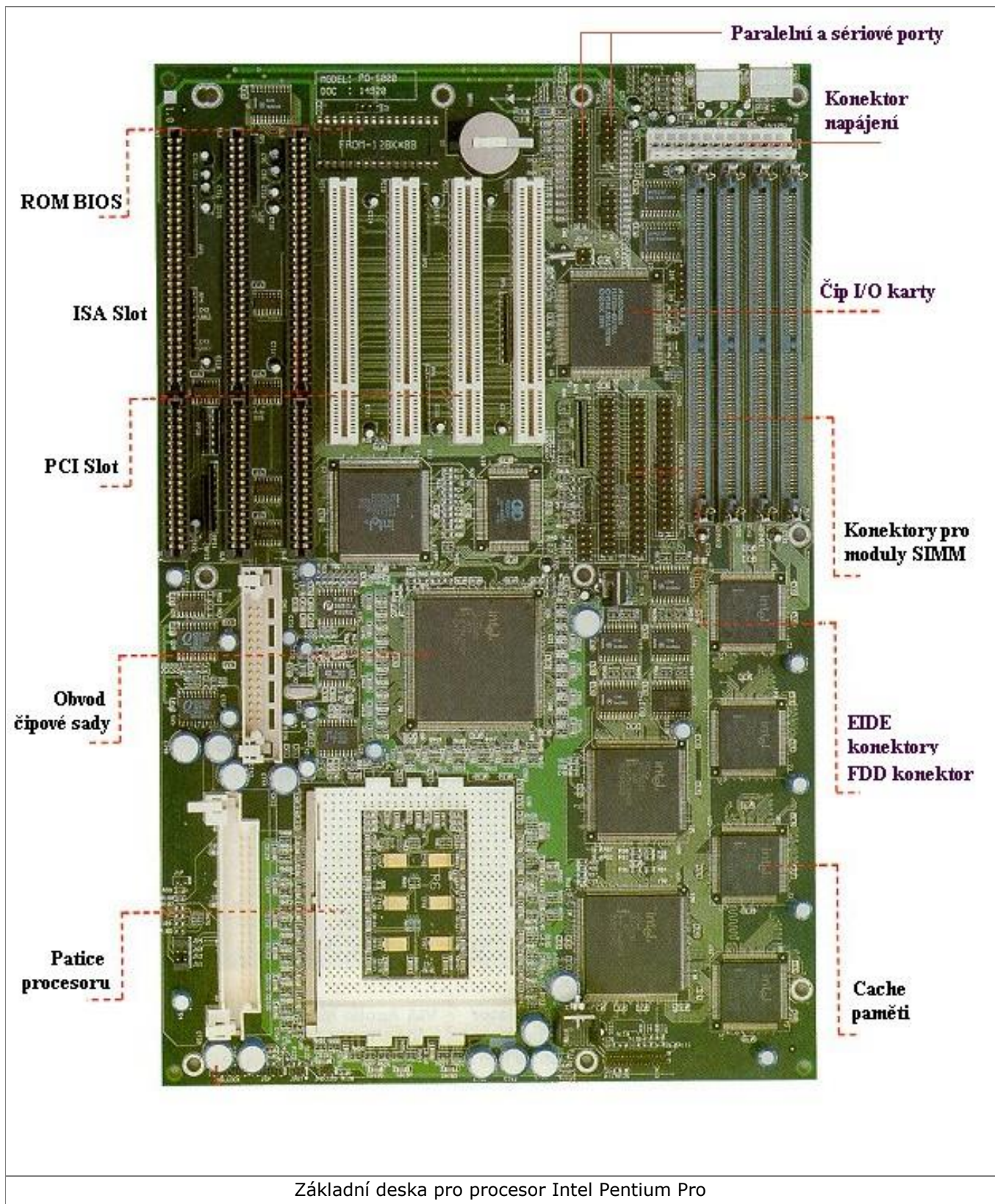
- **řadič sběrnice**: zabezpečuje komunikaci mezi systémovou sběrnici a rozšiřující sběrnici, dále obsahuje rozhraní reproduktoru a rozhraní paměti EPROM
- **buffer dat**: obvod, který slouží k zachycování dat a jejich přepínání mezi jednotlivými datovými sběrnici osobního počítače

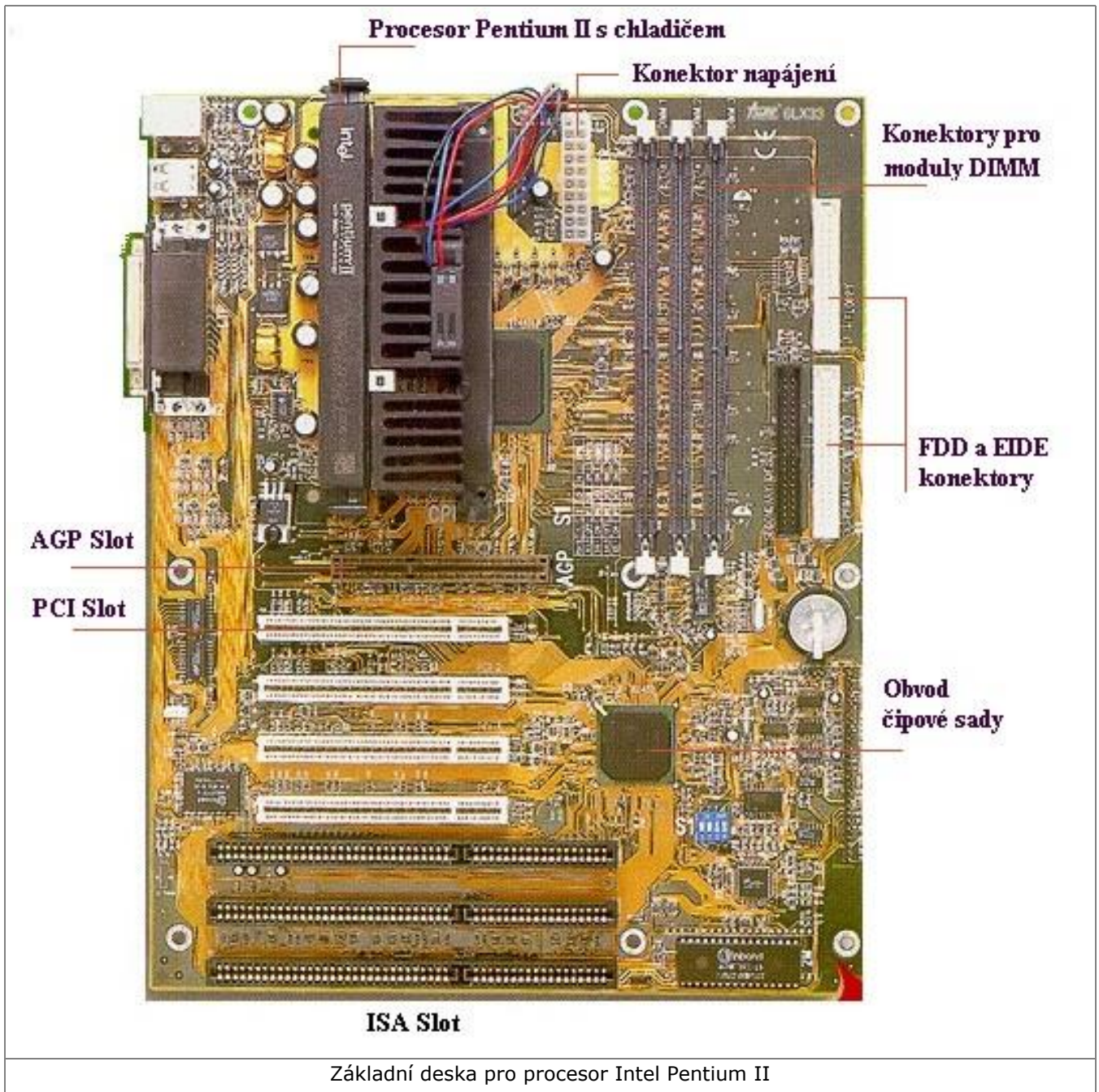
Příklady základních desek podle typů procesorů





Základní deska pro procesor Intel Pentium







Základní deska pro 3.gen. procesorů Core i7 (LGA1155 socket)

Procesor (mikroprocesor)

- Procesor je integrovaný obvod zajišťující funkce CPU
- Tvoří "srdce" a "mozek" celého počítače
- Do značné míry ovlivňuje výkon celého počítače (čím rychlejší procesor, tím rychlejší počítač)
- Bývá umístěn na základní desce počítače
- Obsahuje rychlá paměťová místa malé kapacity nazývané **registry**
- **Základní parametry** procesoru:

Parametr	Popis	Jednotka	Rozsah
Rychlost	Počet operací provedených za jednu sekundu	Hertz [HZ]	4,77 - ? MHz
Efektivita mikro-kódu	Efektivita, se kterou jsou napsány jednotlivé mikroprogramy provádějící jednotlivé instrukce procesoru. Je to počet kroků potřebných pro provedení jedné instrukce (např.: vynásobení dvou čísel)		
Numerický ko-procesor	Přítomnost (nepřítomnost) speciální jednotky pro přímé provádění výpočtů v pohyblivé desetinné čárce.		
Počet instrukčních kanálů	Udává maximální počet instrukcí proveditelných v jednom taktu procesoru	Číslo	1 - ?
Šířka slova	Maximální počet bitů, které je možné zpracovat během jediné operace	bit	16 - 64
Šířka přenosu dat	Maximální počet bitů, které je možné během jediné operace přenést z (do) čipu	bit	8 - 64
Interní cache paměť	Kapacita rychlé interní cache paměti integrované přímo na čipu procesoru	MByte	0 - ?
Velikost adresovatelné paměti	Velikost paměti, kterou je procesor schopen adresovat (používat)	GByte	0,001 - ?

Parametry podrobně:

Rychlost

Procesor počítače je synchronní zařízení, které pracuje podle hodinových kmitů generovaných krystalem umístěným na základní desce. Během jednoho kmitu provede procesor jednu operaci. Pokud je procesor schopen pracovat s vyšší frekvencí těchto hodinových kmitů, provede za jednu sekundu více operací, tzn. bude vykazovat vyšší výkon oproti stejnému typu procesoru pracujícímu na nižší frekvenci.

Základní deska může být navržena tak, aby podporovala více různých frekvencí procesorů. U starších desek se nastavovala pomocí propojek (jumperů) nebo DIP přepínačů. Moderní základní desky se již delší dobu vyrábějí v provedení tzv. **jumperless** (bez nastavovacích propojek nebo přepínačů). **Detekce typu procesoru a nastavení parametrů probíhá automaticky.**

Poznámka: Pokud by byla na základní desce nastavena vyšší frekvence (**přetaktování**), než pro kterou je procesor určen, **je možné, že bude bezchybně pracovat i s touto vyšší frekvencí a bude tak poskytovat vyšší výkon.** Každý procesor je totiž vyráběn s jistou rezervou, tak aby na své frekvenci pracoval naprosto bezpečně. Při vyšší frekvenci je procesor také více tepelně zatížen, takže je nutné dbát i na jeho odpovídající chlazení.

V dřívější době rychlost procesoru určovala většinu vlastností celého počítače. Základní deska byla navržena tak, aby pracovala se stejnou frekvencí jako procesor. Se vzrůstem rychlosti procesoru vzrostla i rychlost zá-

kladní desky. Postavit základní desku, která by pracovala s vysokou frekvencí odpovídající frekvencím dnešních procesorů, je technicky velmi náročné.

Jako alternativu pro **zrychlování CPU** je možné použít tzv. **zdvojovače frekvence (clock doubler)**. Původní zdvojovač frekvence byl speciální obvod 80486, který se osadil do patice pro procesor na základní desce 25 MHz. Byla to základní deska pracující s frekvencí 25 MHz navržena pro procesor 80486DX. Tento speciální obvod 80486 byl navržen tak, aby z hlediska základní desky pracoval s frekvencí 25 MHz, ale interně pracoval s rychlostí dvojnásobnou - 50 MHz. Jakákoliv interní činnost, např. matematický výpočet nebo přesun dat z jedné interní oblasti do druhé, se prováděla s frekvencí 50 MHz. Vnější operace, např. přenos dat z paměti nebo uložení dat do paměti, se uskutečňovaly pomaleji - s frekvencí 25 MHz. Tento procesor později dostal **označení 80486DX2 / 50**. Kromě tohoto procesoru existují i jiné typy s podobným chováním, např. **80486DX2 / 66**, který interně pracuje s frekvencí 66 MHz a je možné jej použít v základní desce pracující s taktem 33 MHz.

V roce 1994 byla na trh uvedena další varianta procesoru 80486, který byl tzv. **ztrojovačem frekvence (clock tripler)**. Tyto čipy byly prodávány ve verzi 75 MHz a 100 MHz, pracovaly na základních deskách s frekvencemi 25 MHz a 33 MHz. Do těchto procesorů bylo také integrováno dvojnásobné množství interní cache paměti (16 kB), které přineslo ještě o něco větší zvýšení výkonu. Tyto **čipy byly** nakonec **označeny 80486DX4 / 75 (100)**.

Kromě výše uvedených odlišností ve frekvenci procesoru a základní desky existují také některé modely procesoru Pentium, jejichž interní frekvence je zvýšena o 50%. Původní modely Pentium byly nabízeny s frekvencemi 60 a 66 MHz. Pozdější typy tohoto procesoru byly označovány jako P54C a měly frekvenci 90 a 100 MHz. Tyto procesory používaly základní desky s frekvencí 60 a 66 MHz.

Efektivita mikrokódu

Jiným způsobem, jak zvýšit výkon procesoru kromě zvyšování jeho frekvence, je navrhnout čip tak, aby lépe využíval každý hodinový cyklus. Jednotlivé instrukce procesoru jsou naprogramovány pomocí malých mikroprogramů (tzv. mikrokódu). **Výkonnost mikrokódu udává, kolik hodinových taktů trvá, než procesor provede určitou činnost.**

Například procesor 8088 je schopen provádět dělení celých čísel (dělení bez desetinných míst). K vydělení dvou čísel potřebuje až 70 hodinových taktů. Procesor 80188 díky efektivnějšímu mikrokódu, pomocí něhož je dělení prováděno, potřebuje ke stejné operaci pouze 25 cyklů. Při porovnání těchto dvou procesorů tedy vychází procesor 80188 jako rychlejší.

Podobně se liší i procesory 80386 a 80486. Jednoduchá instrukce, která přesouvá data mezi registry, potřebuje ke svému provedení na procesoru 80486 dva takty. Díky efektivněji navrženému mikrokódu procesoru 80486 se tato instrukce na tomto procesoru provede během jediného taktu.

Počet instrukčních kanálů (pipelines)

Předchozí kapitola podávala úvahu ohledně počtu taktů potřebných k provedení jedné instrukce. Ve skutečnosti je možné provést téměř každou instrukci během jediného taktu. Způsob, kterým se tato jednotaktová operace provádí, se nazývá **zřetězené zpracování instrukcí (pipelining)**. Tento způsob vychází ze skutečnosti, že **zpracování každé instrukce procesorem lze rozdělit do pěti základních fází:**

- **PF (Prefetch):** výběr instrukce: další zpracovávaná instrukce se bere buď z paměti RAM, nebo z vyrovnávací cache paměti.
- **D1 (Decode₁):** dekodování instrukce: určí se délka a typ instrukce
- **D2 (Decode₂):** výpočet adresy: určí se adresa operandů, se kterými instrukce pracuje
- **EX (Execution):** provedení instrukce: vlastní provedení instrukce
- **WB (Write Back):** zápis výsledků: zapíše se výsledky zpracované instrukce

Každou z těchto fází může provádět samostatně pracující jednotka a v okamžiku, kdy je tato jednotka se svou prací hotova, předá svůj výsledek jednotce provádějící následující fázi zpracování a pokračuje ve své práci nad další instrukcí.

Klasické zpracování instrukcí:											Pipeline zpracování instrukcí										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
PF	I1					I2					PF	I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10
D1		I1					I2				D1		I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9
D2			I1					I2			D2			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8
EX				I1					I2		EX				I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7
WB					I1					I2	WB					I1	I2	I3	I4	I5	I6

Jednotlivé sloupce značí takt procesoru a v řádcích jsou vždy uvedeny instrukce v patřičné fázi zpracování. Při klasickém zpracování se tak zpracuje v prvních pěti taktích kompletně první instrukce. V dalších pěti taktích se pak kompletně zpracuje druhá instrukce. Při zřetěženém zpracování je v prvních pěti taktích opět zcela zpracována první instrukce, ale další instrukce jsou již rozpracovány, takže v každém dalším taktu je pak zpracována vždy jedna další instrukce. V optimálním případě tedy po deseti taktích je úplně zpracováno šest instrukcí.

Při zřetěženém zpracování však vyvstává problém v okamžiku, kdy některá z instrukcí způsobí skok. V tomto okamžiku je nutné provést tzv. **pipeline flush**, tj. vyprázdnění fronty. Předzpracované instrukce totiž vůbec nebudou prováděny, protože chod programu bude pokračovat na místě, kam byl uskutečněn skok. Od tohoto místa se tedy začne opět plnit fronta instrukcí.

Procesor, který má právě jednu frontu pro takové zřetěžené zpracování instrukcí, se nazývá **skalární procesor**. Zřetěžené zpracování instrukcí je možné provádět i ve více než jedné frontě. Procesor, který má více než jednu frontu pro zřetěžené zpracování, se nazývá **superskalární procesor**. Díky této technice je možné, aby procesor během jednoho taktu zpracoval více než jednu instrukci.

Superskalární zpracování (dvě fronty):

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
PF	I1	I3	I5	I7	I9	I11	I13	I15	I17	I19
	I2	I4	I6	I8	I10	I12	I14	I16	I18	I20
D1		I1	I3	I5	I7	I9	I11	I13	I15	I17
		I2	I4	I6	I8	I10	I12	I14	I16	I18
D2			I1	I3	I5	I7	I9	I11	I13	I15
			I2	I4	I6	I8	I10	I12	I14	I16
EX				I1	I3	I5	I7	I9	I11	I13
				I2	I4	I6	I8	I10	I12	I14
WB					I1	I3	I5	I7	I9	I11
					I2	I4	I6	I8	I10	I12

Během prvních pěti taktů jsou provedeny dvě instrukce a při každém dalším taktu se opět dokončí další dvě instrukce.

Šířka slova

Jiným způsobem, jak zvýšit výkon procesoru, je možnost zvětšit jeho šířku slova. Tento parametr procesoru určuje, jaké největší číslo dokáže procesor zpracovat během jediné operace. Šířka slova se udává v počtech bitů a je jí určeno, kolikabitový daný procesor je. Procesor, který má šířku slova 8 bitů, tedy dokáže v jediné instrukci manipulovat s číslem uloženým maximálně na 8 bitech (tj. číslem z intervalu 0 - 255). Analogicky je tomu u procesorů, jejichž šířka slova je 16 či 32 bitů. Větší čísla musí být rozdělena na menší a musí být zpracována po částech. Výhodou procesoru s větší šířkou slova je, že může v jedné operaci zpracovat větší číslo. Z toho vy-

plývá i větší rychlost takového procesoru oproti procesoru, který musí toto číslo nejdříve rozdělit a potom v několika instrukcích po částech zpracovat.

Šířka přenosu dat

Bez ohledu na to, jaké je maximální číslo zpracovatelné jednou instrukcí, musí být data přesouvána do (z) procesoru. Šířka přenosu dat určuje, jaké maximální číslo může být během jedné operace přeneseno do (z) procesoru. Udává se podobně jako šířka slova v bitech a je dána velikostí datové sběrnice procesoru, která slouží právě pro přenosy dat do (z) čipu. Je-li šířka datové sběrnice větší, je i šířka přenosu větší a tím je možné za kratší dobu přenést větší množství dat.

Například procesory 8086 a 8088 se liší pouze v šířce datové sběrnice (8088 má 8bitovou datovou sběrnici a 8086 má 16bitovou datovou sběrnici). Šířka slova je u obou procesorů stejná (16 bitů). Program tedy pro zpracování 16bitového čísla použije stejné instrukce. Toto číslo však musí být do procesoru přeneseno z operační paměti. Zatímco procesor 8086 je přeneseno najednou, procesor 8088 je bude přenášet na dvakrát a zabere mu to dvojnásobek času. Z tohoto je zřejmé, že i když oba procesory budou pracovat na stejné frekvenci, bude procesor 8086 vykazovat díky rychlejšímu přenášení dat vyšší výkon.

Podobná situace je i mezi procesory 80386 a 80386SX.

Interní cache paměť

S postupným zvyšováním výkonu procesoru tím, že je zvyšována jeho frekvence, se objevuje problém vysokých přístupových dob operačních pamětí. Pokud se zvýší frekvence procesoru, je nutné, aby operační paměti byly schopny rychleji reagovat na požadavky o přístupy k datům. Operační paměť bývá realizována jako dynamická paměť (DRAM), která je poměrně jednoduchá a levná oproti statické paměti SRAM. Dynamická paměť však má poměrně dlouhou přístupovou dobu a nemá tedy potřebnou rychlost k tomu, aby stačila odbavovat požadavky rychlého procesoru.

Pokud by počítač s rychlým procesorem byl vybaven pouze dynamickými paměťmi, bylo by nezbytné, aby procesor vždy čekal určitou dobu na paměť, než bude schopna poskytnout požadovaná data. Tím by ovšem byl výkon procesoru silně degradován. Teoreticky by bylo možné počítač vybavit statickými paměťmi, které mají podstatně nižší přístupovou dobu, ale vzhledem k jejich vysoké ceně je toto řešení nereálné.

V konkrétním případě se dnes volí kompromis, kdy operační paměť je realizována pomocí DRAM. Mezi procesor a operační paměť se pak vkládá tzv. externí (L2, sekundární) vyrovnávací paměť označovaná jako cache paměť. Cache paměť má podstatně menší kapacitu než operační paměť (32 - 1024 kB) a je realizována pomocí rychlých statických pamětí. Toto řešení bylo samo o sobě dostačující pouze u procesoru 80386. U procesorů vyšších se přistoupilo ještě k integraci tzv. interní (L1, primární) cache paměti přímo na čip procesoru. Kapacita této paměti bývá poměrně malá (8 - 32 kB). Nejnovější procesory mají cache paměť integrovanou přímo na svém čipu a navíc zvětšenou ještě o úroveň L3.

Numerický koprocessor

U prvních počítačů řady PC byla na základní desku integrována patice pro obvod numerického (matematického) koprocessoru. Toto řešení se používalo prakticky u všech PC s procesory 80386 a nižšími a u PC s procesorem 80486SX. U vyšších procesorů se z důvodů vyššího výkonu přistoupilo k integraci těchto koprocessorů přímo na čip vlastního procesoru. Tyto procesory mají tedy numerický koprocessor integrovaný přímo v sobě a není již nutné (ani možné) do počítače osazovat další speciální obvod určený speciálně pro matematické výpočty.

Velikost adresovatelné paměti

Při práci počítače je nezbytné, aby procesor přistupoval k operační paměti a načítal z ní data (popř. data do této paměti ukládal). Pokud procesor potřebuje přistoupit k paměti, musí být zadána adresa paměťové buňky, se kterou bude pracovat. V programu bývá tato adresa zadána jako tzv. logická (virtuální) adresa. Tato virtuální adresa se potom určitým mechanismem (závislým na typu procesoru) postupně převádí na tzv. fyzickou adresu, která je již adresou ukazující na konkrétní paměťovou buňku v operační paměti. Každý procesor má k

dispozici pouze určitý počet bitů, na kterých může být fyzická adresa vytvořena. Tímto počtem bitů a tím i maximálním číslem, jež pomocí nich můžeme vytvořit, je omezena maximální paměť, kterou může procesor využívat. Počet bitů určených k vytváření fyzické adresy také úzce souvisí s **adresovou sběrnici procesoru**. Adresová sběrnice je využívána procesorem při přístupech k operační paměti a je na ní posílána adresa paměťového místa (buňky), s níž bude procesor pracovat (číst z ní data, zapisovat do ní data).

ARCHITEKTURA MIKROPROCESORŮ

Základními jednotkami, které tvoří vnitřní strukturu mikroprocesorů jsou:

- **řadič**, který má za úkol číst operandy (data, čísla) a instrukce z operační paměti, dekódovat je a na základě provádění mikrokódu, generovat řídicí signály, tedy řídit činnost ostatních jednotek v procesoru a počítači.
- **ALU**, mající za úkol na základě řídicích signálů z řadiče CPU provádět matematické a logické operace. Pro práci s reálnými čísly s plovoucí (pohyblivou) řádovou čárkou jsou v procesoru integrovány výpočetní jednotky **FPU** (Floating Point Unit). Nejstarší procesory řady x86 (8086, 80186, 80286, 80386) obsahovaly pouze jednotku ALU, která pracovala jak s celými, tak reálnými čísly s pohyblivou řádovou čárkou. Pro zvýšení výkonu byla na základní desce patice pro připojení tzv. matematického koprocesoru, který se využíval pro aritmetické operace s reálnými čísly s pohyblivou řádovou čárkou (zvýšení výpočetního výkonu). Tento specializovaný procesor nesl označení podobné hlavnímu procesoru (např. Intel 80287). **ALU a FPU nazýváme výkonné jednotky (Execution Units - EU)**
- **registry**, jsou rychlé statické paměti typu RAM (čtení/zápis) malé kapacity uvnitř jádra procesoru, které slouží k uchování aktuálních instrukcí, adres v paměti, operandů, mezivýsledků a výsledků matematických a logických operací.

Ve vnitřní struktuře současných procesorů však existují další jednotky podporované novými technologiemi pro práci s instrukcemi a daty, jejichž úkolem je co možná neoptimálněji zvýšit jeho operační rychlost a stabilitu bez nutnosti použít „hrubé síly“, tedy zvyšovat základní pracovní kmitočet a napětí jádra procesoru. **Vždy je nutná podpora operačního systému a aplikace!**

Veškeré jednotky uvnitř procesoru včetně technologií optimalizujících práci s instrukcemi a daty pak tvoří tzv. architekturu (resp. mikroarchitekturu) procesoru, určující jeho vlastnosti. Přehled architektur dvou významných výrobců procesorů pro osobní a mobilní počítače:

Firma INTEL:

- Skalární architektura: 8088, 8086, 80286, 80386, 80486
- Superskalární architektura: Pentium, Pentium Pro, Pentium MMX, Pentium II, Pentium III, Celeron
- NetBurst (Pentium 4, Pentium D, Xeon, Celeron)
- Core (Core Duo, Core 2 Duo, Core 2 Extreme, Core 2 Quad, Celeron)
- Atom (procesory optimalizované výhradně na co nejnižší spotřebu elektrické energie)
- Nehalem (řada procesorů Core i7, Core i5, Core i3)
- Sandy Bridge (2. generace procesorů řady Core i7, Core i5, Core i3)
- Ivy Bridge 3xxx, 2xxx (3. generace procesorů řady Core i)
- Haswell 4xxx (4. generace procesorů řady Core i)

Firma AMD:

- Am286, Am386, Am486
 - AMD K5, AMD K6, AMD K6-2, K6-III
 - AMD K7 (Athlon, Athlon XP, Athlon MP + odlehčené verze Duron, Sempron)
 - AMD K8 (Athlon 64, Athlon 64 X2, Turion 64, Turion 64 X2, Sempron)
 - AMD K10 (4-jádrové procesory Phenom, Opteron)
 - AMD K11 (integrace GPU1 do jádra CPU, vyšší počet jader)
- (GPU = Graphic Processing Unit, tedy grafický procesor, nebo též grafické jádro)
- AMD A4,A6 – dvoujádra, A8,A10 – čtyřjádra (integrované GPU Radeon)
 - AMD FX xx00 (počet jader, číslo řady s jádrem Vishera)

1. Skalární architektura

- Intel 8086, 80286, 80386, 80486

Procesor skalární architektury je složen z více funkčních bloků, které pracují samostatně, umí se předzásobit instrukcemi a tím zvýšit rychlost přísunu instrukcí výkonové jednotce. Umožňuje tzv. **pipelining** (pipeline = datovod), neboli zřetěžené zpracování instrukcí. Základní myšlenkou je rozdělení zpracování jedné instrukce mezi různé části procesoru a tím i dosažení možnosti zpracovávat více instrukcí najednou. **Zpracování instrukce se nejčastěji sestává z těchto kroků (stupeň pipeline):**

1. Výpočet adresy místa v operační paměti a načtení instrukce z dané adresy v operační paměti
2. Dekódování instrukce (nalezení mikrokódu reprezentující instrukci v paměti ROM)
3. Výpočet adresy místa operandů v operační paměti
4. Provedení výpočtů v ALU / FPU
5. Zápis výsledku do registrů

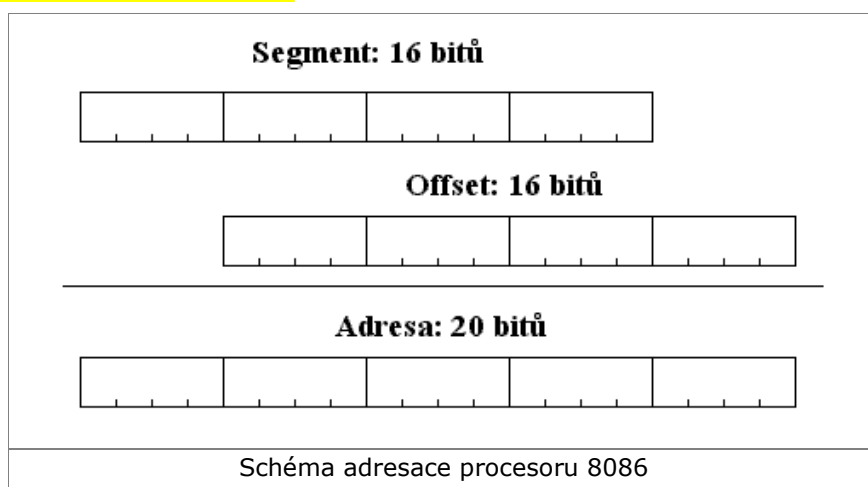
Jelikož se zpracování jedné instrukce sestává z několika fází, lze zpracování další instrukce zahájit dříve než je předchozí instrukce dokončena (např. zatímco se jedna instrukce dekóduje, další instrukce může být načtena z paměti do registru instrukcí, atd.).

Analogie: Výrobní linka v automobilce, na které je v jednom okamžiku sestavováno více aut najednou, každé z nich se však nachází v jiné fázi kompletace. Pokud bychom museli čekat na dokončení výroby (úplné kompletace) jednoho auta, před zahájením výroby druhého, nastaly by ve výrobě velké prodlevy - některé části výrobní linky by byly zbytečně nevyužity (velmi pomalý výrobní proces!).

Čím více má pipeline stupňů, tím je efektivnější zpracování instrukcí (tím více instrukcí lze rozpracovat). V případě, že dojde v programu ke skoku, musí se celá pipeline (fronta instrukcí) vyprázdnit a načíst s dlouhým zdržením instrukce nově.

Procesor INTEL 8086

Procesor Intel 8086 byl uveden na trh v letech 1979 - 1980. Jedná se o plně 16bitový procesor. Je vybaven 16bitovou vnitřní architekturou, která mu umožňuje během jediné instrukce zpracovat maximálně 16bitové číslo (tj. číslo v rozmezí 0 až $2^{16}-1$ neboli 0 až 65535). Kromě toho 8086 disponuje 16bitovou datovou sběrnicí, která dovoluje přenášet data do (z) čipu po 16 bitech. Dále je vybaven 20bitovou adresovou sběrnicí, pomocí které dokáže adresovat paměťový prostor o kapacitě max. 1 MB (odpovídá 2^{20} B = 1048576 B). Tato adresa je tvořena ze dvou šestnáctibitových složek označovaných **segment** a **offset**, které se sečtou posunuty o 4 bity. Tím je vytvořena výsledná 20bitová adresa.



Velikost jednoho segmentu, v jehož rámci je možné se pohybovat pouze pomocí změny hodnoty offsetu, je 64 kB. Adresa se zapisuje ve tvaru segment:offset. Např. 4000:B000 značí adresu 4B000 (hexadecimálně), tj. 307200 (dekadicky).

Intel 8086 byl vyráběn v pouzdře DIP (DIL) se 40 vývody a na svém čipu integruje asi 29000 tranzistorů. Procesor Intel 8086 byl osazován hlavně v počítačích označených **IBM PC a IBM PC / XT**

Procesor **INTEL 8088**

Procesor Intel 8088 byl velmi podobný procesoru 8086. Byl osazován ve stejných typech počítačů jako procesor 8086. Nejednalo se o plně 16bitový procesor, ale o procesor, který měl **16bitové jádro a pouze 8bitovou datovou sběrnici**. Tato 8bitová sběrnice snižovala výkon procesoru, ale dovoľovala jednodušší návrh a jednodušší základní desku, která mohla vzniknout pouze menšími úpravami základní desky pro procesor 8080. Díky těmto vlastnostem pak počítač s procesorem 8088 vyšel levněji než počítač s procesorem 8086. **Pro vytváření adresy používá stejného modelu jako procesor 8086**. Z hlediska uživatele a programátora se jedná o plně kompatibilní procesor s procesorem Intel 8086, který při stejné frekvenci poskytuje asi o 15% nižší výkon. Adresní sběrnice je částečně sdílená pro data a adresní vodiče. Adresní bity A8 až A15 jsou k dispozici přímo, bity A0 až A7 jsou na sdílené části (Address/Data). Přestože procesor pracuje s většími daty v osmi bitovém formátu, všechny vnitřní funkce provádí v 16-ti bitovém formátu.

Přepínání adresní a datové sběrnice označuje signál ALE (Address Latch Enable) generovaný **sběrnicevým kontrolérem 8288**. Pomocí tohoto signálu je řízeno připojení sběrnice (třístavové budiče) na správné vývody vnějších obvodů. Další velmi důležitý signál je DT/R (neg) (Data Transmit/Receive), který je spojen též s budiči sběrnice a přepíná směr kterým budič signál propouští. Signál DEN (Data Enable) nastavuje stav vysoké impedance na výstupech budičů sběrnice.

Pro činnost tohoto procesoru je nutný generátor taktů 8284A. Mezi příslušné vývody je připojen krystal (kmitočet 14,31818 MHz). Tento signál je k dispozici jako vysokorychlostní takt na PC slotech. Vnitřní dělič 1:3 vytváří kmitočet 4,77 MHz se kterým procesor pracuje. Také tento signál je vyveden na PC slotech. Generátor taktů též provádí určité řídicí funkce v závislosti na perifériích jako je blokování DMA a generování signálu READY, když externí jednotky zpomalují činnost procesoru. Generuje též signál RESET, který složí pro nulování a restart celého systému.

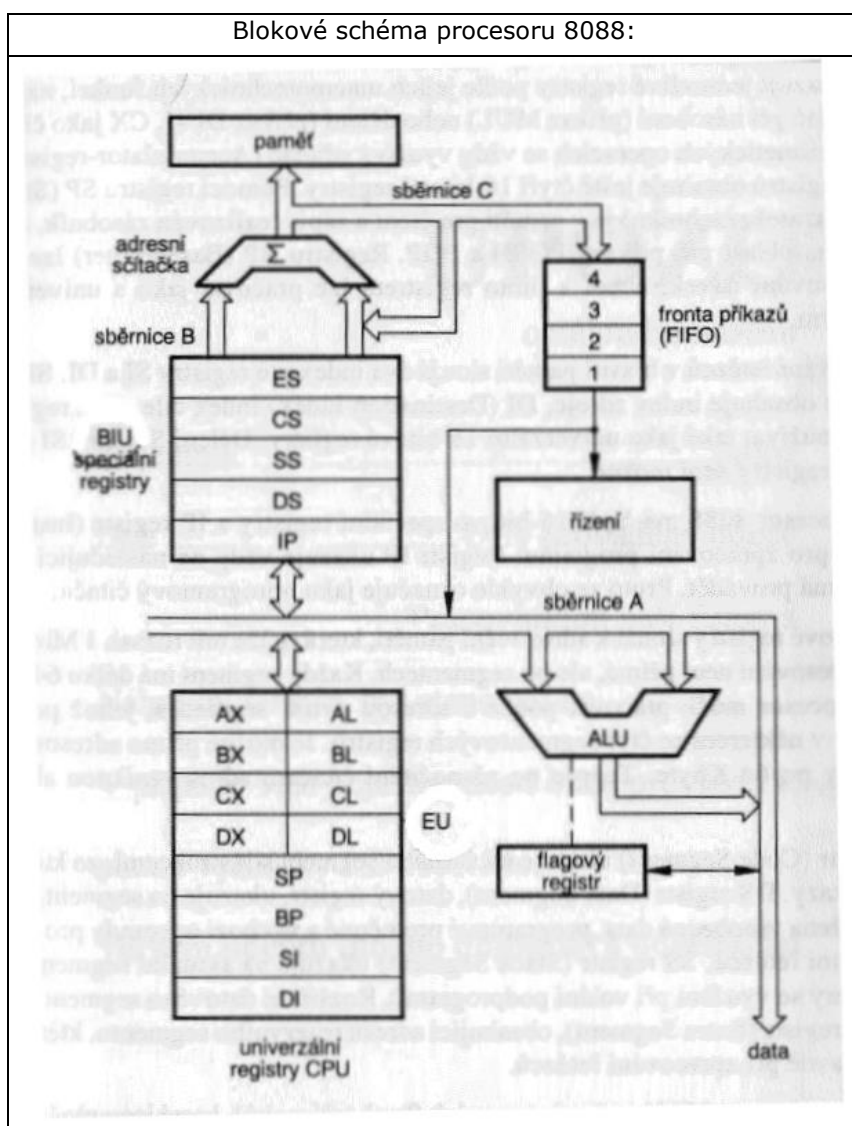
Procesor má dále tři stavové výstupy S0,

S1 a S2, které jsou zavedeny do výše zmiňovaného obvodu 8288. K řízení vnitřního systému PC jsou třeba další signály které 8288 generuje. Signál AEN (Address Enable) je podmínkou pro DMA přenos po odpojení procesoru a periférií od I/O kanálu. Dále jsou zde signály pro komunikaci procesoru s matematickým koprocesorem 8087.

Procesor 8088 se skládá ze dvou oddělených funkčních jednotek.

- **Prováděcí jednotka EU (Execution Unit)**
- **Jednotka styku se sběrnici BIU (Bus Interface Unit)**

Blokové schéma procesoru 8088:



Propojení obou jednotek uskutečňují tři sběrnice systémy A, B, C. V EU se dekódují a provádějí strojové instrukce, které přicházejí z BIU, kde byly seřazeny ve frontě. Fronta pracuje na principu FIFO (First In First Out). Příkazy se provádějí pomocí **16-ti bitové aritmeticko-logické jednotky ALU**. Při jednotlivých operacích nastavuje ALU odpovídající bity příznakového (FLAG) registru. Jako zápisníková paměť slouží **čtyři univerzální 16-ti bitové registry AX, BX, CX, DX**. Arith.-logic. operace lze provádět v každém registru. U některých operací se ale dosazují jednotlivé registry podle jejich mnemotechnických funkcí. Například **AX – střadač (Accumulator) při násobení (příkaz MUL) nebo dělení (příkaz DIV), CX – čítač cyklu**.

Soubor univerzálních registrů doplňují ještě další čtyři 16-ti bitové registry. **Registr SP** – ukazatel na vrchol zásobníku (Stack Pointer), **Registr BP** – ukazatel při adresování dávek (Base Pointer), lze jej použít i jako univerzální registr. **Registry SI** (Source Index) a **DI** (Destination Index) slouží k **adresování řetězců dat** v paměti a lze je též použít jako univerzální registry. U této čtveřice není možné dělení na dvojici 8-mi bitových registrů jako v případě registrů (AX, BX, CX, DX).

BIU má speciální 16-ti bitové registry. Registr IP – čítač instrukcí (Instruction Pointer). Při zpracování programu ukazuje vždy na následující instrukci, která se má provádět. Někdy je nazýván programový čítač.

Segmentové registry ES, CS, SS, DS - slouží pro adresování paměti o rozsahu 1MByte. **Adresování není přímé, ale po 64 KByteových segmentech**. Procesor může pracovat pouze s adresou uvnitř segmentu, jehož počáteční adresa je uložena v některém ze segmentových registrů. Lze tak adresovat 4 segmenty po 64 KBytech. Teprve po přepočítání čítačem adres vzniknou absolutní adresy.

Registr F – registr příznaků (Flag Register) je 16-ti bitový registr, který obsahuje **6 stavových příznaků** nastavovaných podle aritmetických nebo logických operací, k teré provádí ALU a **3 kontrolní příznaky TF (Trap Flag – režim krokování procesoru), IF (Interrupt Enable Flag – zapnuto blokování přerušení) a DF – (Direction Flag – příznak směru toku dat)**.

Starší typy tohoto procesoru byly označovány **8088-1** a mohly pracovat s frekvencí do 5 MHz. Naopak novější verze tohoto procesoru nesly označení **8088-2** a byly určeny pro práci s frekvencí až 8 MHz.

Procesory INTEL 80186 a 80188

Tyto procesory byly velmi podobné procesorům 8086 a 8088. Neměly příliš mnoho nových možností. Používaly stejné modely pro tvorbu adresy a byly vybaveny stejně širokými sběrnici (80186 plně 16bitový a 80188 vnitřně 16bitový s 8bitovou datovou sběrnici).

Hlavním rozdílem od předešlých procesorů byl výkonnější mikrokód, který dovoľoval vyšší výkon. Tyto procesory byly dodávány v pouzdře PGA. Vzhledem k tomu, že tyto procesory neposkytovaly žádné výrazné zlepšení, nezaznamenaly větší komerční úspěch a nedošlo k jejich většímu rozšíření.

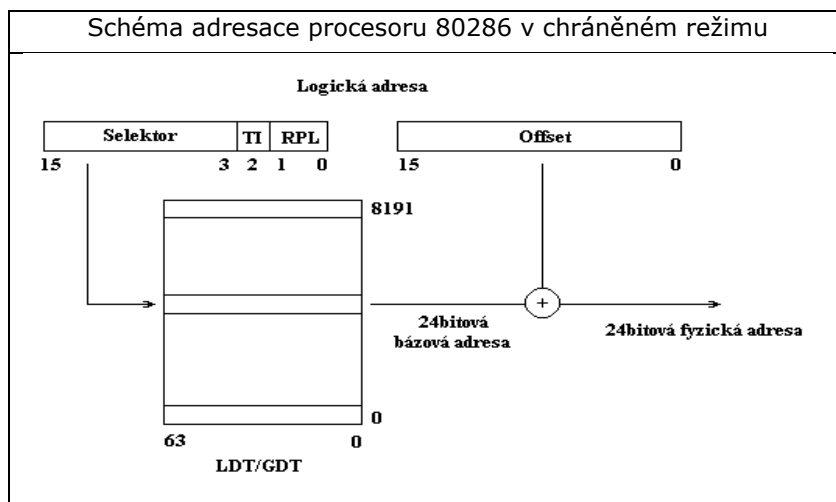
Procesor INTEL 80286

Procesor 80286 byl uveden na trh v roce 1981. Představoval velký skok vpřed v technologii procesorů řady 80x86. Vyráběl se v zapouzdření PGA a později v levnějším pouzdru PLCC. Procesor 80286 poskytuje daleko větší výkon než procesor 8086 (8088) a na svém čipu integruje zhruba 130000 tranzistorů. Jedná se o **plně 16bitový procesor**, který dovoluje práci ve **dvou různých režimech**:

- **reálný režim (real mode, režim reálné adresy)**: V reálném režimu je procesor 80286 plně kompatibilní se svými předchůdci. Procesor v tomto režimu pracuje naprosto stejně jako procesor 8086 (8088). **Používá 20 bitů pro tvorbu adresy, která je vytvářena podle stejného modelu jako je tomu u procesoru 8086.** V tomto režimu mohou na procesoru 80286 pracovat programy napsané pro předcházející procesory.
- **chráněný režim (protected mode, režim virtuální adresy)**: Nový režim, neslučitelný s 8086. Tento režim podporuje multiprogramování (paralelní zpracování více programů). Je tedy nezbytné, aby procesor v tomto režimu poskytoval ochrany mezi jednotlivými spuštěnými programy a různé úrovně oprávnění přístupu k prostředkům počítače. **Procesor v tomto režimu také používá jiný model pro vytváření adresy. Adresa je vytvářena ze dvou 16bitových složek nazývaných selektor a offset za pomoci tzv. tabulek deskriptorů.** Výsledná adresa je potom 24bitová, což umožňuje procesoru adresovat maximálně $2^{24} \text{ B} = 16 \text{ MB}$ operační paměti.

První část logické adresy zvaná selektor je rozdělena na tři části:

1. nejnižší dva bity jsou nazývány **RPL** (**R**equested **P**rivilege **L**evel) a určují požadovanou úroveň oprávnění k segmentu paměti. Z toho vyplývá podpora 4 úrovní oprávnění.
2. bit 2 je označován jako **TI** (**T**able **I**ndex) a určuje, zda při tvorbě adresy bude použita lokální tabulka deskriptorů (**LDT** - **L**ocal **D**escriptor **T**able) nebo globální tabulka deskriptorů (**GDT** - **G**lobal **D**escriptor **T**able).



3. nejvyšších třináct bitů potom slouží jako index do příslušné tabulky deskriptorů. Jedna položka tabulky deskriptorů má 64 bitů, ze kterých je vybráno 24 bitů sloužících jako tzv. **bázová adresa**. K této bázové adrese se potom přičte 16bitový offset (přičtení je provedeno přímo bez jakéhokoliv posunutí). Výsledkem je 24bitová **fyzická adresa**, pomocí které je možno adresovat maximálně 16 MB operační paměti.

Jedna položka tabulky deskriptorů obsahuje:

- **bázovou adresu segmentu** (24 bitů), tj. adresu, na které segment začíná.
- **přístupová práva** k segmentu (8 bitů), ze kterých je možné určit typ segmentu:
 - kódový segment
 - datový segment
 - speciální systémový segment
- **limit segmentu** (16 bitů), který určuje maximální velikost segmentů
- zbývající bity deskriptoru jsou nastaveny vždy na nulu (kvůli kompatibilitě s procesorem 80386)

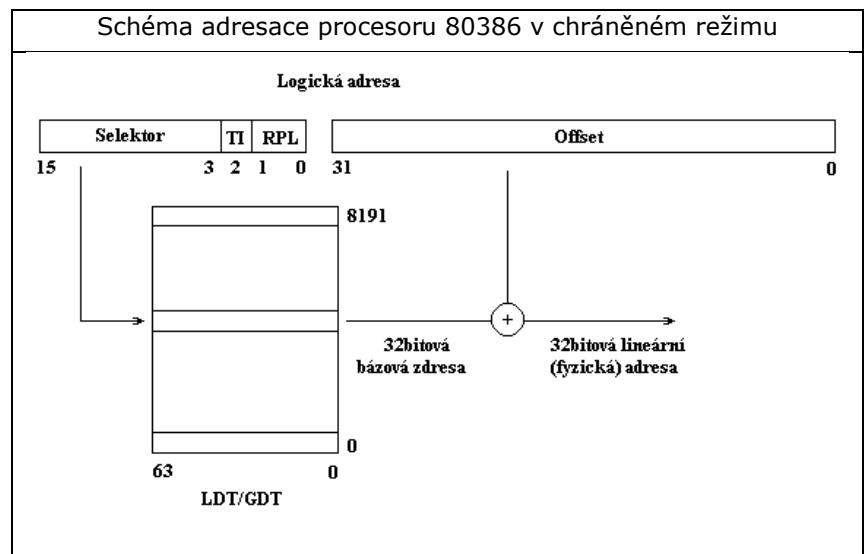
Velkou nevýhodou tohoto procesoru je stále 16bitový offset, který nedovoluje větší segment než 64 kB. Počítače osazené tímto procesorem nesly označení PC/AT.

Procesor INTEL 80386

Procesor 80386 je prvním plně 32bitovým procesorem firmy Intel, který používá 32bitovou adresovou sběrnici. Na trh byl uveden v roce 1986 pod oficiálním názvem 80386DX. Tento procesor byl dodáván nejprve v pouzdře PGA a později v levnějším zapouzdření PQFP. V obou případech na svém čipu nesl asi 275000 tranzistorů. Zahrnuje v sobě velké bohatství programovacích možností včetně možnosti provádět programy systému MS-DOS v režimu souběžného zpracování úloh s pomocí programového vybavení, jako je např. OS/2 nebo Windows. Procesor 80386 může pracovat ve **třech režimech**:

- 1. reálný režim (real mode):** velmi podobný reálnému režimu předchozích procesorů. Používá stejný adresovací mechanismus a má stejnou maximální velikost operační paměti (1 MB) i stejnou maximální velikost segmentu (64 kB). V tomto režimu mohou opět pracovat programy určené pro předešlé procesory (8086/8088).
- 2. chráněný režim (protected mode):** Režim, který je velmi podobný chráněnému režimu procesoru 80286.

Tento režim opět používá pro tvorbu adresy dvou složek (selektor, offset). Selektor je opět rozdělen do tří částí, které mají stejný význam jako u procesoru 80286. Na rozdíl od procesoru 80286 je však bazová adresa, která se vybírá z tabulky deskriptorů, nikoliv 24bitová, ale 32bitová. Druhým rozdílem je velikost offsetu, jehož velikost je u procesoru 80286 32 bitů. Díky těmto zvětšením na 32 bitů je možné, aby procesor 80386 adresoval až 4 GB ($2^{32}B$) operační paměti a aby velikost jednoho segmentu byla také 4 GB.



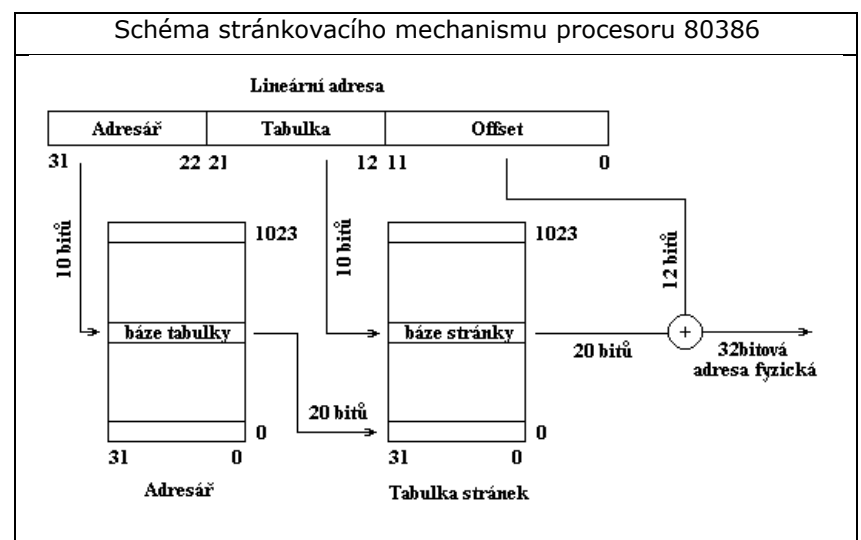
Jedna položka tabulky deskriptorů obsahuje:

- **bazovou adresu** (32 bitů): adresa začátku segmentu
- **limit segmentu** (20 bitů): maximální velikost segmentu, která je brána buď v bytech (max. 1 MB), nebo v násobcích 4 kB (max. 4 GB)
- **přístupová práva k segmentu** (8 bitů): podobně jako u procesoru 80286
- **další informace** (4 B): např. výše zmíněná interpretace limitu segmentu.

Dalším rozdílem od procesoru 80286 je, že adresa určená tímto schématem nemusí být ještě fyzickou adresou ukazující přímo do operační paměti, ale je možné, aby byla dále transformována mechanismem zvaným stránkování.

Při stránkování je 32bitová lineární adresa rozdělena na tři části:

- **Adresář:** tvořen nejvyššími 10 bity, slouží jako index tabulky zvané adresář, odkud je vybrána 20bitová báze tabulky stránek.
- **Tabulka:** tvořena nižšími 10



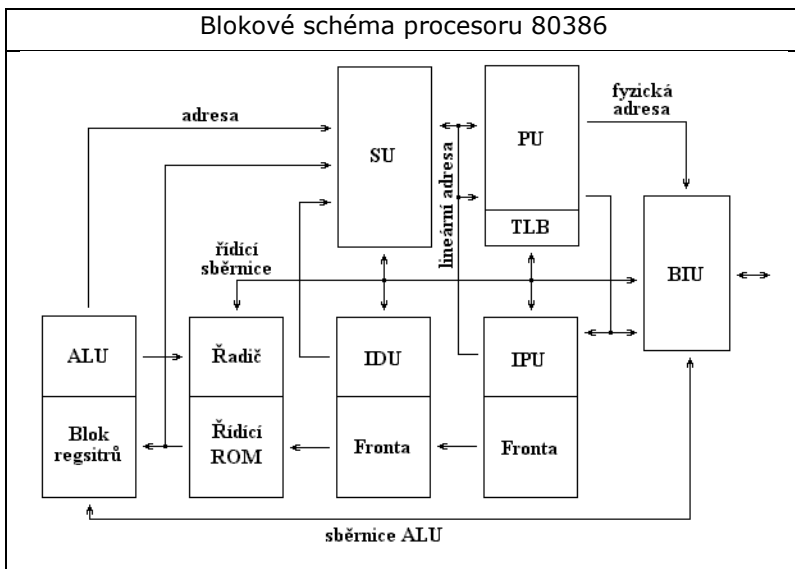
bity, slouží jako index do tabulky stránek. Z této tabulky se vyzvedne 20 bitová báze stránky, která tvoří 20 nejvyšších bitů fyzické adresy.

- **Offset:** tvořen nejnižšími 12 bity. Offset je potom sečten s o 12 bitů posunutou (vynásobenou 4096) bází stránky tak, že tvoří nejnižších 12 bitů fyzické adresy. Mechanismus stránkování nese problém dvou přístupů do tabulek, které jsou uloženy v operační paměti a přístup k nim může procesor zdržovat. Za účelem zrychlení tohoto mechanismu má procesor 80386 zabudovanou rychlou vyrovnávací cache paměť zvanou **TLB** (Translation Lookaside Buffer), ve které jsou uchovány posledně používané lineární adresy a k nim odpovídající adresy fyzické.

3. Virtuální režim (virtual mode): V tomto režimu procesor 80386 pracuje podobně jako procesor 8086 (8088), ale je plně podřízen režimu chráněnému. Je možné takto virtualizovat 1 MB operační paměti, který mohl adresovat procesor 8086 a uložit jej kamkoliv do 4 GB operační paměti.

Procesor 80386 se skládá z **šesti základních jednotek**:

- **BIU:** (Bus Interface Unit - jednotka styku se sběrnicí): Tato jednotka je branou mikroprocesoru k okolnímu světu. Všechny ostatní jednotky procesoru využívají tuto jednotku pro přenos dat mezi procesorem a okolím. Protože BIU pracuje výhradně s fyzickými adresami, je nutné, aby adresa, která je poskytována k provedení operace, byla nejprve převedena na fyzickou adresu.
- **IPU** (Instruction Prefetch Unit - jednotka předvýběru instrukcí): Tato jednotka se stará o naplňování šestnáctibytové fronty předvybraných instrukcí pro IDU. IPU nepřetržitě požaduje po vyzvednutí instrukce z fronty IDU, aby BIU doplnila frontu z následující adresy. Instrukce jsou do fronty zapisovány po 4 bytech. V případě provedení instrukce, která způsobí skok, provede IPU vyprázdnění celé fronty a další plnění se provádí od nové adresy.
- **IDU:** (Instruction Decode Unit - jednotka pro dekódování instrukcí): Jednotka, která má podobnou funkci jako IPU. Vyzvedne z fronty naplněné IPU první byte instrukce a podle něj zjistí délku celé instrukce (může být dlouhá až 16 B). Pak vyzvedne z fronty celou instrukci (popř. požádá BIU o doplnění chybějící části) a převede ji na vnitřní formát. Takto dekódovanou instrukci umístí do své fronty dekódovaných instrukcí, která je schopna pojmout až 3 dekódované instrukce. Zde je instrukce uložena pro potřebu EU.
- **EU:** (Execution Unit - prováděcí jednotka): Jednotka, která provádí vlastní výpočty. **Jejím jádrem je ALU** (Arithmetic - Logic Unit), která obsahuje obvody potřebné k aritmetickým a logickým operacím a k provádění instrukcí. Obsahuje také sadu registrů procesoru. Posledním úkolem EU je informovat BIU, že výsledek je potřeba zapsat do operační paměti nebo na periferní zařízení.
- **SU:** (Segmentation Unit - jednotka segmentace): Tato jednotka má význam především v chráněném a virtuálním režimu, kdy provádí převod virtuální (logické) adresy na adresu lineární.
- **PU:** (Paging Unit - stránkovací jednotka): Jednotka, která se uplatňuje pouze v chráněném a virtuálním režimu, a to jenom při zapnutém režimu stránkování. Potom PU provádí převod lineární adresy dané SU na adresu fyzickou. Ke své činnosti využívá rychlou vyrovnávací paměť TLB.



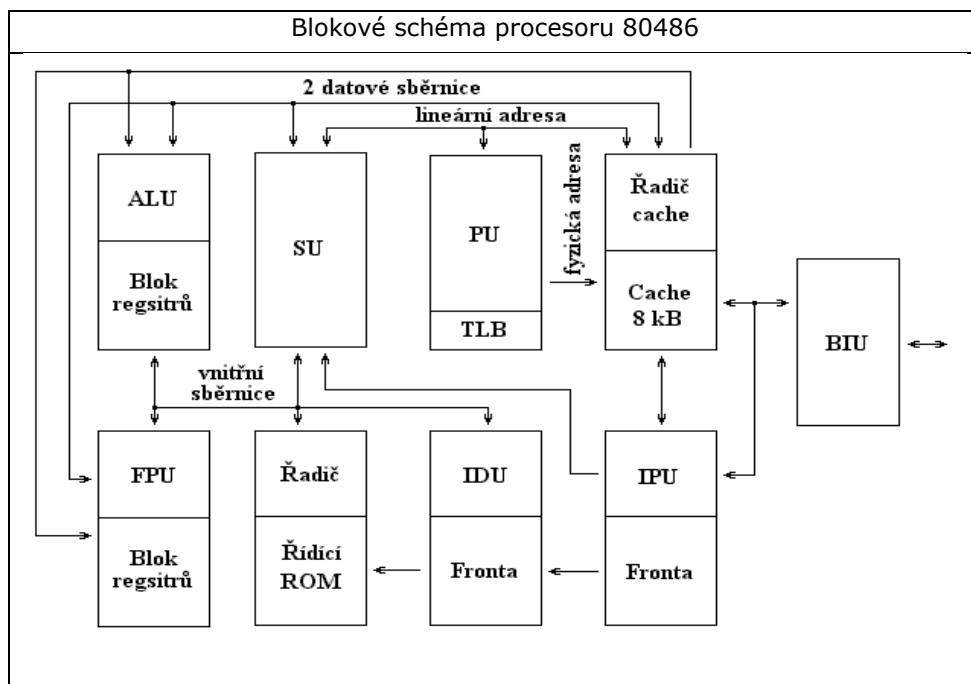
Procesor INTEL 80386SX

V případě procesoru 80386SX byl podobně jako u procesoru 8088 udělán jistý krok zpět. **Procesor 80386SX není plně 32bitový, ale má pouze 32 bitovou vnitřní architekturu. Jeho vnější datová sběrnice je pouze 16bitová.** Tento ústupek dovoluje jednodušší návrh procesoru a jeho snazší začlenění do již existujících základních desek pro procesory 80286. Na procesoru 80386 tak může pracovat 32bitové programové vybavení, ale vykazuje výkon zhruba procesoru 80286 při stejné frekvenci. Hlavním důvodem zavedení tohoto procesoru byla vysoká cena počítače s procesorem 80386. Procesor 80386SX byl vyráběn v pouzdrech PLCC a PQFP.

Procesor INTEL 80486

Procesor 80486 je v roce 1989 uveden na trh pod oficiálním názvem 80486DX. Jedná se v podstatě o vylepšený čip 80386. Je **kombinací vyladěného procesoru 80386 a dvou čipů, které urychlují systém 80386:**

- **interní paměti cache paměť L1 8kB** – statická paměť RAM, vyrovnávající rychlost sběrnice procesoru a paměti, rozdělená na datovou a instrukční část, pracující na rychlosti procesoru
 - **numerického koprocesoru 80387** - provádějícího matematické výpočty k urychlení těchto operací
- 80486 je plně 32bitový procesor, který pracuje ve stejných třech režimech jako procesor 80386 a používá stejný adresovací mechanismus.** Procesor 80486 je tedy schopen také adresovat maximálně 4 GB paměti a logická adresa může být transformována až dvěma mechanismy - segmentováním a stránkováním. Jeho mikrokód je rozsáhlejší a rychlejší. Procesor 80486 je ekvivalentem asi 1,25 milionu tranzistorů, takže čip 80486 25 MHz někdy provede za jednu sekundu dvojnásobek instrukcí ve srovnání s čipy 80386, 80386 a 80387 při stejné frekvenci. Na svém čipu kromě výše zmíněných komponent obsahuje ještě rychlou vyrovnávací cache paměť o kapacitě 8 kB. Je dodáván výhradně v pouzdře PGA se 168 vývody. **Procesor 80486 provádí zřetězené zpracování instrukcí (pipelining). Toto zpracování je uskutečňováno v jedné frontě (pipeline).** Jedná se tedy stále o skalární procesor.



Procesor INTEL 80486SX

Procesor 80486SX uvedený na trh krátce po procesoru 80486 je spíše marketingovým tahem firmy Intel než novým procesorem. **Na tomto čipu Intel vyřadil z činnosti numerický koprocesor 80387. Procesor 80486SX je tedy opět plně 32bitovým procesorem s 8kB interní cache paměti a vlastnostmi procesoru 80486, ale při náročných výpočtech, obzvláště v pohyblivé desetinné čárce, je jeho výkon nižší.**

K tomuto procesoru je prodáván numerický koprocesor označovaný 80487SX, který je v podstatě plně funkční čip 80486 (tj. CPU s koprocesorem a vším ostatním). Poté, co je 80487SX zasunut do patice, prakticky umrtví čip 80486SX a sám převezme jeho činnost; nahradí procesor i matematický koprocesor, jako by se jednalo o

system s procesorem 80486. Vývody procesoru 80487SX jsou však uspořádány jinak, než je tomu u procesoru 80486, takže není možno tento koprocessor použít místo procesoru 80486.

Procesor INTEL 80486DX2

Procesor 80486DX2 patří mezi procesory, které pracují se dvěma různými frekvencemi. Tento procesor má opět všechny vlastnosti procesoru 80486. Má instalován zdvojovač taktovací frekvence tzn. čip pracuje vnitřně s frekvencí označenou na pouzdře, ale vnější taktování na desce je s frekvencí poloviční. Například procesor 80486DX2 66 MHz pracuje vnitřně s frekvencí 66 MHz, ale navenek je jeho frekvence 33 MHz. Díky tomuto řešení je možné, aby všechny operace, které probíhají uvnitř procesoru (např. numerický výpočet nebo přesun dat z jedné části procesoru do druhé), proběhly s dvojnásobnou rychlostí. Externí operace, jako jsou např. přesuny dat do (z) operační paměti, probíhají rychlostí stejnou jako u procesoru 80486. Výhoda tohoto řešení spočívá v tom, že je možné použít základní desku určenou pro dřívější procesory pracující s frekvencí 33 MHz a do ní umístit tento nový procesor. Výkon procesoru 80486DX2 odpovídá asi $\frac{2}{3}$ rychlosti, jakou by měl procesor 80486DX se stejnou frekvencí.

2. Superskalární architektura

- Intel Pentium, Pentium MMX, Pentium II, Pentium III, (vč. „odlehčených“ verzí Celeron)

Procesory této architektury umožňují zpracování několika instrukcí v jednom instrukčním řetězci (pipeline, datovod) zároveň. Obsahují více prováděcích jednotek (především ALU a FPU) v jednom jádře procesoru, které jsou schopné paralelního zřetězení. V jednom taktu může být dokončeno více instrukcí - **superpipelining**. První superskalární architektura byla použita u Pentia, které mělo 2 pipeline (U-pipe a V-pipe). V jednom taktu mohly být dokončeny za určitých podmínek dvě instrukce (instrukce jsou na sobě nezávislé, tedy: jedna instrukce nečeká na výsledek zpracování druhé instrukce). U superskalární architektury rozhoduje o paralelním provádění operací řadič procesoru. Oproti skalární architektuře je tedy konstrukce řadiče procesoru složitější, neboť kromě své běžné činnosti, tj. řízení pipeline (datovodu) a jednotlivých funkčních jednotek procesoru, ještě musí rozhodovat o tom, které instrukce je možné párovat a zpracovávat současně. Aby se zabránilo vyprazdňování pipeline z důvodu skoku v programu, začala se používat **technologie predikce (předvídání, odhadování) skoků v programu a spekulativní provádění instrukcí**.

Predikce (odhadování, předvídání) skoků v programu.

Tato technologie umožňuje dopředu odhadnout, zda se skok v programu provede či nikoli a na základě toho se začne do instrukční pipeline vkládat (a postupně zpracovávat) buď instrukce, které se nachází ihned za skokem či naopak v cíli skoku.

Příklad činnosti prediktoru skoku: Jednoduchý jednobitový prediktor skoků pracuje tak, že si procesor u každého skoku uloží do 1 bitového registru informaci, zda byl skok proveden či nikoli. Když se v instrukční pipeline znovu skok objeví (souhlasí jeho adresa), tak se procesor na základě předešlého běhu programu rozhodne, které další instrukce se pravděpodobně budou zpracovávat. Při prvním volání skoku má prediktor pouze padesátiprocentní úspěšnost, ta se potom zvyšuje.

Spekulativní provádění instrukcí (Spekulative execution).

Technologie zvyšující efekt predikce (odhadnutí) skoku v programu. Základní myšlenka této techniky je poměrně jednoduchá: ve chvíli, kdy prediktor skoků „předpoví“, zda bude podmíněný skok v programu proveden či nikoli, je možné začít do instrukční pipeline vkládat instrukce, které se nachází (samozřejmě podle výsledku předpovědi) buď přímo za instrukcí skoku (prediktor předpoví, že se skok neprovede) či naopak v místě, do kterého skok směřuje (prediktor předpoví, že skok bude proveden). V případě, že prediktor kroků skutečně předpoví správný výsledek skoku, jsou již v pipeline částečně či úplně zpracovány instrukce, které se mají skutečně provést.

Vyrovňovací paměť cache

Procesory Pentium obsahovaly interní cache paměť L1 o velikosti 16 KB, která byla rozdělená na 8 KB pro data a 8 KB pro dekódované instrukce (mikroinstrukce, microOPs). Od procesorů Pentium Pro se do vnitřní architektury integrovala také vyrovnávací paměť cache druhé úrovně (L2), urychlující komunikaci mezi rychlejším procesorem a pomalejší operační pamětí.

Rozšíření instrukční sady procesoru

Od procesoru Pentium MMX jsou k základní instrukční sadě procesoru přidány nové instrukce využívající techniku **SIMD (Single Instruction Multiple Data)**, která dovoluje zpracovat více operandů (dat, čísel) během jedné instrukce (vektorový výpočet).

Ukázka využití techniky SIMD:

Klasický (skalární) způsob výpočtu:	Vektorový způsob výpočtu (SIMD - Single Instruction Multiple Data):
1. mikroinstrukce: $5 * 2 = 10$	1. mikroinstrukce: $5 * (2; 3; 1; 8) = (10; 15; 5; 40)$
2. mikroinstrukce: $5 * 3 = 15$	
3. mikroinstrukce: $5 * 1 = 5$	
4. mikroinstrukce: $5 * 8 = 40$	

Z tabulky vyplývá, že klasický způsob výpočtu vyžaduje čtyřikrát více mikroinstrukcí. Jejich dekodování tedy zabere delší dobu (bude trvat více hodinových cyklů). Nevýhodou je, že tímto způsobem je možné provádět výpočty pouze v situaci, kdy se operace přiřazené ke všem datům shodují - v ukázce se vše násobí 5x, kdyby ale jedno číslo požadovalo násobení 4x, nebude možné SIMD provést.

SIMD využívají především multimediální aplikace pro práci s:

- 2D/3D grafikou
- zvukem, rozpoznávání řeči
- videem
- kompresí dat

Technologie MMX (MultiMedia eXtensions) – Základní instrukční soubor u Pentia MMX a Pentia II byl obohacen o 57 nových multimediálních SIMD instrukcí, které však pracují pouze s celými čísly. Zároveň byl rozšířen procesor o 8 nových 64 bitových registrů.

Technologie SSE (Streaming SIMD Extensions) – Instrukční sada **Pentia III** obsahovala navíc 70 nových SIMD instrukcí pro zpracování obrazu, práci s 3D grafikou, zpracování audia a videa (umožňuje softwarové dekodování formátu MPEG-2 při plné rychlosti), rozpoznávání řeči. Podpora pro zpracování čísel v pohyblivé desítkové čárce. Procesor byl rozšířen o 8 nových 128 bitových registrů (složených ze dvou 64 bitových registrů).

Procesor INTEL Pentium

Procesor 5. generace Intel Pentium vyrobený v roce 1993 má integrovány všechny vlastnosti procesoru 80486. Je dodáván v pouzdře PGA s 273 vývody a na svém čipu o rozměrech 12,8 x 12,8 mm integruje asi 3,1 milionu tranzistorů. Vzhledem k velmi vysokému počtu integrovaných součástek docházelo u Pentia k poměrně velkému zahřívání. Z tohoto důvodu bylo u pozdějších verzí sníženo napájecí napětí z 5 V na 3.3 V.

Procesor Pentium je vnitřně **32bitový procesor**, který má vnější 64bitovou datovou sběrnici dovolující procesoru přenášet data do (z) čipu po 64 bitech.

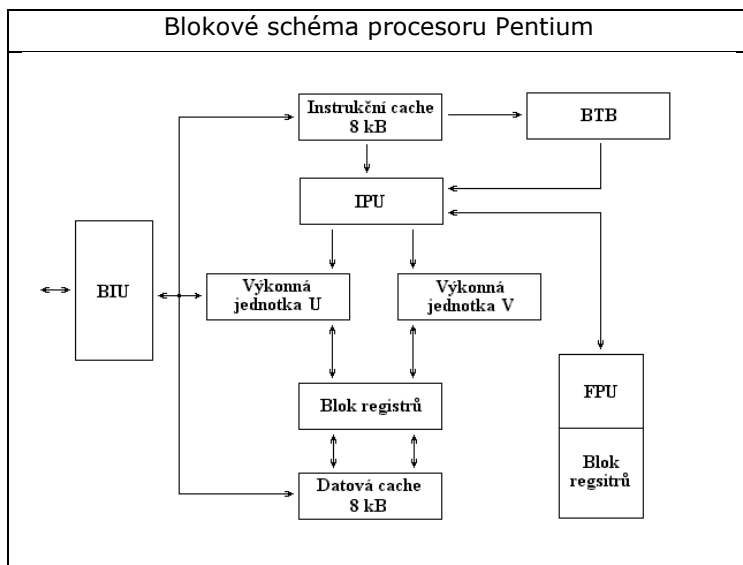
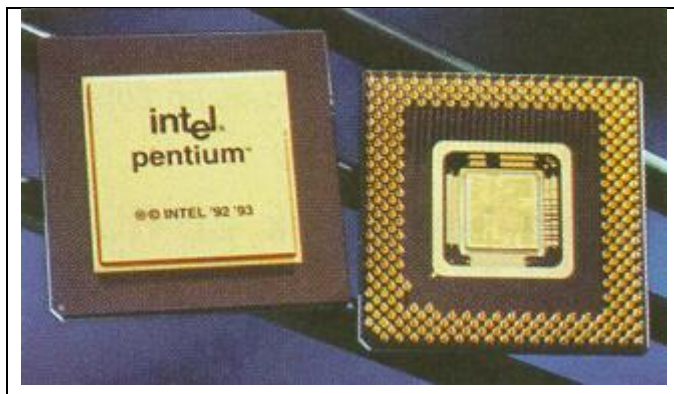
Procesor Pentium má podobně jako 80486 na svém čipu integrovanou jednotku pro numerické výpočty (numerický koprocesor). Dále je vybaven 16 kB interní cache pamětí, která je rozdělena na dvě části:

- 8 kB pro instrukce
- 8 kB pro data

Pro procesor Pentium byly také zkonstruovány další podpůrné obvody:

- řadič vyrovnávací paměti **82496** cache controller
- vlastní vyrovnávací paměť **82491** cache SRAM

Pentium je také prvním superskalárním procesorem firmy Intel. Jedná se o procesor, který má více než jednu frontu pro zřetězené zpracování instrukcí. Konkrétně Pentium má dvě takové fronty označované jako U, V. Tato vlastnost umožňuje procesoru tzv. **superskalární zpracování instrukcí**. Toto superskalární zpracování dovoluje během jednoho taktu dokončit až dvě instrukce zároveň, díky čemuž procesor Pentium dosahuje při stejné frekvenci vyššího výkonu než procesory 80486.



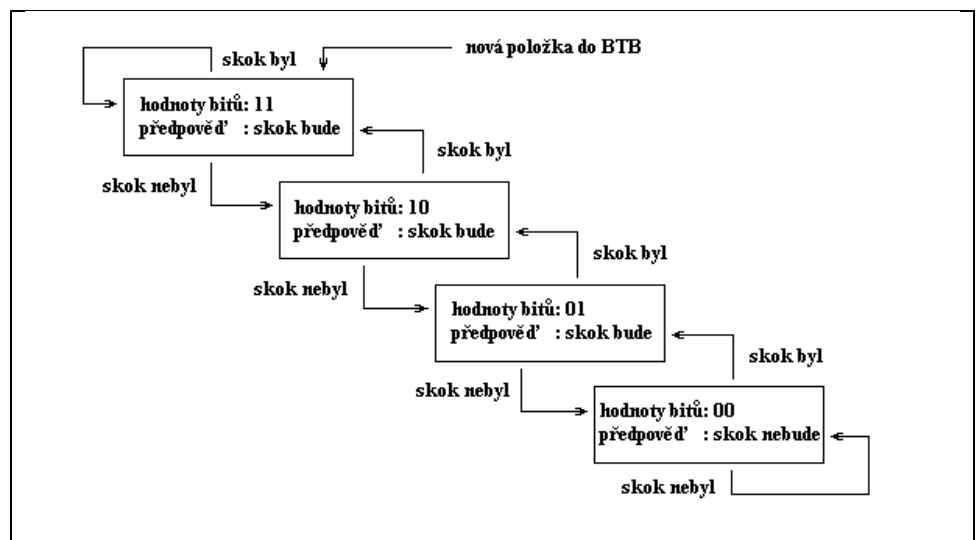
Při superskalárním zpracování není však obecně možné zpracovávat všechny instrukce v obou frontách. Aby se tak mohlo dít, musí být splněny jisté předpoklady:

- následující instrukce nesmí být závislá na instrukci předcházející (následující instrukce nesmí potřebovat výsledek instrukce předcházející)
- obě instrukce musí být jednoduché, tj. nejsou prováděny mikroprogramově, ale hardwarově.

U tohoto způsobu zpracování instrukcí se objevuje stále problém v případě, že prováděná instrukce způsobí skok. V ten moment je opět nutné provést pipeline flush a pokračovat ve zpracování na místě, kam byl skok proveden. Aby k těmto situacím docházelo co možná nejméně, má procesor Intel Pentium zabudováno tzv. **dy-namické předvídání skoků** (dynamic branch prediction), pomocí kterého se podle dosavadního chování programu snaží odhadnout, zda při dalším průchodu skoková instrukce skok způsobí nebo ne. K této činnosti Pentium používá paměť označovanou jako **BTB** (Branch Target Buffer), v níž jsou uchovány poslední instrukce, které způsobily skok, spolu s dvoubitovou informací, jež určuje dosavadní chování těchto instrukcí. Podle hodnot těchto bitů je také dána předpověď, zda instrukce skok způsobí či ne.

Funkce předvídání větvení.

Instrukce, která způsobila skok, je uložena do BTB spolu se dvěma bity, jejichž hodnoty jsou rovny 1. Tyto hodnoty při příštím průchodu přes tuto instrukci signalizují předpověď, že skok bude. Pokud skok skutečně byl, hodnoty bitů zůstanou nezmodifikovány. Pokud byla předpověď mylná a skok nebyl, jsou bity nastaveny na hodnotu 10, která opět signalizuje, že skok bude.



Podle toho, zda skok skutečně následuje nebo ne, jsou pak příslušným způsobem bity modifikovány (viz obrázek) a jejich hodnota signalizuje předpověď skoku.

Blokové schéma

Oproti procesoru 80486 má Pentium ještě výkonnější mikrokód, díky kterému dochází ke zkrácení doby provádění instrukcí, a vestavěnou podporu pro multiprocesorové počítače se dvěma procesory Intel Pentium.

Procesor Intel Pentium obsahuje:

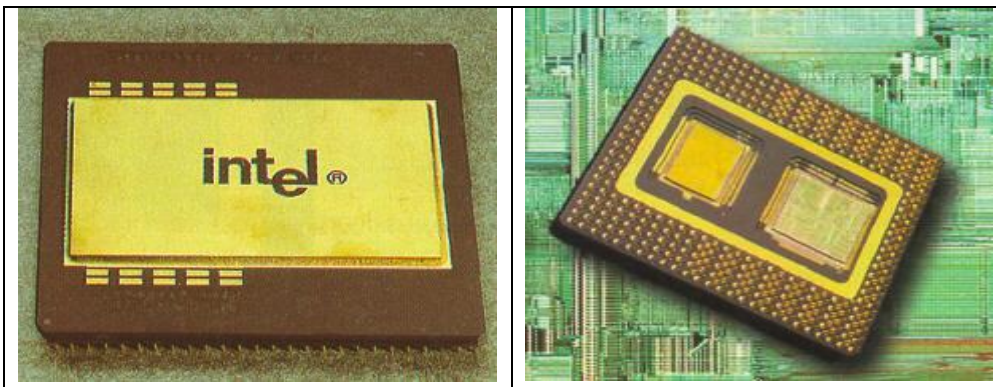
- **BIU**: jednotka se stejnou funkcí jako u procesoru 80386
- **IPU**: jednotka se stejnou funkcí jako u procesoru 80386
- **EU U**: výkonná jednotka U spolu s EU V sdílí blok registrů procesoru
- **EU V**: výkonná jednotka V
- **BTB**: paměť sloužící k realizaci dynamického předvídání větvení
- **FPU**: jednotka pro aritmetické výpočty, která ke své činnosti využívá bloku registrů
- **8 kB cache pro instrukce**: slouží k vyrovnání rychlosti mezi pomalejší externí cache pamětí a rychlejším procesorem
- **8 kB cache pro data**: slouží k vyrovnání rychlosti mezi pomalejší externí cache pamětí a rychlejším procesorem

Procesor INTEL 80486DX4

Procesor, který přichází na trh po procesoru Pentium jako **levnější procesor**, avšak výkonnější než 80486DX2. Tento procesor je velmi podobný procesoru 80486DX2. Jeho nejvýraznějším rozdílem je **trojnásobná vnitřní frekvence a 16 kB interní cache paměť**. Procesor 80486DX4 100 MHz resp. 75 MHz pracuje vnitřně s frekvencí 100 MHz resp. 75 MHz, avšak externě s frekvencí 33 MHz resp. 25 MHz. Dalším rozdílem je snížené napájecí napětí na 3,3 V.

Procesor INTEL Pentium Pro

Koncem roku 1995 uvádí firma Intel na trh další 6. generaci procesorů řady 80x86. Tento procesor dostává označení Intel Pentium Pro. **Novinkou jeho architektury je integrace externí cache paměti o kapacitě 256 kB (512 kB) přímo do pouzdra procesoru. Tato cache**



není součástí čipu procesoru, ale je tvořena samostatným čipem umístěným v jednom pouzdru s čipem procesoru. Dalším přínosem procesoru Pentium Pro je možnost **spekulativního provádění instrukcí mimo pořadí**, které mu dovoluje např. v případě zjištění, že jím požadovaná data nejsou ještě v cache paměti, nečekat až budou načtena z pomalejší operační paměti, ale začne provádět další instrukce do té doby, než budou informace přístupné. Takto může Pentium Pro odložit provádění až čtyř instrukcí. Podobně procesor postupuje i v případě závislosti instrukcí, kdy provádí instrukce mimo pořadí, dokud nedojde k výpočtu požadovaného operandu.

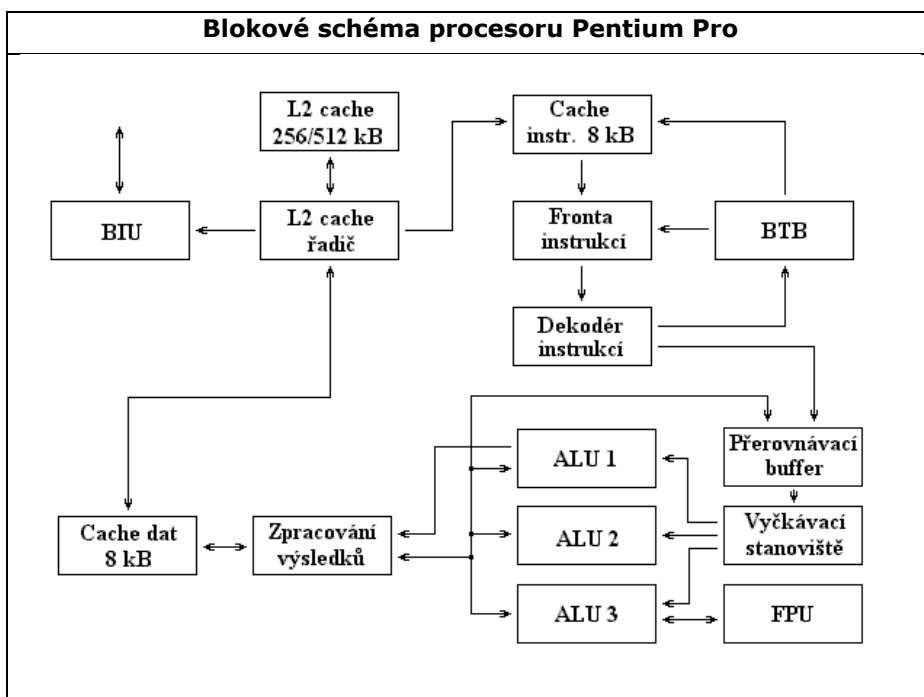
Zatímco Pentium obsahuje dvojici pětistupňově zřetěžených celočíselných jednotek a devíti stupňově zřetěženou jednotku pro výpočty v pohyblivé desetinné čárce (spojenou s jednou z celočíselných jednotek), procesor Pentium Pro obsahuje již tři celočíselné jednotky, které jsou čtrnáctistupňově zřetězeny a jednu (také čtrnáctistupňově zřetěženou) jednotku pro pohyblivé řádové čárky spojenou s jednou celočíselnou prováděcí jednotkou.

Během jediného taktu tak mohou

být dokončeny až 3 instrukce a je-li procesor plně vytížen, může být v jednom okamžiku rozpracováno až 42 (3*14) instrukcí.

Výrazným způsobem byl také zdokonalen algoritmus pro předvídání větvení ve spolupráci s BTB, který dosahuje více než devadesátiprocentní úspěšnosti.

Jednotlivé jednotky nezpracovávají již přímo instrukce instrukčního souboru 80x86, ale pracují se svým vlastním souborem instrukcí označovaných jako **mikrooperace** (micro-ops). Jednotlivé instrukce souboru instrukcí 80x86 jsou tak překládány do jedné nebo několika mikrooperací, které jsou předávány ke zpracování jednotlivým prováděcím jednotkám. Při provádění mikrooperací se využívá techniky zvané **přejmenování registrů**



být dokončeny až 3 instrukce a je-li procesor plně vytížen, může být v jednom okamžiku rozpracováno až 42 (3*14) instrukcí.

(register renaming). Procesor Pentium Pro obsahuje 40 záložních 32bitových registrů, které mohou být přejmenovány na libovolný z 8 univerzálních registrů.

Procesor Pentium Pro má také podporu pro multiprocesorové počítače, která dovoluje osazení až čtyř těchto procesorů do jednoho počítače.

Procesor Pentium Pro obsahuje podobně jako Pentium jednotku BIU, 8 kB cache paměti pro data a pro instrukce, BTB a jednotku FPU. Kromě toho obsahuje 3 výkonné jednotky (ALU1, ALU2 a ALU3), přerovnávací buffer, který spolu s vyčkávacím stanovištěm slouží k realizaci spekulativního provádění. V rámci jednoho pouzdra je u Pentia Pro také umístěna externí cache paměť o kapacitě 256 kB nebo 512 kB společně s řadičem externí cache paměti.

Procesor INTEL Pentium MMX

Počátkem roku 1997 uvádí firma Intel na trh další zdokonalenou verzi procesoru Intel Pentium, která dostává označení Intel Pentium MMX. Tento procesor se od původního Pentia liší především doplněním instrukčního souboru o skupinu instrukcí **multimediálního rozšíření**. Tyto instrukce jsou určeny především na podporu multimediálního rozšíření systémů s procesory řady 80x86, mohou však být použity pro libovolné jiné aplikace.

Instrukce MMX využívají osmi 64bitových MMX registrů. Ve skutečnosti se nejedná o nové registry, ale o registry, které jsou tvořeny nižšími bity registrů numerické jednotky. Kromě tohoto MMX zahrnuje ještě 57 nových instrukcí a 4 nové datové typy.

Technologie MMX využívá techniky instrukcí SIMD (Single Instruction Multiple Data). Procesory s touto technologií jsou plně kompatibilní se všemi předchůdci řady Intel 80x86



Procesor INTEL Pentium II



V roce 1997 začíná firma Intel vyrábět poslední procesor řady 80x86. Tento procesor nese označení Intel Pentium II. Je vyráběn v novém pouzdře S.E.C. a jedná se o **procesor podobných vlastností jako procesor Intel Pentium Pro**. Navíc je tento procesor vybaven **rozšířením o technologii MMX**.



Procesor INTEL Pentium III

Je procesor architektury x86 představený firmou Intel 26. února 1999. Původní verze byly velmi podobné Pentiu II, **největší změnou bylo přidání SSE instrukcí** (k urychlení výpočtů v pohyblivé řádové čárce a při paralelních výpočtech) a zavedení kontroverzních sériových čísel, které byly zabudovány do procesoru během výrobního procesu.

Stejně jako u Pentia II existovala také low-endová verze Celeron a high-endová verze Xeon určená především pro servery. Pentium III bylo nakonec nahrazeno Pentiem 4. Vylepšený design Pentia III obsahují procesory Pentium M.

Intel Pentium III processor family				
Standard Logo	Mobile Logo	Desktopové procesory		
		kódové jméno	technologie	datum uvolnění
		Katmai	(250 nm)	May 1999
		Coppermine	(180 nm)	Mar 2000
		Coppermine T	(180 nm)	Aug 2000
		Tualatin	(130 nm)	Apr 2001

Implementace SSE

Od jádra Katmai, které bylo postaveno na stejném 0.25 µm procesu jako Pentium II "Deschutes", měly procesory implementováno SSE tak jak velikost čipu dovolovala. K dosažení tohoto cíle, Intel implementoval 128-bit architekturu dvoukrokově, existující 64-bit datovou sběrnici a spojením SIMD-FP (floating point) násobičky s x87 skalární FPU (floating point unit) násobičkou do jediného bloku. Pro využití existující 64-bit datové sběrnice, Katmai potřeboval pro SIMD-FP instrukci dvě mikrooperace. K částečné kompenzaci implementace pouze poloviny SSE architekturní šířky, Katmai implementoval SIMD-FP sčítačku jako samostatnou jednotku na dalším výstupním portu. **Tato organizace dovolovala polovině SIMD násobit a druhé polovině SIMD nezávisle**

sčítat, společný přínos byl ve špičkové propustnosti díky čtyřem floating point operacím na cyklus — alespoň pro program s rovnoměrným rozdělením násobení a sčítání.

Je otázkou zda Katmai hardwarová implementace není v rozporu s paralelním modelem představovaným SSE instrukčním setem. Je zde programátorské a vývojářské dilema: Měl by být SSE-code laděn pro Katmai a jeho omezené výkonné jednotky, nebo by měl být laděn pro budoucí procesory s více výkonnými jednotkami? Pro Katmai specifická SSE optimalizace přinesla nejlepší možný výkon Pentium III procesorů, ale byla podoptimální pro pozdější Intel procesory, jako byly Pentium 4 and Core.

PIII Katmai

První Pentium III varianta měla kódové jméno *Katmai* (Intel product code 80525). Byla pokračováním vývoje jádra *Deschutes* Pentium II. Pentium III převyšovalo o 2 miliony transistorů Pentium II. Rozdíl byl v přidání výkonných jednotek (execution units) a v podpoře SSE instrukcí, dále ve zlepšení L1 cache kontroleru (L2 cache kontroler zůstal nezměněn, měl být kompletně rekonstruován až v čipu Coppermine), což mělo za následek jen menší zvýšení výkonu ve srovnání s "Deschutes"

Pentium II. První čipy byly dodávány pro rychlosti 450 a 500 MHz v únoru 1999. Dvě další verze byly uvolněny následovně: 550 MHz v květnu 1999 a 600 MHz v srpnu 1999. V září 1999 Intel uvolnil 533B a 600B běžící na 533 respektivně 600 MHz. 'B' písmeno znamenalo že podporují 133 MHz FSB sběrnici, místo 100 MHz FSB předchozích modelů.

Čip Katmai obsahoval 9.5 milionů transistorů, bez 512 Kbytes L2 cache (která přidává dalších 25 milionů transistorů), a měl rozměry 12.3 mm x 10.4 mm (128 mm²). Byl vyroben (Intel's P856.5 process) na bázi 0.25 mikrometrové CMOS technologie s pětiúrovňovým hliníkovým propojením. Katmai používal stejný (slot-based) konektor jako Pentium II, ale s novějším (SECC2 cartridge) pouzdrem, které dovolovalo přímý kontakt CPU jádra s chladičem. Přesto některé první modely Pentium III na 450 a 500 MHz byla montována do starších SECC pouzder podle požadavku odběratelů.

Zvláštností pro nadšence přetaktování byl čip SL35D. Tato verze Katmai byla oficiálně taktována na 450 MHz, ale často obsahovala cache moduly schopné pracovat na 600 MHz a tak obvykle byla schopná pracovat celá na 600 MHz.



Slot 1 Pentium III CPU na základní desce



Katmai SECC2 pouzdro bez chladiče

PIII Coppermine

Druhá verze, s kódovým jménem Coppermine (Intel product code: 80526), byla uvolněna v říjnu 1999, běžela na 500, 533, 550, 600, 650, 667, 700, a 733 MHz. Od prosince 1999 do května 2000, Intel uvolnil Pentium III běžící na rychlostech 750, 800, 850, 866, 900, 933 a 1000 MHz (1 GHz). Byly vyráběny obě 100 MHz FSB a 133 MHz FSB varianty. "E" bylo přidáno k modelovému jménu k rozlišení jádra používající nový 0.18 μm výrobní proces. "B" bylo později přidáno u popisu 133 MHz FSB modelů, výsledkem bylo "EB" označení. Z pohledu celkového výkonu, Coppermine získal tak lehkou výhodu nad Athlony, které byly konkurencí od AMD, které měly aplikováno zmenšení čipu a na čip přidanou L2 cache. Athlon měl výhodu v floating-point instrukčním kódu, jenž Coppermine by měl pracovat lépe vzhledem k optimalizaci SSE instrukcí, které byly použity, ale v praktickém použití zde byla drobná diference v práci obou procesorů pracujících na stejné frekvenci. Avšak, AMD bylo schopné Athlony taktovat výše, což bylo zvýšení rychlosti na 1.2 GHz před příchodem Pentium 4.



Nová 1.13 GHz verze byla uvolněna uprostřed roku 2000, ale prakticky znovuožnámena po spolupráci mezi firmami HardOCP and Tom's Hardware, které objevily různé nestability práci nové CPU se zvýšenou rychlostí. Coppermine jádro nebylo schopné spolehlivě zvládnout 1.13 GHz rychlost bez různých změn jako zásah do procesorového microcodu, efektivní chlazení, zvýšení napětí (1.75 V proti 1.65 V), a specificky zaručené prostředí. Intel oficiálně zaručoval funkci processoru pouze na svých vlastních VC820 (i820-based) motherboardech, ale právě tento motherboard vykazoval nestabilitu v nezávislých testech hardwarových recenzentů. V benchmarkích byly stabilní, výkon byl porovnáván na dvojici procesorů, 1.13 GHz CPU ve srovnání s 1.0 GHz modelem. Tom's Hardware přisuzoval tento výkonový deficit jako výsledek ladění CPU a motherboardu ke zvýšení stability. Intel potřeboval během šesti měsíců vyřešit problémy. Použil nové cD0 taktování a znovu uvolnil 1.1 GHz a 1.13 GHz verze v roce 2001. Microsoft Xbox game konzole používá variantu Pentium III/Mobile Celeron family na Micro-PGA2 formátu. Speciální označení čipů je SL5Sx, který se více podobá Mobile Celeron Coppermine-128 processoru. Má podobně jako Coppermine-128 Celeron stejný 133 MHz front side bus, 128 KB L2 cache, a 180 nm výrobní technologii. Hlavní vylepšení přinášené čipem Coppermine byla on-chip L2 cache (Intelem nazývaná *Advanced Transfer Cache*, or *ATC*) a lepší pipelining. ATC pracuje na frekvenci jádra a má kapacitu 256 KB. Je to osmi-cestná set-associativní a je přístupná přes 256-bitovou sběrnici. Tyto vlastnosti vedoucí k vyrovnávací paměti s relativně nižší latencí než Katmai, značně zvýšily výkon. Pod konkurenčním tlakem AMD Athlonu, Intel přepracoval strukturu, konečně odstranil některé problémy pipeline systému. Výsledkem bylo, že aplikace ovlivněné těmito pipeline problémy běžely rychleji na Copperminu o 30%. Coppermine obsahoval 29 milionů tranzistorů a byl vyroben na 0.18 μm technologii. Ačkoli jeho codename vyvolává dojem, že používá měděné propojky, jeho propojky byly ve skutečnosti hliníkové. Coppermine byl zapouzdřen do 370-pinového FC-PGA pro použití v Socketu 370, nebo v SECC2 pro Slot 1. Předchozí verze měly vystupující čip, tam kde pozdější verze mají integrovaný tepelný konektor (Integrated Heat Spreader) pro dokonalejší kontakt mezi čipem a chladičem. Toto samo o sobě nezvyšuje tepelnou vodivost, tu zvyšuje další vrstva kovu a tepelná pasta mezi čipem a chladičem, ale hlavně za přispění držáku držáku plochy chladiče proti čipu. Dřívější Copperminy bez IHS měly chladič který se montoval dost náročně. Když chladič není plochou správně připojen k čipu, efektivita přenosu tepla je značně snížena. Někteří výrobci chladičů začali dodávat podložky ke svým výrobkům, podobné jako dělala AMD ke svým "Thunderbird" Athlonům, k zajištění správného plošného styku při montáži. Nadšenci šli tak daleko, že si sami vytvářeli podložky k zajištění správné montáže.

PIII Coppermine T

Tato revize byla mezikrokem od Copperminu k Tualatinu, s podporou nízkonapěťového systému logiky nabízeného později, ale s výkonem odpovídajícím dříve definovaným hodnotám, tak aby pracoval i na starších základních deskách. Intel použil poslední Copperminy s cD0-Stepping (cD0-časováním) a modifikoval je tak, aby pra-

covaly se sběrníkovými signály o nižším napětí, řádově 1.25 V AGTL oproti dřívější 1.5 V AGTL+ signálové úrovni, a měly by autodetekovat rozdíly nebo impulzní časování. Tato modifikace je udělala kompatibilní s poslední generací Socket-370 desek podporujících FC-PGA2 patičkové procesory při zachování kompatibility se staršími FC-PGA deskami. Coppermine T také umožňoval dvoucestný symetrický multiprocessing, ale pouze na FC-PGA2 deskách. Coppermine T je pouze Coppermine doplněný o integrovaný tepelný interface. Odlišoval se od Tualatinu změnou v sériovém čísle, které obsahovalo číslo: 80533 např. 1133 MHz SL5QK P/N je: RK80533PZ006256, a 1000 MHz SL5QJ P/N je: RK80533PZ001256.

PIII Tualatin

Třetí revize, Tualatin (80530), byl zkouškou "intelovského" nového 0.13 μm výrobního procesu. Tualatin Pentium III bylo uvolněno na přelomu roku 2001 a roku 2002 na rychlostech 1.0, 1.13, 1.2, 1.26, 1.33 a 1.4 GHz. Tualatin fungoval docela dobře, zvláště ve variantě které měla 512 KB L2 cache (nazývaná Pentium III-S). Pentium III-S varianta hlavně určena pro servery, speciálně tam kde byl důraz na spotřebu, např., tenké blade servery. Tualatin také vytvořil základ pro hodně populární Pentium III-M mobilní procesor, který se stal intelovským čelním představitelem mobilních čipů (Pentium 4 mělo daleko větší spotřebu, a to nebylo vhodné pro takové použití) v následujících dvou letech. Nabízený čip měl dobře vyvážený poměr mezi spotřebou a výkonem, proto našel hlavní využití v notebookích a obecně v "thin and light" kategorii.

Na Tualatinu postavené Pentium III vykazovalo vynikající výkon ve srovnání s pozdějším a rychlejším na jádře Willamette postaveném Pentiu 4, a stejně tak s Athlonem (na jádře Thunderbird). Na vzdory tomu, se zdálo, že Intel očekával konec Pentia III, protože upravené Pentium III (na jádře Tualatin) bylo nekompatibilní s již existujícími Socket 370 motherboardy a zachoval L2 cache u jiných než Pentium III-S modelů na 256 KB.

Pentium III (na jádře Tualatin) procesory měly být viditelně značně odlišné od procesorů (na jádře Coppermine) integrovaným kovovým tepelným zářičem (IHS - Integrated Heat Spreader) upevněným na horní straně pouzdra. Stejně tak, poslední modely Coppermine Pentii III byly také vybaveny IHS — který byl právě tím, co odlišovalo FC-PGA2 pouzdra od FC-PGA navzájem na Socket 370 motherboardech.

Před přidáním IHS, bylo trochu obtížné instalovat chladič na Pentium III. Hlavně to bylo třeba dělat opatrně a nepůsobit silou na čip šikmo, protože to mohlo způsobit na rozích odštípnutí a tím i zničení čipu. Bylo také někdy obtížné dodržet rovnoběžný dotyk čipu a plochy chladiče, což bylo nezbytně nutné pro dobrý přestup tepla. To bylo stále náročnější u Socketu 370, v porovnání s jeho Slot 1 předchůdci, protože byla potřebná síla pro montáž chladiče určeného pro patičky a užší, 2-stranný upevňovací mechanismus (Slot 1 měl 4-bodové upevnění). Stejně tak, protože 0.13 μm Tualatin měl stejně menší povrch čipu než 0.18 μm Coppermine, Intel instaloval IHS na Tualatin a všechny pozdější desktopové procesory.

(Tualatin jádro bylo pojmenováno podle Tualatin Valley a Tualatin River v Oregonu, kde má Intel velkou továrnu a vývojové laboratoře.



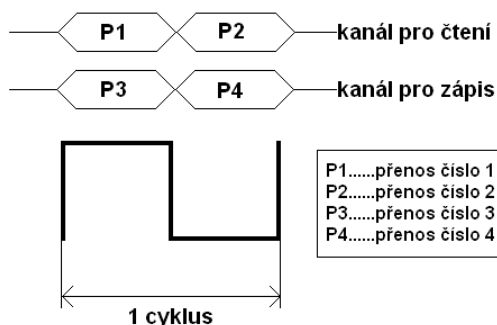
3. Architektura NetBurst

- Pentium 4, Pentium D, Xeon (procesory určené pro servery)

NetBurst je název architektury procesorů Pentium 4 firmy Intel. Tato architektura spoléhá (co se týče výkonu) především na vysoké taktovací frekvence procesoru. Nevýhodou je však poměrně velký příkon procesoru a tedy velké ztrátové teplo (viz parametr TDP).

Jedná se o procesory **hyperskalární** architektury:

1. Umožňují rozpracovat až 20 instrukcí v rámci pipeline (stupeň neboli hloubka pipeline je 20)
2. Pro případ větvení programu (podmíněné skoky) využívá technologie odhadování (predikci) skoků v programu.
3. Některé výkonné jednotky jsou zároveň zdvojeny – zpracovávají se obě varianty kódu pro případ, kdy je podmínka skoku splněna i nesplněna. Teprve až je výsledek podmíněného skoku znám, nevhodnou větev vyprázdní.



Sběrnice FSB (Front Side Bus)

FSB (Front Side Bus) je systémová sběrnice pro komunikaci mezi CPU a základní deskou (North Bridge, respektive s paměťmi) – pomalejší než interní frekvence jádra procesoru, aby periferie zvládaly komunikaci.

Pracuje na základní frekvenci 100 MHz (resp. 133 MHz, 200 MHz). Díky technologii Quad Pumped Bus (QPB) však efektivně dosahuje rychlosti 400 MHz (resp. 533 MHz, 800 MHz).

HyperTransport

Vylepšená sběrnice FSB – **duální jednosměrná sériová sběrnice** (pro každý směr komunikace jedna sběrnice) založená na principu paketů (point-to-point)

- vysoká propustnost (mezi CPU a North Bridge)
- nízké zpoždění (latence)
- podpora více procesorů
- nízké napájení (méně ztrátového tepla)
- může mít obecnější použití (nejen mezi CPU a North B.)

Zpracovávání instrukcí mimo pořadí (Out of Order) – je to metoda, při níž se instrukce vykonávají v jiném pořadí, než jak uvádí program uložený v operační paměti. Procesor (resp. řadič procesoru) provede tzv. *analýzu toku dat* (analýzu dekodovaných instrukcí) a zjišťuje, zda jsou závislé na dokončení jiných instrukcí. Následně seřadí instrukce do optimálního pořadí a provádí je tak, aby byly zpracovány v co nejkratším čase (na sobě nezávislé instrukce souběžně, tedy paralelně).

Příklad využití: Pokud nemůže být některá instrukce provedena, protože nemá k dispozici data, provede se jiná instrukce. Tímto způsobem lze odstranit možná zpoždění, která vzniknou v důsledku nedostupnosti dat.

Rapid Execution Engine - procesor obsahuje celkem tři ALU, z toho dvě ALU pro jednoduché operace (např. sčítání, násobení) pracují na dvojnásobné frekvenci, než samotné jádro procesoru. V takovém případě lze provést až 4 instrukce během jednoho strojového cyklu.

HyperThreading technologie (Thread = vlákno, úloha, aplikace) - myšlenkou je, že **jeden "fyzický" procesor bude schopen pracovat jako dva „logické“ procesory**. **Toho se dosáhlo zdvojením jednotek, které uchovávají aktuální stav výpočetních procesů – registrů**. Všechny ostatní prostředky procesoru, jako jsou výpočetní jednotky ALU / FPU a paměti cache, jsou sdílené.

XD (eXecute Disable) bit technologie – snaží se zabránit útokům červů nebo virů, kteří využívají přetečení paměťového zásobníku. XD bit je informace o velikosti 1 bit, kterou si operační systém označuje místa v paměti, ve kterých může nebo nemůže být spuštěn kód. Dokáže tedy rozlišit části paměti, které obsahují spustitelný kód programů od těch, které obsahují nespustitelná data.

Některé červi se pokoušejí zahltit procesor záplavou kódu, který může přesáhnout do datové oblasti. V tomto případě však ke spuštění kódu nedojde. Čtení nebo zápis do datové části paměti ovlivněn není.

Intel 64 – rozšíření instrukční sady o instrukce pro práci s 64 bitovými čísly. Zároveň využívá 64 bitových registrů, pro uložení instrukcí a dat. 32 bitová architektura procesoru je schopna adresovat pouze 4GB paměti (2³²). Díky tomuto rozšíření instrukční sady, lze adresový prostor operační paměti zvětšit (technologie EM64T). U AMD procesorů se toto rozšíření nazývá **AMD64**.

SpeedStep – technologie, která dokáže upravit taktovací frekvenci jádra procesoru dle potřeby aplikace. Dokáže tedy šetřit elektrickou energii (snižovat spotřebu) procesoru a zároveň snižovat jeho zahřívání.

Tepelná ochrana (Tepelný monitor) - za použití přesného, továrně nastaveného teplotního čidla přímo na čipu je velmi rychle reagující **obvod tepelné ochrany (TCC - Thermal Control Circuit)** schopen udržet teplotu procesorového čipu v rozsahu továrních specifikací za prakticky všech podmínek (např. selhání chlazení). Tepelný monitor **řídí teplotu procesoru pomocí změny taktovací frekvence jádra procesoru**. Hodinový signál procesoru je upravován tehdy, je-li aktivován obvod TCC.

Rozšíření instrukční sady procesoru

Technologie SSE 2 - obsahuje 144 nových SIMD instrukcí pro práci s čísly v pohyblivé desetinné čárce s dvojitou přesností, 128 bitovými celými čísly.

Technologie SSE 3 - obsahuje 13 nových SIMD instrukcí určených zejména pro synchronizaci vícevláknových úloh, zpracování videa a obrazu, kompresi dat, počítačové hry.

Pozn.: Výčet technik určených ke zvýšení výkonu procesoru architektury NetBurst není vyčerpávající (např. Virtualizační technologie, Execution Trace Cache, atd.).

Procesor INTEL Pentium 4

Pentium 4 byla řada jedno jádrových (single-core) desktopových a laptopových procesorů (central processing units - CPUs), uvedených Intelem v listopadu 2000 a prodávaných do srpna 2008. Měly **7th-generation** x86 mikroarchitekturu, nazývanou NetBurst, která byla novým firemním návrhem již od počátku P6 mikroarchitektury procesoru Pentium Pro v roce 1995. NetBurst se odlišovala od P6 (Pentium III, II, atd.) doplněním velmi hluboké struktury instrukční pipeline k dosažení velmi vysoké časovací rychlosti (přes 3.8 GHz) omezené pouze ztrátovým tepelným výkonem (TDP) přesahujícím 115 W u 3.4 GHz – 3.8 GHz jader Prescott a Prescott 2M. V roce 2004, byl počáteční 32-bit x86 instrukční set *Pentium 4* mikroprocesorů rozšířen na 64-bit x86-64 set. Výkonový rozdíl mezi procesory Pentium III na 1.13 GHz a Pentium 4 na 1.3 GHz by byl téměř nezatelný, když potřebná časová frekvence Pentium 4 je přibližně 1.15x vyšší než u Pentia III k dosažení stejného výkonu.

První Pentium 4 procesory, kódové jméno *Willamette*, byly taktovány od 1.3 GHz do 2 GHz. Byla uvolněny v listopadu 2000, používaly Socket 423 systém. Poznamenejme, že počáteční Pentium 4 měly 400 MT/s FSB. Ta aktuálně pracovala na 100 MHz ale FSB byla čtyř-pumpová, tím je myšleno, že maximální přenosová rychlost



Pentium 4, taktované na 2.4 GHz

byla čtyřnásobkem základního taktu sběrnice, proto byla uváděna jako běžící na 400 MHz. AMD Athlony měly v té době dvou-pumpovou FSB, která běžela na 100 nebo 133 MHz (200 nebo 266 MT/s).

Pentium 4 CPU obsahoval SSE2 a v Pentiu 4 (s jádrem Prescott) SSE3 instrukční sety k urychlení výpočtů, operací, zpracování médií, 3D grafiky a her. Pozdější verze doplněné o Hyper-Threading Technology (HTT), doplňkem umožňujícím pracovat jednu fyzickou CPU jako dvě logické CPU. Intel prodával také verzi svého low-endového Celeron procesoru s jádrem NetBurst mikroarchitektury (častěji označovaného jako *Celeron 4*), a high-endová odvozenina Xeon, určený pro multiprocesorové servery a pracovní stanice. V roce 2005 Pentium 4 was doplněno Pentiem D a Pentiem Extreme Edition, dual-core (dvou jádrovými) procesory.

Mikroarchitektura

V benchmarkovém hodnocení nebyly výhody NetBurst mikroarchitektury tak výrazné. S pečlivě vyladěným aplikačním kódem, překonala první Pentia 4 nejrychlejší Pentium III (taktované shodně na 1.13 GHz), což se předpokládalo. Ale běžné aplikace s mnoha skoky nebo x87 floating-point instrukcemi, Pentium 4 by zpracovány stejně, nebo i pomaleji než jejich předchůdci. Touto nevýhodou byla sdílená jednosměrná sběrnice. Mimoto, NetBurst mikroarchitektura potřebovala více výkonu a vyzařovala více tepla než kterákoliv dřívější intelová nebo AMD mikroarchitektura.

Výsledkem bylo, že nástup Pentium 4 se setkal s rozdílnými hodnoceními: Vývojáři neměli

Intel Pentium 4 processor family					
Desktop			Laptop		
Code name	Core	Date released	Code name	Core	Date released
Willamette	180 nm	Nov 2000			
Northwood	130 nm	Jan 2002	Northwood	130 nm	Jun 2003
Prescott	90 nm	Mar 2004			
			Northwood Pentium 4-M	130 nm	Apr 2002
Hyper-threading (HT)					
Northwood	130 nm	May 2003			
Prescott	90 nm	Feb 2004	Northwood	130 nm	Sep 2003
Prescott 2M	90 nm	Feb 2005	Prescott	90 nm	Jun 2004
Cedar Mill	65 nm	Jan 2006			
Gallatin XE	130 nm	Sep 2003			
Prescott 2M XE	90 nm	Feb 2005			

rádi Pentium 4, protože představoval nový soubor programových ladicích pravidel. Například, v matematických aplikacích AMD níže-taktovaný Athlon (nejrychleji-taktovaný model byl taktován na 1.2 GHz) snadno výkonově překonával Pentium 4, které jej dohonilo pouze v případě, že software byl re-kompilován pro SSE2 podporu.

Existují dvě klasické hodnoty pro určení CPU výkonu jsou IPC (instructions per cycle) a taktovací rychlost. Protože IPC je obtížné určit (z důvodu závislosti na instrukčních mixech benchmarkových aplikací), taktovací rychlost je jednoduše měřitelná v jedno konkrétní číslo. Nezkoušení zákazníci by jednoduše považovali procesor s nejvyšším taktem za nejlepší produkt, a Pentium 4 bylo neoddiskutovatelným megahertzovým vítězem. Když AMD nebylo schopné splnit tato pravidla, zvrátilo obchodní výhodu Intelu o "megahertzovém mýtu" obchodním trikem. AMD produkty začaly používat "PR-rating" systém, který přiřazoval odpovídající hodnoty výkonu založené na relativním výkonu základní sestavy počítače.

Při startu Pentii 4, Intel uvedl, že u procesorů na jádře NetBurst je očekáván rozsah taktu do 10 GHz (což mělo být dosaženo v průběhu několika generací výrobních procesů). Nicméně, NetBurst mikroarchitektura nakonec narazila na frekvenční hranici daleko nižší než se předpokládalo – nejrychlejší modely s jádrem NetBurst dosahovaly maximálního taktu do 3.8 GHz. Intel neočekával rychle skokově se zvyšující ztrátový tepelný výkon transistorů, který započal, když čip (die) byl vyroben pomocí 90 nm litografie a menší. Tento nový fenomén ztrátového tepelného výkonu, spolu se standardním ztrátovým tepelným výkonem, způsobil chladicí a taktovací problémy při zvyšování frekvence taktu. Jako reakci na tyto nečekané překážky se Intel pokusil o několik jader od základu přepracovat ("Prescott" byl nejvíce změněn), dále využít nové výrobní technologie, jako použití více jader, zvýšení rychlosti sběrnice FSB, zvýšení velikosti cache paměti a použitím delší instrukční pipeline společ-

ně se zvýšením taktovací frekvence. Nic z toho však problémy nevyřešilo a tak v létech 2003–05 Intel přesunul úsilí od vývoje jádra NetBurst a zaměřil jej na chlazenou Pentium M mikroarchitekturu.

Procesor Pentium 4 měl integrovaný tepelný zářič (IHS) který chránil čip před havarijním zničením při montáži a demontáži chlazení. Před používáním IHS, byla tato příložka dodatečně někdy používána lidmi, kteří se báli zničení čipu. Nadšenci přetaktování někdy odstraňovali IHS na Socket 423 a Socket 478 čipech k umožnění lepšího přenosu tepla. Jenže, na procesorech používajících Socket LGA 775 (Socket T) patiči, byl IHS přímo připájen na čip(y), což znamenalo, že IHS nebylo možné snadno odstranit.

Willamette

Willamette, projektové kódové jméno pro první NetBurst mikroarchitekurovou implementaci, dlouho zkoušený před ukončením procesu návrhu. Projekt byl odstartován v roce 1998, když Intel viděl Pentium II jako svou stálou řadu. Tehdy, se předpokládalo, že jádro Willamette bude pracovat na frekvencích maximálně 1 GHz. Jenže, uvolnění jádra Willamette se zpozdlilo v souvislosti s jeho dokončením, vzhledem k zahájení výroby Pentium III. Z důvodu radikálních rozdílů mezi P6 a NetBurst mikroarchitekturami, Intel nemohl prodávat Willamette jako Pentium III, a tak byl prodáván jako Pentium 4. V listopadu 2000, Intel uvolnil Pentium 4 na jádře Willamette taktované na 1.4 a 1.5 GHz. Mnoho průmyslových expertů komentovalo první vydání jako náhradní produkt představený dříve než byl úplně dokončen. Podle těchto odborníků bylo Pentium 4 uvolněno protože, konkurenční AMD Athlon na jádře Thunderbird byl nadprůměrně lepší než stávající Pentium III, a budoucí změny Pentia III již nebyly možné. Toto Pentium 4 bylo vyrobeno 180 nm procesem a zpočátku používalo Socket 423 (někdy označovaný jako socket W, for "Willamette"), v pozdějších revizích přesunutý na Socket 478 (socket N, for "Northwood"). Tyto varianty byly označeny intelovými produktovými kódy 80528 a později 80531.

V bench testech, byl Willamette spíše zklamáním analytiků v tom, že nejen nebyl schopen překonat Athlon a nejrychlejší Pentium III ve všech testovacích situacích, ale i nebyl rozpočtově levnější než odpovídající AMD Duron. Ačkoli začínal na cenách \$644 (1.4 GHz) a \$819 (1.5 GHz) za 1000 kusů pro OEM PC výrobce (ceny modelů pro koncové uživatele se měnily podle prodejců), prodával se ve skromných, ale v podstatě slušných množstvích, poněkud postižený požadavkem potřeby relativně rychlé a drahé Rambus Dynamic RAM (RDRAM). Pentium III zůstávalo intelovskou nejlépe prodávanou procesorovou řadou, společně s Athlonem také o něco lépe prodávaným než Pentium 4. Přestože Intel přidával dva RDRAM moduly ke každému krabicovému Pentiu 4, prodej to neusnadnilo a většinou to nebylo považováno za dobré řešení.

I když v lednu 2001 byl ještě přidán do řady pomalejší 1.3 GHz model, tak během příštích dvanácti měsíců začal Intel postupně snižovat výkonové vedení AMD. V dubnu 2001 bylo uvolněno 1.7 GHz Pentium 4, první model výkonově překonávající jasně staré Pentium III. Červenec přinesl 1.6 a 1.8 GHz modely a v srpnu 2001, Intel uvolnil 1.9 a 2 GHz Pentium 4s. Ve stejném měsíci, uvolnili 845 chipset který podporoval mnohem levnější PC133 SDRAM místo RDRAM. Fakt, že SDRAM byly o tolik levnější způsobil, že prodej Pentium 4 rostl značně. Nový chipset dovozoval Pentiem 4 nahradit Pentium III prakticky přes noc, přinášejíc nejlépe prodejny vedoucí typ procesoru na trhu.



Pentium 4 Willamette 1.5GHz pro Socket 423.

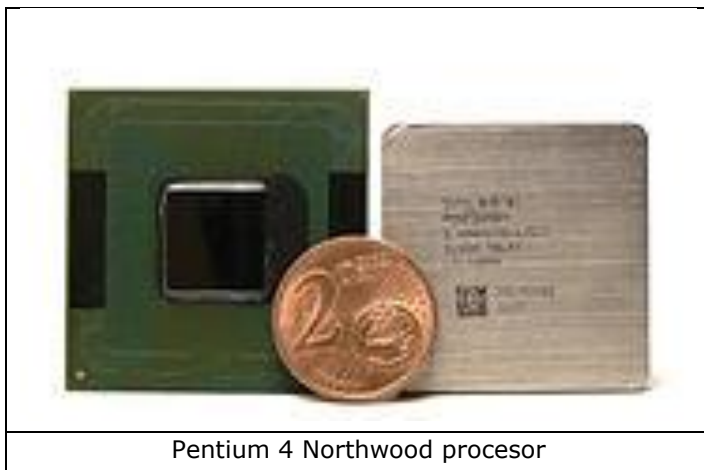


Pentium 4 Willamette 1.8GHz pro Socket 478

Northwood

Na obrázku vlevo čip (die - černý čtverec uprostřed), a vpravo tepelný zářič v říjnu 2001, v té době Athlon XP získal jasné vedení pro AMD. V lednu 2002 Intel uvolnil Pentium 4 s novým jádrem kódového jména "Northwood" na rychlostech 1.6 GHz, 1.8 GHz, 2 GHz a 2.2 GHz. *Northwood* (product code 80532) kombinoval zvětšení L2 cache velikosti z 256 KB na 512 KB (zvýšením počtu tranzistorů z 42 milionů na 55 milionů) s pomocí přechodu na nový 130 nm výrobní proces. Vytvoření procesoru z menších tranzistorů znamenalo, že mohl běžet na vyšší taktovací frekvenci a produkovat méně tepla. Ve stejném měsíci základní desky využívající 845 chipset byly uvolněny s podporou pro DDR SDRAM, která dovozovala dvojnásobný tok dat než PC133 SDRAM, a snižovala tak náklady spojené s použitím Rambus RDRAM pro maximální výkon s Pentiem 4.

2.4 GHz Pentium 4 bylo uvolněno v dubnu 2002 a rychlost sběrnice vzrostla z 400 MTaktů/s na 533 MT/s (133 MHz byl fyzický takt), 2.26 GHz, 2.4 GHz, a 2.53 GHz modely v květnu, 2.66 GHz a 2.8 GHz modely v srpnu, a 3.06 GHz model v listopadu. S Northwoodem, přišlo období Pentium 4. Boj o výkonové vedení zůstal otevřený (když AMD představil rychlou verzi Athlonu XP), i když mnoho pozorovatelů se shodlo, že rychleji taktované Pentium 4 s jádrem Northwood, bylo obvykle již před svým konkurentem. Bylo tomu tak zvláště v létě 2002, kdy v AMD přešli také na svůj 130 nm výrobní proces,



Pentium 4 Northwood procesor

což nepomohlo původní "Thoroughbred A" revizi Athlonu XP k dostatečnému zvýšení taktovací frekvence k překonání výhody Northwoodu v rozsahu taktu od 2.4 do 2.8 GHz.

3.06 GHz Pentium 4 zapojilo Hyper-Threading Technology, která byla poprvé podporována Xeonech s jádrem Foster. To začalo éru virtuálních procesorů (nebo virtuálních jader) na x86 zapojením několika vláken pro běh v tomtéž čase na jednom fyzickém procesoru. Spojení dvou (ideálně rozdílných) programových instrukcí při současném vykonání na jednom fyzickém procesorovém jádře, je cílem k nejlepšímu využití procesorových zdrojů, které by jinak při tradičním přístupu byly nevyužité, protože tyto jednoduché instrukce musí počkat na samostatné zpracování jádrem. Tento 3.06 GHz 533FSB Pentium 4 Hyper-Threading procesor nebyl takto v prodeji. Byl rezervován pro 800 FSB variantu známou jako Pentium 4 HT.

V dubnu 2003 Intel oficiálně představil nový Pentium 4 HT processor. Tento processor používal 800 MT/s FSB (200 MHz fyzický takt), byl taktován na 3 GHz, a měl Hyper-Threading Technology (která byla tím čím HT označení reprezentuje). To znamenalo pomoc Pentiu 4 lépe bojovat s AMD Opteronovou řadou procesorů. Nicméně, když by představen AMD Opteron, v souvislosti s jeho serverově-orientovanému určení ve spolupráci s výrobcí základních desek s AGP, tak Opteron zpočátku nevyužíval společný socket s AMD desktopovou procesorovou řadou (Socket A). Protože AGP byl primární grafický rozšiřující port pro desktopové použití, toto přehlédnutí zabránilo Opteronu zasahovat ze serverového trhu a ohrozit desktopový trh pro Pentium 4. Do doby příchodu Athlonu XP 3200+ do AMD desktopové řady, AMD zvýšilo u Athlonu XP FSB rychlost z 333 MT/s na 400 MT/s, ale to nestačilo k překonání nového 3 GHz Pentia 4 HT. U Pentia 4 HT zvýšení na 200 MHz čtyř-pumpovou sběrnici (200x4=800Mhz skutečných) hodně pomohlo uspokojit požadavek šířky datového toku Netburst architektury požadované pro dosažení optimálního výkonu. Zatímco Athlon XP architektura byla méně závislá na šířce toku dat, hodnoty šířky toku dat dosažené Intelem byly zaručeně mimo rozsah sběrnice EV6 Athlonu. Hypoteticky, EV6 by mohla dosáhnout stejné hodnoty šířky pásma, ale s použitím taktovacích rychlostí, které byly pro EV6 nedosažitelné. Intelská vyšší šířka pásma sběrnice se ukázala využitelnou v benchmarcích pro zřetěžené operace, a marketing Intelu moudře na tom vydělával jako na hmatatelné přednosti před desktopovými procesory AMD. Northwood 2.4 GHz, 2.6 GHz a 2.8 GHz varianty byly uvolněny v květnu 2003. Varianta 3.2 GHz byla představena v červnu 2003 a konečnou verzi 3.4 GHz představili v únoru 2004.

Přetaktování dříve představených jader Northwood bylo překvapujícím jevem. I když by se zdálo, že napájecí napětí jádra dosahující 1.7 V a výše by dovozovalo s rezervou další nárůst výkonu při přetaktování, procesor se

pomalu (během několika měsíců nebo dokonce týdnů) v průběhu času stával více nestabilním, až se stal totálně nepoužitelným, což v podstatě snižovalo maximální stabilní taktovací frekvenci. Tento stav je známý jako *Sudden Northwood Death Syndrome* (SNDS), byl způsoben elektromigrací materiálu čipu.

Pentium 4-M

Byl také založen na jádře Northwood. *Mobile Intel Pentium 4 Processor - M* byl uvolněn v dubnu 2002 a obsahoval Intelovské SpeedStep a Deep Sleep technologie. Intelovský způsob pojmenování dělal problémy, při uvolňování nových procesorů, s identifikací procesorového modelu. Podobně jako byl Pentium III mobilní čip, tak byl Pentium 4-M mobilní Pentium 4, a stejně jako Pentium M který byl založen na Pentiu III a byl značně rychlejší než původní P III. Jeho TDP bylo kolem 35 watů ve většině aplikací. Tento nižší výkon byl způsoben nižším napětím jádra a ostatními doplňky zmiňovanými již dříve.

Oproti desktopovému Pentiu 4, nemělo Pentium 4-M doplněn integrovaný tepelný zářič (IHS), neboť pracoval na nižším napětí. Nižší napětí znamenalo nižší spotřebu proudu a tím i méně ztrátového tepla. Však v souladu se specifikacemi Intelu, mělo Pentium 4-M maximální hodnotu provozní teploty 100 stupňů C, což je přibližně o 40 stupňů vyšší než desktopové Pentium 4.

Mobile Pentium 4

Mobilní Intel Pentium 4 Processor byl uveden trh vzhledem k problémům s instalací plně desktopového Pentia 4 do notebooků, což někteří výrobci dělali. Mobile Pentium 4 používal 533 MT/s FSB sběrnici, v souladu s vývojem desktopových Pentium 4. Podivné bylo, že zvýšení rychlosti sběrnice o 133 MT/s (33 MHz) způsobilo masivní zvýšení TDP, takže mobilní Pentium 4 procesory vyzařovaly 59.8 W - 70 W tepelného výkonu, v Hyper-Threading variantě vyzařovaly 66.1 W - 88 W. To umožnilo mobile Pentiu 4 přemostit mezeru mezi desktopovými Pentii 4 (s TDP do 115 W), a Pentii 4-M (s TDP do 35 W).

P4 - Gallatin (P4 Extreme Edition)

V září 2003, bylo na vývojářském fóru Intelu ohlášeno **Pentium 4 Extreme Edition** (P4EE), právě týden před ohlášením procesorů AMD Athlon 64 a Athlon 64 FX. Návrh byl v podstatě identický s procesorem Pentium 4 (do té míry, aby mohl pracovat ve stejných základních deskách), ale odlišoval se **přidanými 2 MB cache level 3**. Využíval **stejně jádro Gallatin jako Xeon MP**, avšak na patici Socket 478 (v protikladu k patici Socket 603 pro Xeon MP) a se sběrnici na 800 MT/s, dvakrát rychlejší než Xeon MP.

Zatímco Intel prohlašoval že Extreme Edition byla zaměřena na počítačové hráče, kritici na to poohlíželi jako na pokus strhnout zájem zákazníků v okamžiku nástupu procesoru AMD Athlon 64 a přejmenovali jej na "Emergency Edition". S cenou \$999, byl často označován jako "Expensive Edition" or "Extremely Expensive".

Přidaná cache hlavně způsobila patrné zvýšení výkonu v mnoha procesorově náročných aplikacích. V multimediálním kódování a zvláště hrách to bylo nejvíce patrné, s Extreme Edition překonalo Pentium 4, i obě AMD Athlon 64 varianty, i když nižší cena a více vyrovnaný výkon Athlonu 64 (zejména non-FX verze) vedly k tomu, že toto bylo považováno za lepší hodnotové předpoklady. Nicméně Extreme Edition umožnila dosáhnout Intelu zřejmého cíle, který byl zabránit AMD se stát výkonovým vítězem s novým Athlonem 64, který jinak vítězil v mnoha hlediscích v benchmarcích nad existujícím Pentium 4.

V lednu 2004 byla uvolněna 3.4 GHz verze pro patici Socket 478 a v létě 2004 byl procesor vydán s použitím nové patice Socket 775. Drobného zvýšení výkonu pak bylo dosaženo na konci roku 2004 zvýšením rychlosti sběrnice z 800 MT/s na 1066 MT/s, použitím v 3.46 GHz Pentiu 4 Extreme Edition. Podle mnoha měřitek, to byl podle taktovací frekvence **nejrychlejší jedno-jádrový NetBurst procesor** který byl kdy vyráběn, a překonávající mnoho svých čipových nástupců (nepočítaje dual-core Pentium D). Později Pentium 4 Extreme Edition bylo převedeno na jádro Prescott. Nová 3.73 GHz Extreme Edition měla stejné doplňky jako 6x0-řada Prescott 2M, ale se sběrnici na 1066 MT/s. Prakticky však, 3.73 GHz Pentium 4 Extreme Edition téměř vždy dokázal být pomalejší než 3.46 GHz Pentium 4 Extreme Edition, pravděpodobně v důsledku chybějící L3 cache a delší instrukční pipeline. Výhodou 3.73 GHz Pentium 4 Extreme Edition nad 3.46 GHz Pentium 4 Extreme Edition byla pouze

schopnost zpracovat 64-bit aplikace protože Pentium 4 Extreme Edition procesory s jádrem Gallatin postrádaly Intel 64 instrukční set.

Ačkoli nezaznamenalo zvláště dobrý obchodní úspěch, zvláště když bylo uvolněno v době kdy AMD prohlašovalo, že je blízko totálního vedení v závodech procesorových výkonů, Pentium 4 Extreme Edition získal novou pozici v Intelové výrobní řadě, tím že se jednalo o nadšenecky orientovaný čip s nejvyšším koncovým určením nabízený Intelem, spolu s odblokovanými násobiči dovolujícími snadné přetaktování. V této roli byl nahrazen následujícím Pentiem Extreme Edition (Extreme version dual-core Pentium D procesoru), později Core 2 Extreme, a nejaktuálněji Core i7 Extreme Edition.

P4 - Prescott

V únoru 2004, Intel uvedl nové jádro s kódovým jménem Prescott. Jádro používalo poprvé 90 nm technologii, kterou jeden analytik popsal jako "nejvíce přepracovanou mikroarchitekturu Pentia 4 — nejvíce jsem překvapen, že Intel nenazval tento procesor Pentium 5." Přesto tyto změny byly v rozporu s výkonostním ziskem. Některé programy těžily z dvojnásobné cache Prescottu a SSE3 instrukcí, zatímco jiné byly zpomalovány jeho delší pipeline. Mikroarchitektura Prescottu dovozovala trochu vyšší rychlost taktu, ale ne zdaleka tak vysokou jak by Intel očekával. Nejrychlejší hromadně vyráběné PrescottyPentium 4 byly taktovány na 3.8 GHz. Zatímco Northwood dosáhl taktovací rychlosti o 70% vyšší než Willamette, Prescott stoupl pouze o slabých 12% nad Northwood, což zpravidla znamenalo velmi vysokou spotřebou energie a ztrátovým tepelným výkonem procesoru. Ve skutečnosti, spotřeba a teplotní ztráty Prescottu byly pouze lehce vyšší než u Northwoodu při stejné rychlosti a skoro stejné jako u Gallatinu Extreme Editions, protože tyto procesory již pracovaly blízko hranice, která se považuje za tepelnou mez, stále to zůstávalo významným problémem.

Prescott Pentium 4 obsahoval 125 milionů tranzistorů a měl plochu čipu 122 mm². Byl vyroben 90 nm procesem se sedmi úrovněmi měděných propojovacích vrstev. Zvláštností procesu byly „strained silicon“ tranzistory a „Low-K carbon-doped silicon oxide (CDO)“ dielektrikum, které je známé jako organosilikát skla (OSG).

Původně Intel vydal dvě Prescottové řady: E-series, se sběrníci FSB na 800 MT/s a Hyper-Threading podporou, a low-end A-series, s 533 MT/s sběrníci FSB a vypnutou podporou Hyper-Threading. Intel nakonec do Prescottu přidal ještě XD Bit (eXecute Disable) a Intel 64 podporu.

Pro LGA 775 Prescott byl použit systém značení, označující jej jako 5xx series (Celeron D byl 3xx series, když Pentium M jsou 7xx series). LGA 775 verze E-series používala modelová čísla 5x0 (520-560), a LGA 775 verze A-series používala modelová čísla 5x5 a 5x9 (505-519). Nejrychlejší pak byly typy 570J a 571, taktované na 3.8 GHz. Plány hromadné výroby 4 GHz Pentia 4 byly Intelem zrušeny vzhledem k upřednostnění dual core procesorů, přesto někteří Evropští prodejci tvrdili, že prodávají Pentium 4 580, taktované na 4 GHz.

5x0J série (a její low-end ekvivalent, 5x5J a 5x9J série) vytvořila XD Bit (eXecute Disable) nebo Execute Disabled Bit Intelovskou řadu procesorů. Tato technologie použitá v řadě x86 také u AMD a byla nazývána NX (No eXecute), měla pomoci ochránit před spuštěním některých typů škodlivých kódů a tím před využíváním „buffer overflow“ (přetečení vyrovnávací paměti). Intel také uvolnil sérii Prescottů s podporou Intel 64, Intelskou implementaci u AMD vyvinutého x86-64 64-bitového rozšíření x86 architektury. To bylo původně ohlášeno jako F-série, a prodáváno pouze OEM výrobcům, ale později byla přejmenována na 5x1 sérii a prodávána všem. Dva low-end Intel64-enabled Prescotty, postavené na 5x5/5x9 sérii, byly také označeny modelovými čísly 506 a 516. 5x0, 5x0J, a 5x1 byla série Prescottů využívající Hyper-Threading z důvodu zrychlení některých procesů jako je použití vícevláknového softwaru, nebo editace videa. 5x1 série také podporovala 64 bit zpracování.



horní pohled
Pentium 4 Prescott 640, 3.2 GHz



dolní pohled Pentium 4 Prescott 640

Prescott 2M (Extreme Edition)

Intel, v první čtvrtině roku 2005, ohlásil nové Prescottové jádro s označením 6x0, kódového jména "Prescott 2M". Prescott 2M je také někdy znám pod jménem svého Xeonového odvození jako "Irwindale". Obsahoval Intel 64, XD Bit, EIST (Enhanced Intel SpeedStep Technology), Tm2 (pro procesory na 3.6 GHz a výše), a 2 MB L2 cache. Jenže, větší zpoždění cache (cache latency) a dvojitá šířka slova při použití Intel 64 módu, negovaly všechny výhody, které zvětšená cache znamenala. Spíše než dosažení zvýšení rychlosti, znamenalo zdojení cache zachování velikosti paměti i výkonu pro 64-bit módové operace. U 6xx série Prescott 2M have využívaný Hyper-Threading znamenal také zvýšení rychlosti některých procesů. (multithreaded software, video editace). V listopadu 2005, Intel ohlásil Prescott 2M procesory s podporou VT (Virtualization Technology, kódové jméno "Vanderpool"). Jednalo se pouze o dva modely této Prescott 2M kategorie: 662 a 672, běžící na 3.6 GHz a 3.8 GHz.

Cedar Mill

Konečná revize Pentia 4 byla *Cedar Mill*, ohlášený v lednu 2006. Byl to komprimovaný čip s jádrem Prescott série na 65 nm technologii, s prakticky žádnými doplňky, ale značně sníženou spotřebou. Cedar Mill měl nižší ztrátový tepelný výkon než Prescott s TDP 86 W. Taktováním jádra byl koncem roku 2006 snížen na 65 watů. Měl 65 nm jádro a obsahoval 31-cestnou pipeline (stejně jako Prescott), 800 MT/s sběrnici FSB, Intel 64 podporu, Hyper-Threading, ale ne Virtualization Technology. Jako Prescott 2M i Cedar Mill také měl 2 MB L2 cache. Byl uvolněn jako Pentium 6x1 a 6x3 (product code 80552) na frekvencích od 3 GHz do 3.6 GHz. Přetaktovači zkoušeli překročit 8 GHz s těmito procesory při použití chlazení tekutým dusíkem.

Co odlišovalo Cedar Mill jádra od Prescott jader se stejnými funkcemi, Intel přidal 1 do svých modelových čísel. Takže, Pentium 4 631, 641, 651 a 661 jsou 65 nm mikroprocesory a Pentium 630, 640, 650 a 660 jsou jejich 90 nm ekvivalenty.

Jméno "Cedar Mill" znamená Cedar Mill v Oregonu, sousedí s blízkou Intelovskou továrnou v Hillsboro.

Nástupci P4

Původní nástupce Pentia 4 (kodové jméno Tejas), byl plánován do prodeje na první polovinu roku 2005. Byl však zrušen několik měsíců po uvedení jádra Prescott z důvodu extrémně vysokého TDPs (ztrátového výkonu - 2.8 GHz Tejas vyzařoval 150W tepla, v porovnání s průměrnými 80W u Northwoodu při stejné rychlosti, a 100W u srovnatelně časovaného Prescottu) a vývoj NetBurst mikroarchitektury byl jako celek ukončen, s výjimkou dual-core Pentia D, Pentia Extreme Edition a na základě Cedar Mill založeného Pentia 4 HT.

Od května roku 2005, Intel uvolnil dual-core procesory se základem Pentia 4 pod jmény Pentium D and Pentium Extreme Edition. Tyto typy reprezentovaly posun vývoje Intelu vpřed k paralelnímu zpracování a záměrem bylo aby hlavní směr procesorového vývoje směřoval procesorům s více jádry. Tyto procesory pak dostaly kódová jména Smithfield a Presler pro 90 nm resp. 65 nm technologii.

4. Architektura Core

Původní označení výrobků Intelu, **Core**, znamenalo 32-bitový, mobilní, dvoujádrový x86 procesor, který vyšel z Pentium M značených procesorů. Procesorová řada používala rozšířenější verzi Intelovské P6 mikroarchitektury. Objevila se současně s NetBurst mikroarchitekturou (Intel P68) Pentia 4, a byla předchůdcem 64-bitové Core mikroarchitektury Core 2 procesorů. Core označení zahrnovalo dvě řady: **Duo** (dual-core) a **Solo** (Duo s jedním vypnutým jádrem, které nahrazovalo označení Pentium M jedno-jádrových mobilních procesorů).

Core značení bylo zavedeno v lednu 2006 uvedením 32-bitového **Yonah** procesoru – prvního dual-core mobilního

(low-power) procesoru od Intelu. Vzhled jeho konstrukce se silně podobal dvěma spojeným procesorům Pentium M zapouzdřeným jako jeden blok (piece) křemíkového čipu (IC). Proto 32-bitová mikroarchitektura Core – v rozporu se svým názvem – má více společného s Pentiem M než s následující 64-bitovou Core mikroarchitekturou Core 2. Přes velké úsilí Intelu o přechod na novou řadu zahájený v lednu 2006, některé prodávané počítače s procesorovým jádrem Yonah měly stále procesory označené jako Pentium M.

Core řada je také známá jako první procesory Intel použité pro Apple Macintosh počítače. Core Duo byl první procesor pro první generaci MacBooků Pro zatímco Core Solo se objevil v mini řadě Apple Mac. Core Duo znamenal počátek přechodu Apple výrobků na procesory Intel ve všech výrobních řadách.

V roce 2007 Intel začal označovat procesory s jádrem Yonah určené pro běžné **mobilní** počítače jako Pentium Dual-Core, což nesmí být zaměňováno s **desktopovou** 64-bitovou Core mikroarchitekturou též označovanou jako Pentium Dual-Core.

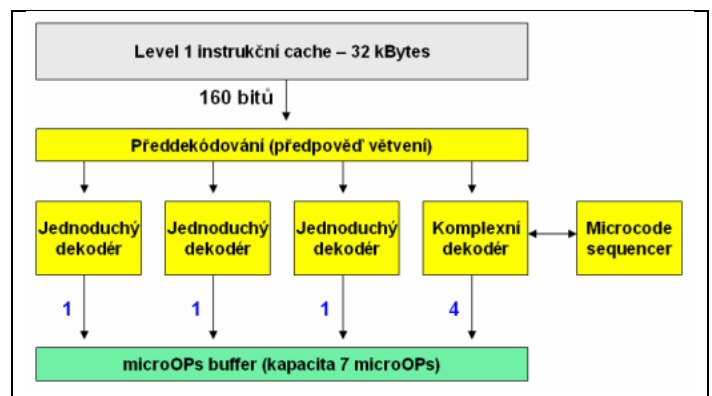
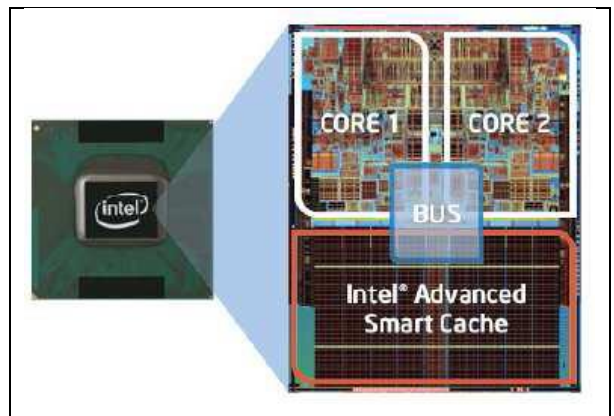
Období září 2007 až leden 2008 znamenalo ukončení výroby mnoha Core označovaných procesorů.

Core Duo, Core 2 Duo, Core 2 Quad, Core 2 Extreme

Jeden procesor obsahuje v pouzdře více výpočetních jader (jádro=core). Pokud je vícejádrový procesor podporován operačním systémem a konkrétní aplikací, lze instrukce zpracovávat paralelně. To znamená, že procesor může řešit více úloh současně, popřípadě jednu úlohu rozložit na více výpočetních jader. Významnou změnou je také podpora 64 bitových operačních systémů a aplikací (obsahuje plně 64 bitové výpočetní jednotky ALU).

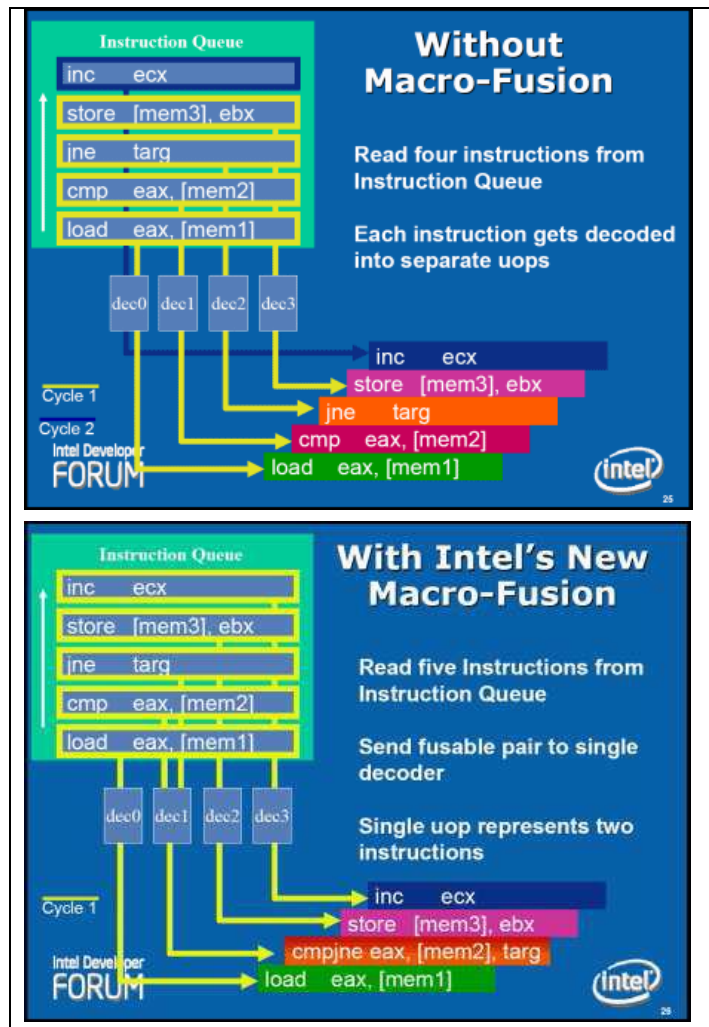
Pro zvýšení rychlosti zpracování instrukcí a snížení spotřeby bylo vyvinuto několik nových technologií, které jsou dále popsány.

Wide Dynamic Execution – technika, která umožňuje zpracovat během jednoho hodinového taktu více instrukcí. Architektura Core má k dispozici čtyři instrukční dekodéry. Tři jsou určeny pro jednoduché instrukce (např. sčítání, násobení, odčítání), které se dekodují do maximálně jedné mikroinstrukce. Jeden dekodér je určen pro složitější instrukce, které jsou reprezentovány až čtyřmi mikroinstrukcemi, přičemž zvládá i ty jednoduché.



Zároveň obsahuje metody, které mají za úkol snížit počet mikrooperací (mikroinstrukcí), jež jsou potřebné pro vykonání určité instrukce:

- **Macro Fusion** - tato technika se snaží o de-kódování dvou instrukcí na jednu mikroinstrukci, která je vystihne obě (např. sloučení instrukce pro porovnání hodnot uložených v registrech *CMP* s instrukcí pro skok na příslušné místo v programu v případě splnění *JMP* či jako zde nesplnění *JNE* výše uvedené podmínky).
- **MicroOps Fusion** - podobná technika jako *Macro Fusion*, umožňuje sloučit dvě mikroinstrukce, které jsou těsně spjaty do jedné (např. určení adresy paměťového místa+uložení dat na toto místo).

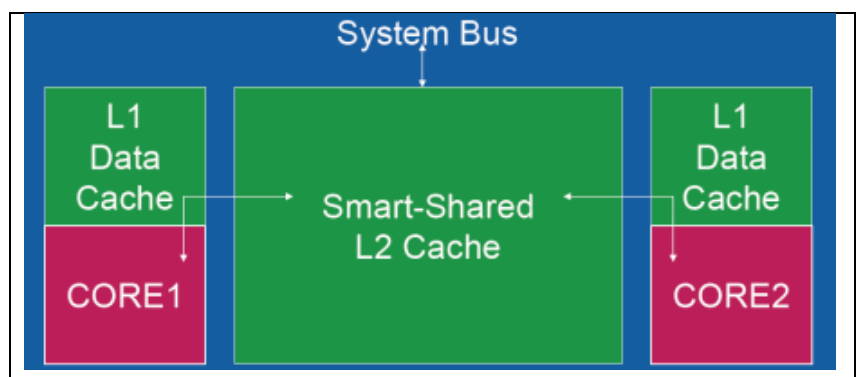


Intelligent Power Capability (Intelligentní správa

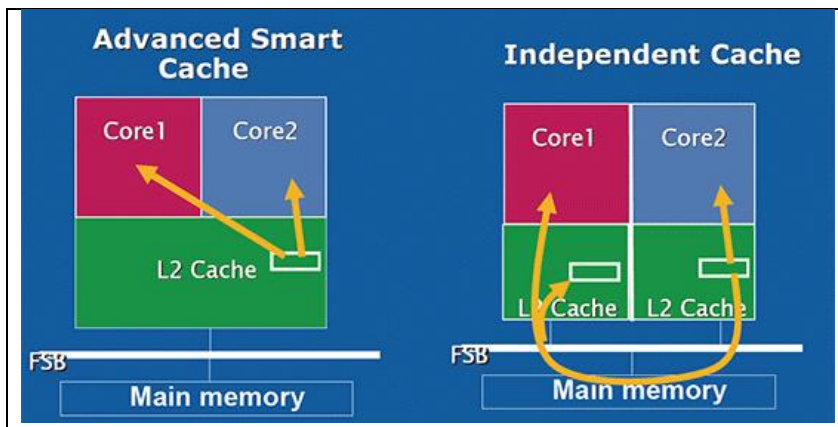
napájení) – technologie, která odpojuje od napájení nevyužité části procesoru + řídí otáčky ventilátorů. Nízká spotřeba elektrické energie je zajištěna také nižším taktovacím kmitočtem v porovnání s architekturou Net-Burst. Procesor jsou vybaven přesnými snímači teploty a stavovými indikátory, které zjišťují spotřebu jednotlivých částí procesoru. Efektivně využívá sběrnice. Většina datových spojů je koncipována na 128 bitové SSE instrukce. Pokud se však zpracovávají instrukce s menší datovou šířkou (práce s ALU nebo FPU), zůstanou některé nevyužité, v takovém případě jsou tyto spoje odpojeny.

Smart Memory Access

– tato technologie zjišťuje závislost mezi instrukcemi pro ukládání (čtení) dat do (z) operační paměti, které po sobě následují a snaží se pořadí těchto instrukcí optimalizovat (vylepšení techniky Out of Order). Jedná se o zdokonalenou techniku pro předvídání (predikci) dat, která budou zapotřebí a mají být tudíž načtena z operační paměti do procesorové paměti cache.

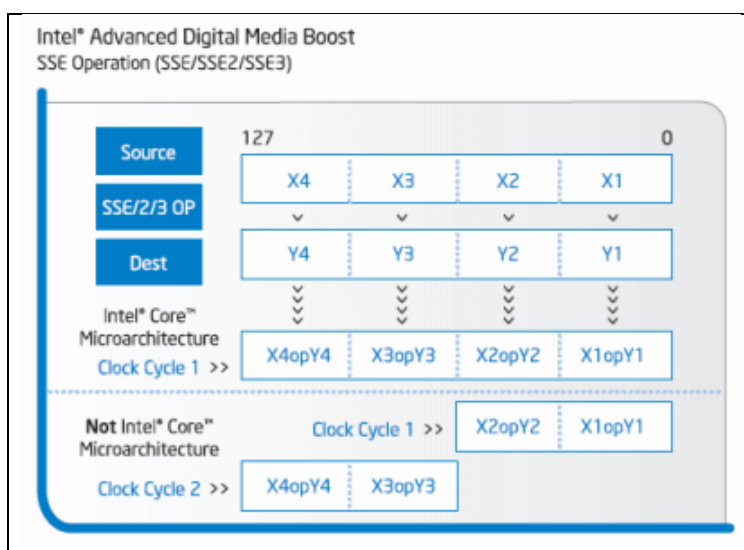


Advanced Smart Cache (Sdílená L2 cache: 2, 4 popř. 6 MB) – jedná se o L2 cache paměť, která je sdílená mezi oběma jádry procesoru. Kapacitu je možné dynamicky přidělovat (alokovat) pro každé jádro (např. je-li jedno jádro nečinné, může druhé jádro využívat celou kapacitu L2 cache). Zároveň umožňuje výměnu dat přímo mezi L1 cache paměťmi obou jader procesoru (každé jádro 32 kB pro data a 32 kB pro instrukce), čímž se zrychluje výměna dat mezi jádry procesoru a nezatěžuje systémová sběrnice FSB.



Advanced Digital Media Boost

K provádění SIMD instrukcí se využívá 128 bitového registru, přičemž procesor architektury Core dokáže zpracovat celých 128 bitů během 1 hodinového taktu (postačuje 1 mikroinstrukce). Dříve se operace se 128 bitovým číslem rozdělovala z důvodu složitosti konstrukce 128 bitového registru do dvou operací: během 1 hodinového taktu se prováděl výpočet s dolními 64 bity čísla a během 2 hodinového taktu s horními 64 bity čísla (používal se 64 bitový datový registr).



Core Duo

Intel Core Duo (product code 80539) obsahoval dvě jádra na jedné destičce, 2 MB L2 cache sdílené oběma jádry, a rozhodovací sběrnici, která společně řídí L2 cache a FSB (front-side bus) přístupy.

Codename (main article)	Brand name (list)	L2 Cache	Socket	TDP
Yonah	Core Duo T2xxx	2 MB	Socket M	31 W
	Core Duo L2xxx			15 W
	Core Duo U2xxx			9 W

Core Solo

Intel Core Solo (product code 80538) používá stejná dvě jádra na destičce jako Core Duo, ale má aktivní pouze jedno jádro. V závislosti na poptávce, Intel tak mohl snadno odřadit jedno z jader a prodávat procesor jako Core Solo za jiné ceny – což vyžadovalo nižší náklady, než zavádět a zajišťovat zvláštní řadu procesorů, které by měly fyzicky jedno jádro. Intel použil stejnou strategii již dříve u procesoru 486SX, který byl prakticky vyráběn jako 486DX, ale s vypnutou částí FPU.

Codename (main article)	Brand name (list)	L2 Cache	Socket	TDP
Yonah	Core Solo T1xxx	2 MB	Socket M	27–31 W
	Core Solo U1xxx			5.5–6 W

64-bit Core mikroarchitektura

Mobile Intel Core 2

Nástupce Core je mobilní verze řady procesorů, označená **Intel Core 2**, používající jádra Intel Core mikroarchitektury, zavedené v červenci 2006. Uvedení mobilní verze Intel Core 2 znamenalo přeskupení Intelovské desktopové a mobilní produktové řady Core 2 procesorů určených pro desktopy a notebooky, na rozdíl od prvních Intel Core procesorů, které byly určeny pouze pro notebooky (ačkoli některé small form factor a all-in-one desktopy, jako iMac a Mac Mini, také používaly Core procesory).

Na rozdíl od Intel Core, je **Intel Core 2 64-bitový procesor**, podporující sadu instrukcí Intel 64. Další odlišností mezi Core Duo a Core 2 Duo **zvětšení velikosti Level 2 cache**. Nové Core 2 Duo mělo trojnásobné množství on-board cache, o velikosti **6 MB**. Core 2 také zahájilo éru quad-core výkonné varianty jedno- a dvou-jádrových čipů, ozančených Core 2 Quad, podobně i variantu pro nadšence, Core 2 Extreme. Všechny tři čipy jsou vyráběny 65 nm litografií, a od roku 2008 45 nm litografií a s podporou rychlosti sběrnice Front Side Bus v rozsahu od 533 MHz do 1600 MHz. Dodejme, že 45 nm čip, jež byla komprimovaná Core mikroarchitektura, měl přidánu SSE4.1 podporu do všech Core 2 mikroprocesorů, což znamenalo zvýšení výpočetního výkonu procesorů.

Core 2 Solo

Core 2 Solo zavedený v září 2007, je nástupce Core Solo a je použitelný pouze jako ultra-low-power mobilní procesor s 5.5 Waty navrženého tepelného výkonu. Základ U2xxx řady "Merom-L" používal speciální verzi Merom čipu s CPUID číslem 10661 (model 22, stepping A1), který měl pouze jedno jádro a byl také používán v některých Celeron procesorech. Pozdější SU3xxx je částí Intelské CULV řady procesorů v menším µFC-BGA 956 pouzdře, ale obsahuje stejný Penryn čip jako dual-core varianty, s jedním jádrem výrobně vyřazeným z provozu.

Core 2 Duo

Většina desktopových a mobilních Core 2 procesorových variant jsou Core 2 Duo se dvěma procesorovými jádry na jednom Merom, Conroe, Allendale, Penryn, nebo Wolfdale čipu. To umožňovalo velký rozsah výkonu a spotřeby energie, zahájený relativně pomalými ultra-low-power Uxxxx (10 W) a low-power Lxxxx (17 W) verzemi, a končící výkonově orientovanými Pxxxx (25 W) a Txxxx (35 W) mobilními verzemi a

Codename (main article)	Brand name (list)	L2 Cache	Socket	TDP	
Merom-L	Mobile Core 2 Solo U2xxx	1 MB	FCBGA	5.5 W	
Penryn-L	Mobile Core 2 Solo SU3xxx	3 MB	BGA956	5.5 W	
Merom	Mobile Core 2 Duo U7xxx	2 MB	BGA479	10 W	
	Mobile Core 2 Duo L7xxx	4 MB		17 W	
	Mobile Core 2 Duo T5xxx	2 MB	Socket M	35 W	
	Mobile Core 2 Duo T7xxx	2–4 MB	Socket P BGA479		
Conroe and Allendale	Core 2 Duo E4xxx	2 MB	LGA 775	65 W	
	Core 2 Duo E6xxx	2–4 MB			
Penryn	Mobile Core 2 Duo SU7xxx	3 MB	BGA956	10W	
	Mobile Core 2 Duo SU9xxx			17 W	
	Mobile Core 2 Duo SL9xxx	6 MB			25 W
	Mobile Core 2 Duo SP9xxx	3 MB		Socket P FCBGA6	25 W
	Mobile Core 2 Duo P7xxx		6 MB		
	Mobile Core 2 Duo P8xxx				
	Mobile Core 2 Duo P9xxx	6 MB	35 W		
	Mobile Core 2 Duo T6xxx	2 MB			
	Mobile Core 2 Duo T8xxx	3 MB			
	Mobile Core 2 Duo T9xxx	6 MB			
Mobile Core 2 Duo E8xxx	6 MB	Socket P	35-55W		
Wolfdale	Core 2 Duo E7xxx	3 MB	LGA 775	65 W	
	Core 2 Duo E8xxx	6 MB			

Exxx (65 W) desktopovými modely. Mobilní Core 2 Duo procesory s 'S' prefixem ve jméně jsou vyráběny v menším µFC-BGA 956 pouzdře, které dovoluje stavbu více kompaktních laptopů.

V každé řadě, vyšší číslo obvykle znamená lepší výkon, který závisí převážně na jádře, frekvenci sběrnice front-side bus a velikosti L2 cache, jež jsou pro každý model specifické. Core 2 Duo procesory typicky používaly plnou L2 cache o kapacitách 2, 3, 4, nebo 6 MB dostupné s taktováním odpovídajícím čipu, oproti verzím se sníženou kapacitou cache ve výrobě, které byly prodávány low-end zákazníkům jako Celeron or Pentium Dual-Core procesory. Obdobně jako tyto procesory, některé low-end Core 2 Duo modely měly vypnuté doplňky jako například Intel Virtualization Technology.

Core 2 Quad

Core 2 Quad procesory jsou vícečipové moduly obsahující dvě stejné destičky používané v Core 2 Duo, tvořící dohromady quad-core procesor. To umožňuje dvojnásobný výkon než mají dual-core procesory na stejné taktovací frekvenci za ideálních podmínek. Zpočátku, byly všechny Core 2 Quad modely verzemi Core 2 Duo desktopových procesorů, Kentsfield byl odvozený z Conroe a Yorkfield z Wolfdale, ale pozdější Penryn-QC byl přidán jako high-endová verze mobilního dual-core Penrynu. Xeon 32xx a 33xx procesory jsou nejvíce identickými verzemi desktopových Core 2 Quad procesorů a mohou být vzájemně zaměněny.

Codename (main article)	Brand name (list)	L2 Cache	Socket	TDP
Kentsfield	Core 2 Quad Q6xxx	2×4 MB	LGA 775	95–105 W
	Core 2 Quad Q7xxx	2×1 MB		95 W
Yorkfield	Core 2 Quad Q8xxx	2×2 MB		65–95 W
	Core 2 Quad Q9xxx	2×3–2×6 MB		
Penryn-QC	Mobile Core 2 Quad Q9xxx	2×3–2×6 MB	Socket P	45 W

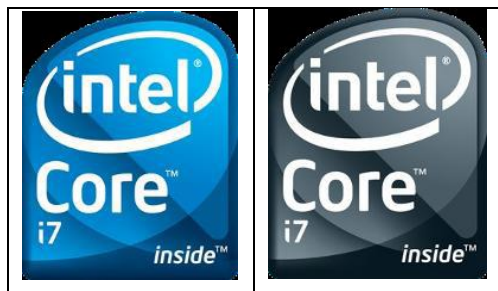
Core 2 Extreme

Core 2 Extreme procesory jsou verzí Core 2 Duo a Core 2 Quad procesorů pro nadšence, obvykle s vyšší taktovací frekvencí a odblokovaným taktovacím násobičem, což je dělá zvláště atraktivními pro přetaktování. To je podobné jako u dřívějších procesorů Pentium označených jako Extreme Edition. Core 2 Extreme procesory byly prodávány s mnohem vyšší cenou než jejich běžné verze, často \$999 nebo více.

Codename (main article)	Brand name (list)	L2 Cache	Socket	TDP
Merom	Mobile Core 2 Extreme X7xxx	4 MB	Socket P	44 W
Conroe	Core 2 Extreme X6xxx	4 MB	LGA 775	75 W
Kentsfield	Core 2 Extreme QX6xxx	2×4 MB	LGA 775	130 W
Penryn	Mobile Core 2 Extreme X9xxx	6 MB	Socket P	44 W
Penryn-QC	Mobile Core 2 Extreme QX9xxx	2×6 MB	Socket P	45 W
Yorkfield	Core 2 Extreme QX9xxx	2×6 MB	LGA 775 / LGA 771	130–150 W

5. Architektura Nehalem - Core i7, Core i5, Core i3

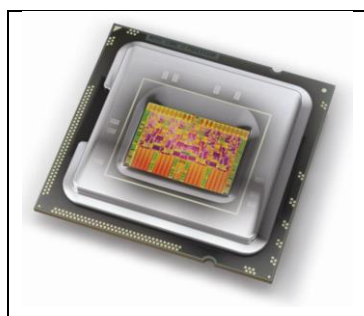
Desktopové centrální procesorové jednotky nesoucí kódové označení *Bloomfield* byly na trh uvedeny 15. listopadu 2008 v Tokiu, a později také 17. listopadu v USA, pod obchodní známkou *Intel Core i7*. Jedná se o nástupce procesorů *Intel Core 2 Duo* a jsou to první členové procesorové rodiny postavené na nové architektuře **Nehalem**. Procesory jsou nativně čtyřjádrové, podporují všechny technologie známé z *Core 2 Duo* a přidávají nové. Současně s běžnou verzí byla uvedena také tzv. **Extreme Edition**, jejíž logo je vyvedeno v černé barvě. V



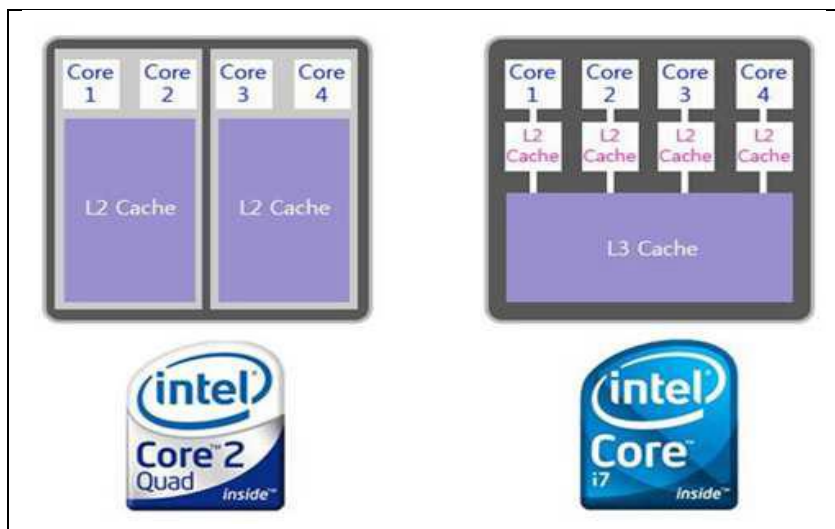
běžné verzi byly představeny 2 modely. Celkově jsou tedy v současnosti dostupné 3 modely procesorové rodiny *Core i7*, lišící se především pracovní frekvencí a cenou. Jedná se o modely 920 (pracující na frekvenci 2,66 GHz), dále 940 (s frekvencí 2,93 GHz), a konečně o vlajkovou loď této třídy procesorů, model označený 965XE (Extreme Edition, taktovaný na 3,2 GHz).

Jedná se o čtyřjádrové procesory (vyjma *Core i3*) s novou koncepcí a čipovou sadou, určené především pro víceprocesorové systémy = výkonné servery (především *Core i7*). **Řadič paměti je integrován**

přímo do pouzdra procesoru. Výhodou



je velmi rychlá výměna dat mezi operační pamětí a výpočetními jed-



notkami procesoru. U víceprocesorových systémů (např. servery) má každý procesor vlastní paměťový prostor. Nová architektura je modulární a tak není problém přizpůsobit ji požadavkům zákazníků. Z tohoto důvodu mohou být k dispozici procesory se dvěma, čtyřmi, šesti, či dokonce osmi jádry. Uvádí se, že čtyřjádrová varianta obsahuje 731 milionů tranzistorů. Vzhledem k principu „tik-tak“, který Intel přijal, je v současné době nová architektura používána se zavedenou 45 nm technologií výroby. Lze očekávat procesory s výrobní technologií 32 nm, postavené na právě uvedené architektuře *Nehalem*.

Rozšíření Smart Cache o L3 cache. Struktura cache paměti v procesoru byla změněna, aby lépe odpovídala současným propojovacím rozhraním. **L1** cache, privátní pro každé jádro, zůstává rozdělena na část pro instrukce (32 kB) a část datovou (rovněž 32 kB). **L2** cache je nově privátní pro každé jádro a její velikost je 256 kB na jádro. **L3** cache se v procesorech Intel objevuje vůbec poprvé a přebírá funkci dřívější L2. Je tedy sdílená všemi jádry, přičemž jednomu jádru odpovídají 2-3 MB paměti, čtyřjádrové *Core i7* a *i5* tedy disponuje L3 cache pamětí o velikosti 8 MB, *Core i3* má 4 MB.

Novinkou je také řadič operační paměti DDR3 přímo na čipu, což odebírá funkci *Memory Controller Hub* tzv. *northbridge*. Nejnovější verze X58, tak už funguje pouze jako **I/O hub**. Ten je připojen k procesoru pomocí **QPI** a propojuje ho s grafickým čipem (možno i více čipů najednou přes PCI Express 2.0) a tzv. *southbridgem* (poslední verze ICH10).

Čtyř- a vícejádrové procesory jsou monolitické, tudíž všechna jádra jsou na jediném čipu. Dřívější quad-core procesory spojovaly 2 dvoujádrové čipy.

Integrovaný grafický čip, který se s největší pravděpodobností objeví v rodině procesorů pro notebooky bude sice stále umístěn na odděleném čipu, nově však bude součástí pouzdra procesoru.

QPI systémová sběrnice (Quick Path Interconnect) – **Vysokorychlostní sériová sběrnice** skládající se ze dvou 20 bitových spojů (z toho 16 bitů pro data) pro propojení procesoru s I/O hubem (nový X58). Každá pro jeden směr, navíc s oddělenými hodinami pro každý směr. **Rychlost v jednom směru je 4,8, respektive 6,4 miliardy přenosů za sekundu v případě extrémního modelu 965XE, což odpovídá 12-16 Gb/s na jeden směr, tedy 24-32 Gb/s na jeden spoj, přičemž na procesoru jsou dostupná 2 tato obousměrná rozhraní.**

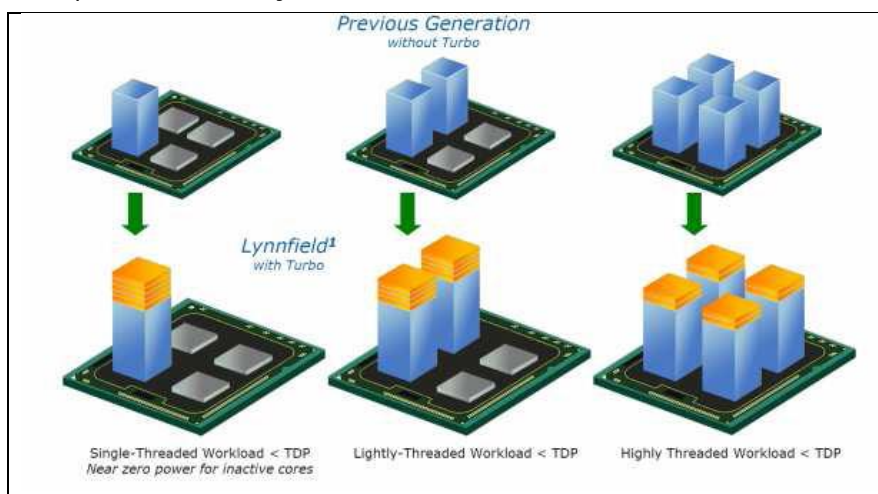
U víceprocesorových systémů navíc umožňuje propojit přímo jednotlivé procesory mezi sebou. Je to náhrada stávající systémové sběrnice FSB.

Pozn.: **obdoba sběrnice HyperTransport u procesorů AMD.**

(HyperThreading) – viz „HyperThreading“ u architektury NetBurst. **HyperThreading umožní ze čtyř fyzických jader procesoru, učinit až osm virtuálních.** Architektura Core tuto technologii z důvodu složitosti nepodporovala. **Nově se označuje jako SMT (Simultaneous Multi-Threading).**

Režim **Turbo Boost** (resp. Turbo Mode) – **technologie, hlídající TDP procesoru a zároveň vytížení jader procesoru.** Pokud program nevyužívá všechna jádra procesoru, přepínají se nepoužívaná jádra do úsporného nebo spánkového režimu nebo jsou kompletně odpojena od napájení. Výsledkem je nejen úspora energie, ale hlavně snížení teploty vyzařované procesorem. Jelikož v tu chvíli je chlazení procesoru naddimenzované, mohou být aktivní jádra automaticky přetaktována změnou násobiče na vyšší kmitočet.

U nové verze funkce Turbo Boost má každé jádro vlastní násobič, může tedy dojít k situaci, kdy dvě jádra budou vypnutá a zbylá dvě pobeží každé na jiné frekvenci.

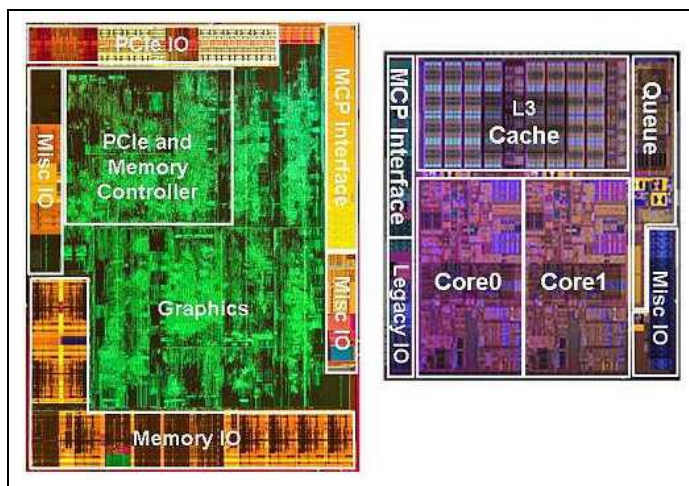


Rozšíření instrukční sady SSE 4.2 – doplnění instrukční sady SSE4 o nové SIMD instrukce (**usnadnění rozpoznávání řeči, výpočet kontrolních součtů při přenosech dat - CRC32, atd.**)

Processor Core i3

Vychází ze specifikací Core i5, obsahuje však pouze dvě jádra, poloviční L3 cache (4 MB) a má vypnutý režim „Turbo Boost“. Uvnitř procesoru se nachází integrované grafické jádro (GPU). Svou výbavou je nejslabší z procesorů architektury Nehalem a je určen pro „levnější“ stolní počítače s jedním procesorem a notebooky.

Core i3 byla uvedena jako nová low-endová výkonná procesorová řada Intelu, nahrazující zastaralé Core 2 výrobky. První Core i3 procesory byly představeny v lednu 2010.



Codename (main article)	Brand name (list)	Cores	L3 Cache	Socket	TDP	I/O Bus
Clarkdale	Core i3-5xx	2	4 MB	LGA 1156	73 W	Direct Media Interface, Integrated GPU
Arrandale	Core i3-3xxM		3 MB	rPGA-988A	35 W	
	Core i3-3xxUM		3 MB	BGA-1288	18 W	

První Nehalem Core i3 bylo Clarkdale, s integrovanou GPU a dvěma jádry. Podobný procesor byl také dostupný jako Core i5 a měl trochu odlišnou konfiguraci. Core i3-3xxM procesory mají základ Arrandale, mobilní verze Clarkdale desktopových procesorů. Ty jsou podobné Core i5-4xx sérii, ale běží na nižší taktovací frekvenci a bez Turbo Boost technologie. S odvoláním na Intel FAQ nepodporovaly Error Correction Code (ECC) paměti. Spoluprací s výrobcem motherboardu Supermicro bylo dosaženo toho, že pokud Core i3 procesor je použit se serverovým chipsetem jako je Intel 3400/3420/3450, CPU bude podporovat ECC u UDIMM modulů. Když byl dotazován, Intel potvrdil, že ačkoli Intel 5 series chipset podporuje pouze non-ECC paměti s Core i5 nebo i3 procesory, použitím těchto procesorů na základních deskách s čipsety 3400 série bude podpora ECC u ECC paměti fungovat. Omezený počet motherboardů jiných výrobců také podporoval ECC s Intel Core iX procesory, například ale Asus P8B WS, nepodporoval ECC paměti pod Windows non-serverovými operačními systémy.

Procesor Core i5

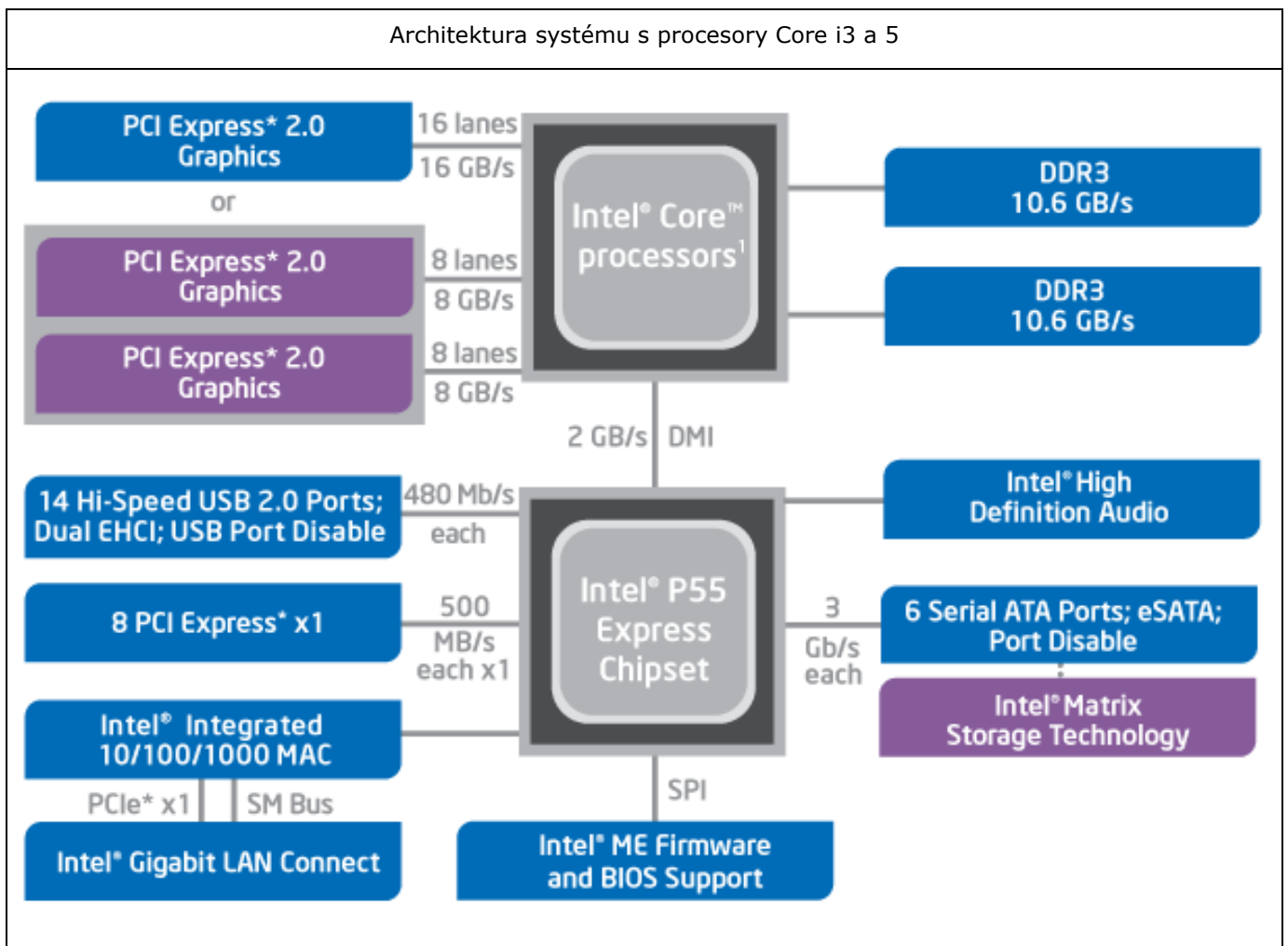
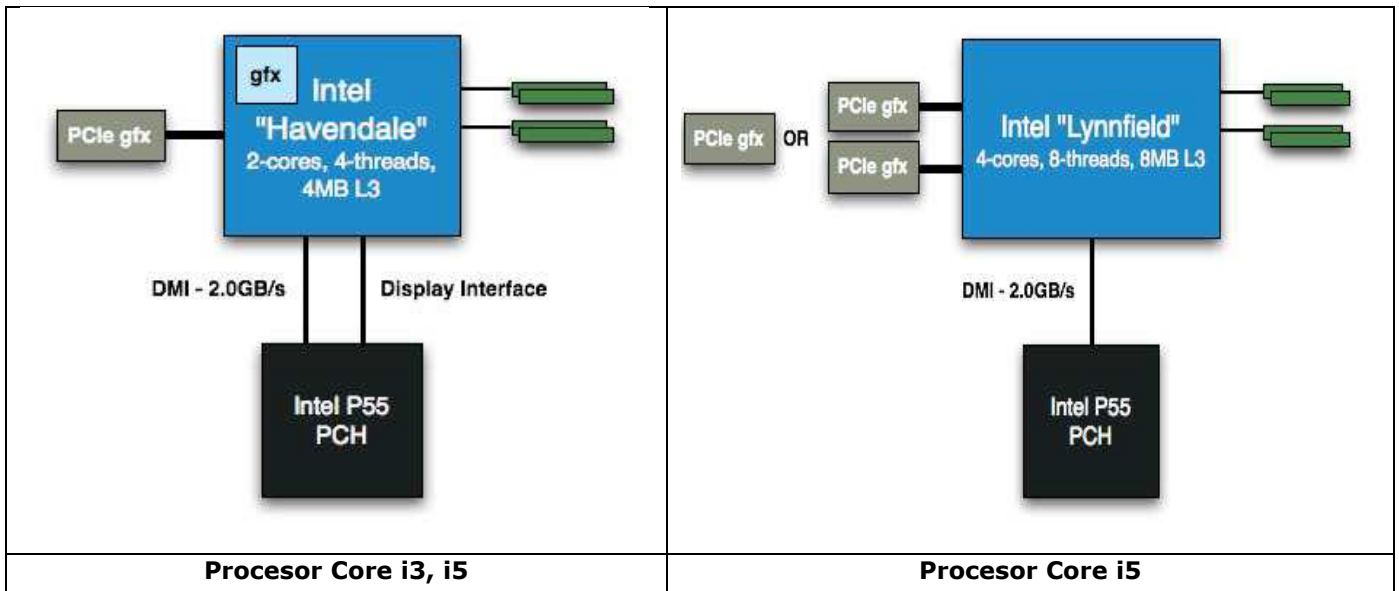
Určen především pro střední třídu počítačů, především levné jednoprocessorové servery a běžné stolní počítače. Přímo v procesoru je integrován pouze dvoukanálový řadič paměti DDR3 a zároveň se zde nachází integrovaný řadič PCI Express 2.0 x16 se 16 linkami (2x 8 linek nebo 1x 16 linek). U některých modelů Core i5 je uvnitř procesoru navíc integrováno přímo grafické jádro (GPU). Na komunikaci s čipovou „sadou“ (pouze jižní most - PCH) procesoru stačí pomalé rozhraní DMI.

První Core i5 používající Nehalem mikroarchitekturu byl uveden v září 2009, jako hromadně používaná varianta dříve uvedeného Core i7, s jádrem Lynnfield. Lynnfield Core i5 procesory měly 8 MB L3 cache, DMI sběrnici běžící na 2.5 GT/s, podporu pro dual-channel DDR3-800/1066/1333 paměti a vypnutý Hyper-threading. Stejné procesory se zapnutým souborem různých doplňků (Hyper-Threading a jiné taktovací frekvence) byly prodávány jako Core i7-8xx a Xeon 3400-series procesory, které nesmějí být zaměňovány s high-endovými Core i7-9xx a Xeon 3500-series procesory na základě Bloomfield.



Codename (main article)	Brand name (list)	Cores	L3 Cache	Socket	TDP	I/O Bus	
Lynnfield	Core i5-7xx	4	8 MB	LGA 1156	95 W	Direct Media Interface	
	Core i5-7xxS				82 W		
Clarkdale	Core i5-6xx	2	4 MB	rPGA-988A	73-87 W	Direct Media Interface, Integrated GPU	
Arrandale	Core i5-5xxM		3 MB		BGA-1288		35 W
	Core i5-4xxM						18 W
	Core i5-5xxUM						
Core i5-4xxUM							

Core i5-5xx mobilní procesory jsou pojmenovány **Arrandale** a mají základ na 32 nm Westmere kompresi Nehalem mikroarchitektury. Arrandale procesory mají integrovanou grafiku, ale pouze dvě procesorová jádra. Byly uvedeny v lednu 2010, společně s Core i7-6xx a Core i3-3xx procesory na základě stejného čipu. L3 cache v Core i5-5xx procesorech je zmenšena na 3 MB, jenže Core i5-6xx používal plnou cache a Core i3-3xx nepodporoval Turbo Boost. **Clarkdale**, desktopová verze Arrandale, byla prodávána jako Core i5-6xx, společně s ostatními Core i3 a Pentium výrobky. Měla zapnutý Hyper-Threading a plnou 4 MB L3 cache. Když Intel potvrdil, že "Core i5 desktopové procesory a desktopové boardy typicky nepodporují ECC paměti", informace o omezené ECC podpoře byla často také aplikována z řady Core i3 na řadu Core i5 a i7.



Processor Core i7

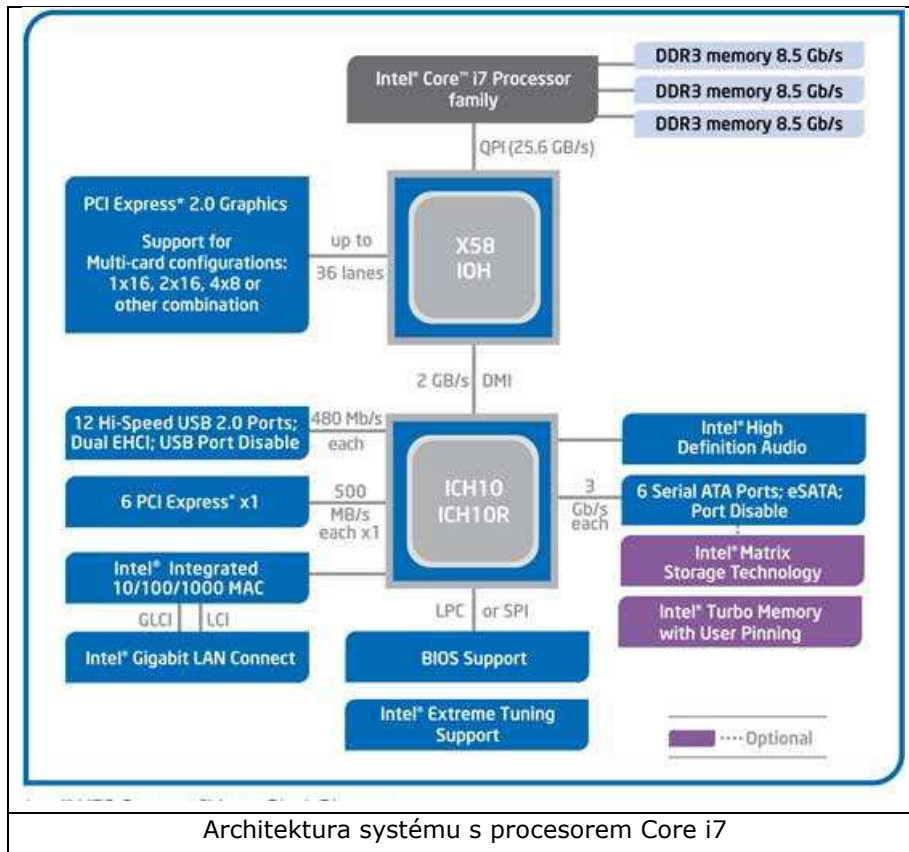
Procesor je určen především pro výkonné víceprocesorové servery a výkonné stolní počítače. **Severní most se označuje jako obvod IOH (Input Output Hub). Obsahuje pouze řadič grafické sběrnice PCI Express 2.0 x16 s až 36 linkami. Řadič paměti DDR3 je umístěn přímo na čipu procesoru a je tříkanálový. Na kanál je možné osadit dva moduly, celkem tedy na procesor šest modulů.** **Intel Core i7** je Intelové obchodní jméno pro více typů desktopových a laptopových 64-bitových x86-64 procesorů používajících Nehalem, Westmere, Sandy Bridge a Ivy Bridge mikroarchitektury. Core i7 výrobky jsou určeny pro firemní a high-end spotřebitelské trhy do obou kategorií desktopových a laptopových počítačů, a jsou odlišné od výrobků Core i3 (pro entry-level spotřebitele), Core i5 (pro mainstream spotřebitele), a Xeon (pro servery a pracovní stanice).

Core i7 bylo zavedeno poprvé na Bloomfield Quad-core procesoru koncem roku 2008. V roce 2009 byly uvedeny nové modely Core i7 se základem Lynnfield jako desktopové quad-core procesory a se základem Clarksfield jako quad-core mobilní verze, a model se základem Arrandale jako dual-core mobilní procesor byl přidán v lednu 2010. První šestijádrový (six-core) procesor byl do řady Core přiřazen se jménem základu Gulftown v březnu 2010. Oba hlavní modely Core i7 a *Extreme Edition* jsou hodnoceny pěti hvězdičkami v hodnocení Intel Processor Rating. V lednu 2011, Intel uvedl druhou generaci Core i7 procesorů. Obě, první a druhá generace Intel Core i7 procesorů je také hodnocena 5 hvězdičkami v hodnocení Intel processor rating. Druhá generace Intel Core procesorů jádro postaveno na technologii "Sandy Bridge" a měla být updatována v lednu 2012 na technologii "Ivy Bridge". V současnosti již byla zavedena.

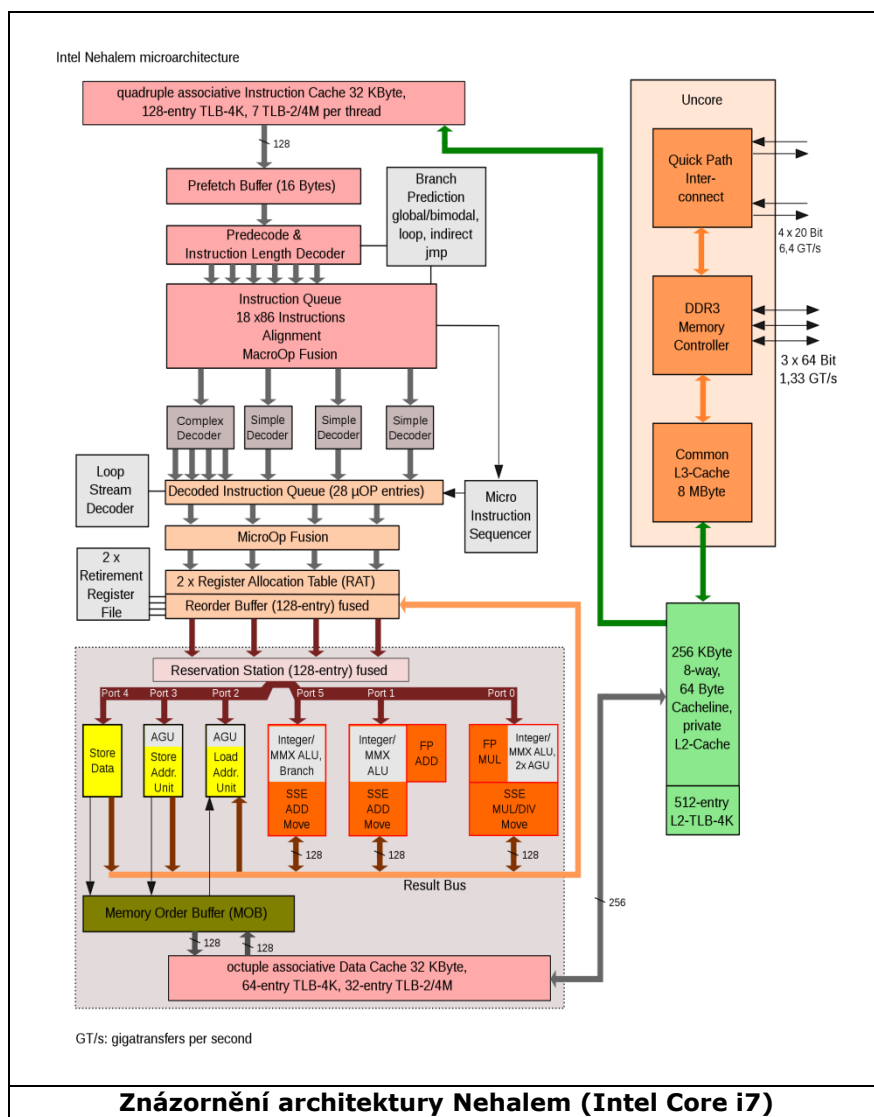
V každé z prvních tří generací mikroarchitektury, má řada Core i7 skupiny členů používající dvě odlišné systémové-úrovně architektury, a stejně tak i dvě odlišné patice (například LGA 1156 a LGA 1366 u Nehalemu). V každé generaci nejvýkonnějších Core i7 procesorů je použita stejná patice a QPI-based architektura jako u low-endových Xeon procesorů z této generace, avšak méně výkonné Core i7 procesory používají stejnou patici a PCIe/DMI/FDI architekturu jako Core i5.

"Core i7" je následníkem Intel Core 2 výrobků. Představitelé Intelu uvádějí, že název *Core i7* je vymyšlen tak, aby pomáhal zákazníkům v rozhodnutí, který procesor koupit v budoucnu z kategorie Nehalem productů.

Code name	Brand name	Cores	L3 Cache	Socket	TDP	Process	Busses	Release Date
Gulftown	Core i7-9xxX Extreme Edition	6	12 MB	LGA 1366	130 W	32 nm	QPI, 3 × DDR3	Mar 2010
	Core i7-9xx							Jul 2010
Bloomfield	Core i7-9xx Extreme Edition	4	8 MB	LGA 1156	95 W	45 nm	DMI, PCI-e, 2 × DDR3	Nov 2008
	Core i7-9xx							Jan 2010
Lynnfield	Core i7-8xx	4	8 MB	LGA 1156	82 W	45 nm	DMI, PCI-e, 2 × DDR3	Sep 2009
	Core i7-8xxS				45 W			Jan 2010
Clarksfield	Core i7-9xxXM Extreme Edition	4	6 MB	rPGA-988A	55 W	45 nm	DMI, PCI-e, 2 × DDR3	Sep 2009
	Core i7-8xxQM				45 W			
	Core i7-7xxQM				45 W			
Arrandale	Core i7-6xxM	2	4 MB	BGA-1288	35 W	32 nm	DMI, PCI-e, FDI, 2 × DDR3	Jan 2010
	Core i7-6xxLM				25 W			
	Core i7-6xxUM				18 W			



Architektura systému s procesorem Core i7



Znázornění architektury Nehalem (Intel Core i7)

Core ix Sandy Bridge a Ivy Bridge mikroarchitektura.

Počátkem roku 2011 byla představena Intelem nová mikroarchitektura nazvaná **Sandy Bridge microarchitec-ture**, která zachovala všechny existující výrobky architektury Nehalem včetně Core i3/i5/i7, ale začala nové modelové číslování. Počáteční skupina Sandy Bridge procesorů obsahuje dual- a quad-core varianty, které všechny používají jeden 32 nm čip pro všechny CPU a integrovaná GPU jádra, na rozdíl od dřívější mikroarchi-tektury. Všechny Core i3/i5/i7 processory se Sandy Bridge mikroarchitekturou mají čtyřmístné modelové číslo. U mobilních verzí, již není řešení odvodu tepla určeno jedním nebo dvoj písmenovým doplňkem kódu, ale je ukryto do čísla CPU. S nástupem Sandy Bridge, Intel již dále neřešil kódová jména procesorů na základě počtu jader, patice nebo určení použití. Nyní na vše používali kódová jména jako má mikroarchitektura sama.

Rok 2012 a Ivy Bridge což je kódové jméno pro intelovskou 22 nm čipovou kompresi Sandy Bridge mikroarchi-tektury založenou na tří-bránových ("3D" – prostorová technologie) tranzistorech.

Core i3

Uvedena v lednu 2011, Core i3-2xxx řada desktopových a mobilních procesorů je přímou náhradou modelů roku 2010 "Clarkdale" Core i3-5xx a "Arrandale" Core i3-3xxM, postavených na nové mikroarchitektuře. Přesto, že potřebují nové patice a čipsety, nebyly uživatelsky-viditelné doplňky Core i3 mnoho změněny, chybějící pod-pory pro Turbo Boost a AES-NI. Na rozdíl od Sandy Bridge Celeronů a Pentii, Core i3 typy podporují nové rozšíření Advanced Vector Extensions.

Codename (main article)	Brand name (list)	Cores	L3 Cache	Socket	TDP	I/O Bus
Sandy Bridge (Desktop)	Core i3-21xx	2	3 MB	LGA 1155	65 W	Direct Media Interface, Integrated GPU
	Core i3-21xxT					
Sandy Bridge (Mobile)	Core i3-2xx0M			rPGA-988B	35 W	
	Core i3-2xx7M			BGA-1023	17 W	

Core i5

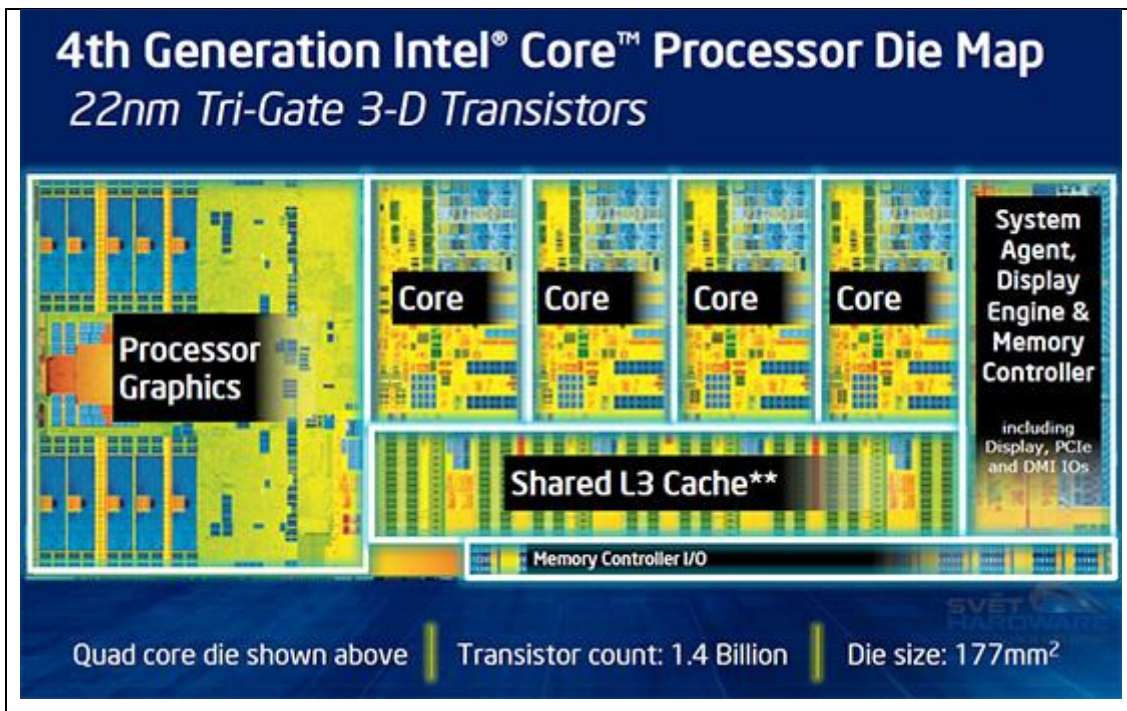
V lednu 2011, Intel uvedl quad-core Core i5 procesory s jádrem na "Sandy Bridge" mikroarchitektuře. Nové du-al-core mobilní procesory a desktopové procesory přišly v únoru 2011. Řada Core i5-2xxx desktopových pro-cesorů má převážně quad-core čipy, s výjimkou dual-core Core i5-2390T, a obsahují integrovanou grafiku, spojující klíčové výhody předchozích Core i5-6xx a Core i5-7xx typů. Označení za čtyřčíslím modelového kódu znamená odblokovaný násobič taktu (K), nízkou spotřebu (S) a ultra-nízkou spotřebu (T). Desktopové procesory nyní mají čtyři non-SMT jádra (jako i5-750), s výjimkou i5-2390T. DMI sběrnice pracuje na 5 GT/s. Mobilní Core i5-2xxxM procesory jsou všechny dvoujádrové, podobně jako předcházející Core i5-5xxM typy a mají také shodné funkce jako tato typová řada.

Codename (main article)	Brand name (list)	Cores	L3 Cache	Socket	TDP	I/O Bus
Sandy Bridge (Desktop)	Core i5-2xxx Core i5-2xxxK	4	6 MB	LGA 1155	95 W	Direct Media Interface, Integrated GP
	Core i5-2xxxS				65 W	
	Core i5-2xxxT	2-4			35-45 W	
Sandy Bridge (Mobile)	Core i5-2xxxM	2	3 MB	rPGA-988B BGA-1023	35 W	
	Core i5-2xx7M			BGA-1023	17 W	

Core i7

Core i7 výroba zůstává nejvyšší úrovni Intelu pro desktopy a mobilní procesory, doplněním Sandy Bridge modelů s velkou kapacitou L3 cache a nejvyšší taktovací frekvencí. Mnoho z těchto modelů je velmi podobných jejich menšímu Core i5 sourozenci. Čtyřjádrové mobilní Core i7-2xxxQM/XM procesory jsou pokračováním "Clarksfield" Core i7-xxxQM/XM procesorů, ale nyní také obsahují integrovanou grafiku.

Codename (main article)	Brand name (list)	Cores	L3 Cache	Socket	TDP	Process	I/O Bus	Release Date
Ivy Bridge (Desktop)	Core i7-37xx	4	8 MB	LGA 1155	77 W	22 nm	Direct Media Interface, Integrated GPU	April 2012
	Core i7-37xxK				65 W			
	Core i7-37xxS				45 W			
	Core i7-37xxT							
Sandy Bridge-E (Desktop)	Core i7-39xxX	6	15 MB	LGA 2011	130 W	32 nm	Direct Media Interface	November 2011
	Core i7-39xxK		12 MB					
	Core i7-38xx		10 MB					
Sandy Bridge (Desktop)	Core i7-2xxxK, i7-2xxx			LGA 1155	95 W			January 2011
	Core i7-2xxxS				65 W			
Ivy Bridge (Mobile)	Core i7-3xx0QM, i7-3xx0QE	4	8 MB	rPGA-988B BGA-1023	45 W	22 nm	Direct Media Interface, Integrated GPU	April 2012
	Core i7-3xx2QM, i7-3xx2QE				35 W			
	Core i7-3xxxXM				55 W			
Sandy Bridge (Mobile)	Core i7-2xxxXM		6 or 8 MB		45 W	32 nm		January 2011
	Core i7-2xxxQM		6 MB					
	Core i7-2xxxQE							
	Core i7-2xx0M	2	4 MB		35 W			February 2011
	Core i7-2xx9M				25 W			
	Core i7-2xx7M				17 W			



Core ix Haswell mikroarchitektura

Rok 2013. Ohlášena nová generace Core ix procesorů Haswell. Jde o 14 nm mobilní a desktopové procesory včetně příslušné čipové sady 8 Series. Co se týče mobilních procesorů, dočkáme se čtyř rodin s označeními H, M, U a Y, jež jsou odstupňované dle svého výkonu a spotřeby.

V případě desktopových procesorů to mají být modely K pro nadšence, kteří si je rádi pokusí přetaktovat, pak běžné modely bez zvláštního označení a nakonec nízkospotřebové S a T. Nové procesory budou mít samy o sobě blízko k předchozím modelům, alespoň dle základního uspořádání.

Maximem u desktopových a mobilních verzí zůstávají 4 fyzická jádra a samozřejmě nepřijdeme ani o Hyper-Threading. Vedle tu budou i 4 další obvyklé části, čili grafické jádro, sdílená paměť L3 (Smart Cache), paměťový řadič DDR3 se dvěma kanály a zbytek "uncore". Toto všechno tedy zůstává stejné jako u Ivy Bridge, a to společně se 64 kB L1 cache (půl instrukční a půl datové) a 256 kB L2 cache na jádro.

On June 4, 2013, Intel Will Introduce the 4th Gen Intel® Core™ Processor Family

Mobile Processors

- H: Quad Core with Intel® Iris™ Pro graphics
- M: Quad Core and Dual Core 2-chip
- U: SoC with Intel® Iris™ graphics option
- Y: Lowest power SoC for detachables

Designed for Ultrabook™

Desktop Processors

- Enthusiast unlocked processors, K-Series
- Performance & mainstream quad core/dual core
- Low power S-Series, T-Series

New Intel® 8 Series Chipset

- Mobile & desktop versions

Přehled méně významných procesorů:

Procesory INTEL

- **i386SL**: úsporná verze procesoru 80386DX pro notebooky a laptopy. Má zabudován systém pro řízení spotřeby energie zvaný **PMS** (Power Management System).
- **i486SX2**: varianta procesoru 80386SX s dvojnásobnou vnitřní frekvencí (50 / 25 MHz). Má výkon asi jako 80486SX 33 MHz
- **i486SL**: 25 MHz verze 80486DX s nízkou spotřebou

Procesory IBM

Jedná se procesory používané výhradně v počítačích firmy IBM, protože IBM neměla licenční povolení tyto procesory dále prodávat.

- **386SLC**: procesor určený do patice pro procesor 80386SX, který má díky svým vylepšením a 8 kB interní cache paměti asi dvojnásobný výkon.
- **486SLC2**: procesor třídy 80386SX. Vnitřně pracuje na dvojnásobné frekvenci (50 / 25 MHz), má 16 kB interní cache paměti. Svým výkonem je srovnatelný s 80486SX / 25 MHz. Není vhodný pro matematické výpočty. Spolupracuje s numerickým koprocесorem 80387SX.
- **486SLC, 486 DLC**: procesory mající vývody kompatibilní s AMD 386 DXL, SLC a pracující s nižším napájecím napětím.
- **486DLC3 (Blue Lightning)**: pracuje s trojnásobnou vnitřní frekvencí. Plně 32bitový procesor s jádrem na úrovni 80386DX, má 16 kB cache paměti. Nemá numerický koprocесor, ale může spolupracovat s 80387DX. Tento procesor má dále sníženou spotřebu elektrické energie a není příliš vhodný pro náročnější aplikace.
- **IBM Blue Lightning-2**: rychlejší verze 486 DLC3 (asi 10-20%)

Procesory AMD

- **386SXL**: procesor určený zejména pro notebooky. Pracuje se sníženým napájením (3,3 V)
- **386DXL**: procesor pracující také se sníženým napájecím napětím. Výkonově je srovnatelný s 80486SX / 25 MHz.
- **486DX**: obdoba procesoru Intel 80486DX pracující na 33 a 40 MHz
- **486SX**: obdoba procesoru Intel 80486SX pracující na 33 a 40 MHz
- **AMD DX2**: obdoba procesoru Intel 80486DX2 pracující na frekvencích 50, 66 a 80 MHz.
- **AMD 486DXL4**: obdoba procesoru Intel 80486DX4 pracující na frekvencích 100, 120, 133 MHz. Tento procesor má však pouze 8 kb interní cache paměti.
- **AMD 586DX5**: obdoba procesoru Intel 80486DX4 pracující na frekvenci 133 MHz. Tento procesor pracuje se čtyřnásobnou vnitřní frekvencí.

Procesor NexGen Nx586

Procesor, který byl vyroben jako konkurenční procesor procesoru Intel Pentium. Nebyl však vývodově kompatibilní s Pentiem, takže vyžadoval speciální základní desku. Dalším jeho problémem byla absence numerického koprocесoru, která jej vyřazovala z nasazení do náročnějších aplikací.

Tyto nedostatky nakonec způsobily, že tento procesor v poměrně krátké době zanikl a výrobní kapacity firmy NexGen převzala firma AMD.

Procesory Cyrix

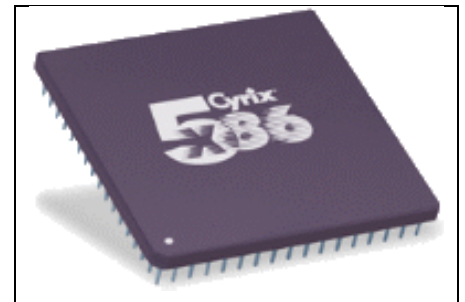
- **Cx486DX**: procesor s integrovanou 8 kB interní cache pamětí, pracující s frekvencemi 33, 40 a 50 MHz
- **Cyrix/TI 486S**: procesor s 16bitovou datovou sběrnici a 24bitovou adresovou sběrnici. Má 1 kB cache paměti a vývodově je kompatibilní s 80386SX (i386SL)

- **486S**: procesor pracující na frekvencích 33 a 40 MHz. Je kompatibilní s 80486SX. Nemá numerický koprocesor, obsahuje 2 kB interní cache paměti. Při frekvenci 40 MHz je jeho výkon asi o 10% nižší než u 80486DX / 33 MHz.
- **Cx486Se**: obdoba procesoru 486S s nižším napájecím napětím
- **486S2**: verze procesoru 486S s dvojnásobnou vnitřní frekvencí. Spolupracuje s numerickým koprocesorem 80387SX.
- **Cx486DRx2**: upgrade 80386 / 33 MHz na 80486DX2 / 66 MHz. Jedná se o procesor s rozložením vývodů stejným jako u 80386.
- **Cx486DX2**: obdoba procesoru 80486DX2 s nižším napájecím napětím a rychlejší write-back cache paměti.

Procesor Cyrix 5x86

Procesor nazývaný také M1sc je **skalární superpipeline** procesor plně kompatibilní s procesory Intel řady 80x86. Tento procesor je osazován do základních desek určených pro procesory 80486. Základní deska však musí tento typ procesoru Cyrix podporovat. Procesor 5x86 je taktován na frekvencích 100 MHz a 120 MHz. Disponuje:

- 64bitovou vnitřní architekturou - 64 datová sběrnice a 32 bitová adresová sběrnice
- předvídaním větvení
- oddělenou jednotkou pro načítání a ukládání, která dovoluje provedení více instrukcí během jednoho cyklu
- jednotkou pro numerické výpočty v pohyblivé desetinné čárce
- 16 kB interní cache write-back cache paměti společné pro instrukce i data



Tento procesor používá napájecí napětí 3,3 V a je dodáván v pouzdře PGA se 168 vývody nebo v pouzdře PQFP s 208 vývody.

Procesor Cyrix 6x86

Nástupce procesoru Cyrix 5x86 nazývaný také M1. Cyrix 6x86 je **superskalární superpipeline** procesor. Obsahuje dvě fronty pro provádění instrukcí. Vyrábí se ve třídách P120+, P133+, P150+, P166+ a P200+, což odpovídá pracovním frekvencím 100, 110, 120, 133 a 150 MHz. Označení PXXX+ označuje tzv. **P-rating**, který říká, že procesor s tímto označením poskytuje stejný nebo lepší výkon jako procesor Intel Pentium na frekvenci XXX MHz. Tento údaj však neplatí v okamžiku, kdy procesor ve větším měřítku využívá numerický koprocesor, který je pomalejší než koprocesor v procesoru Pentium. Procesor Cyrix pak vykazuje asi o 20% nižší výkon oproti Pentiu.

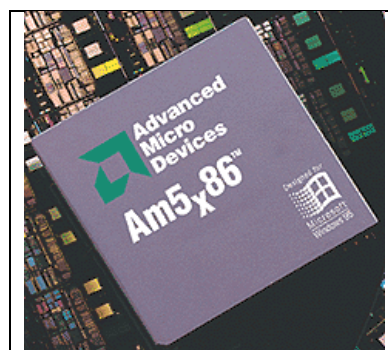


Toto omezení platí i pro procesory firmy AMD. K tomuto označení se přistoupilo hlavně z důvodu odlišnosti architektur jednotlivých procesorů. Jako srovnání výkonů vzhledem k jiným technikám používaným těmito procesory už není možné použít pouze frekvence procesoru. Tyto procesory totiž díky svým odlišným způsobům práce dosahují stejného výkonu jako Intel Pentium při nižších frekvencích.

Procesor Cyrix 6x86 je dodáván v pouzdře PGA s 296 vývody a je osazován do základních desek určených pro procesor Intel Pentium (základní deska musí opět tento typ procesoru podporovat). Je až na menší drobnosti kompatibilní s procesory řady 80x86. Používá technik podobných těm, které užívá Pentium Pro, jako jsou spekulativní provádění instrukcí, přejmenování registrů a jiné.

Procesor Amd5x86

Am5x86 je **skalární procesor** vývodově kompatibilní s procesory Intel 80486, vyrábí se v pouzdře PGA se 168 vývody nebo PQFP s 208 vývody. Je tedy určen pro práci v základní desce určené pro procesor 80486, která tento typ procesoru musí podporovat. Am5x86 pracuje s frekvencí 133 MHz (P75), kde označení P75 značí podobně jako u procesorů Cyrix P-rating. Procesor pracuje vnitřně s čtyřnásobnou frekvencí. Má integrováno 16 kB čtyřcestně asociativní, write-back cache paměti společné pro data i instrukce.



Procesor AMD K5

Procesor AMD K5 je **superskalární procesor** vyráběný v pouzdře PGA s 296 vývody. Je určen pro práci v základních deskách pro procesor Intel Pentium (opět je vyžadována podpora tohoto procesoru ze strany základní desky). Je dodáván ve třídách PR75, PR90 a PR100, kde označení PR označuje P-rating procesoru. Procesor K5 obsahuje čtyřcestní asociativní write-back cache paměť rozdělenou na dvě části:

- 16 kB pro instrukce
- 8 kB pro data

Dále má osazenu jednotku pro výpočty v pohyblivé desetinné čárce. Je ekvivalentem asi 4.3 milionu tranzistorů.



Procesor AMD K6

Jedná se o vylepšený procesor K5, který oproti svému předchůdci disponuje vyšším výkonem a lepší kompatibilitou. Tento procesor již také obsahuje rozšíření o technologii MMX a vykazuje lepší kompatibilitu s procesory Intel.

Procesor AMD K6 je dodáván v pouzdře PGA a je určen k osazení do základních desek pro procesory Intel Pentium. Podobně jako v ostatních případech i zde musí základní deska tento typ procesoru podporovat.



Numerické koprocesory

Numerický (matematický) koprocesor je integrovaný obvod vyvinutý speciálně pro numerické výpočty. Z toho vyplývá, že se jedná o obvod určený hlavně pro aplikace provádějící často číselné operace v pohyblivé desetinné čárce. Klasické programy tohoto typu jsou např.:

- tabulkové kalkulátory
- programy CAD/CAM
- programy pro finanční analýzu
- programy pro technické aplikace

Procesor	Odpovídající numerický koprocesor	Typ pouzdra	Maximální rychlost (MHz)
8086/8088	8087	DIP	10
80186/80188	80187	DIP	10
80286	80287	DIP	12
80386	80387	PGA	33
80386SX	80387SX	PLCC	33
80486SX	80487SX	PGA	33

Některé programy (např. AutoCAD) dokonce přítomnost numerického koprocesoru přímo vyžadují a bez jeho přítomnosti není možné s takovýmto programem pracovat. Platí, že numerický koprocesor v určitých operacích, jako jsou například výpočty hodnot některých funkcí (sinus, kosinus, logaritmus), je až 20 krát rychlejší než procesor.

Koprocesory byly postupně vyráběny k jednotlivým procesorům s označením stejným jako bylo označení procesoru s výjimkou poslední číslice, která je u numerického koprocesoru 7 (viz tabulka).

U starších základních desek pro procesor 80386 je možné vidět i patičku určenou pro osazení koprocesoru 80287, protože v době, kdy byl procesor 80386 vyroben, neexistoval ještě specializovaný numerický koprocesor 80387. Ten byl vyroben až později.

Procesory jako jsou 80486, Pentium, Pentium Pro a Pentium II v tabulce uvedeny nejsou, protože mají numerický koprocesor integrován přímo na svém čipu a tudíž žádný specializovaný samostatný obvod, který by sloužil jako koprocesor, se k těmto procesorům nevyrábí.

Poznámka: Existují také programové emulátory numerických koprocesorů, které po svém spuštění vytvářejí dojem, že v počítači je skutečně numerický koprocesor osazen. Tento emulátor však může sloužit jen pro amatérské použití, protože poskytuje pouze stejné funkce jako numerický koprocesor. Jeho výpočty nejsou rychlejší, ale naopak podstatně pomalejší (musí je provádět sám procesor).

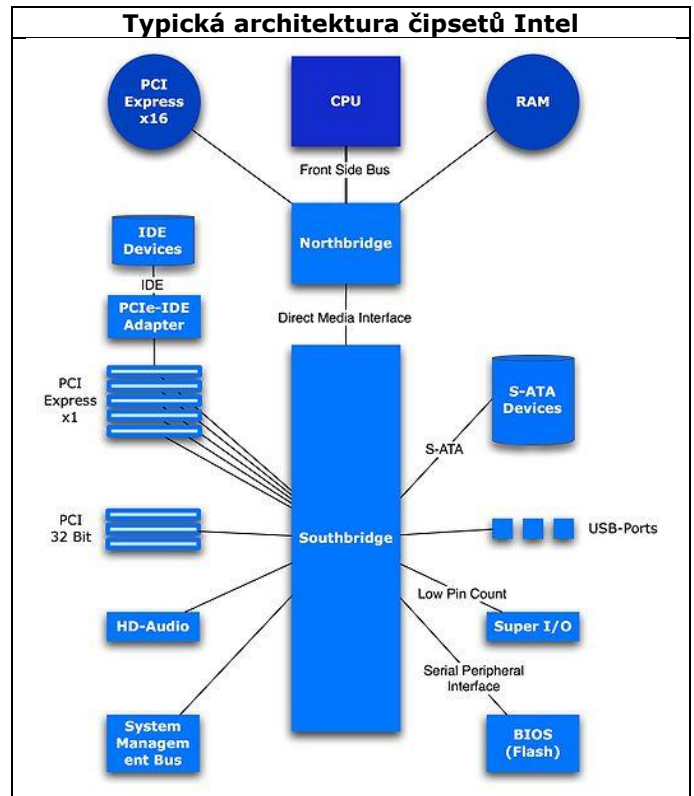
Čipové sady

Čipová sada (Chip set) je sada integrovaných obvodů speciálně zkonstruovaná pro práci s konkrétním typem procesoru. Obvody čipové sady realizují funkce, jako např.

- řízení činnosti paměti DRAM i SRAM
- řízení činnosti jednotlivých sběrnic
- komunikace mezi sběrnicemi

Architektura North/South Bridge.

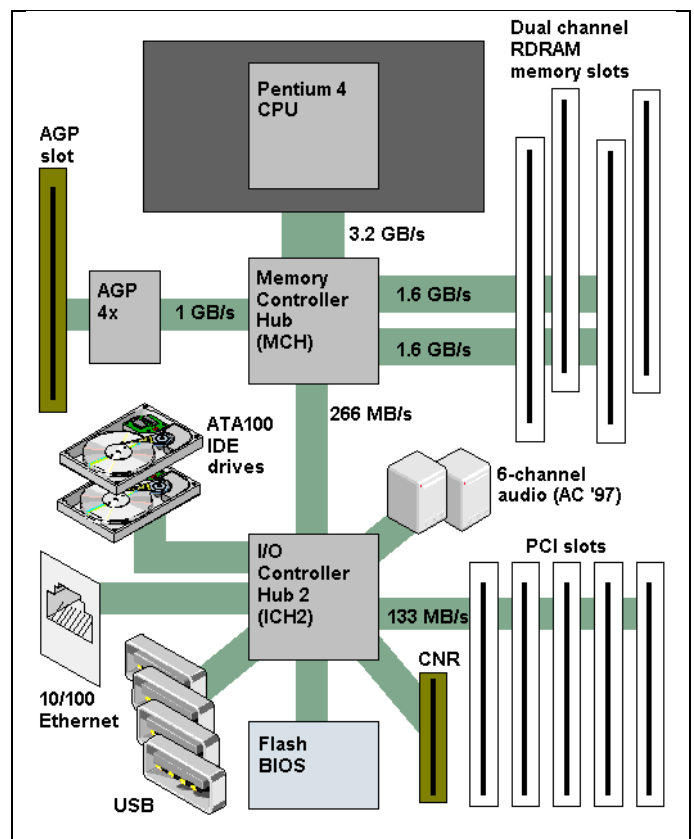
Tradičně, v obou variantách AMD a Intel, procesor je připojen na dva další integrované obvody: **northbridge (severní most)**, který zodpovídá za komunikaci s vysokorychlostními zařízeními, jako paměť a grafické karty; a **southbridge (jižní most)**, který obsluhuje rovnoměrně nízkorychlostní periferie, jako sběrnice USB, paralelní a sériovou komunikaci. Sběrnice propojující procesor a systémovou paměť je známá jako **front side bus (FSB)**. Rozhraní mezi CPU a grafickými zařízeními, ve slotech AGP, PCI nebo integrovanými na motherboardu, je přímo řízena obvodem northbridge. Nedílnou součástí této architektury zůstával i tzv. **Super I/O čip**. Byl to zvláštní obvod původně připojený na ISA sběrnici, obsluhující zvláště pomalé periferie. S ústupem pomalých rozhraní a vynecháním sběrnice ISA význam tohoto obvodu postupně ustupoval do pozadí.



Architektura HUB.

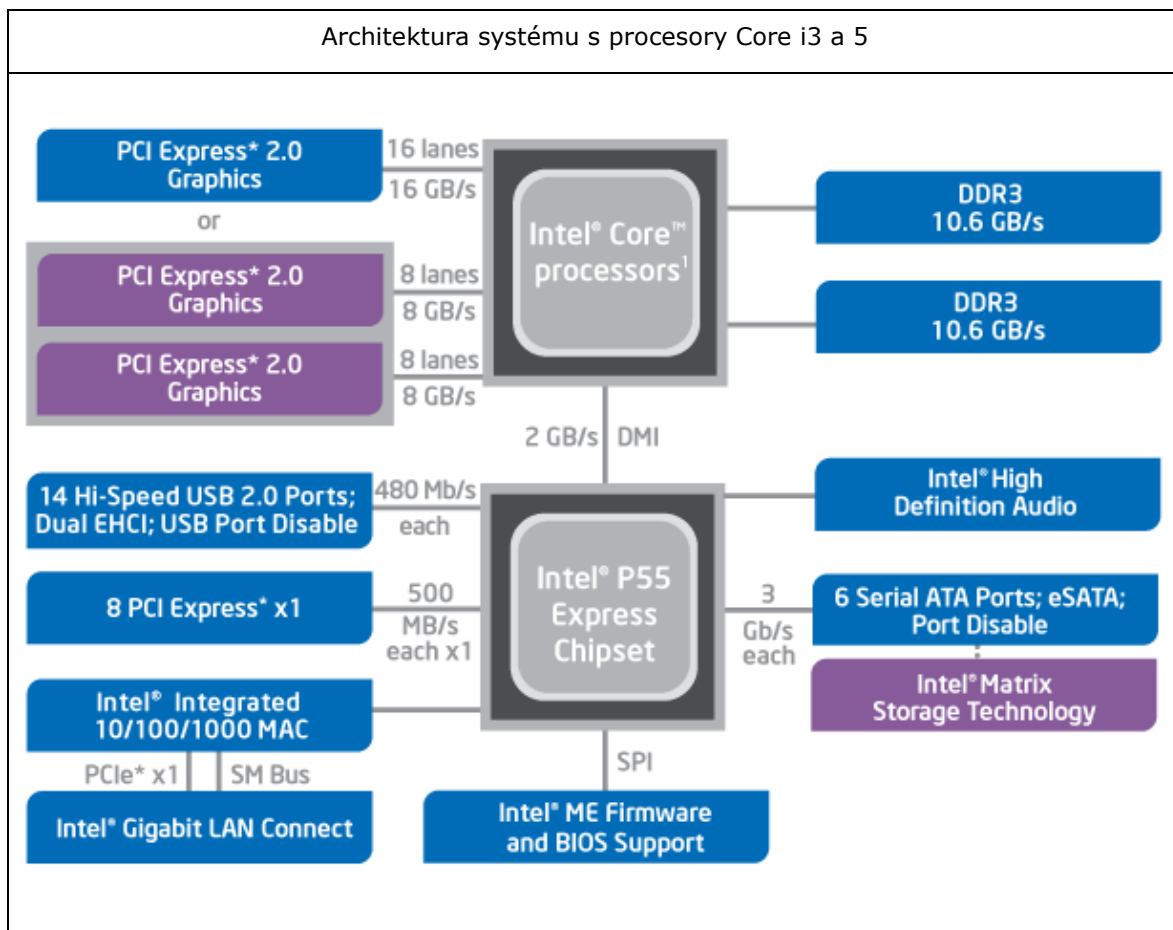
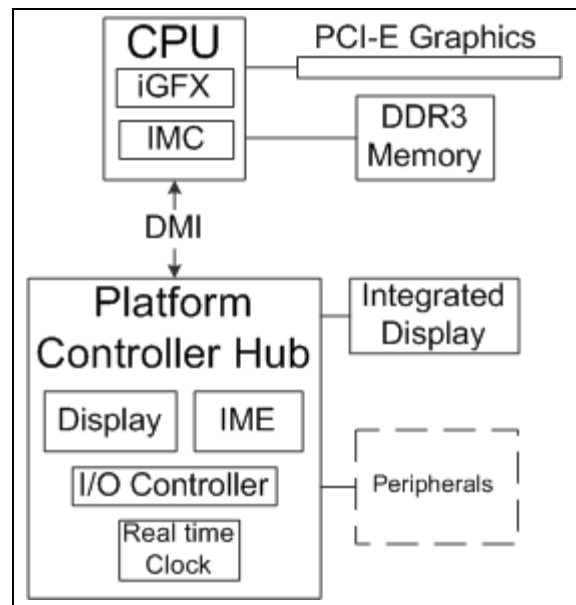
V roce 2003, AMD uvedlo Athlon 64-bit procesor, který současně zahájil éru 64-bitových procesorů na trhu, s integrovaným paměťovým řadičem v procesoru, se sběrnicí dovolující přímou komunikaci mezi procesorem a pamětí, podporovanou protokolem "Hyper-Transport". Intel jej následoval v roce 2008 řadou Core i[x] procesorů a pojmenoval novou, rychlejší sběrnici mezi procesorem a systémovou pamětí jako "Quick-Path".

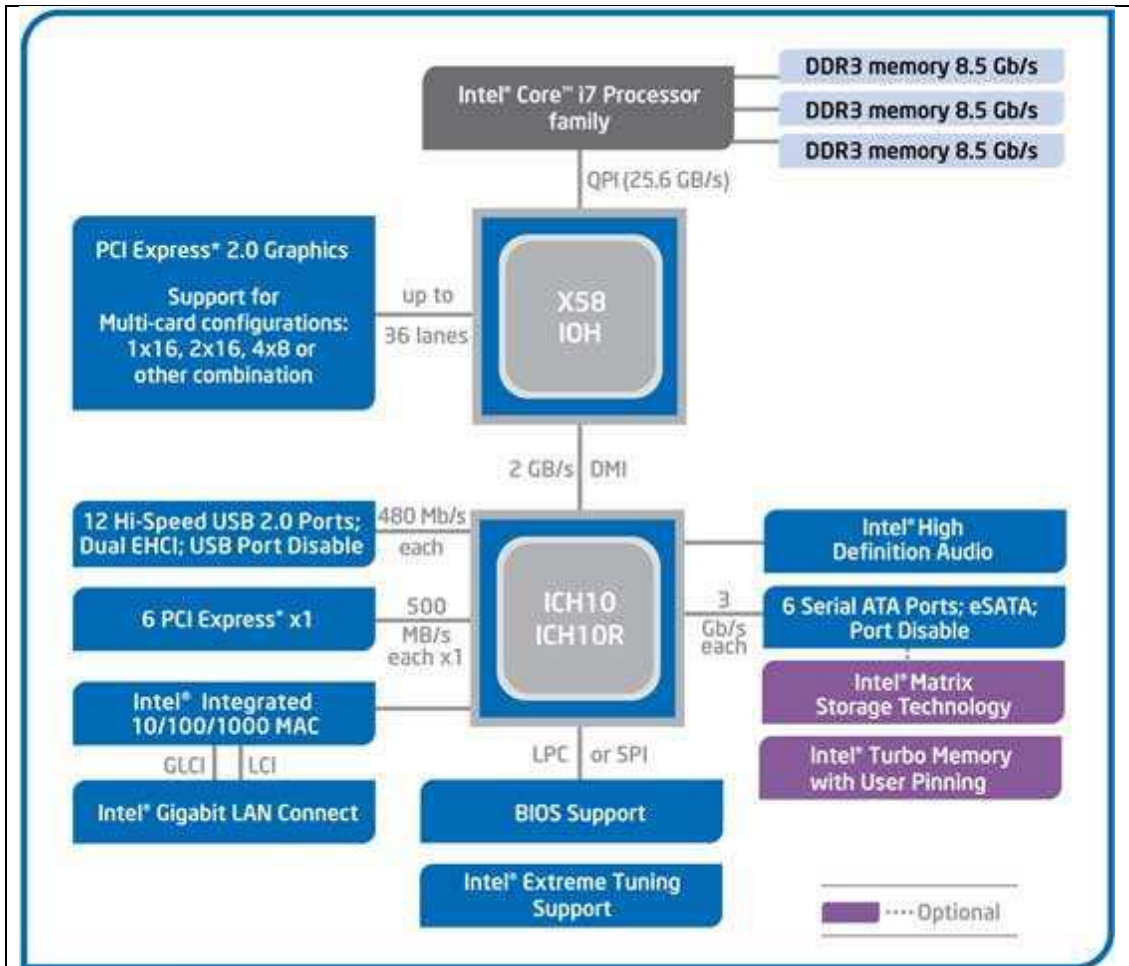
Na nových Intelovských motherboardech s čipovou sadou série 800 a vyšších, byla nově celá činnost northbridge nahrazena rozhraním mezi procesorem a grafickou kartou nazývaným **Memory Controller Hub (MCH)**, případně pokud byla integrována i grafika tak **Integrated Memory Controller Hub (IMCH) nebo Graphics and Memory Controller Hub (GMCH)**. Také South Bridge byl nahrazen obvodem **I/O Controller Hub (ICH)**. Vývojově byly tyto čipy označovány generáčnými čísly jako ICH, ICH2 až ICH10. Místo původní sběrnice PCI propojující North/South Bridge byly nové obvody propojeny zvláštní vysokorychlostní sběrnicí s vyšší rychlostí než PCI.



Architektura PCH.

V některých novějších Intelových konfiguracích, jsou northbridge a southbridge sloučeny do jednoho obvodu, s názvem **Platform controller hub (PCH)**, jako efektivnější a dokonalejší southbridge. Některé Intelovské procesory mají také integrovaný GPU na čipu. I v těchto případech samozřejmě externí grafické adaptéry zůstávají povoleny a PCH potom zachovává funkce southbridge pro nízkorychlostní periferie. K propojení PCH a procesoru slouží dva typy sběrnic **Flexible Display Interface (FDI)** a **Direct Media Interface (DMI)**. FDI se používá v případě podpory procesorů s integrovanou grafikou.






Architektura systému s procesorem Core i7

Čipová sada 8.generace pro procesory Haswell

New BGA Strategy for Ultra-Thin Devices


Integration Drives Lower Power, Smaller Designs

New! 1-Chip BGA Solution

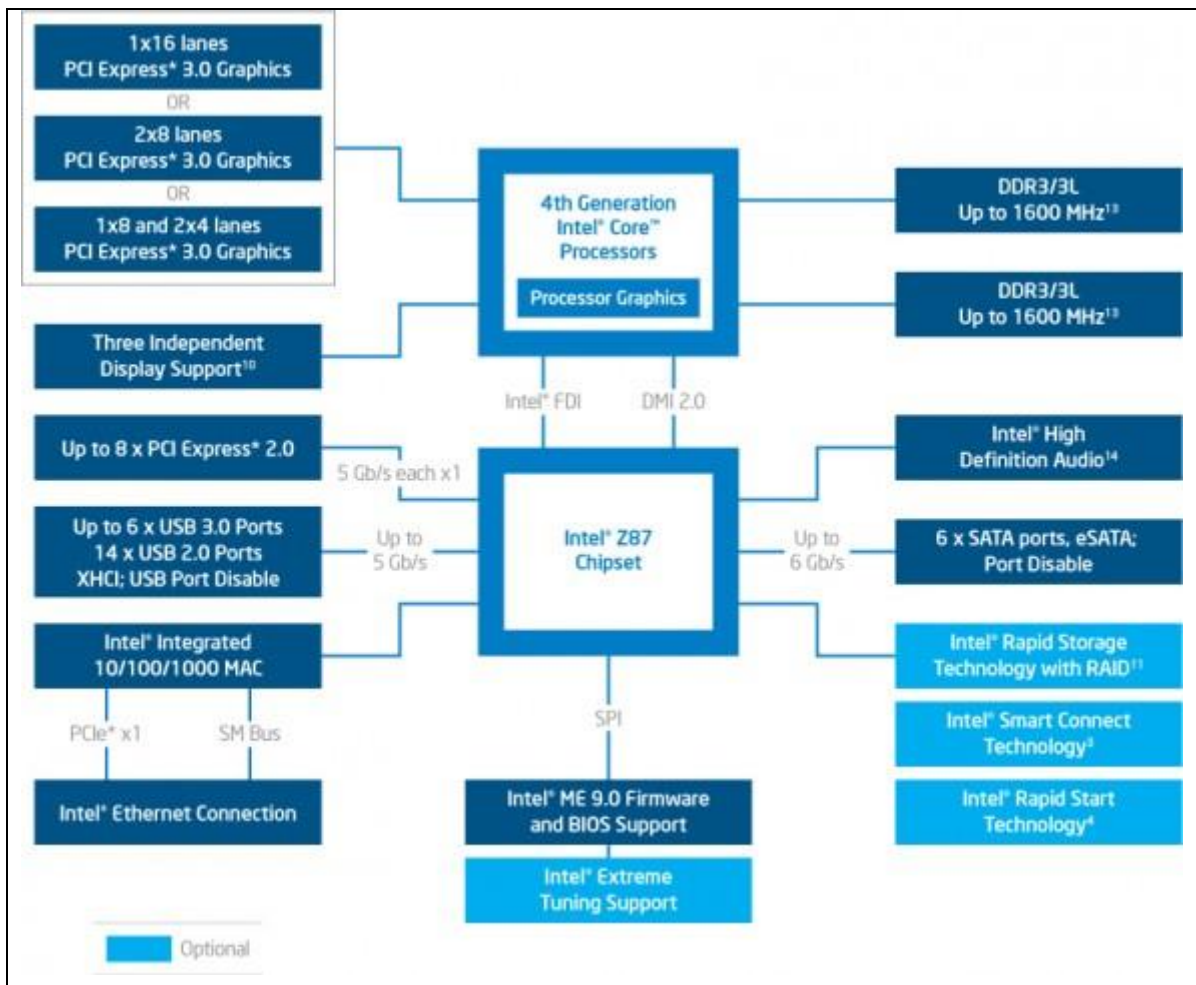


- CPU and PCH integrated into single BGA package
- 15W & 28W TDPs, 6W and below SDP
- S0ix support
- Supports LPDDR3 and DDR3L memory

Traditional 2-Chip platform



- 2 chip scalable solution: CPU and chipset
- BGA and rPGA packages
- 57W, 47W, and 37W TDPs
- Supports DDR3L Memory
- GT3e graphics



Intel® 8 Series Chipset

More robust and more flexible I/O

Item	7 Series	8 Series
I/O Port Flexibility	No	Yes
Total USB Ports (Includes USB 2 and USB3 Ports)	14 USB Ports	14 USB Ports
USB 3.0 Capable Ports	Up to 4	Up to 6
xHCI Ports	4 USB3 Ports	All USB Ports controlled by xHCI
PCI Express	Up to 8 PCIe 2.0 (5GT/s)	Up to 8 PCIe 2.0 (5GT/s)
Total SATA Ports (Includes 3 Gb/s and 6Gb/s Ports)	6 SATA	6 SATA
SATA 6 Gb/s Capable Ports	Up to 2	Up to 6
Legacy PCI	Legacy PCI on Q/B SKU	Legacy PCI removed from all SKUs
Digital Display I/F	DP, HDMI (w/ integ. LS), Wireless Display	Digital display moved to processor
Analog Display I/F	VGA	VGA
SPI	Dual Read	SFDP, Quad Read

Paměti

Paměť počítače je zařízení, které slouží k ukládání programů a dat, s nimiž počítač pracuje. Paměti lze rozdělit do tří základních skupin:

- **registry**: paměťová místa na čipu procesoru, která jsou používána pro krátkodobé uchování právě zpracovávaných informací
- **vnitřní (interní, operační) paměti**: paměti osazené většinou na základní desce. Bývají realizovány pomocí polovodičových součástek. Jsou do nich zaváděny právě spouštěné programy (nebo alespoň jejich části) a data, se kterými pracují.
- **vnější (externí) paměti**: paměti realizované většinou za pomoci zařízení používajících výměnná média v podobě disků či jiných magnetických médií. Záznam do externích pamětí se provádí zatím většinou na magnetickém nebo optickém principu, postupně však dochází k náhradě za vnější paměti s polovodičovým úložištěm dat. Vnější paměti slouží pro dlouhodobé uchování informací a zálohování dat.

Základní parametry pamětí jsou:

- **kapacita**: množství informací, které je možné do paměti uložit
- **přístupová doba**: doba, kterou je nutné čekat od zadání požadavku, než paměť zpřístupní požadovanou informaci
- **přenosová rychlost**: množství dat, které lze z paměti přečíst (do ní zapsat) za jednotku času
- **statičnost / dynamičnost**:
 - **statické paměti**: uchovávají informaci po celou dobu, kdy je paměť připojena ke zdroji elektrického napětí
 - **dynamické paměti**: zapsanou informaci mají tendenci ztrácet i v době, kdy jsou připojeny k napájení. Informace v takových pamětech je nutné tedy neustále periodicky oživovat, aby nedošlo k jejich ztrátě.
- **destruktivnost při čtení**:
 - **destruktivní při čtení**: přečtení informace z paměti vede ke ztrátě této informace. Přečtená informace musí být následně po přečtení opět do paměti zapsána.
 - **nedestruktivní při čtení**: přečtení informace žádným negativním způsobem tuto informaci neovlivní.
- **energetická závislost**:
 - **energeticky závislé**: paměti, které uložené informace po odpojení od zdroje napájení ztrácejí
 - **energeticky nezávislé**: paměti, které uchovávají informace i po dobu, kdy nejsou připojeny ke zdroji elektrického napájení.
- **přístup**
 - **sekvenční**: před zpřístupněním informace z paměti je nutné přečíst všechny předcházející informace
 - **přímý**: je možné zpřístupnit přímo požadovanou informaci
- **spolehlivost**: střední doba mezi dvěma poruchami paměti
- **cena za bit**: cena, kterou je nutno zaplatit za jeden bit paměti

Následující tabulka ukazuje výše popsané tři typy pamětí a jejich parametry.

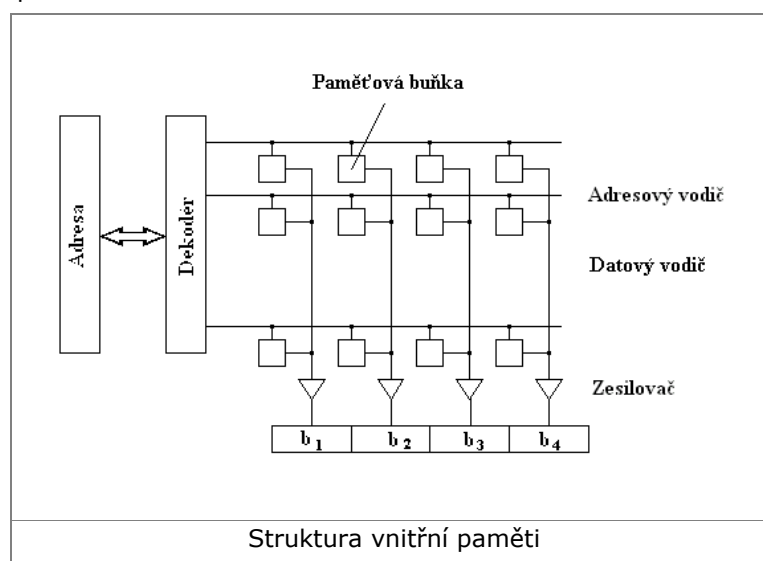
	registry	vnitřní paměti	vnější paměti
kapacita	velmi malá (jednotky bytů)	Vyšší (řádově 100kB – 10GB)	Vysoká (řádově 10MB - 10 TB)
přístupová doba	velmi nízká (velmi rychlé paměti)	Vyšší (řádově 10 ns)	Vysoká (řádově 10 ms a vyšší)
přenosová rychlost	vzhledem k malé kapacitě se většinou neuvažuje	Vysoká (řádově 1 - 100 MB/s)	nižší než u vnitřních pamětí

statičnost / dynamičnost	statické	statické i dynamické	statické
destruktivnost při čtení	nedestruktivní	destruktivní i nede- struktivní	nedestruktivní
energetická závislost	závislé	závislé	nezávislé
přístup	přímý	přímý	přímý i sekvenční
spolehlivost	velmi spolehlivé	spolehlivé	méně spolehlivé
cena za bit	vzhledem k nízké kapacitě vysoká	nižší než u registrů a vyšší než u vnějších pamětí	vzhledem k vysoké kapacitě ní- zká

Vnitřní paměti

Interní paměti jsou zapojeny jako matice paměťových buněk. Každá buňka má kapacitu jeden bit. Takováto buňka tedy může uchovávat pouze hodnotu logická jedna nebo logická 0.

Obecná struktura vnitřní paměti.



Při přístupu do paměti (čtení nebo zápis) je vždy udána adresa paměťového místa, se kterým se bude pracovat. Tato adresa je přivedena na vstup dekodéru. Dekodér pak podle zadané adresy vybere jeden z adresových vodičů a nastaví na něm hodnotu logická 1. Podle toho, jak jsou zapojeny jednotlivé paměťové buňky na příslušném řádku, který byl vybrán dekodérem, projde resp. neprojde hodnota logické jedničky na datové vodiče. Informace je dále na koncích datových vodičů zesílена zesilovačem. V případě, že hodnota logická jedna projde přes paměťovou buňku, obdržíme na výstupu hodnotu bitu 1. V opačném případě je na výstupu hodnota bitu 0. Zcela analogický je postup i při zápisu hodnoty do paměti. Opět je nejdříve nutné uvést adresu paměťového místa, do kterého se bude zapisovat. Dekodér vybere adresový vodič příslušný zadané adrese a nastaví na něj hodnotu logická 1. Dále se nastaví hodnoty bitů b_1 až b_4 na hodnoty, které se budou do paměti ukládat. Tyto hodnoty jsou potom uloženy do paměťových buněk na řádku odpovídajícím vybranému adresovému vodiči.

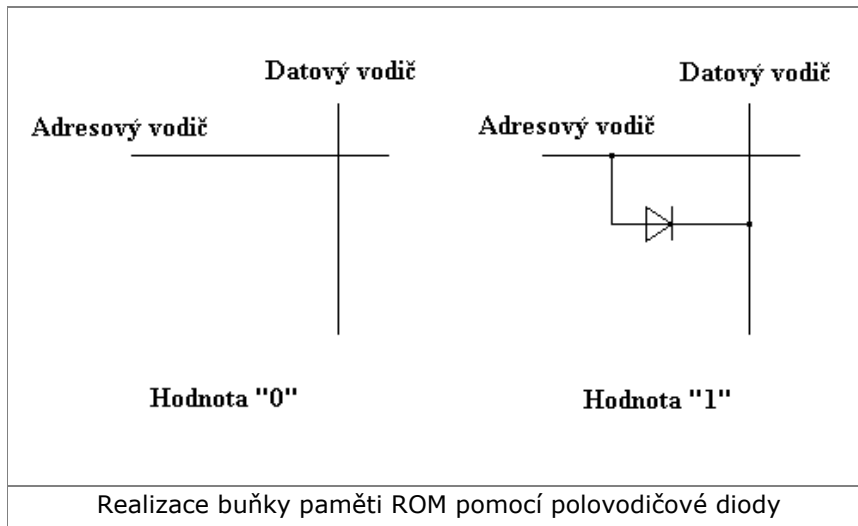
Vnitřní paměti je možné rozdělit do následujících základních skupin:

- ROM
- PROM
- EPROM
- EEPROM
- Flash
- RAM
 - DRAM
 - SRAM

Paměti ROM (Read Only Memory)

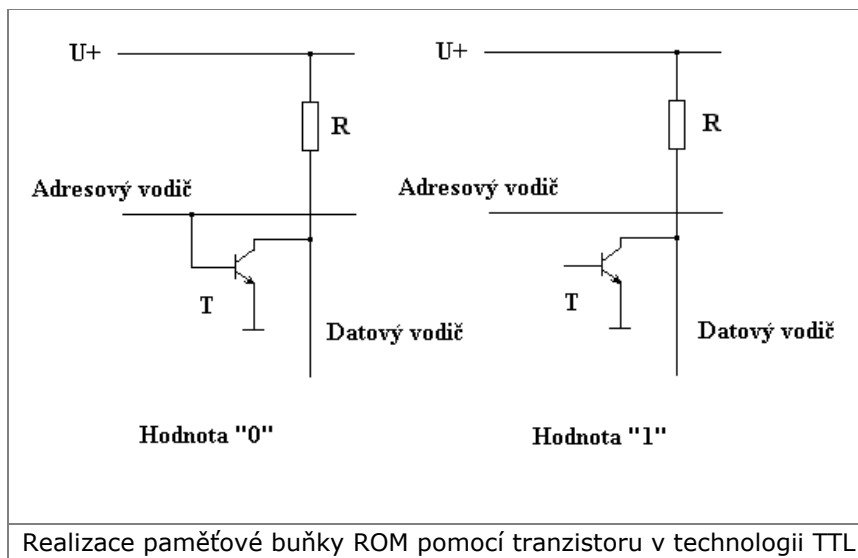
Paměti ROM jsou paměti, které jsou určeny pouze pro čtení informací. Informace jsou do těchto pamětí pevně zapsány při jejich výrobě a potom již není možné žádným způsobem jejich obsah změnit. Jedná se tedy o statickou, energeticky nezávislou paměť určenou pouze ke čtení. Při výrobě tohoto typu paměti se používá nejčastěji některé z následujících realizací paměťových buněk.

Paměťová buňka paměti ROM může být realizována jako dvojice nespojených vodičů a vodičů propojených přes polovodičovou diodu.



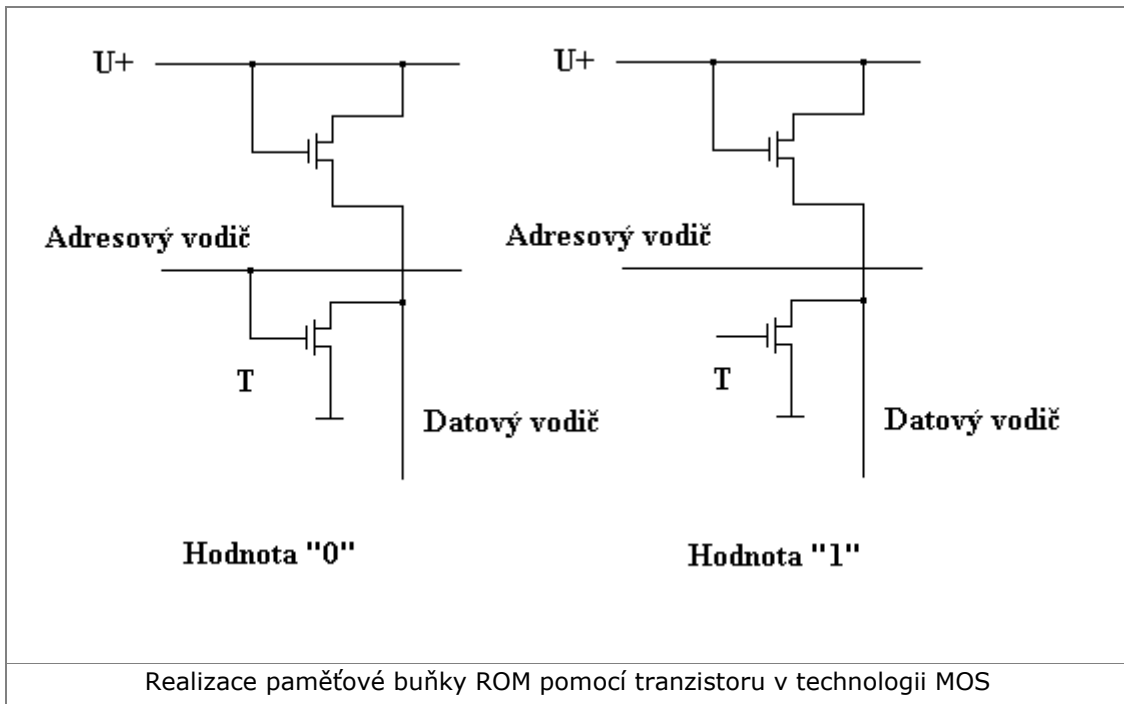
V prvním případě nemůže žádným způsobem hodnota logická jedna přejít z adresového vodiče na vodič datový. Jedná se tedy o buňku, ve které je permanentně uložena hodnota 0. V případě druhém hodnota logická 1 přejde z adresového vodiče přes polovodičovou diodu na vodič datový. Toto zapojení představuje tedy paměťovou buňku s hodnotou 1. Dioda je zapojena tak, aby hodnota logická 1 mohla přejít z adresového vodiče na datový, ale nikoliv v opačném směru, což by vedlo k jejímu šíření po velké části paměti.

Jednotlivé buňky paměti ROM je také možné realizovat pomocí tranzistorů, a to jak v technologii TTL, tak v technologiích MOS. Její realizace v technologii TTL je uvedena na následujícím obrázku.



V tomto případě je na datový vodič neustále přiváděna hodnota logická 1. Pokud dojde k vybrání adresového vodiče a tím k umístění hodnoty logická jedna na tento vodič, tak v případě, že je tranzistor T spojen s tímto adresovým vodičem, dojde k jeho otevření a tím k propojení datového vodiče se zemí. Na takto propojeném datovém vodiči se potom objeví hodnota logická 0 a tato buňka představuje uložení hodnoty bitu 0. U buněk, jejichž tranzistor není spojen s adresovým vodičem, nemůže nikdy dojít k otevření tohoto tranzistoru a tím ani ke spojení datového vodiče se zemí. V této buňce je tedy neustále uložena hodnota 1.

Zcela analogicky pracuje i buňka paměti ROM zapojená pomocí tranzistorů v některé z technologií MOS.



Tranzistory připojené k napájecímu vodiči plní pouze úlohu rezistorů podobně jako u buňky v předešlém případě. Samotná buňka pracuje na stejném principu, který byl popsán u buňky v technologii TTL.

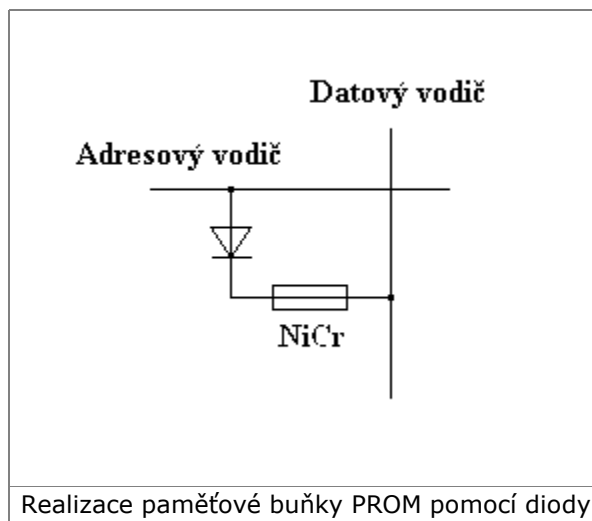
Paměti PROM (Programable Read Only Memory)

Paměť PROM neobsahuje po vyrobení žádnou pevnou informaci a je až na uživateli, aby provedl příslušný zápis informace. Tento zápis je možné provést pouze jednou a poté již paměť slouží stejně jako paměť ROM. Paměti PROM představují statické a energeticky nezávislé paměti.



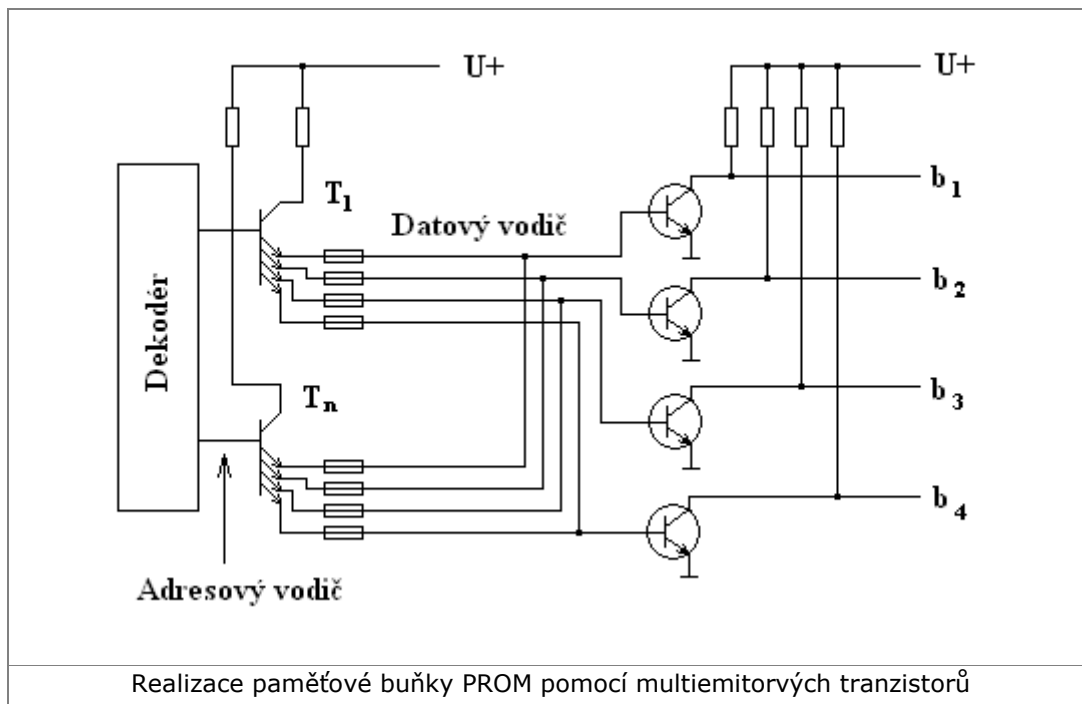
Buňku paměti je možné realizovat podobně jako u paměti ROM. Při výrobě je vyrobena matice obsahující spojené adresové vodiče s datovými vodiči přes polovodičovou diodu a tavnou pojistku z niklu a chromu (NiCr).

Takto **vyrobená paměť obsahuje na začátku samé hodnoty 1.**



Zápis informace se provádí vyšší hodnotou elektrického proudu (cca 10 mA), která způsobí přepálení tavné pojistky a tím i definitivně zápis hodnoty 0 do příslušné paměťové buňky.

Paměti typu PROM se také realizují pomocí bipolárních multiemitorových tranzistorů, jak je uvedeno na následujícím obrázku

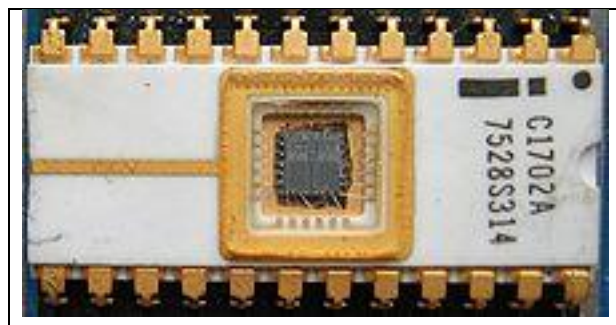


Takto realizovaná paměť PROM obsahuje pro každý adresový vodič jeden multiemitorový tranzistor. Každý z těchto tranzistorů obsahuje tolik emitorů, kolik je datových vodičů. Při čtení z paměti je opět na příslušný adresový vodič přivedena hodnota logická 1, která způsobí, že tranzistor se otevře a ve směru kolektor emitor začne procházet elektrický proud. Jestliže je tavná pojistka průchozí, procházející proud otevře tranzistor, který je zapojen jako invertor, a na výstupu je přečtena hodnota 0. Jestliže tavná pojistka byla při zápisu přepálena, tzn. je neprůchozí, nedojde k otevření tranzistoru a na výstupu je přečtena hodnota 1.

Paměť PROM pracující na tomto principu má po svém vyrobení ve všech buňkách zapsanu hodnotu 0 a při jejím programování se do některých buněk přepálením tavné pojistky zapíše hodnota 1.

Paměti EPROM (Eraseable Programmable Read Only Memory)

Paměť EPROM je statická energeticky nezávislá paměť, do které může uživatel provést zápis. Zapsané informace je možné vymazat působením ultrafialového záření. Tyto paměti jsou realizovány pomocí speciálních unipolárních tranzistorů, které jsou schopny na svém přechodu udržet elektrický náboj po dobu až několika let. Tento náboj lze vymazat právě působením UV záření. Paměti EPROM jsou charakteristické malým okénkem v pouzdře integrovaného obvodu obsahujícího tuto paměť. Pod okénkem je umístěn vlastní paměťový čip a to je místo, na které směřuje při vymazávání zdroj UV záření. Při práci bývá tento otvor většinou přelepen ochranným štítkem, aby nedocházelo ke ztrátám informace vlivem UV záření v ovzduší.

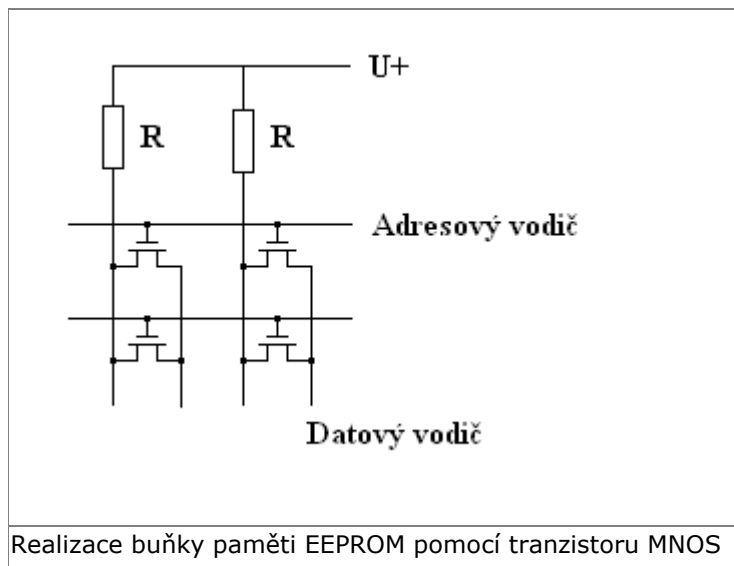


Zapojení jedné buňky paměti EPROM je podobné jako u paměti EEPROM (viz dále).

Paměti EEPROM (Electrically EPROM)

Tento typ paměti má podobné chování jako paměti EPROM, tj. jedná se o statickou energeticky nezávislou paměť, kterou je možné naprogramovat a později z ní informace vymazat. Výhodou oproti EPROM pamětem je, že vymazání se provádí elektricky a nikoliv pomocí UV záření, čímž odpadá nepohodlná manipulace s paměti při jejím mazání.

Při výrobě paměti EEPROM se používá speciálních tranzistorů vyrobených technologií MNOS (Metal Nitrid Oxide Semiconductor). Jedná se o tranzistory, na jejichž řídicí elektrodě je nanášena vrstva nitridu křemíku (Si_3N_4) a pod ní je umístěna tenká vrstva oxidu křemičitého (SiO_2). Vlastní buňka paměti EEPROM pak pracuje na principu tunelování (vkládání) elektrického náboje na přechod těchto dvou vrstev.



Při **zápisu dat** se přivede na příslušný adresový vodič záporné napětí $-U$ a datový vodič buněk, do nichž se má zaznamenat hodnota 1, se uzemní. Tranzistor se otevře a vznikne v něm náboj, který vytvoří velké prahové napětí. Při čtení se přivede na adresový vodič záporný impuls. Tranzistor s malým prahovým napětím se otevře a vede elektrický proud do datového vodiče, zatímco tranzistor s velkým prahovým napětím zůstane uzavřen. Vymazání paměti se provádí kladným napětím $+U$, které se přivede na adresové vodiče. Tunelovaný náboj se tím zmenší a prahové napětí poklesne, čímž je paměť vymazána.

Paměti typu FLASH

Flash paměť (nebo jen flash) je nevolatilní (semipermanentní) elektricky programovatelná (zapisovatelná) paměť s libovolným přístupem. Paměť je vnitřně organizována po blocích a na rozdíl od paměti typu EEPROM, lze programovat každý blok samostatně (obsah ostatních bloků je zachován). Paměť se používá jako paměť typu ROM např. pro uložení firmware (např. ve vestavěných zařízeních). Výhodou této paměti je, že ji lze znovu naprogramovat (např. BIOS - přeprogramování novější verzí firmware) bez vyjmutí ze zařízení s použitím minima pomocných obvodů. Flash paměť se používá jako výměnné (přenosné) datové médium (vnější paměť) ve formě paměťových karet.



CompactFlash (CF) byl původně typ zařízení pro ukládání dat používané v přenosných elektronických zařízeních. Jako záznamové médium používá flash paměť ve standardizovaném pouzdru. Poprvé bylo specifikováno a vyrobeno společností SanDisk Corporation v roce 1994. Fyzický formát je dnes používán pro mnoho zařízení. Existují dva typy CF karet: Type I (tloušťka 3,3 mm) a trochu tlustší Type II (5 mm). Disk IBM Microdrive rozměrem odpovídá CF Type II. Jako rozhraní bylo zvoleno klasické IDE. Rychlostní specifikace CF postupně přidávají nové přenosové režimy ATA, poslední specifikace CF 4.0 podporuje režim Ultra-DMA 5. Kapacitní a rychlostní omezení CF odpovídají použitému ATA režimu, v současnosti existují karty s kapacitou až 128GB. Dnes se CF karty používají v profesionálních digitálních fotoaparátech a kamerách nebo místo pevných disků v průmyslových počítačích nebo počítačích s nízkou spotřebou. Jako flash paměť s vhodným rozhráním poskytovala alternativu k SSD, které se vyráběly s relativně malou kapacitou a vysokou cenou (2011). Je k tomu potřeba redukce CF-IDE, která neobsahuje žádnou přidanou elektroniku (popř. CF-SATA, kde je přítomen PATA-SATA můstek). Firma Addonics vyrábí RAID řadič pro 4 CF karty. Díky



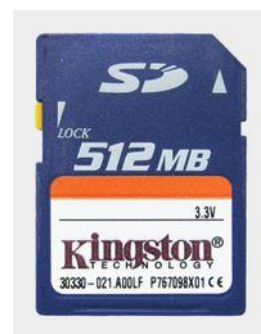
absenci rotačního zpoždění klasických magnetických disků toto řešení může výrazně urychlit některé úlohy na PC (spouštění systému, aplikací).

Memory Stick je v informatice označení pro vyjímatelnou paměťovou kartu typu flash, kterou vyrábí od října 1998 firma Sony. Verze *Memory Stick PRO* zvyšuje úložnou kapacitu i přenosové rychlosti dat. Verze *Memory Stick Duo* je zmenšená verze (včetně *PRO Duo*) a *Memory Stick Micro (M2)* je ještě menší. Od prosince 2006 je vyráběna vysokorychlostní varianta *Memory Stick PRO-HG*, která je používána ve videokamerách s vysokým rozlišením (HD). Od ledna 2010 se zdá, že Sony začíná kombinovat podporu SD/SDHC a Memory Stick formátů ve svých produktech. Ve všech digitálních fotoaparátech a videokamerách Sony oznámených na "Consumer Electronics Show 2010" lze použít SD a SDHC karty, stejně jako Memory Stick. Navíc Sony vydává vlastní řady SD karty. Mnoho lidí tvrdí, že tato možnost je konec války mezi formáty Memory Stick a SD. Sony ale neopouští svůj formát, ve skutečnosti bude pokračovat ve vývoji formátu



pro dohlednou budoucnost. Obvykle jsou Memory Stick používány jako paměťová média pro přenosné zařízení, ve formě, která může být snadno odstraněna pro přístup pomocí osobního počítače. Například digitální fotoaparáty Sony používají Memory Stick pro ukládání obrázkových souborů. Se čtečkou paměťových karet schopných číst Memory Stick si uživatel může kopírovat snímky pořízené digitálním fotoaparátem Sony do počítače. Sony typicky zahrnuje hardware pro čtení Memory Stick karet do spotřebitelských zařízení, jako jsou digitální fotoaparáty, digitální hudební přehrávače, PDA, mobilní telefony, řada přenosných počítačů VAIO, a PlayStation Portable. Zvláštní Memory Stick může být vložen do robotického mazlíčka Sony AIBO, s cílem umožnit použití Aiboware-software určeného pro použití na AIBO. Karty obsahují kopírovací ochranný mechanismus používaný roboty, který umožňuje uživatelům psát programy, které jsou označovány jako programovatelné nebo programovací. Jsou k dispozici pouze ve verzích 8 MB a 16 MB.

Secure Digital (SD) je paměťová karta používaná v přenosných zařízeních včetně digitálních fotoaparátů, přenosných počítačů a mobilních telefonech. Jako médium je použita flash paměť. SD karty byly vytvořeny na základě formátu MultiMediaCard (MMC), ale oproti tomuto staršímu formátu jsou silnější. DRM (digitální správa práv) je přítomno, ale málo se používá. SD karty mají nejčastěji rozměry 32 × 24 × 2,1 mm, ale mohou být i tenčí - 1,4 mm jako MMC karty. Tyto karty na rozdíl od MMC mají malý postranní vypínač na ochranu proti nechtěnému zápisu. Pokud je nastaven na LOCK, nelze na kartu nic ukládat ani uložená data jakkoliv měnit, pokud je nastaven na OPEN, můžete na kartu libovolně zapisovat a měnit uložená data. SDHC (SD 2.0)



SDHC (Secure Digital High Capacity) je nástupnickou technologií výroby karet SD. Mezi klíčová pozitiva se řadí především možnost výroby paměťových karet kapacit nad 2GB (s teoretickým maximem až 2048GB), limit předchozí technologie SD je 2GB. Naopak negativem SDHC je absence zpětné kompatibility se staršími čtečkami SD karet. Nové SD čtečky a zařízení (fotoaparáty, hudební přehrávače, telefony atd.) s podporou SDHC jsou již zpětně kompatibilní v tom smyslu, že dokáží číst / zapisovat i na všechny starší SD karty. SDHC přináší kapacity až 32 GB. U SDHC karet se nově zavádí označení minimální rychlosti zápisu podle tříd, které je uvedeno pod logem SDHC. Označení třídy odpovídá přenosové rychlosti v MiB/s (viz tabulka). Celková rychlost přenosu záleží na kartě v kombinaci se čtečkou. Každá kombinace karty a čtečky dává jiné výsledky. Čím starší anebo univerzálnější USB čtečka, tím horší výsledky. Teoretické (dosud nedosažené) maximum rychlosti do PC je limit USB 2.0 HiSpeed 480Mb/s (= 60MB/s). Panasonic (jeden z iniciátorů SD formátu) ohlásil, že vyvine čtečku s přenosem 40MB/s.

Třída	Zápis MB/s	Čtení Mbit/s
Class 2	2	16
Class 4	4	32
Class 6	6	48
Class 10	10	80

SDXC (Secure Digital eXtended Capacity) je již třetí vylepšenou technologií výroby karet SD.

Hlavním přínosem má být výroba až 2TB karet. Úplně první kartu SDXC na světě vyrobila firma Pretec v první polovině roku 2009. Sériová výroba SDXC začala v polovině prosince 2009. K dispozici je sériově vyráběná SDXC 64GB karta, kterou nabízí společnost Toshiba. Stejně kapacity by měly dosahovat i karty SDXC micro, které jsou určeny pro malé mobilní zařízení (např. mobilní telefony, MP3 přehrávače apod.). Přenosová kapacita tohoto standardu by měla dosahovat až 300MB/s. Reálně jsou dosahovány rychlosti okolo 60MB/s pro čtení a do 35MB/s pro zápis. Na kartě je využíván nový systém souborů nazvaný exFAT, který umožňuje obejít hranici maximální kapacity 32GB, kterou přinášel systém FAT32. Systém souborů exFAT však nedokáže drtivá většina zařízení správně používat a tak se na praktické využití teprve čeká.

Výhody Secure Digital karet

- Velmi nízká a rychle klesající pořizovací cena
- Minimální poruchovost
- Miniaturní provedení
- Dobrá přenosová rychlost
- Veliké rozšíření
- Univerzálnost

Nevýhody Secure Digital karet

- Starší zařízení jsou schopny využívat pouze standardu SD, nikoliv SDHC, který starší typy rychle vytlačuje

xD-Picture Card (xD znamená extre-

me Digital), neboli v překladu extrémně Digitální. xD karty se používají hlavně v digitálních fotoaparátech značek Olympus a Fujifilm, ale i v digitálních hlasových záznamnicích Olympus a mp3 přehrávačích Fujifilm. Karty jsou nabízeny v kapacitách 16 MB, 32 MB, 64 MB, 128 MB, 256 MB, 512 MB, 1 GB a 2GB. Karty bez ohledu na svůj typ a velikost mají rozměry 20 mm × 25 mm × 1,78 mm a váhu 2,8 gramů. xD karty se vyrábí ve variantách H, M a M⁺ Kvůli změnám ve struktuře však karty M i H vykazují problémy v kompatibilitě se staršími přístroji, obzvláště při záznamu videa.



Společnosti využívající ve svých zařízeních xD karty proto zveřejnily seznamy kompatibilních zařízení.

Typ H - karta s typem H, uvolněná v listopadu 2005, nabízí vyšší přístupové rychlosti k datům (až 2-3x) než u typu M. Rovněž obsahuje speciální „obrazové efekty“, ačkoliv většina z nich je přístupná pouze s digitálními fotoaparáty Olympus.

Typ M - Karta typu M byla do prodeje uvolněna v únoru 2005, používá architekturu Multi Level Cell (MLC) umožňující další rozvoj až do kapacity 8 GB. Nevýhodou typu M je především pomalejší rychlost zápisu i čtení než v případě karty o kapacitě 512MB.

Typ M⁺ - V dubnu roku 2008 byl na trh uvedeno nový typ xD karet s označením M⁺. Tyto paměťové karty by měly dosahovat 1,5 krát vyšší rychlost zápisu i čtení než starší řada M. Tento typ je vyráběn pouze ve velikostech 1 a 2 GB a je plně kompatibilní s verzí M.



MultiMediaCard (MMC) je standard paměťové karty s technologií paměti flash. Vyvinuta byla v roce 1997 firmami Siemens AG a SanDisk. Je založena na patentu firmy Toshiba (paměť NAND), čímž je dosažena její menší velikost, než u systémů založených na pamětech NOR firmy Intel (CompactFlash). MMC je velká přibližně jako poštovní známka: 24 mm × 32 mm × 1,4 mm. **MMC používá 1 bitové sériové rozhraní, novější verze používají 4 nebo dokonce 8 bitová rozhraní.** Obvykle jsou MMC karty používány jako paměťová média v přenosných zařízeních, dají se snadno přenést a přečíst do osobního počítače. Například digitální fotoaparát používá MMC k ukládání fotografií, později, přes čtečku paměťových karet, se fotky přenesou do PC.



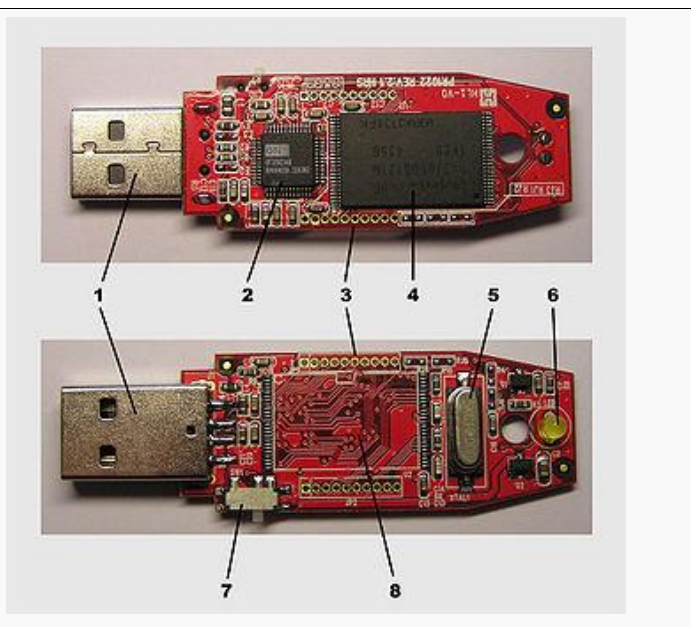
SmartMedia Card je druh paměťové karty vyvíjené společností Toshiba určené především pro **použití v digitálních fotoaparátech, mp3 přehrávačích a PDA.** První SmartMedia karta byla představena v létě roku 1995. Tento typ karet je kompatibilní s kartami MiniCard, CompactFlash a počítačovými kartami. V současné době nejsou vyráběna nová zařízení podporující standard SM karet ani karty samotné. Karty je možné číst v disketových mechanikách za pomoci „FlashPathe“. **Byly nahrazeny technologicky podobnými kartami xD-Picture.**



USB flash paměť, někdy též USB flash disk (hovorově flashka či fleška), je paměťové zařízení, používané převážně jako náhrada diskety. Většinou má podobu klíčenky a je vybaveno pamětí typu flash, která umožňuje uchování dat i při odpojení napájení. Data se do disku nahrávají přes sběrnici USB, odtud název. Ačkoli je v názvu slovo disk, vlastní médium ve tvaru kotouče není.



1	USB konektor
2	Mass storage controller
3	Testovací kontakty
4	Flash paměť
5	Krystalový oscilátor
6	LED
7	Zámek
8	Místo pro druhý paměťový modul



Vzhled a struktura

Flash disky jsou v současnosti vyráběny v mnoha podobách. V základu je však u všech klasický USB konektor a malá destička s integrovaným obvodem.

Hlavní části:

- USB-A male konektor – umožňuje fyzické spojení s PC nebo USB rozbočovačem

- Mass storage controller – čip pro komunikaci s PC
- NAND paměťový čip – zde jsou uložena data
- Krystal – produkuje hlavní 12 MHz hodinový signál

Přídavné části:

- Jumper – pro testování ve výrobě nebo nahrávání kódu do mikroprocesoru
- LED dioda – signalizuje, zda se právě čte či zapisuje
- Zámek – přepínač umožňující zablokování zápisu
- Krytka USB konektoru – chrání před statickou elektřinou a fyzickým poškozením
- Doplnky na přenos – klíčenky, obaly a podobně

Data jsou ukládána v poli tranzistorů (plovoucí brány) zvaných „buňky“. Každá z nich obvykle uchovává 1 bit informace. Flash disky jsou na trhu k dostání ve velkém množství provedení. Nejčastěji to jsou jednoduché tvary z plastu, gumy nebo kovu. Jiné lze implementovat do věcí denní potřeby jako například pera, hodinky či kapsní nože. U těchto variant bývá častý problém se zapojováním do PC, protože USB porty jsou většinou navzájem velmi blízko. Tento problém musí být řešen použitím USB rozbočovače nebo prodlužovacím kabelem. Pouzdra některých disků jsou uzpůsobena do extrémních podmínek tak, že vydrží hluboký mráz, vysokou teplotu i tlak (např. přejetí automobilem).

Použití

1. **Přenos osobních dat** - nejčastější způsob využití je přenos dokumentů, hudby, videa a podobně
2. **Bezpečnostní důvody** - v prostředí kde by mohlo dojít k úniku soukromých dat, lze použít flashdisk jako úložiště klíče pro rozšifrování dat
3. **Systémová administrace** - přenos nastavení softwaru, nahrávání firmware do základních desek, routerů atd.
4. **Bootování operačního systému** - některé základní desky umožňují načtení operačního systému přímo z přenosného USB zařízení. Toto řešení je také známo jako Live USB
5. **Ukládání hudby** - například připojení flashdisku do FM transmiteru zastane funkci MP3 přehrávače
6. **Zálohy**

Výhody

- Kompaktnější než jiná přenosová média
- Odolnější proti fyzickému poškození
- Většinou vyšší kapacita než u CD nebo DVD
- Malá spotřeba elektrické energie
- V nových operačních systémech nejsou zapotřebí žádné ovladače (resp. ovladače jsou již součástí operačního systému a není nutné je dodatečně instalovat)

Nevýhody

- Špatná podpora u starších operačních systémů (Windows 98 a nižší nemají přímo zabudovanou podporu flash disků, je nutné ji doinstalovat)
- Větší kapacita – vyšší cena, přičemž disponují jen zlomkem kapacity stejně drahých přenosných pevných disků
- omezený počet zápisů/vymazání

Disky SSD

Flash paměť se používá i v discích **Solid State Disc (SSD)** jako vestavěná paměť, kde ji označujeme jako paměťové technologické zařízení **Memory Technology Device (MTD)**.

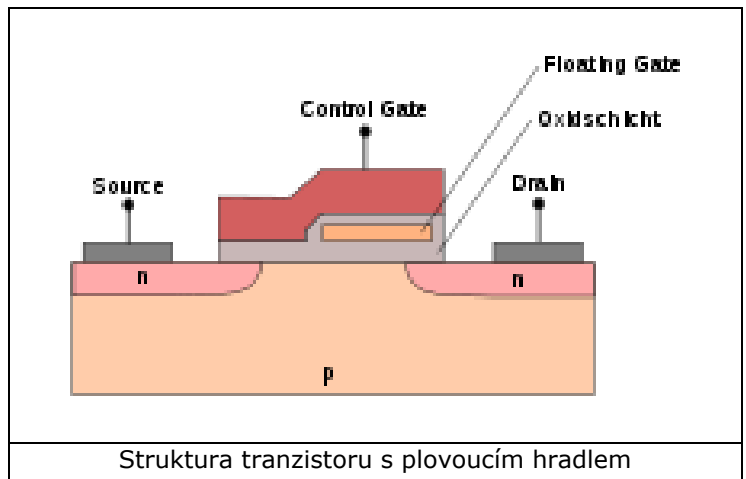
Memory Technology Device (zkratka **MTD**) je typ vestavěné flash paměti používaný v počítačích. MTD zařízení pracují podobně jako paměť, avšak jsou v počítači používána jako bloková zařízení (pevný disk, CD, DVD, ...). Proto používají softwarovou mezivrstvu (Flash Translation Layer), která tyto paměťová zařízení prezentuje jako bloková zařízení, což však přináší výkonové problémy, které se projevují zaostáváním SSD disků

za klasickými pevnými disky. Obsluha MTD zařízení je obtížnější, než u klasických blokových zařízení. [MTD zařízení se odlišují od klasických blokových zařízení (např. pevný disk) v několika ohledech:

- skládají se přemazatelných bloků (anglicky *eraseblocks*) místo z clusterů
- přemazatelné bloky jsou velké (32 kiB, 128 kiB)
- podporují 3 operace (bloková zařízení mají jen čtení a zápis)
 - čtení přemazatelného bloku
 - zápis přemazatelného bloku
 - vymazání přemazatelného bloku
- poškozené přemazatelné bloky nejsou skryty a musí se ošetřit softwarově na úrovni operačního systému
- přemazatelný blok má životnost 10^4 - 10^5 cyklů vymazání

Princip zápisu a čtení Flash paměti.

Data jsou ukládána v poli unipolárních tranzistorů s plovoucími hradly, zvaných „buňky“, každá z nich obvykle uchovává 1 bit informace. Jedno hradlo je ovládací (CG - control gate), druhé je plovoucí (FG - floating gate), izolované od okolí vrstvou oxidu. Protože je FG izolované, všechny elektrony na něj přivedené jsou zde „uvězněny“. Tím je uložena informace. Když jsou na FG elektrony, modifikují (částečně ruší) elektrické pole přicházející z CG, což modifikuje prahové napětí (U_t) buňky. Buňka je čtená umístěním určitého elektrického napětí na CG, elektrický proud tranzistorem pak buď teče,



nebo neteče, a to v závislosti na U_t buňky, které je závislé na počtu elektronů na FG. Tato přítomnost nebo nepřítomnost elektrického proudu je přeložena na 1 a 0, představující uložená data. Flash buňka je naprogramovaná (nastavená na specifickou hodnotu) spuštěním toku elektronů ze zdroje do odvodu. Přivedení velkého napětí na CG pak poskytne dostatečně silné elektrické pole pro jejich vysátí na FG. Pro vymazání flash buňky je velký napěťový rozdíl přiveden mezi CG a zdroj, což odvede elektrony pryč skrz kvantový tunel. Současné flash paměti jsou rozdělené do vymazatelných částí nazývaných buď bloky, nebo sektory. Všechny paměťové buňky v rámci jednoho bloku musí být vymazány současně.

V dnešní době se této technologii využívá i na kapesní přehrávače MP3 a MP4. Ty díky své velikosti a velké paměti vytlačily dříve používané walkmany a diskmany.

Paměti RAM

Paměti RAM jsou určeny pro zápis i pro čtení dat. Jedná se o paměti, které jsou energeticky závislé. Podle toho, zda jsou dynamické nebo statické, jsou dále rozdělovány na:

- **DRAM** - Dynamické RAM
- **SRAM** - Statické RAM

Paměti SRAM (Static Random Access Memory)

Paměti SRAM uchovávají informaci v sobě uloženou po celou dobu, kdy jsou připojeny ke zdroji elektrického napájení. Paměťová buňka SRAM je realizována jako bistabilní klopný obvod, tj. obvod, který se může nacházet vždy v jednom ze dvou stavů, které určují, zda v paměti je uložena 1 nebo 0.

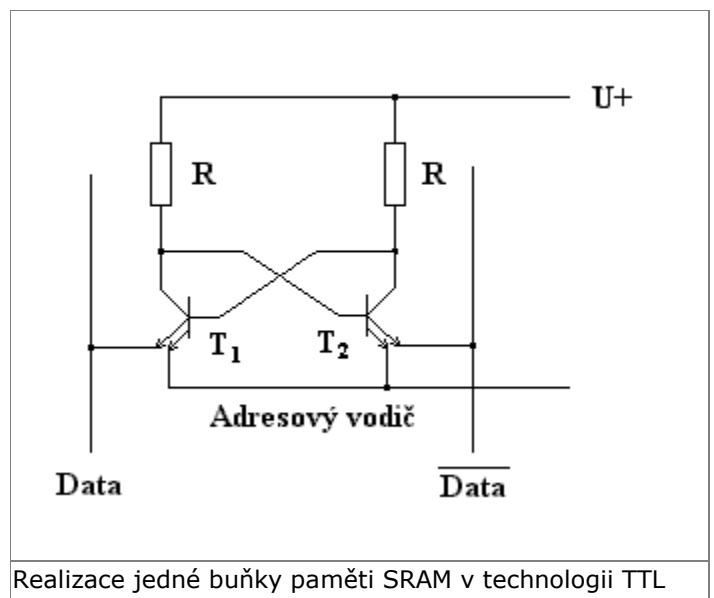
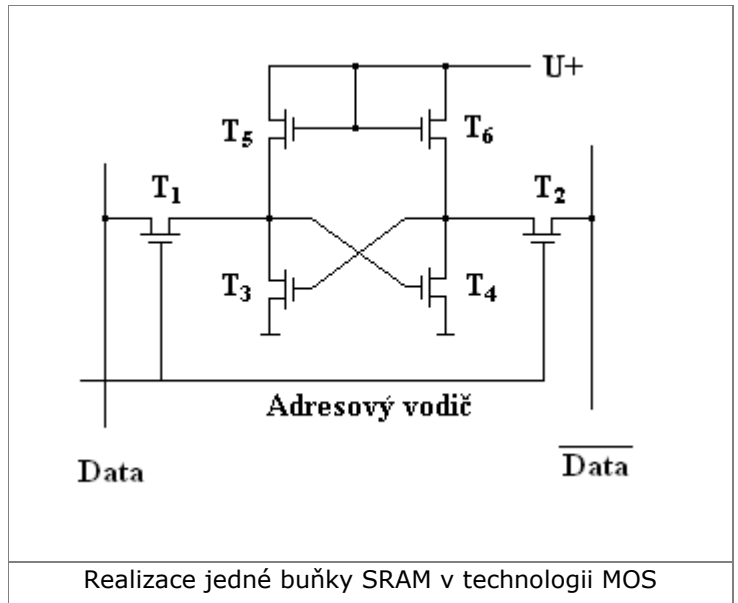
U SRAM paměti se používá dvou datových vodičů.

Vodič Data je určený k zápisu do paměti. Vodič označený jako /Data se používá ke čtení. Hodnota na tomto vodiči je vždy opačná než hodnota uložená v paměti. Takže na konci je nutno ji ještě negovat. Při zápisu se na adresový vodič umístí hodnota logická 1. Tranzistory T_1 a T_2 se otevřou. Na vodič Data se přivede zapisovaná hodnota (např. 1). Tranzistor T_1 je otevřen, takže jednička na vodiči Data otevře tranzistor T_4 a tímto dojde k uzavření tranzistoru T_3 . Tento stav obvodu představuje uložení hodnoty 0 do paměti. Zcela analogicky tato buňka pracuje i při zápisu hodnoty 1. Rozdíl je pouze v tom, že tranzistor T_4 zůstane uzavřen a to způsobí otevření tranzistoru T_3 .

Při čtení je opět na adresový vodič přivedena hodnota logická 1, což opět způsobí otevření tranzistorů T_1 a T_2 . Jestliže byla v paměti zapsána hodnota 1, je tranzistor T_4 otevřen (tj. na jeho výstupu je hodnota 0). Tuto hodnotu obdržíme na vodiči \DATA. Opět zcela analogicky v případě uložené hodnoty 0, kdy tranzistor T_4 je uzavřen (tj. na jeho výstupu je hodnota 1).

Poznámka: Tranzistory T_5 a T_6 plní pouze funkci rezistorů.

Paměti SRAM je možné uskutečnit i v technologii TTL. Buňka takovéto paměti pracuje na podobném principu jako buňka v technologii MOS.



Paměti SRAM jsou výhodné zejména pro svou nízkou přístupovou dobu (15 - 20 ns). Jejich nevýhodou je naopak vyšší složitost a z toho plynoucí vyšší výrobní náklady. V současné době jsou paměti SRAM používány především pro realizaci pamětí typu cache, jejichž kapacita je ve srovnání s operační pamětí několikanásobně nižší.

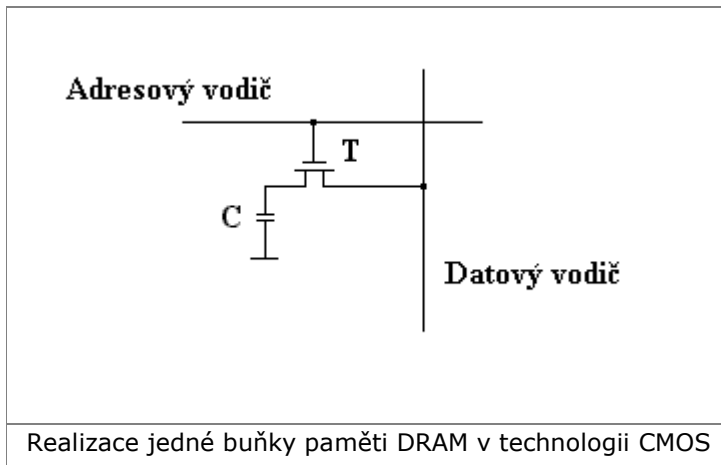
Paměti DRAM (Dynamic Random Access Memory)

V paměti DRAM je informace uložena pomocí elektrického náboje na kondenzátoru parazitní kapacity. Uchování informace je založeno na fyzikálním principu nabíjení kondenzátoru, konkrétně na parazitní (Müllerově) kapacitě řídicího tranzistoru. Takto vzniklý potenciál, který je ekvivalentní napětí, odpovídá logické 0 nebo 1. Vlivem svodů (podle svodového odporu) je tento potenciál vybíjen i v době, kdy je paměť připojena ke zdroji elektrického napájení.

kého napájení. Aby nedošlo k úplnému vybití a tím i ke ztrátě uložené informace, je nutné periodicky provádět tzv. **refresh**, tj. ožívování paměťové buňky. Je nutno obnovování informace v paměťové buňce často opakovat (několik set krát za sekundu). Obnova probíhá tak, že jsou paralelně sejmuty obsahy paměťových buněk na řádku, v budiči zesíleny a opět zapsány na původní místo. Obnovu zajišťuje speciální obvod (aby nebyl zbytečně zatěžován procesor), takže pokles výkonu paměti není dramatický (při obnově není paměť dostupná). Při čtení dochází k vymazání obsahu buňky, obnova proto musí probíhat také po každém čtení (proto je čtení 1,5× delší než zápis).

Při zápisu se na adresový vodič přivede hodnota logická 1. Tím se tranzistor T otevře. Na datovém vodiči je umístěna zapisovaná hodnota (např. 1). Tato hodnota projde přes otevřený tranzistor a nabije kondenzátor. V případě zápisu nuly dojde pouze k případnému vybití kondenzátoru (pokud byla dříve v paměti uložena hodnota 1).

Při čtení je na adresový vodič přivedena hodnota logická 1, která způsobí otevření tranzistoru T. Jestliže byl kondenzátor nabitý, zapsaná hodnota přejde na datový vodič. Tímto čtením však dojde k vybití kondenzátoru a zničení uložené informace.



Jedná se tedy o buňku, která je destruktivní při čtení a přečtenou hodnotu je nutné opět do paměti zapsat.

Buňka paměti DRAM je velmi jednoduchá a dovoluje vysokou integraci a nízké výrobní náklady. Díky těmto vlastnostem je používána k výrobě operačních pamětí. Její nevýhodou je však vyšší přístupová doba (60 - 70 ns) způsobená nutností provádět refresh a časem potřebným k nabití a vybití kondenzátoru.

Dělení DRAM modulů do počítače

V osobních počítačích byla paměť DRAM používána v modulech DIPP, SIPP, SIMM, RIMM a SDRAM. V současné době jsou používány moduly DIMM a DDR DIMM.

Různé typy pamětí RAM.

Jaké paměti použijeme se vždy řídí použitou čipovou sadou na základní desce a základní deskou samotnou.

Na obrázku:

- DIPP, DILL (16-pin)
- SIMM, SIPP – (30pin, 72pin) – (Single Inline Memory Module)
- DIMM – 3,3 V a 5 V – (Dual Inline Memory Module) – Jedná se de facto o dva moduly SIMM integrované na jedné desce. Důvodem je obsazení celé šířky sběrnice.
- SDR – (Single Data Rate), spíše označovány jako **SDRAM** (Synchronous Dynamic RAM), starší typ pamětí typu DIMM (3,3, nebo 5 V), 168 pinů, kapacity od 16 MB do 512 MB, rychlost od 66 MHz do 133 MHz, dva zářezy jako pojistka.
- **DDR – (Double Data Rate)** novější typ pamětí typu SDR, 3,3 V, 184pinů (ale jiné umístění zářezů, místo dvou jen jeden), kapacity od 64 do 2048 MB. **Vylepšení je v tom, že přenáší data na náběžné i koncové hraně taktovacího impulsu.**



- **DDR2** – neboli **double-data-rate 2** SDRAM je evoluční nástupce operační paměti DDR SDRAM. Tato technologie se používá pro vysokorychlostní ukládání pracovních dat. Hlavní rozdílem mezi DDR a DDR2 moduly je v tom, že **sběrnice, kterou DDR2 paměťové moduly používají, je taktována na dvojnásobku rychlosti paměťové buňky**. Z praktického hlediska můžeme říct, že čtyři slova dat mohou být přenesena během jednoho cyklu paměťové buňky. Stručně řečeno DDR2 dokáže efektivně pracovat na dvojnásobku rychlosti DDR. Pracují při standardním napětí 1,8 V až po nestandardní a rizikové 2,4 V. Mnoho pamětí zvládá napětí v rozmezí 1,8 – 2,2 V, pak může dojít k poškození. Časování mají podle frekvence a to od CL4 po CL7. Při dané frekvenci se podle časování mění odezva. Pro použití v počítačích jsou DDR2 SDRAM dodávány v DIMM modulech s 240 vývody.
- **DDR3** – neboli **double-data-rate 3 SDRAM** je evoluční **nástupce operační paměti DDR2**. Tato technologie se používá pro vysokorychlostní ukládání pracovních dat. Paměti pracují synchronně s procesorem. **Hlavní rozdíl mezi DDR2 a DDR3 je tedy v rychlosti paměti**. Počáteční 400 MHz proti 1,066 GHz a nejvyšší 1,2 GHz proti 2,133 GHz (už jsou ohlášeny přes 2,4 GHz). Standardní napětí určené standardem JEDEC bylo sníženo z 1,8 na 1,5 V. Ve skutečnosti většina pamětí potřebuje napětí mezi 1,65 a 1,8 V.
- (DDR4) - ještě nejsou na trhu, byl oznámen vývoj společností JEDEC a očekávané vytlačení DDR3 z trhu je plánováno na rok 2015. Maximální takt je 4266MHz při 1,05V
- **SO-DIMM – DIMM** paměti používané pro notebooky (zmenšená velikost), 72pin nebo 144 a 200 pin, další dělení stejně jako DIMM výše
- **RIMM** – Rambus DRAM. Na rozdíl od paměťových modulů SDRAM, popřípadě jejich variací DDR SDRAM atd., které jsou 64 bitové, jsou jednotlivé paměťové moduly RIMM pouze 16 bitové (popřípadě 32 bitové u dvoukanálových modulů). Paměti RIMM ovšem v době jejich největšího rozšíření v PC (rok 2001-2003) obvykle pracovaly na vyšší frekvenci než SDRAM nebo DDR SDRAM, proto dosahovaly vyšší maximální přenosové rychlosti. Paměti RIMM posílají data dvakrát během hodinového cyklu, podobně jako je tomu u konkurenční technologie DDR SDRAM.



Označení paměti - Když výrobci pamětí přestali s výrobou SDRAM označovaných jako PC100 a PC133, změnili současně i způsob označování rychlosti pamětí. SDRAM měli v označení typu i rychlost. Např. PC100 má 100 MHz vnitřní i vnější frekvenci. Paměti DDR jsou označovány odlišně. Když se podíváme na následující tabulku, zjistíme, že pro procesory na základní frekvenci stačí paměti PC3200, tedy paměti s efektivní rychlostí 400MHz. Ale jakmile se rozhodneme trochu taktovat, je nutné si uvědomit, že se nezvyšuje pouze frekvence FSB a po-
tažmo procesoru, ale také frekvence paměti.

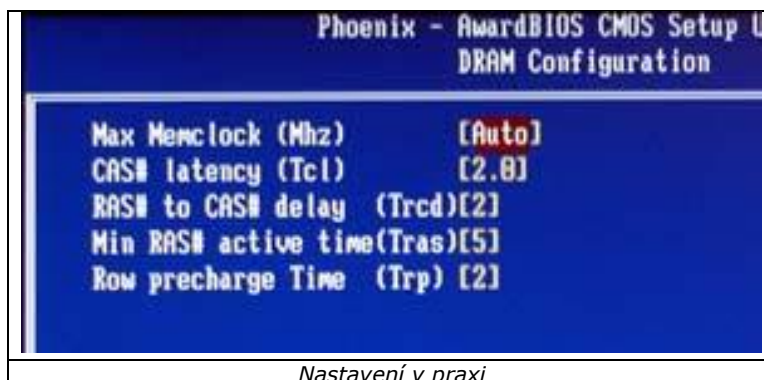
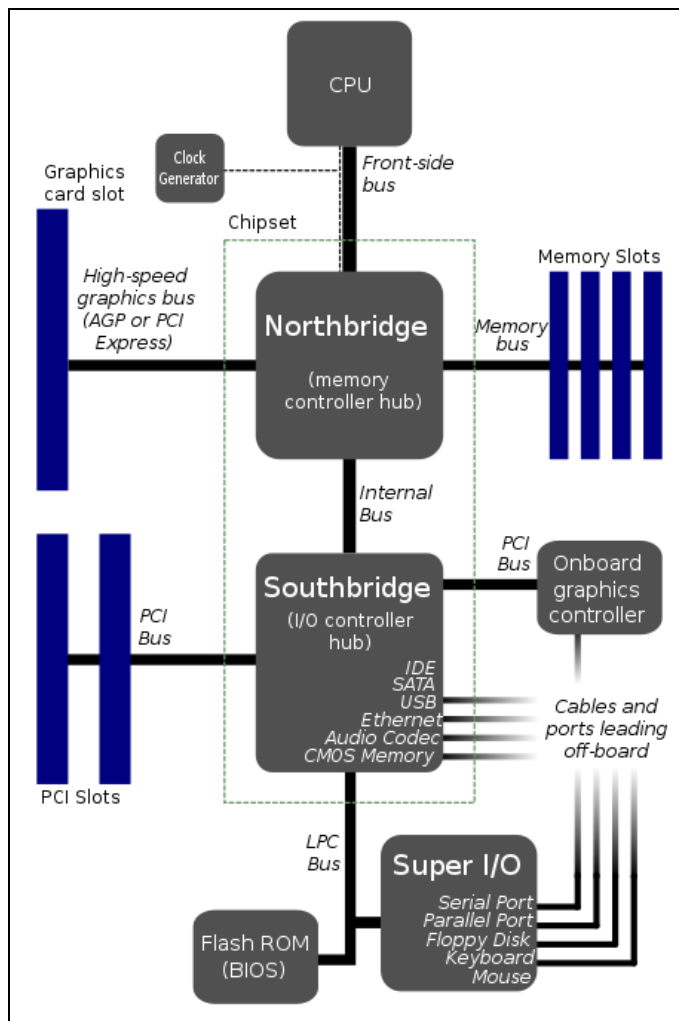
Označení	Propustnost	Efektivní rychlost (FSB)	Rychlost sběrnice
PC2700	2,7GB/s	DDR333	166MHz
PC3000	3GB/s	DDR366	183MHz
PC3200	3,2GB/s	DDR400	200MHz
PC3500	3,5GB/s	DDR433	217MHz
PC3700	3,7GB/s	DDR450	225MHz
PC4000	4,0GB/s	DDR500	250MHz
PC4400	4,4GB/s	DDR550	275MHz

FSB - (Front Side Bus) nebo System Bus je fyzická obousměrná datová sběrnice, která přenáší veškeré informace mezi procesorem (CPU) a severním můstkem. Některé počítače mají L2 nebo L3 vyrovnávací paměti, které jsou k procesoru připojeny přes Back Side Bus. Tato sběrnice a vyrovnávací paměť se připojují rychleji než přístup do paměti přes FSB. Maximální teoretická šířka pásma FSB sběrnice je určena z výsledku šířky frekvence a množství dat přenesených za časový úsek. Např: 32-bit (4-byte) šířka pásma FSB sběrnice s frekvencí 100 MHz a 4 cestným přenosem má maximální šířku pásma 1600 MB/sekundu. Množství dat přenesených za časový úsek je závislé na použité technologii - GTL+ nabízí dvoucestný přenos, EV6 čtyřcestný přenos a AGTL+ osmicestný.

Pracovní frekvence - je prakticky nejvýznamnější parametr udávající výkon. Ne vždy však platí "čím vyšší, tím lepší"! (Ne vždy je to totiž potřeba.) Frekvence udává, kolik operací je paměť schopna vykonat v jedné sekundě (1333MHz = 1 333 000 000 operací za sekundu - hledání, čtení, zápis, oprava, obnova). Zejména náročné programy jako editory videa, renderery, Photoshopy nebo WinRary ocení vyšší frekvenci od 1333MHz výše - projeví se to pozitivně na jejich rychlosti (rychlosti rarování souboru, provádění filtru aj.). Ovšem musí to být podpořeno dostatečně rychlým procesorem, který je schopen takto rychlé požadavky provádět.

Časování - Mezi nejdůležitější parametry patří CAS (často také označované jako CL), dále pak Trcd, Tras a Trp.

Toto označení se používá v biosech základních desek, ale správně by to mělo být tRP, tRAS a tRCD.



CAS latence (CL). (CL1(prakticky nepoužitelné), CL2, CL2,5 CL3 až CL11) Je to počet cyklů, které jsou potřebné pro získání dat z paměťové buňky.

TRCD (Active to CMD) - Určuje čas, který je potřebný mezi aktivací buňky a příkazem pro čtení.

TRAS (Active to Precharge) - Délka paměťového cyklu buňky a udává počet cyklů, které proběhnou mezi aktivací a jejím "přednabitím".

TRP (Precharge to Active) - Čas potřebný ke změně vnitřní buňky. (RAS Precharge)

Teoreticky u náročných programů získáme na rychlosti zvýšením frekvence, u nenáročných programů a her snížením latence. Háček je ale v tom, že s rostoucí frekvencí roste i latence.

Pro časování platí tedy následující:

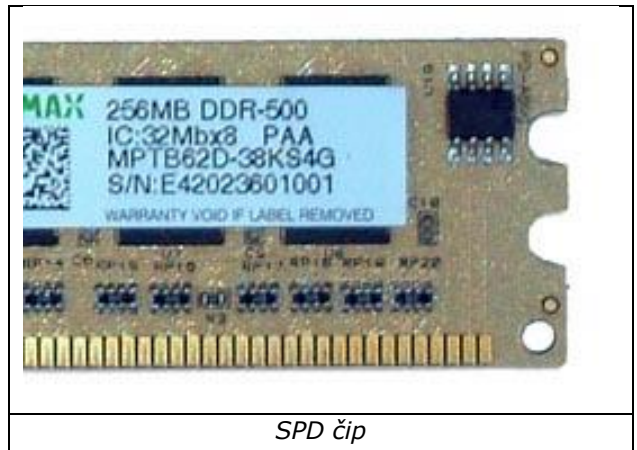
- CAS latency - platí, že čím nižší tím lepší
- tRP - u nejlepších pamětí je tato hodnota 2. Opět platí - nižší je lepší.
- tRCD - zde platí stejné pravidlo jako pro tRP a často lze použít i stejnou hodnotu.
- tRAS - nastavení těchto hodnot hodně záleží na daném čipsetu, např. pro i875 platí, nižší je lepší, ale třeba pro nForce2 je nejlepší hodnota mezi 9 a 11.

Vlastní nastavení časování má vliv na výkon systému v jednotkách procent, vše však závisí na používaných aplikacích. Každá z pamětí má od výrobce určené optimální nastavení tohoto časování tak, aby bylo zajištěno, že v systému (z tohoto pohledu) stoprocentně poběží a nebudou s ní problémy. Výrobci tím navíc usnadňují život běžným (nezkušeným) uživatelům, kteří se tak nemusí o nic starat. Toto optimální nastavení je s dalšími hodnotami (jako velikost paměti, voltáž, rychlost, ...) uloženo v **SPD (Serial Presence Detect) čipu**, přítomného na každém paměťovém modulu, ze kterého toto nastavení deska přečte. Pokud na paměti tento čip není nebo je třeba poškozen a deska tak nedetekuje doporučená nastavení, poté automaticky nastaví nejkonzervativnější hodnoty. Pokud některým uživatelům nastavené hodnoty (ať už ty nejnižší nebo ty z SPD čipu) nevyhovují, pak je mají možnost na většině základních desek změnit v BIOSu sami.

Poslední věcí je **označení Dual-Bank a Dual-Side**. Tyto dva pojmy **se nesmí zaměňovat**, jelikož Dual-Side je označení pro umístění paměťových čipů na obou stranách paměti, ale Dual-Bank je elektrický termín, který říká, že paměti jsou rozděleny na dvě elektrické části.

Tím nejméně podstatným parametrem je pak **provozní napětí**, kterému je přímo úměrná spotřeba/zahřívání.

K **topologii RAM paměti**: souvisí to s dnešními dvoukanálovými řadiči pamětí, kdy procesor je schopen zároveň komunikovat s kanálem A i B, čili dvakrát tolik dat může být proneseno. Proto je velice výhodné používat kit dvojice pamětí, tzv. **Dualchannel kit**, který v neoptimálnějších případech **může být 2x rychlejší, než tatáž kapacita v jednom modulu**. Jelikož na každém kanálu jsou typicky dva sloty, oba dohromady sdílí propustnost jejich kanálu.



SPD čip

Cache paměti

Cache paměť je rychlá vyrovnávací paměť mezi rychlým zařízením (např. procesor) a pomalejším zařízením (např. operační paměť). V dnešních počítačích se běžně používají tři úrovně cache paměti (L1, L2, L3):

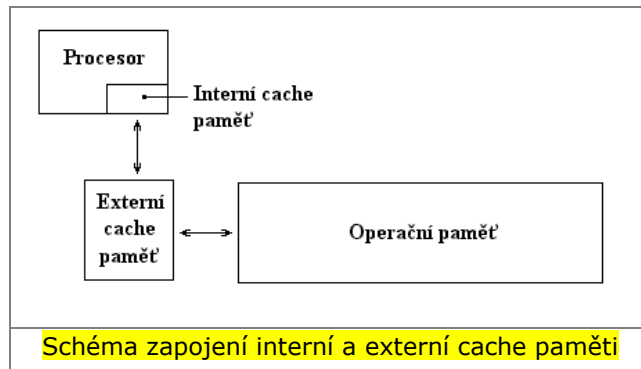
- **L2 nebo L2 a L3 cache (externí, sekundární, dnes součást integrovaná v procesoru):**

Externí cache paměť je paměť, která je umístěna mezi pomalejší operační paměti a rychlým procesorem. Tato paměť je vyrobena jako rychlá **paměť SRAM** a slouží jako vyrovnávací paměť u počítačů s výkonným procesorem, které by byly bez ní operační paměti zpomalovány.

První externí cache paměti se objevují u počítačů s procesorem 80386. Jejich kapacita je 32 kB popř. 64 kB. S výkonnějšími procesory se postupně zvyšuje i kapacita externích cache paměti na 128 kB, 256 kB, 512 kB a výše. Externí cache paměť je osazena na základní desce počítače (výjimku tvoří procesory od Pentium Pro a Pentium II, které mají externí cache paměť již integrovanou v pouzdře procesoru). Její činnost je řízena řadičem cache paměti. Uspořádání u nejnovějších procesorů je v kapitole o procesorech.

- **L1 nebo L1 a L2 cache (interní, primární, dnes součást procesoru):**

Interní cache paměť je paměť, která slouží k vyrovnání rychlosti procesorů a paměti. Tento typ cache paměti je integrován přímo na čipu procesoru a je také realizován pomocí **paměti SRAM**. Takovýto procesor musí mít v sobě integrován také řadič interní cache paměti pro řízení její činnosti.



Práce cache paměti vychází ze skutečnosti, že program má tendenci se při své práci určitou dobu zdržovat na určitém místě paměti, a to jak při zpracování instrukcí, tak při načítání (zapisování) dat z (do) paměti. **Je-li požadována nějaká informace z paměti, je nejdříve hledána v cache paměti (interní, pokud existuje, a následně v externí).** Pokud požadovaná informace není přítomna v žádné z cache paměti, je zavedena přímo z operační paměti. Kromě momentálně požadované informace se však do cache paměti zavede celý blok paměti, takže je velká pravděpodobnost, že následně požadované informace již budou v cache paměti přítomny. **Pokud dojde k zaplnění cache paměti a je potřeba zavést další blok, je nutné, aby některý z bloků cache paměti opustil.** Nejčastěji se k tomuto používá **LRU (Least Recently Used) algoritmu**, tj. algoritmu, který vyřadí nejdéle nepoužívaný blok. Cache paměti bývají organizovány jako tzv. **asociativní paměti**. Asociativní paměti jsou tvořeny tabulkou (tabulkami), která obsahuje vždy sloupec, v němž jsou umístěny tzv. **tagy (klíče)**, podle kterých se v asociativní paměti vyhledává. Dále jsou v tabulce umístěna data, která paměť uchovává, a popř. další informace nutné k zajištění správné funkce paměti.

Např.:

- informace o platnosti (neplatnosti) uložených dat
- informace pro realizaci **LRU algoritmu**
- informace protokolu **MESI (Modified Exclusive Shared Invalid)**, který zajišťuje synchronizaci dat v cache pamětech v případě, že cache paměti je v počítači více (u interních cache paměti v okamžiku, kdy počítač obsahuje více procesorů).

Při přístupu do cache paměti je nutné zadat adresu, z níž data požadujeme. Tato adresa je buď celá, nebo její část - považovaná za tag, který se porovnává s tagy v cache paměti.

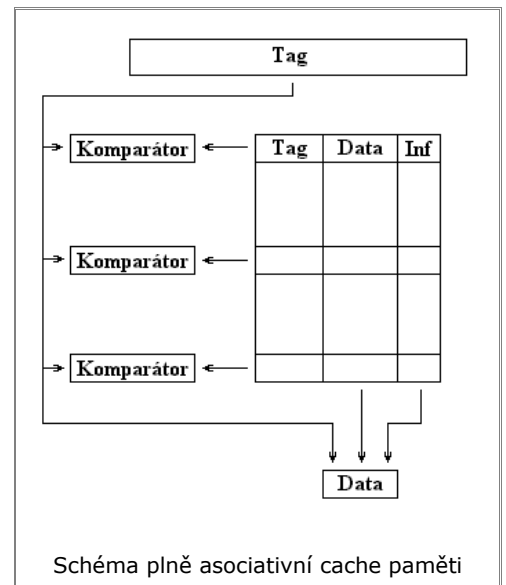
Organizace cache paměti:

a) plně asociativní

U plně asociativní cache paměti je celá adresa, ze které se budou číst data (popř. na kterou se budou data zapisovat), brána jako tag. Tento tag je přiveden na vstup komparátorů (zařízení realizující porovnání dvou hodnot) společně s tagem v daném řádku tabulky. Pokud některý z tagů v tabulce je shodný se zadaným tagem na vstupu, ohlásí odpovídající komparátor shodu a znamená to, že požadovaná informace je v cache paměti přítomna a je možné ji použít. Pokud všechny komparátory signalizují neshodu, je to známka toho, že požadovaná informace v cache paměti není a je nutné ji zavést odjinud (externí cache paměť, operační paměť). Tento způsob cache paměti má své **nevýhody**:

1. Je nutné velké množství komparátorů
2. Vzhledem k tomu, že se musí v každém řádku tabulky uchovávat celý tag, musí mít cache paměť velkou kapacitu, kam se tagy ukládají a kterou není možné využít k uchovávání dat.

Z těchto důvodů se plně asociativní paměti prakticky nepoužívají.



b) n-cestně asociativní

N-cestně asociativní paměti pracují tak, že zadaná adresa se rozdělí na dvě části:

1. tag
2. adresa třídy

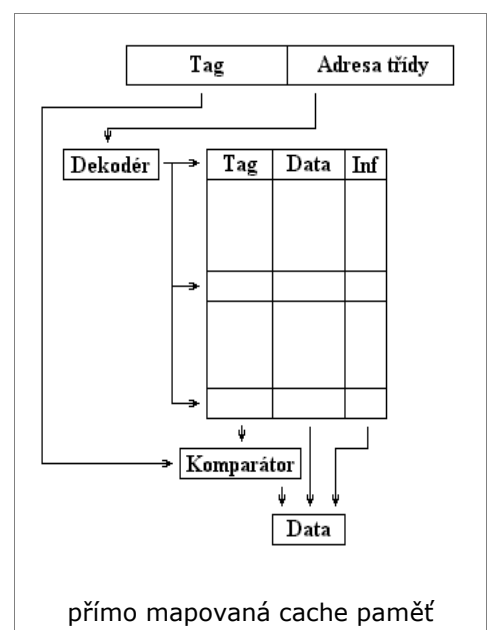
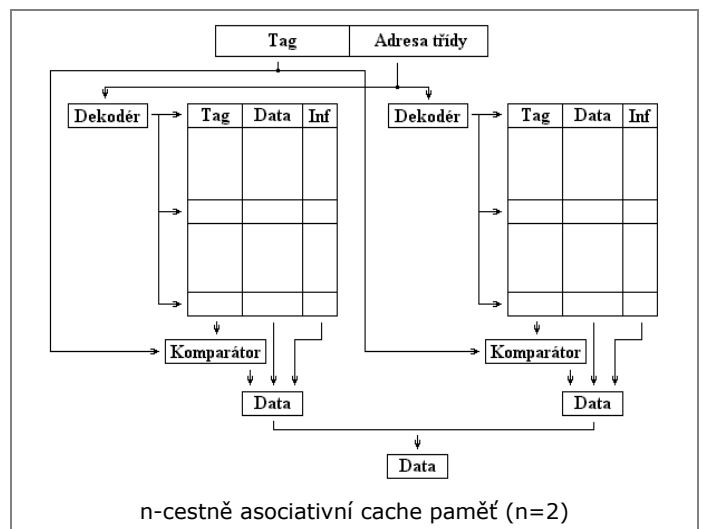
Adresa třídy je přivedena na n dekodérů (zařízení, které na základě vstupní hodnoty vybere jeden ze svých výstupů, na který umístí hodnotu log. 1, a na ostatní výstupy umístí hodnotu log. 0), které v každé tabulce vyberou jeden řádek. Z těchto řádků se potom vezmou příslušné tagy a komparátorem se porovnají se zadaným tagem. Podobně jako u plně asociativních cache pamětí pokud jeden z komparátorů signalizuje shodu, je informace v cache paměti přítomna. V opačném případě je nezbytné informaci hledat jinde.

n-cestně asociativní paměti částečně eliminují nevýhody plně asociativních cache pamětí a **v současnosti jsou nejpoužívanějším typem cache pamětí.**

c) přímo mapovaná

Přímo mapovaná cache paměť je speciální případ n-cestně asociativní cache paměti pro $n=1$. Zadaná adresa je opět rozdělena na tag a adresu třídy. Adresa třídy je přivedena na vstup dekodéru, který podle ní vybere jeden řádek v tabulce. Tag na tomto řádku je následně porovnán se zadaným tagem, čímž se rozhodne o přítomnosti resp. nepřítomnosti informace v cache paměti.

Přímo mapovaná cache ve srovnání s n-cestně asociativní cache pamětí vykazuje nižší výkon, a proto její použití není dnes příliš časté.



Rozdělení podle způsobu práce při zapisování dat:

- **write-through**: cache paměti, u kterých v případě zápisu procesoru do cache paměti dochází okamžitě i k zápisu do operační paměti. Procesor tak obsluhuje jen zápis a o další osud dat se stará cache paměť.
- **write-back**: cache paměti, u nichž jsou data zapisována do operační paměti až ve chvíli, kdy je to třeba, a nikoliv okamžitě při jejich změně. K zápisu dat do operační paměti tedy dochází např. v okamžiku, kdy je cache zcela zaplněna a je třeba do ní umístit nová data. Tento způsob práce cache paměti **vykazuje oproti předešlému způsobu vyšší výkon.**

Poznámka: Kromě externích a interních cache pamětí je možné se setkat i se specializovanými cache paměťmi umístěnými mezi operační paměť a některé pomalejší zařízení (pevný disk, apod.).

CMOS paměť

Základní deska také obsahuje **zvláštní paměť RAM, vyrobenou technologií s velmi malou spotřebou proudu – CMOS** (complementary metal oxide silicon), která dovoluje zálohování obsahu, dříve pomocí akumulátoru, dnes pomocí Li článku, umístěného na základní desce. Jedná se o malou oblast paměti (64-256 bajtů). Nahrazuje konfigurační přepínače u starších modelů PC. Je dostupná pomocí svého řadiče jako dvojice portů s adresami 70h (zde se zapisuje adresa) a 71h (odtud se čtou nebo zapisují data). Pokud se tedy provádí zápis nebo čtení musí se nejprve poslat adresa paměťové buňky na port 70h a pak se zapíší nebo čtou data na portu 71h. **Ta-**

to paměť s relativně malou kapacitou slouží k uchování údajů o nastavení počítače a jeho hardwarové konfiguraci. Jedním z důležitých údajů uložených v CMOS paměti je časový a datumový záznam, který je upravován obvodem RTC (Real Time Clock)

CMOS paměť je obvykle umístěna s obvodem RTC v čipové sadě základní desky nebo v samostatném obvodu RTC. Počítač čte hodnotu z RTC, když probíhá BOOT systému a CPU udržuje potom časový údaj, což může způsobit, že dochází k rozdílu mezi skutečností. RE-BOOT způsobí znovunačtení z RTC a tím i ke zvýšení přesnosti.



V CMOS paměti bývají většinou uloženy:

- informace o typech a kapacitách jednotek pružných disků
- informace o typech, kapacitách a parametrech pevných disků
- typ používané video karty
- kapacita operační paměti
- nastavení parametrů cache paměti
- pořadí jednotek pro zavádění operačního systému
- povolení / zakázání různých funkcí základní desky:
 - využívání interní a externí cache paměti
 - antivirová ochrana systémových oblastí disků
 - prohození pořadí jednotek pružných disků
 - stínování určitých částí paměti (zavádění programového vybavení z pomalejší ROM paměti do rychlejší paměti RAM)
 - činnosti rozhraní pružných disků, pevných disků
 - činnosti vstup / výstupních portů
- nastavení rychlosti repetice klávesnice
- nastavení parametrů přenosu informací z pevných disků
- nastavení parametrů pro režim s úsporou elektrické energie
- nastavení přiřazení IRQ úrovní
- nastavení hesla k programu SETUP, popř. k celému počítači

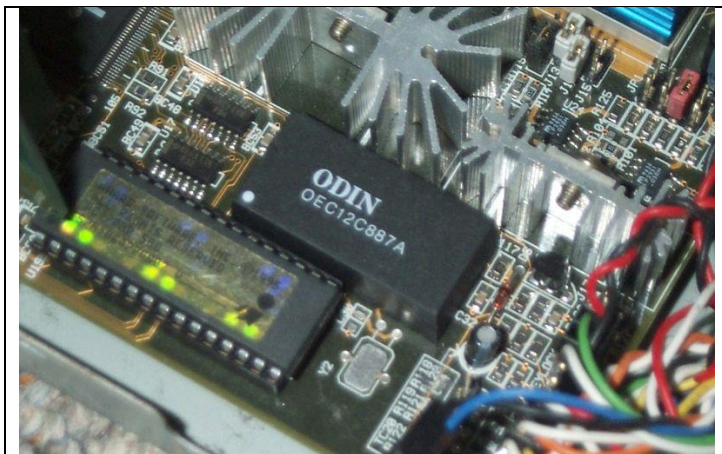
Tyto **parametry se nastavují většinou pomocí programu zvaného SETUP. SETUP bývá uložen jako součást BIOSu v nevolatilní paměti, která byla dříve realizována jako EPROM, později jako EEPROM a dnes jako Flash.** Špatné nastavení výše zmíněných parametrů může způsobit výrazné snížení výkonu celého počítače, až nefunkčnost některých jeho částí, popř. nefunkčnost celého počítače.

Vzhledem k tomu, že tyto informace jsou pro počítač velmi důležité a jejich špatné hodnoty mohou být příčinou výše zmíněných problémů, není žádoucí, aby k nim měl přístup kdokoliv. Proto při přístupu do programu SETUP a tím i ke změnám parametrů v CMOS paměti je možné požadovat heslo.

RTC - Hodiny reálného času

Real-time clock (zkráceně **RTC**), česky **hodiny reálného času**, jsou počítačové hodiny (většinou ve formě integrovaného obvodu), které udržují údaj o aktuálním čase. Přestože tento termín je známý především z počítačů nebo serverů, používá se v jakékoliv elektronice, která používá přesný čas. Reálný čas bývá realizován dvěma různými způsoby:

- **pomocí krystalu**: na základní desce je umístěn krystal kmitající na určité frekvenci, ze které jsou odvozeny hodiny reálného času. Tento způsob vykazuje zhruba stejnou přesnost jako náramkové hodinky řízené krystalem.
- **(v počítačích nebývá - odvození z frekvence v síti (50Hz))**: tento způsob je méně přesný, protože frekvence rozvodné sítě není u nás v ČR přesně dodržována. Hodiny reálného času potom vykazují poměrně velkou nepřesnost (i minuty za den).



BIOS

BIOS (anglicky *Basic Input-Output System*) implementuje základní vstupně-výstupní funkce pro počítače IBM PC kompatibilní a představuje vlastně firmware pro osobní počítače. V současné době se BIOS používá hlavně při startu počítače pro inicializaci a konfiguraci připojených hardwarových zařízení a následnému spuštění operačního systému, kterému je pak předáno další řízení počítače.

Programový kód BIOSu je uložen na základní desce v nevolatilní (stálé) paměti typu ROM, EEPROM nebo modernější **FLASH paměti** s možností jednoduché aktualizace (anglicky *update*).

Historie

První IBM PC bylo uvedeno 12. srpna 1981 a v červnu 1982 byl uveden první IBM PC kompatibilní klon firmou Columbia Data Products. Aby na klonech mohly být provozovány stejný software, musela být zajištěna kompatibilita nejen na hardwarové úrovni, ale i na úrovni BIOSu. **Klon původního IBM BIOSu mohl být dodáván díky legálně provedenému reverznímu inženýrství (anglicky *clean room design*)**. Na trh se tak dostaly počítače, které byly schopny provozovat stejný operační systém a další programy.

Evoluční role BIOSu

Některé operační systémy, jako například všechny klony DOSu využívají BIOS pro provádění většiny vstupně-výstupních operací (čtení z disku, diskety, klávesnice, výstup znaku na monitor nebo tiskárnu apod.). BIOS se tak stal sjednocujícím prvkem 16-bitových systémů a značným způsobem zjednodušoval programátorům operačních systémů práci.

V roce 1986 byl uveden 32-bitový procesor Intel 80386, avšak vývoj operačních systémů za ním zaostal. Pokročilé programy ovládaly hardware samy (např. editor Text602) nebo využívaly DOS extendery a role BIOSu tak začala ustupovat do pozadí. Alternativní hardwarové platformy (například PowerPC a SPARC) využívaly služeb Open Firmware, avšak BIOS pro PC i přes několik pokusů pokročil a jednotné 32-bitové rozhraní nepřinesl. **Kvůli technickým obtížím a ztrátě výkonu si nové operační systémy na platformě PC řešily přímou komunikaci s hardware samostatně (Linux v roce 1991, Windows NT v roce 1993)**. **Nové úkoly pro BIOS přineslo až ACPI rozhraní, které zahrnuje detekci a konfiguraci hardware, řízení spotřeby energie (anglicky **power management**), výměnu zařízení za běhu (anglicky **hot swapping**), řízení teploty (anglicky **thermal management**) a další funkce.**



Následníkem BIOSu by mohl být **EFI** (anglicky Extensible Firmware Interface), který však není zpětně kompatibilní.

DualBIOS

DualBIOS (Dual BIOS) je technologie disponující vyšší třídou ochrany počítače. Jedná se o klasický BIOS a k němu přiřazený totožný BIOS použitelný pouze k zálohování primárního BIOSU.

V moderních operačních systémech nejsou již služby BIOSu tvořící jeho rozhraní používány nebo je jejich využití omezeno na některé specifické činnosti nebo fáze běhu operačního systému (start a detekce zařízení PnP atd).

Program Setup

K některým starším a proprietárním počítačům (např. IBM PS/2, Compaq a další) se dodávaly speciální programy, které umožňovaly měnit jejich nastavení. Později se tzv. **setup stal součástí BIOSu** a dá se vyvolat stiskem specifické klávesy při startu počítače (klávesa F2, Delete a podobně). **Nastavení se ukládá do nevolatilní BIOS paměti o velikosti 512 bajtů a je použito při startu počítače pro nastavení čipsetu. Historicky se uvádí jako CMOS paměť (původně zálohovaná 3 voltovou baterií), i když v současné době se používá spíše EEPROM nebo flash paměť.**

Nastavení v SETUPu

- nastavení taktu procesoru a operační paměti, napájecí napětí procesoru
- nastavení cache
- detekce harddisků, CD-ROM, DVD-ROM
- nastavení periférií (integr. zvuková, síťová karta, modem)
- bootovací sekvence (HDD, CD-ROM, USB, LAN, FDD)
- hardware monitor - zobrazuje informace o teplotě procesoru, napětí zdroje, otáčky ventilátorů
- power management - nastavení možností napájení
- další služby - u notebooků např. kalibrace baterií

Služby BIOSu

Pro starší operační systémy poskytuje BIOS základní vstupně-výstupní funkce, například:

- služby obsluhy klávesnice
- služby obsluhy řadiče disků (disketa, pevný disk)
- základní služby obsluhy grafické karty (většinou jen pro textový režim)
- výstup na tiskárnu
- řízení komunikačních portů

Aktualizace BIOSu

Před rokem 1990 byl BIOS (případně firmware zařízení jako je pevný disk nebo CD/DVD mechanika) uložen v paměti ROM a nedal se snadno měnit. Proto byl postupně **umísťován raději na paměti EEPROM a Flash, jejichž obsah lze snadno aktualizovat**. První flash paměť byla připojena na sběrnici ISA. Od roku 1998 byl přesunut na LPC sběrnici, která nahradila sběrnici ISA. Následující standard byl znám jako firmware hub (FWH). V roce 2006 začaly první systémy podporovat Serial Peripheral Interface (SPI).

Výrobci hardwaru často vydávají aktualizace BIOSů, které umožňují použití novějších procesorů, odstraňují chyby a podobně. Nesprávná aktualizace nebo její přerušování před dokončením však může způsobit, že se počítač nebo zařízení stane nepoužitelným. Pro obnovu mají některé základní desky dvě paměti s BIOSem (se označují např. Dual BIOS board). Obvykle je na základní desce část BIOSu umístěna tak, že se při aktualizaci nemění. V ní je pak uložen kód, který je schopen specifickým nouzovým způsobem znovu provést aktualizaci, není-li kontrolní součet BIOSu v pořádku (např. ze souboru daného jména, který musí být umístěn na jinak čisté disketě). Dříve bylo možné BIOS aktualizovat jenom z MS-DOSu (většinou použita disketa). Dnes je možné aktualizovat BIOS z Windows nebo z BIOSu samotného (není potřeba žádný operační systém).

Rozšíření BIOSu

Některé přídatné karty na sobě nesou paměť s kódem, který rozšiřuje schopnosti základního BIOSu.

- **Video BIOS**

Součástí modernějších grafických karet je tzv. *Video BIOS*, rozšiřující základní služby BIOSu o grafické služby, nastavení rozlišení monitoru, správu fontů atd. Typickým příkladem je VESA standard.

- **BootROM**

Nachází se na síťové kartě a umožňuje nastartovat počítač pomocí počítačové sítě. BootROM umožňuje umístit operační systém na síťový server nebo používat tzv. bezdiskové počítače.

Dodavatelé BIOSů

V současné době dodávají BIOS nejrůznější firmy a výrobci počítačů. Následuje přehled včetně přístupových kláves.

Přístupové klávesy pro vstup do BIOSu

Dodavatel Biosu	Přístupové klávesy
ALR (Advanced Logic Research, Inc.) PC/PCI	F2
ALR PC/nonPCI	CTRL+ALT+ESC
AMD® (Advanced Micro Devices, Inc.) BIOS	F1
AMI (American Megatrends, Inc.) BIOS	DEL
Award BIOS	CTRL+ALT+ESC
Award BIOS	DEL
DTK (Datatech Enterprises Co.) BIOS	ESC
Phoenix BIOS	CTRL+ALT+ESC
Phoenix BIOS	CTRL+ALT+S
Phoenix BIOS	CTRL+ALT+INS

Dodavatel počítačů	Přístupové klávesy
Acer	F1, F2, CTRL+ALT+ESC
ARI	CTRL+ALT+ESC, CTRL+ALT+DEL
AST	CTRL+ALT+ESC, CTRL+ALT+DEL
Compaq 8700	F10
CompUSA	DEL
Cybermax	ESC
Dell BIOS	
Dell 400	F3, F1
Dell 4400	F12
Dell Dimension	F2 or DEL
Dell Inspiron	F2
Dell Latitude	Fn+F1 (při bootování)
Dell Latitude	F2 (při bootování)
Dell Optiplex	DEL
Dell Optiplex	F2

Dell Precision	F2
eMachine	DEL , F2
Fujitsu	
Gateway 2000 1440	F1
Gateway 2000 Solo	F2
HP (Hewlett-Packard)	F1, F2 (Laptop, ESC)
IBM	F1
E-pro Laptop	F2
IBM PS/2	CTRL+ALT+INS poté CTRL+ALT+DEL
IBM Thinkpad (novější)	Windows: Programs-Thinkpad CFG.
Intel Tangent	DEL
Lenovo(původně IBM)	
Micron	F1, F2, nebo DEL
Packard Bell	F1, F2, Del
Seenix	DEL
Sony VAIO	F2
Sony VAIO	F3
Tiger	DEL
Toshiba 335 CDS	ESC
Toshiba Protege	ESC
Toshiba Satellite 205 CDS	F1
Toshiba Tecra	ESC poté F1 nebo F2
Toshiba Notebook (novější)	1. Zapněte počítač držením vypínače a klávesy ESC. Počítač pípne a zobrazí: <i>Check System, then press F1 key.</i> 2. Uvolněte klávesu ESC 3. Zmáčkněte klávesu F1

Power On Self Test

Power On Self Test (zkráceně POST) je diagnostický program, který kontroluje hardware v zařízení a zároveň i jejich součinnost. Spouští se automaticky po startu přístroje (počítač, router nebo i tiskárna). Termín POST se však stal populárním až v souvislosti se šířením osobního počítače kde je součástí BIOSu.

Jeho průběh začíná obvykle inicializací a konfigurací procesoru a následným spuštěním série testů ke zjištění, zda počítačový hardware pracuje správně. Případné chyby zjištěné v průběhu testu jsou uloženy nebo oznámeny prostřednictvím vizuálních (blikání LED nebo zobrazením textu na displeji) nebo zvukových prostředků (série pípnutí – tzv. **beep kód**). Po dokončení je řízení předáno bootovací sekvenci volající ovládací software nebo zavaděč operačního systému.

POST se vyvinul z přímočarého jednoduchého procesu na poměrně složitý a spletitý. Je to dáno obrovským množstvím hardware a dalších standardů, který musí podporovat. Průměrný uživatel má tak povědomí o průběhu POSTu na osobních počítačích buď pouze prostřednictvím jednoduchých zpráv zobrazených v textovém režimu ihned po startu počítače, nebo je skryt za grafickým logem výrobce základní desky (je tu však možnost v Setupu BIOSu přepnout do textového režimu).

Hlášení chyb

Původní IBM BIOS hlásil chyby zjištěné během provádění POST tak, že odeslal číslo na výstupní pevnou adresu I/O portu 80. V pozdějších letech používali prodejci BIOSu posloupnosti pípání z připojeného reproduktoru známé jako beep kódy. Někteří výrobci vyvinuli vlastní varianty nebo vylepšení. Prostřednictvím logického analyzátoru nebo specializované POST karty (na obrázku) zobrazující hodnoty výstupního portu 80 na malém displeji, mohl servisní technik určit původ problému. Tato činnost však není jednoduchá, neboť existuje nepřehledné množství základních desek a jejich BIOSů a tedy i hodnoty těchto kódů signalizujících odlišný problém. K jeho určení je tak zapotřebí vlastnit servisní manuál.



BIOS POST karta určená pro sběrnici ISA

POST na platformě PC

U osobního počítače je dnes POST nejčastěji řízen BIOSem. Skutečné testy a jejich posloupnost jsou závislé na spoustě faktorů, zejména informacemi uloženými v paměti BIOSu. Obvykle jsou však prováděny v následujícím pořadí.

- Po stisku tlačítka napájení

Stisknutím tlačítka napájení odešle zdroj - PSU (Power Supply Unit – centrální jednotka napájení) signál základní desce skládající se z jedniček. Ta mu ho zase odešle zpět a po jeho obdržení PSU, začne okamžitě procházet elektrický proud celým systémem. Čítač/časovač (konkrétně se většinou jedná o obvod Intel 8284) začne posílat procesoru resetovací příkaz.

- Základní testy

Na začátku rutiny BIOS zkontroluje sám sebe pomocí kontrolního součtu. Následně se spustí kontrola dat uložených na CMOS paměti, přičemž na ní proběhne zároveň test zápisu/čtení. Kontrola probíhá pomocí kontrolního součtu a to tak, že se jednoduše sečtou všechny požadované hodnoty bajtů na adresách, uloží se jejich nejspodnější dva bajty a ověří se součtem již uloženým a to z adresy 2Eh a 2Fh. Do procesu se zahrnují adresy 10h až 2Dh (prvních 16 bajtů slouží pro hodiny). Bližší informace o rozmístění dat v této paměti naleznete v článku BIOS.

První fáze POST testu

Nyní proběhne kontrola technických prostředků počítače, informace o jejich konfiguraci jsou zjišťovány z propojek na základní desce počítače nebo z paměti CMOS. Nastavení jsou postupně konfrontována se skutečností. Tomuto procesu se obecně říká POST. Výsledky testů se zapisují na porty 060H a na I/O port 080H (zde se ohlásí akusticky). Hodnoty jsou v rozmezí od 00h (stejně chyby při spuštění prvního BIOS příkazu k CPU) do FFh (POST dokončen, tento kód se odešle na 80h).

- Základní inicializace

Nastane vnitřní příprava procesoru a inicializace základních zařízení. Prvních 16 záznamů v tabulce vektorů přerušení se naplní ukazateli na přerušovací rutiny služeb (ISRs) se sídlem v BIOS ROM. Proběhne test přechodu do chráněného režimu a zpět. Maskovatelná přerušení jsou od teď zapnuta, aby bylo možné zachytávat a zpracovat přerušení dalších zařízení, neboť se budou zpracovávat BIOSy jiných zařízení.

Provede se tedy test systémového řadiče, řadiče paměti a řadiče I/O obvodů, obvodu přímého přístupu do paměti (DMA), časovače systému a programovatelného periferního rozhraní a nakonec ověření prvních 64 kB paměti RAM (tu pak BIOS používá jako pracovní oblast). Případné chyby jsou interpretovány pomocí zvukových signálů ze speakru počítače, známé jako beep kódy. Pořadí kontrol zařízení se může mezi výrobci lišit. Všechny vstupně/výstupní sběrnice a řadiče musí být funkční. Dále proběhne vyhledání a přečtení konfiguračních informací uložených v CMOS. Nejdůležitější informací v CMOS, je z hlediska bootovacího procesu pořadí zařízení, která budou zkoušena pro zavedení operačního systému (FDD, CD-ROM, HDD apod.). Nepovinně (záleží opět na

konfiguraci) uloží (do oblasti RAM) BIOS některé rutiny, takže jsou pak rychlejší. Tato operace se nazývá jako shadow RAM. OS/2 a Windows však tyto rutiny nevyužívají, takže v těchto případech není důvod stínování zapínat. Použité místo v RAM je však někdy využíváno zařízeními IDE, což může způsobit problémy.

- **Vyhledávání rozšiřujících modulů**

Přestože jsou základní technické prostředky počítače již inicializovány, nemusí být všechna zařízení připravena k použití operačním systémem. Obsluhu těchto zařízení provádí malé podprogramy - tzv. rozšiřovací moduly BIOSu. Ve své podstatě se jedná o jakýsi miniaturní firmware. V rezervované paměti počítače je vyhrazen adresový prostor C0000h až DFFFFh, kde mohou být rozšiřovací moduly BIOS umístěny. Protože počítač o připojených zařízeních nic netuší, začne prohledávat tento rozsah paměti. Toto prohledávání probíhá tak, že je na začátku každého bloku paměti o velikosti 2 kB očekáván identifikační kód rozšiřovacího modulu, jehož přibližná kostra je popsána v tabulce:

První dva bajty musí nutně být 55h a AAh, neboť se podle nich poznává přítomnost ROM. Další bajt je délka ROM v 512B blocích, například ROM s délkou 16kB bude mít zde číslo 32 (20h). Za tímto bajtem musí následovat spustitelný kód, který inicializuje příslušné vnějšího zařízení a případně upraví potřebné přerušovací vektory v tabulce vektorů přerušování. Nakonec je vráceno řízení POSTu na systémové desce prostřednictvím instrukce RETF (nesmí být použita jiná), který pokračuje v prohledávání zbylého prostoru.

offset	obsah
0	55h - Identifikace hlavičky
1	AAh - Identifikace hlavičky
2	Délka ROM v 512B blocích
3	Délka ROM v 512B blocích
...	...
n	Dvojkový doplněk ke kontrolnímu součtu

Celý obsah ROM (vč. hlavičky) je zajištěn kontrolním součtem, který je dán součtem všech bajtů obsažených v ROM modulu 256 (100h). Takto spočtený kontrolní součet musí mít nulovou hodnotu. Rozsah bajtů, který se bude do součtu zahrnován, je dán právě bajtem udávajícím délku modulu. Bajty, které nejsou využívány do nejbližší adresy dělitelné 2024, jsou nastaveny na nulu, aby neovlivňovaly výsledný výpočet.

Vlastní vyhledávání oblasti rozšiřujících modulů lze rozdělit do dvou fází:

1. Nejprve se prohledává adresový prostor VIDEO ROM - C000:0000h až C780:0000h, kde mohou být uloženy rutiny grafických karet a to jak zapojených do slotů, tak i integrovaných (= inicializace videokarty). Pokud nějakou rutinu najde, je testována, jak už byl zmíněno, pomocí kontrolního součtu. Pokud kontrola proběhne v pořádku, je rutina vykonána, video ROM se inicializuje a zobrazí se kurzor nebo u novějších zařízení informace o kartě, případně grafická obrazovka výrobce zařízení (To je důvod, proč na moderních PC obvykle vidět něco na obrazovce o grafické kartě, než se zobrazí zprávy ze samotného systému BIOS). Chyby kontrolního testu jsou generovány zprávou:

1. Nejprve se prohledává adresový prostor VIDEO ROM - C000:0000h až C780:0000h, kde mohou být uloženy rutiny grafických karet a to jak zapojených do slotů, tak i integrovaných (= inicializace videokarty). Pokud nějakou rutinu najde, je testována, jak už byl zmíněno, pomocí kontrolního součtu. Pokud kontrola proběhne v pořádku, je rutina vykonána, video ROM se inicializuje a zobrazí se kurzor nebo u novějších zařízení informace o kartě, případně grafická obrazovka výrobce zařízení (To je důvod, proč na moderních PC obvykle vidět něco na obrazovce o grafické kartě, než se zobrazí zprávy ze samotného systému BIOS). Chyby kontrolního testu jsou generovány zprávou:

C000 ROM Error

(kde C000 označuje špatný adresový segment). Nenajde-li se žádná taková rutina, použije se základní video ROM driver a v případě úspěchu se zobrazí kurzor. Nyní se inicializuje video adaptér, testuje video karta a videopaměť a zobrazí se konfigurační informace nebo chyby nebo jen kurzor.

2. ROM BIOS dále skenuje adresy C800:0000h až DF80:0000h po 2 kB blocích a hledá jiná zařízení ROM ostatních adaptérů. Proces testování probíhá stejným způsobem s tím, že chyba je generována ve tvaru

XXXX ROM Error

(kde XXXX označuje segment chybového modulu). Tyto rutiny mohou měnit zároveň stávající ROM BIOS rutiny či vytvářet nové. Obvykle se na adrese C8000h nachází např. IDE/ATA řadič. Následující tabulka ukazuje přehled obsahu paměti na AT/XT počítačích:

Rámcový přehled obsazení pamětí PC/XT/AT (zde s MS/DOSem)	
adresa	význam
0000:0000	Tabulka vektorů přerušování složená z 256 čtyřbajtových adres.
0040:0000	Proměnné ROM-BIOSu.

0050:0000	Proměnné DOSu.
a000:0000	Paměť EGA (Enhanced Graphics Adapter) v některých režimech.
b000:0000	Videopaměť adaptéru MDA (a karet Hercules)
b800:0000	Videopaměť adaptéru CGA.
c800:0000 až e000:0000	Kód externí ROM. BIOS tuto oblast prohlíží po 2K blocích a hledá kód, který lze spustit. Takové ROMy obvykle instalují ovladače zařízení (např. harddisk nebo EGA-BIOS).
e000:0000 až e000:ffff	Další rozšiřující ROM moduly na základní desce.
f600:0000	ROM-rezidentní interpreter BASICu (jenom u orig. IBM)
fe00:0000	ROM-BIOS: POST a kód studeného startu, obsluhy přerušení atd.
f000:fff0	Instrukce JMP na první instrukci, provede se po zapnutí/resetu.
f000:fff5	Datum verze BIOSu (v ASCII).
f000:fffe	Identifikační kód IBM PC.

• Ukončovací rutiny

BIOS zjistí původce resetu otestováním kódu, který je uložen na adrese FHH v CMOS a může nabývat následujících hodnot (viz tabulka).

Potom zkontroluje hodnotu na adrese 0000:0472h, na základě které určí, jak bude probíhat druhá fáze POSTu. Byl-li RESET vyvolán pomocí kombinace kláves CTRL+ALT+DELETE, je hodnota této adresy 1234h (ve formátu little endian, kde nejméně významný bajt přichází jako první, bude v paměti jako 3412h) a provede se tedy tzv. **teplý start**, jinak je hodnota náhodná a provede se tzv. **studený start**. Při studeném startu provede ROM BIOS úplnou verzi POST, jinak vynechá test paměti a některé další inicializační rutiny.

Od této chvíle se informace zobrazují na obrazovce.

Chybové zprávy se interpretují dvojnásobem. Buď se zobrazí na obrazovce, nebo v případě kritických chyb, kdy takto učinit nelze, pípáním speakeru. Nebyl vytvořen žádný standard zvukových signálů a tak každá firma má ve svém zařízení určité odchylky. Chybové zprávy generované pomocí zvukového zařízení jsou většinou fatální a neumožňují pokračovat dále v procesu (např. chyba v procesoru). Úspěšné provedení je signalizováno jedním krátkým pípnutím. Chyby, které se během POST testu vyskytnou, mohou být klasifikovány jako kritické nebo nepodstatné. Nepodstatné chyby většinou zobrazí chybovou zprávu a povolí systému pokračovat v bootovacím procesu. Kritické chyby naopak ukončí bootovací proces počítače a jsou nejčastěji signalizovány pípáním beep kódů a následným studeným restartem.

hodnota	význam
0	Start pomocí CTRL+ALT+DELETE (tzv. teplý start)
1	Start při konfiguraci paměti
2	Start po testu paměti
3	Start po chybě paměti
4	Start před zavedením systému
5	Start při vygenerovaném skoku 0476
6-8	Po návratu z chráněného režimu
9	Při přesunu paměti v chráněném režimu
10	Při skoku JMP FAR na adresu 0467

Druhá fáze POST testu

• Zobrazení údajů

Nyní se identifikuje se BIOS a zobrazí se spouštěcí obrazovka s následujícími údaji:

- Výrobce a číslo verze.**
- Datum uvedení BIOSu.** Toto se může hodit při diagnostikování problémů, neboť některé výrobní kusky určitých dat mají známé vady.
- Informace o stisku klávesy pro vstup do Setupu BIOSu** (obvykle klávesa Del, F2, F10 případně i jiné kombinace kláves, např.: Ctrl+Alt+S, Ctrl+Alt+Esc, Ctrl+Alt+Ins).
- Znak BIOS společnosti,** nebo v některých případech výrobce PC nebo základní desky.

Sériové číslo BIOSu je umístěné obvykle ve spodní části obrazovky. BIOSy jsou totiž vysoce přizpůsobeny na konkrétní desku, toto pořadové číslo lze tedy použít v mnoha případech k určení konkrétní desky a verze systému BIOSu. Způsob podání informací má každý výrobce svůj.

AWARD – všechny znaky krom čtyř posledních udávají kód použitého čipsetu, předposlední dva znaky udávají výrobce základní desky a poslední dva výrobce BIOSu. Kódy je třeba rozluštit, aby z nich něco použitelného vzešlo a to např. z

<http://www.wimsbios.com/numbers.s.html>.

AMI - Základní deska výrobce je zakódována v posledním čtyřčísli třetí skupiny čísel, počítáno zleva doprava. Kódy je třeba rozluštit např. z <http://www.wimsbios.com/aminumber.s.jsp>.

Poté se zkontroluje, zda zařízení uvedená v paměti existují a fungují správně, a blíže je identifikuje. Případné chyby se odesílají na výstupní port 80h. Některá další PC jiných výrobců posílají tyto kódy do jiných portů. Compaq posílá na port 84h, IBM PS/2 model 25 a 30 posílá na port 90h, model 20-286 pošle na port 190h. Některé stroje s EISA Award



Jedna z fází průběhu POST

Přehled IBM chybových kódů

kód	význam
100 to 199	Systemové součásti
200 až 299	Paměť
300 až 399	Klávesnice
400 až 499	Monochromatický displej
500 až 599	Barevný/grafický displej
600 až 699	Floppy jednotka nebo adaptér
700 až 799	Koprocesor
900 až 999	Paralelní port pro tiskárnu
1000 až 1099	Jiný zařízení tiskárny
1100 až 1299	Asynchronní komunikační zařízení, adaptér nebo port
1300 až 1399	Game port
1400 až 1499	Barevná/grafická tiskárna
1500 až 1599	Synchronní komunikační zařízení, adaptér nebo port
1700 až 1799	Jednotka HDD a/nebo adaptér
1800 až 1899	Rozšiřující jednotka (XT)
2000 až 2199	Bisynchronní komunikační adaptér
2400 až 2599	EGA video systém (MCA)
3000 až 3199	adaptér LAN
4800 až 4999	Interní modem
7000 až 7099	Čipy Phoenix BIOS
7300 až 7399	3.5 palcová disková jednotka
8900 až 8999	MIDI adaptéry
11200 až 11299	SCSI adaptéry
21000 až 21099	SCSI pevný disk nebo řadič
21500 až 21599	SCSI CD-ROM

BIOS posílají na port 300h a systém s architekturou MCA na port 680h. Některé staré AT&T, Olivetti, NCR a dalších AT Klony mohou posílat na port tiskárny na 3BCh, 278h a 378h.

• **Kontrola důležitých zařízení**

Test tedy začne procesorem. Po něm proběhne kontrola konvenční a případně i rozšířené paměti RAM. V případě, že uložená informace uvádí větší hodnotu paměti než jaká je skutečně instalována, zastaví se inicializace počítače a uživatel musí zajistit správné nastavení jumperů na základní desce nebo údajů v paměti CMOS. Byly-li nalezeny během kontroly RAM chybné buňky, je třeba zajistit výměnu příslušných paměťových čipů. Tento test proběhne pouze za předpokladu, že byl počítač zapnut (tj. proveden studený start). Průběh se zobrazuje na obrazovce, stejně jako případné chyby.

Dále se nastaví sériové a paralelní porty a přiřadí se jim přerušovací vektory. Průběh identifikace zařízení je zobrazen na obrazovce. Proběhne inicializace řídicího obvodu klávesnice, zjišťování zařízení disků apod. Informace o standardních připojených zařízeních je uložena v oblasti proměnných modulu BIOS na adrese 410h. Tato akce bývá na starších deskách před vlastní inicializací PnP, u novějších je tomu naopak.

• **Vyhledání a konfigurace Plug & Play zařízení**

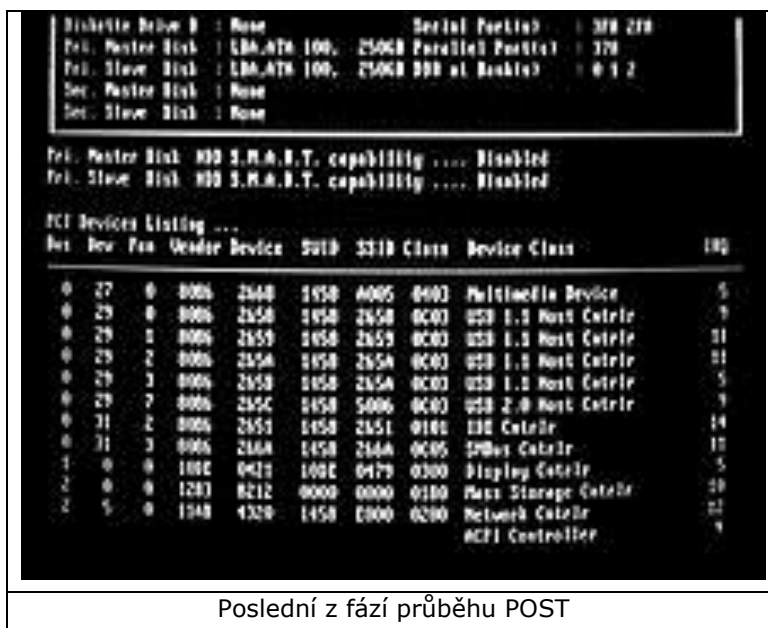
Pokud BIOS podporuje standard Plug and play (PnP), zdetekuje a nakonfiguruje zařízení PnP a pro každý z nich zobrazí na obrazovce informace. BIOS nejdříve zařazuje **do tabulky ESCD** (ukládá se informace o zařízeních Plug and Play) statická zařízení, tj. s pevnými adresami, IRQ a DMA, pak teprve začne vyhledávat dynamická zařízení. Jejich parametry dočasně uloží opět do ESCD. BIOS nemusí být zdařilý v konfiguraci PnP, může požádat o pomoc uživatele dotazy, jinak zařízení nenakonfiguruje. **Detekce obvykle probíhá v následujících krocích:**

- 1) **Vytvoří se zdrojové tabulky IRQ, DMA kanálů a I/O adres**, s výjimkou těch, které jsou vyhrazeny pro systémová zařízení.
- 2) **Hledá se a identifikuje non-PnP a PnP zařízení na sběrnicích**
- 3) **Načte se poslední známá konfigurace systému z ESCD.**
- 4) **Porovná se stávající konfigurace s poslední známou.** Pokud je beze změn, pokračuje se přímo k bootování. Je-li nová, začne systém rekonfigurovat. **Ze zdrojové tabulky se vyloučí všechny zdroje, které nejsou využívány PnP zařízeními.**
- 5) **Zkontroluje se nastavení BIOSu, zda byly nějaké další systémové prostředky vyhrazeny pro použití non-PnP zařízeními a odstraní se některé z těchto zdrojů z tabulky.**
- 6) **Přiřadí se zdroje PnP karet ze zbývajících zdrojů do zdrojové tabulky.**

• **Zobrazení souhrnných údajů**

BIOS zobrazí souhrnné informace o konfiguraci svého systému, které mohou být užitečné při diagnostikování problémů v nastaveních provedených v **Setupu**. Aby bylo možné vůbec stihnout jejich přečtení, může se stisknout klávesa Pause/Break, která pozastaví provádění programu. Druh zobrazených informací se liší verze od verze, obvykle však nalezneme následující:

- Typ procesoru (CPU)
- Koprocesor - jednalo se o zařízení, které rozšiřovalo instrukční možnosti procesoru a to zejména v oblasti počítání čísel s plovoucí desetinnou čárkou (tzv. FPU – Float Point Unit). Od



Poslední z fází průběhu POST

dob Pentii je FPU běžnou součástí procesoru. Proto se většinou zobrazí hláška „Integrated“, v opačném případě „Installed“.

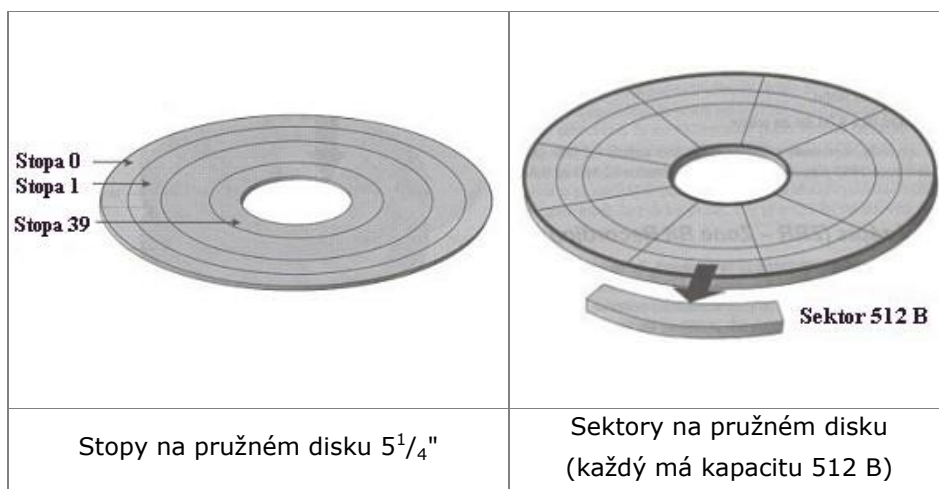
- Hodinová rychlost procesoru v MHz.
 - Velikost základní (konvenční) paměti, bude téměř vždy 640 kB (pokud není méně).
 - Velikost rozšířené (extended) paměti, ochuzená o konvenční paměť a horní oblast paměti (UMA), jež je vyhrazena pro ROM BIOS a ostatní hardware.
 - Velikost vyrovnávací (cache) paměti.
 - Typ paměti a konfigurace. Většina novějších systémů bude zobrazovat, kolik bylo v bankách nalezeno paměti a které výrobní technologie bylo u nich použito, případně i kapacita.
 - Typ grafického adaptéru (běžně VGA/EGA atp.). Vzhledem k tomu, že takto značeny jsou dnes již všechny grafické adaptéry, vyvstává otázka, proč se tato informace ještě zobrazuje.
 - Velikost a kapacitu první zjištěné disketové mechaniky (obvykle A:).
 - Velikost a kapacitu druhé zjištěné disketové mechaniky (obvykle B:).
 - Záznam pro každý ze čtyř zařízení na IDE systému: primární master a slave a sekundární master a slave. Starší systémy podporovaly připojení pouze dvou zařízení a zobrazovaly je jako „Drive C“ a „Drive D“, což je zavádějící, neboť jedno zařízení mohlo obsahovat více jednotek. Záznam se skládá z kapacity zařízení, přístupový mód (PIO módy, zdali je pomocí LBA či ne, atp.) a výrobce mechaniky nebo jeho označení. Novější BIOSy dokážou přímo rozeznat i CD-ROM mechaniku.
 - V/V adresy sériových nebo COM portů. Obvykle jsou dvě (3F8h a 2F8h), může jich být však i více.
 - V/V adresy paralelních nebo LPT portů. Tyto adresy jsou variabilní, obvykle však 378h, 278h nebo i 3BCh.
- **závěrečné operace** - načte a zobrazí popisy Plug and Play zařízení a jejich přerušení. Aktualizuje se ESCD oblast do nového systému. Většina BIOSů zobrazí zprávu "Updating ESCD ... Successful." Tím POST končí a řízení je předáno BIOSu pro zavedení operačního systému.

Vnější paměti

Pružné disky (floppy disky, diskety)

Pružné disky patří mezi přenosná média pro uchování dat. Pružný disk je tvořen plastovým kotoučem, na jehož povrchu je vrstva oxidu železa. Celý kotouč je potom uzavřen v obdélníkovém pouzdře, vystlaném hebkým materiálem, které jej chrání před nečistotou a mechanickým poškozením a ve kterém se kotouč při práci otáčí. V tomto obalu je vyříznutý tzv. **čtecí otvor**, kterým přistupuje čtecí a zapisovací hlava k médiu.

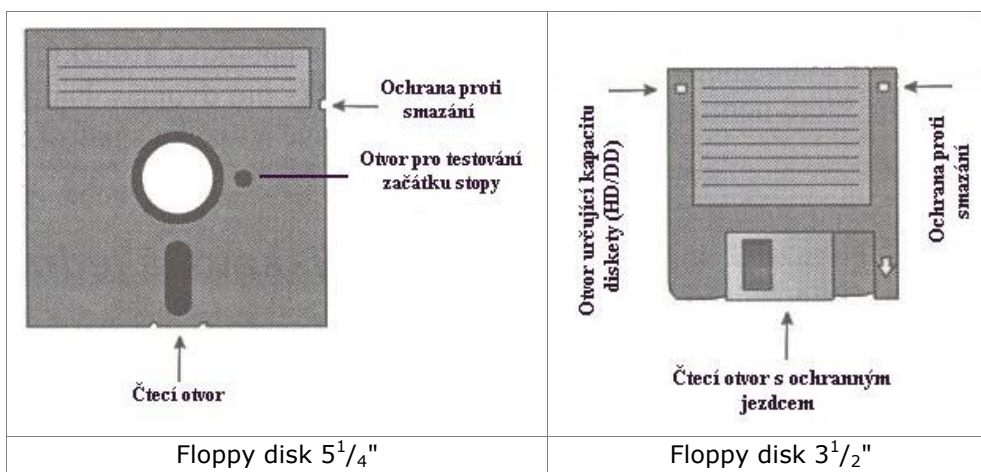
Záznam dat na médium je prováděn magneticky. Jednotlivá data jsou **zapisována do soustředných kružnic**, tzv. **stop (track)**, na obě strany diskety. Každá stopa je rozdělena ještě na tzv. **sektory (sector)**, jež tvoří **nejmenší úsek média, na který je možné zapisovat**. To znamená, že při zápisu na pružný disk **jsou data zapisována po sektorech** a poslední sektor již nemusí být plně zaplněn. Nová data mohou být zapisována opět od začátku dalšího sektoru. Z toho vyplývá, že ne všechny sektory jsou v případě plně nahané diskety zcela zaplněny. Vlastní zápis na pružný disk bývá prováděn s kódováním MFM, zatím se neobjevily (a asi ani neobjeví) pružné disky se kódováním RLL popř. jiným.



Základními parametry disket jsou jejich velikost, hustota záznamu dat a z toho vyplývající kapacita:

Velikost	Hustota	Stopy	Sektory	Strany	Kapacita sektoru	Kapacita diskety
5 1/4"	DD	0-39	1-9	0-1	512 B	360 kB
5 1/4"	HD	0-79	1-15	0-1	512 B	1,2 MB
3 1/2"	DD	0-79	1-9	0-1	512 B	720 kB
3 1/2"	HD	0-79	1-18	0-1	512 B	1,44 MB

Pružné disky - diskety



Zkratky DD a HD ve sloupci hustota značí po řadě Double Density a High Density, tj. disketu s dvojitou a vysokou hustotou záznamu. Pro vyjádření hustoty záznamu se také někdy používá jednotka **TPI** (**T**racks **P**er **I**nch), která udává počet stop na jeden palec. Diskety 5¹/₄" HD mají hustotu záznamu 96 TPI a u disket 3¹/₂" HD je hustota 135 TPI.

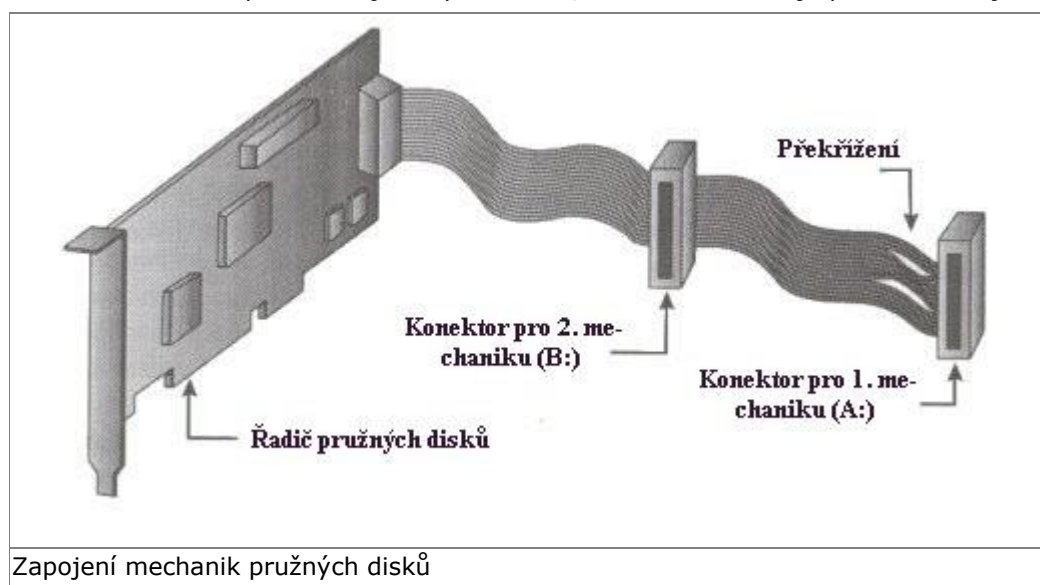
Mechaniky pružných disků

Mechaniky pružných disků jsou zařízení pro čtení a zapisování na pružné disky. Je možné je rozdělit podobně jako pružné disky podle velikosti (5¹/₄", 3¹/₂") a podle hustoty záznamu (DD, HD).

První počítače PC/XT měly většinou osazeny dvě mechaniky pružných disků 5¹/₄" DD. Jedna se používala pro zavedení operačního systému a druhá pro spouštění aplikačních programů a čtení (ukládání) dat. Později se začaly objevovat první pevné disky. Počítače PC/AT byly zpočátku vybaveny jednou mechanikou 5¹/₄" HD a pevným diskem. Později se začaly více prosazovat mechaniky 3¹/₂", takže počítače byly osazovány jednou mechanikou 5¹/₄" HD a jednou mechanikou 3¹/₂" HD. Dnes se u počítačů PC používají zejména 3¹/₂" HD mechaniky. Mechaniky pružných disků jsou připojeny k **řadiči pružných disků** (FDD controller), který řídí jejich činnost. Řadič pružných disků bývá umístěn buď společně s řadičem pevných disků a popř. I/O kartou na samostatné desce, která je potom zapojena do některého ze slotů rozšiřující sběrnice, nebo nověji bývá integrován přímo na základní desce počítače. Standardní řadič podporuje připojení max. 2 mechanik pružných disků. Připojení disketových mechanik k řadiči je provedeno pomocí plochého kabelu se 34 vodiči. Tento kabel má zpravidla 5 konektorů:

- 1 pro připojení k řadiči
- 2 pro připojení mechaniky 5¹/₄"
 - 1 pro případ zapojení jako první mechaniky (v MS-DOSu A:)
 - 1 pro případ zapojení jako druhé mechaniky (v MS-DOSu B:)
- 2 pro připojení mechaniky 3¹/₂" (analogicky jako u mecahnik 5¹/₄").

Propojení řadiče s druhou disketovou machanikou je provedeno přímo (1:1), tj. kontakt 1 je na řadiči spojen s kontaktem 1 mechaniky, kontakt 2 s kontaktem 2 atd. Propojení první mechaniky již není (1:1), ale propojující kabel je překřížen. Podle tohoto překřížení je tedy rozlišeno, která mechanika je první a která je druhá.



Vlastní čtení popř. zápis z pružného disku v mechanice probíhá ve třech krocích.

1. vystavení čtecích (zapisovacích) hlav na požadovanou stopu pomocí krokového motorku.
2. pootočení na příslušný sektor
3. zápis (čtení) sektoru

Modulace dat při záznamu na magnetická média

Data se na magnetická média ukládají pomocí změn magnetického toku. Tato změna může nastat z kladného toku na záporný nebo naopak ze záporného na kladný. Každá takováto změna se při čtení projeví jako **impuls**. K reprezentaci dat na magnetickém médiu se tedy používá přítomnosti nebo nepřítomnosti impulsu (mezera).

Například posloupnost bitů 10101110 by byla zakódována jako PNPNPPPN, kde P značí impuls a N značí mezeru. Bylo by tedy teoreticky možné data zaznamenávat na médium tak, že bit 1 by byl zaznamenán jako impuls a bit 0 jako mezera. Tato představa je ovšem pouze teoretická a v praxi by nikdy nepracovala. V okamžiku, kdy by následovala delší posloupnost nul, která by byla zaznamenána jako dlouhá posloupnost mezer bez jakýchkoliv impulsů, by došlo ke ztrátě synchronizace řadiče pevného disku a nebylo by možné přesně určit, kolik mezer (nul) bylo přečteno. **Impulsy totiž pomáhají vzájemně synchronizovat čtená data a řadič disku.**

Z předchozího vyplývá, že data musí být na disk zaznamenávána tak, aby nikdy nedošlo k dlouhé posloupnosti mezer. V rozporu s tímto požadavkem je ovšem požadavek, který říká, že na magnetické médium se vejde větší počet mezer a impulsů, je-li počet impulsů menší. Je tedy nutné zvolit vhodný kompromis, aby při čtení dat nedošlo ke ztrátě synchronizace a zároveň, aby vlivem přehnaně velkého počtu impulsů nedocházelo k plýtvání médiiem a tím k jeho menší kapacitě.

V praxi je tento problém řešen některým z následujících způsobů:

- **FM modulace:** v případě FM (Frequency Modulation) se jednotlivé bity zakódují následovně:

Například: 101101101 se zakóduje jako PPNPPPPPNPPPPNPP.

To znamená, že jednička je kódována jako dva impulsy a nula jako impuls následovaný mezerou. Při tomto kódování je bezpečně zaručeno, že nikdy nenastane příliš dlouhá posloupnost mezer. Bohužel je zde příliš vysoký počet impulsů, který způsobuje, že na médium je možné zaznamenat menší počet informací. Tento způsob kódování je dnes již poměrně zastaralý a nepoužívá se.

Bit	Zakódování
0	PN
1	PP

- **MFM modulace:** u MFM (Modified Frequency Modulation) je snaha zmenšit počet impulsů, takže bity jsou kódovány podle pravidel v tabulce.

Bit	Zakódování
0	PN jestliže je v řetězci 00 NN jestliže je v řetězci 10
1	NP

Například: vzorek 101100, který bude pro porovnání zakódován pomocí MFM i FM.

Vzorek	MFM	Počet impulsů	FM	Počet impulsů
101100	NPNNPNPNPN	4	PPNPPPPPNPN	9

Je zřejmé, že při MFM modulaci dojde k úspoře média, protože celkový počet impulsů je menší než u FM modulace a také celkový počet po sobě následujících mezer nikdy nebude příliš vysoký, protože po sobě mohou následovat nejvýše 3 mezery. Díky těmto vlastnostem je MFM modulace asi o 20% úspornější než FM modulace.

MFM modulace se používala u prvních pevných disků a dodnes se používá při záznamu na pružné disky.

- **RLL modulace:** modulace 2,7 RLL používá pro kódování následující schéma, pomocí něhož kóduje dvojice až čtveřice bitů:

Vzorek	RLL	Počet impulsů	MFM	Počet impulsů
00	PNNN	1	PNPN	2
01	NPNN	1	PNNP	2
100	NNPNNN	1	NPNNPN	2
101	PNNPNN	2	NPNNNP	2
1100	NNNNPNNN	1	NPNPNNPN	3
1101	NNPNPNPN	2	NPNPNNNP	3
111	NNNPNN	1	NPNPNP	3

Jednotlivé vzorky a jejich zakódování jsou voleny tak, aby mezi dvěma impulsy byly minimálně dvě a maximálně 7 mezer. **Toto kódování je asi o 50% úspornější než MFM** kódování a bylo používáno u starších pevných disků.

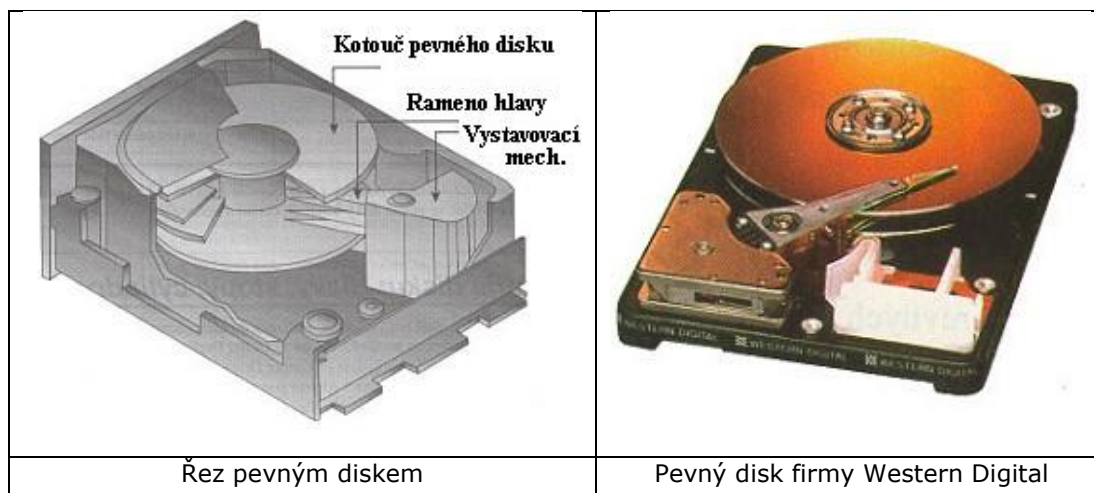
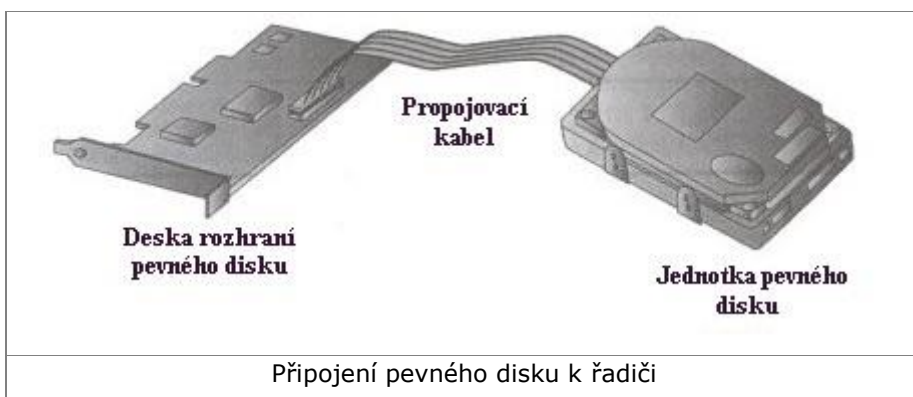
Moderní pevné disky používají většinou nějakou modifikaci 2,7 RLL kódování, označovanou např. **ARLL**, **ERLL** apod., která poskytuje ještě větší úsporu a tím **umožňuje záznam většího objemu dat na médium**.

Pevné disky (Winchester disky, hard disky)

Pevné disky jsou média pro uchování dat s vysokou kapacitou záznamu. V současnosti jsou pevné disky standardní součástí každého PC. Jedná se o pevně uzavřenou nepřenosnou jednotku. Uvnitř této jednotky se nachází několik nad sebou umístěných rotujících kotoučů (disků). Tyto disky se otáčejí po celou dobu, kdy je pevný disk připojen ke zdroji elektrického napájení nezávisle na tom, zda se z něj čte (na něj zapisuje). Rychlost otáčení bývá 3600 až 7200 otáček za minutu. Díky tomuto otáčení se v okolí disků vytváří tenká vzduchová vrstva, na níž se pohybují čtecí/zapisovací hlavy. Vzdálenost hlav od disku je asi 0,3 až 0,6 mikronu

Podsystém pevného disku se skládá z:

- diskových jednotek
- rozhraní řadiče na základní desce, dříve desky rozhraní pevných disků
- příslušných kabelů propojujících diskové jednotky s řadičem

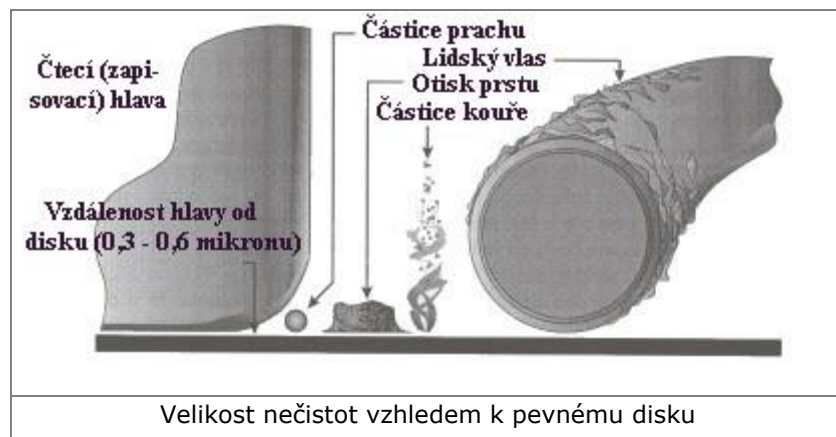


Základní parametry pevných disků jsou uvedeny v následující tabulce:

Parametr	Vysvětlení	Rozsah
----------	------------	--------

Velikost	Průměr disků použitých ke konstrukci pevného disku	2"; 3 ¹ / ₂ ", 5 ¹ / ₄ "
Počet cylindrů	Počet stop na každém disku	300 - 3000
Počet hlav	Odpovídá počtu povrchů, na které se provádí záznam	2 - 256
Počet sektorů	Počet sektorů na každé stopě	8 - 64
Mechanismus vystavení hlav	Mechanismus, pomocí kterého se vystavují čtecí/zapisovací hlavy na patřičný cylindr. U starších typů pevných disků bývá realizován pomocí krokového motorku a u novějších disků pomocí elektromagnetu	Krokový motor / elektromagnet (lineární motor)
Přístupová doba	Doba, která je nutná k vystavení čtecích / zapisovacích hlav na požadovaný cylindr	8 - 65 ms
Přenosová rychlost	Počet bytů, které je možné z disku přenést za 1 sekundu	700 -> ? kB/s
Typ rozhraní	Určuje, jaký typ desky rozhraní musí být v počítači osazen, aby bylo možné tento pevný disk připojit	ST506, ESDI, IDE, EIDE, SCSI, SATA
Metoda kódování dat	Způsob, kterým jsou data při zápisu na disk kódována	MFM, RLL, ARLL, ERLL
ZBR	Metoda, která dovoluje zapisovat na stopy, které jsou vzdálenější od středu pevného disku (jsou větší), vyšší počet sektorů	ANO / NE

Vzhledem k velmi vysoké hustotě záznamu je skutečně nutné, aby jednotka pevného disku byla prachotěsně uzavřena, protože i velmi malá nečistota způsobí její zničení.

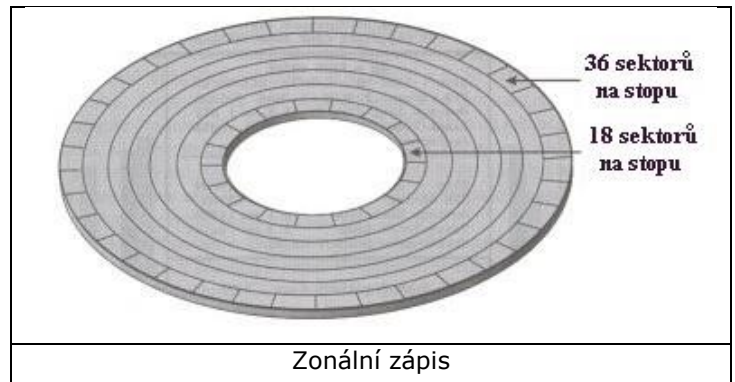
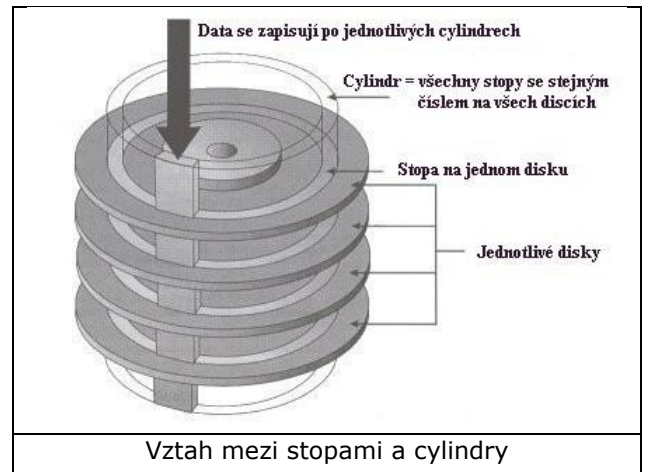


Geometrie pevných disků

Všechny jednotlivé disky, ze kterých se celý pevný disk skládá, jsou podobně jako u pružného disku rozděleny do **soustředných kružnic nazývaných stopy (tracks)** a každá z těchto stop je rozdělena do **sektorů (sectors)**. Množina všech stop na všech discích se stejným číslem se u pevných disků označuje jako **válec (cylinder)**.

Geometrie disku udává hodnoty následujících parametrů:

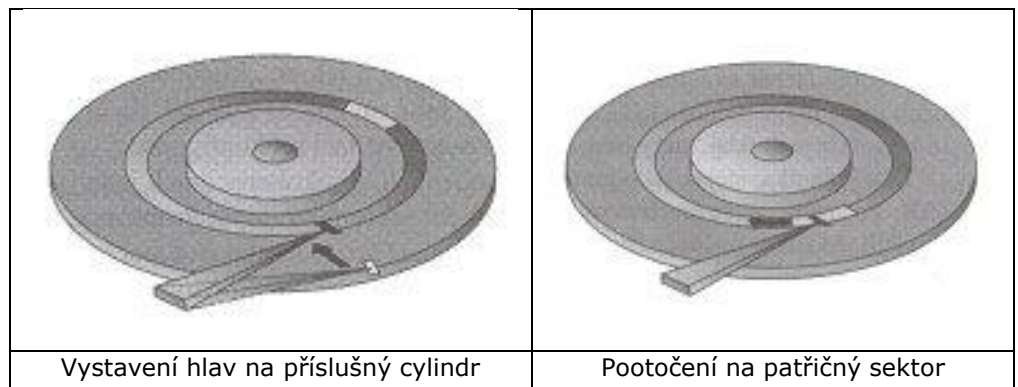
- **Hlavy disku (heads)**: počet čtecích (zapisovacích) hlav pevného disku. Tento počet je shodný s počtem aktivních ploch, na které se provádí záznam. Většinou každý jednotlivý disk má dvě aktivní plochy a k nim příslušné čtecí (zapisovací) hlavy.
- **Stopy disku (tracks)**: počet stop na každé aktivní ploše disku. Stopy disku bývají číslovány od nuly, přičemž číslo nula má vnější stopa disku.
- **Cylindry disku (cylindry)**: počet cylindrů pevného disku. Tento počet je shodný s počtem stop. Číslování cylindrů je shodné s číslováním stop.
- **Sektory (sectors)**: počet sektorů, na které je rozdělena každá stopa. U většiny pevných disků je podobně jako u pružných disků počet sektorů na všech stopách stejný. Tento způsob do jisté míry plýtvá médium, protože vnější stopy jsou delší a tudíž by se na ně mohlo umístit více sektorů. Existují však i pevné disky, u nichž se používá tzv. **zonální zápis** označovaný jako **ZBR (Zone Bit Recording)**. Jedná se metodu zápisu na pevný disk, která dovoluje umístit na vnější stopy pevného disku větší počet sektorů než na stopy vnitřní. ZBR tedy lépe využívá záznamové médium, ale způsobuje podstatně složitější přístup k datům. Sektory bývají číslovány od jedničky.



Zápis (čtení) na (z) pevný disk probíhá podobně jako u pružného disku na magnetickou vrstvu ve třech krocích:

1. **vystavení zapisovacích (čtecích) hlav na příslušný cylinder pomocí krokového motorku (dříve) nebo elektromagnetu (dnes)**
2. **pootočení disků na patřičný sektor**
3. **zápis (načtení) dat**

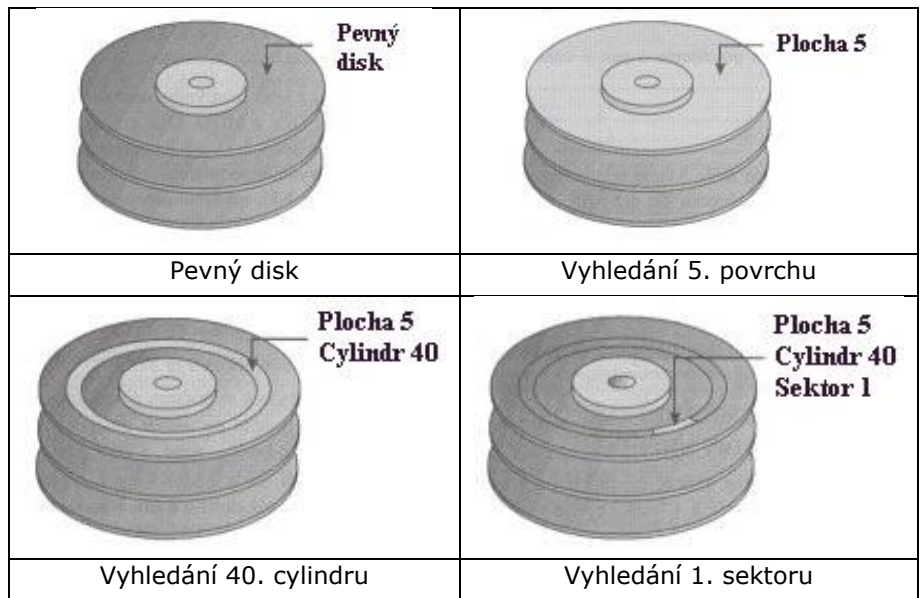
Data jsou na pevný disk ukládána tak, že nejdříve je zaplněn celý 1. cylinder, potom 2. cylinder a tak dále až po poslední cylinder. Tento způsob dovoluje, aby se čtecí (zapisovací) hlavy podílely na čtení (zápisu) paralelně. Ukládání dat po jednotlivých discích by bylo podstatně



pomalejší, protože v daném okamžiku by vždy mohla pracovat právě jedna hlava. Fáze zápisu (čtení) na (z) pevný disk:

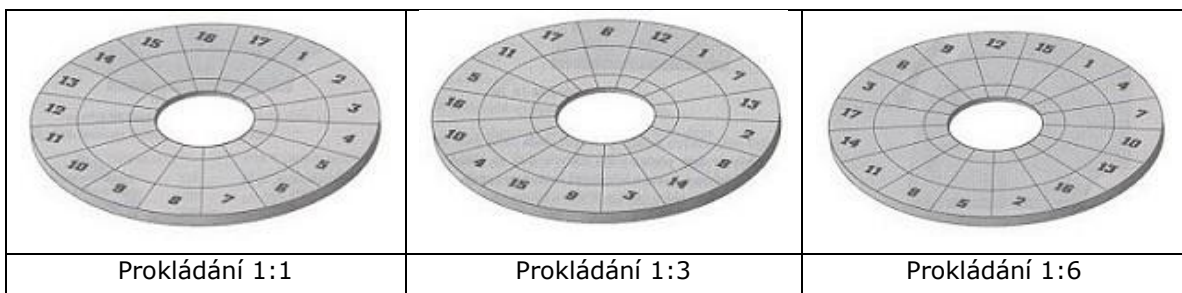
Př.: Fáze vyhledání 1. sektoru ve 40. cylindru na 5. povrchu pevného disku

Protože rychlost otáčení pevného disku je poměrně vysoká, může se stát, že poté, co je přečten (zapsán) jeden sektor a data jsou předána dále, dojde k pootočení disků, takže čtecí (zapisovací) hlavy se nenacházejí nad následujícím sektorem, ale až nad některým z dalších sektorů. Nyní by tedy bylo nutné čekat další otáčku, než čtecí (zapisovací) hlavy budou nad požadovaným sektorem, a pak by se situace znovu opakovala. Protože tento způsob by velmi zpomaloval práci pevného disku, zavádí se tzv. **faktor prokládání**

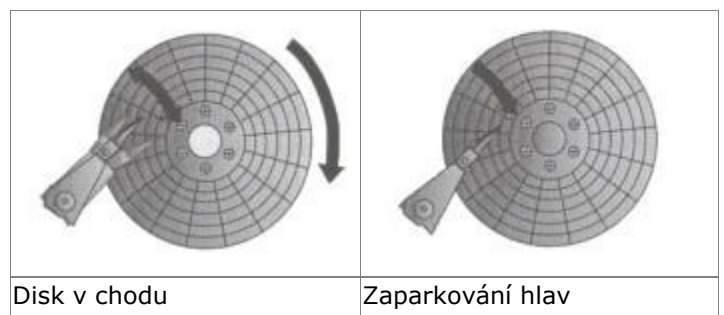


pevného disku. Jedná se o techniku, při které nejsou data zapisována (a posléze čtena) do za sebou následujících sektorů, ale jsou během jedné otáčky disku zapisována vždy do každého n-tého sektoru (faktor prokládání 1:n). Číslo n je voleno tak, aby po přečtení a zpracování dat z jednoho sektoru byla čtecí (zapisovací) hlava nad dalším požadovaným sektorem.

Faktory prokládání



Při vypnutí počítače (a tím i pevného disku) se pevný disk přestává otáčet. Tím přestává existovat tenká vrstva, na které se pohybují čtecí (zapisovací) hlavy a vzniká riziko jejich pádu na disky. Tento pád by totiž mohl jednotlivé disky poškodit. Proto v okamžiku, kdy má pevný disk ukončit svou činnost, je nezbytné, aby čtecí (zapisovací) hlavy byly přemístěny do zóny, která je speciálně uzpůsobena k jejich přistání. U starších pevných disků bylo nutné vždy před vypnutím počítače provést pomocí nějakého programu tzv. **zaparkování diskových hlav**, tj. jejich přemístění na patřičné místo. Nové pevné disky již využívají tzv. **autopark**, který je založen na tom, že po vypnutí pevného disku se pevný disk ještě chvíli setrvačností otáčí a tím vyrobí dostatek energie nutné pro přemístění hlav do parkovací zóny. Pro tuto parkovací zónu bývá většinou vyčleněna nejvnitřnější stopa disku, protože je na ní nejmenší rychlost.



Rozhraní pevných disků

Rozhraní pevných disků (řadič) jsou zařízení, která zprostředkovávají komunikaci mezi pevným diskem a ostatními částmi počítače. Rozhraní pevného disku určuje způsob komunikace a tím typ disku, který je možné k němu připojit.

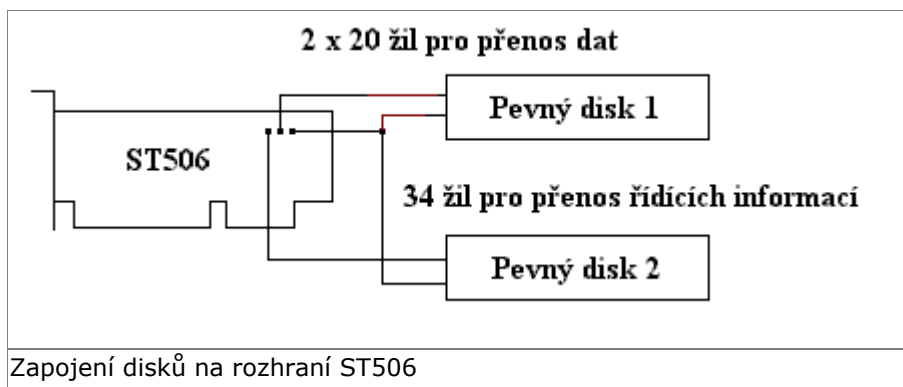
Rozhraní ST506

Rozhraní **ST506** bylo vyrobeno firmou Shuttgart Technologies s původním označením ST506/412 a jedná se o první ve větší míře používané rozhraní pevných disků pro počítače PC. Pevné disky pracující s tímto rozhráním posílají kompletně modulovaný signál včetně synchronizačních impulsů, které je nutné potom oddělit od datových bitů. Toto rozhraní bylo určeno pro 5 mil. impulsů za sekundu. To při kódování MFM znamená 5 Mb/s a u 2,7 RLL 7,5 Mb/s.

Toto rozhraní dokázalo pracovat s disky, které měly maximálně 16 hlav, a bylo možné k němu připojit maximálně dva disky. Rozhraní ST506 nebylo konstruováno pro připojování jiných zařízení než pevné disky (CD ROM, Páskové mechaniky apod.). Jednalo se o rozhraní, které bylo poměrně náchylné na rušení a vyžadovalo tedy co možná nejkratší a kvalitní kabeláž. ST506 bylo s disky spojeno dvěma kabely:

- 20 žilový kabel pro přenos dat (pro každý disk zvláštní kabel)
- 34 žilový kabel pro přenos řídicích informací (společný pro oba disky)

Další nevýhodou tohoto rozhraní je jeho poměrně komplikovaná komunikace s diskem. Rozhraní totiž neumí přikázat disku, aby vystavil hlavy na nějaký konkrétní cylindr. Je možné vysílat pouze příkazy pro přesunutí hlav na následující popř. předcházející cylindr. U rozhraní ST506 také není možné programově zjistit informace o geometrii připojených pevných disků.



Informace o tom, který z disků je první (a zavádí se z něj OS) a který disk je zapojen jako druhý, byla nastavena pomocí propojek na rozhraní ST506. Rozhraní ST506 bylo nejčastěji používáno pro disky s kódováním MFM a odtud pochází také jeho nesprávný název - rozhraní MFM.

Rozhraní ESDI

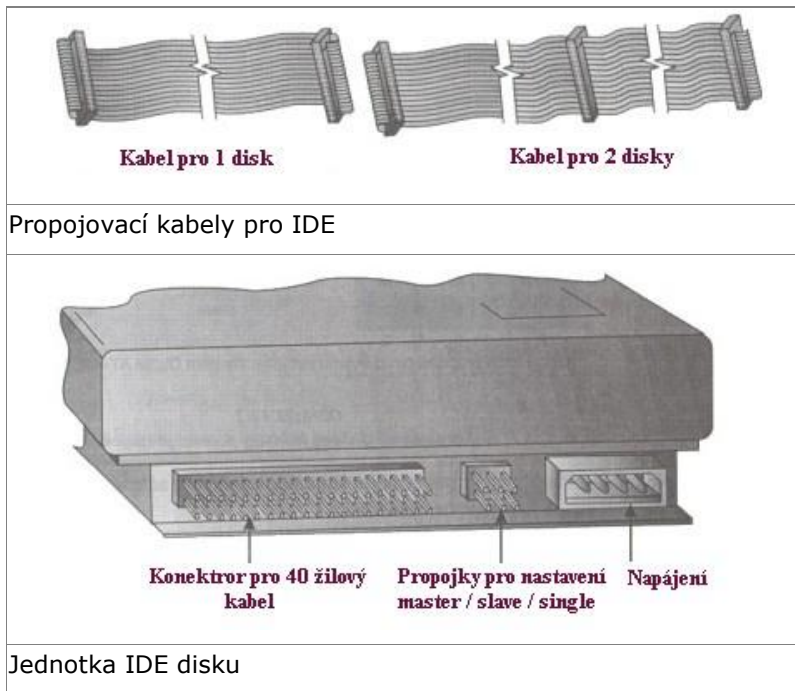
Rozhraní **ESDI** (Enhanced Small Device Interface) vzniká začátkem 80. let jako snaha o standardní rozhraní pro připojování periférií, které by nahradilo rozhraní ST506. Jedná se o výrazně zlepšené rozhraní ST506, u kterého jsou data přenášena sériově a řídicí informace paralelně. Mezi hlavní zlepšení oproti svému předchůdci patří:

- podpora disků, které mohou mít až 256 hlav
- dovoluje podstatně vyšší přenosovou rychlost dat (až 24 Mb/s)
- disková jednotka může zasílat informace o své konfiguraci a je možné programově zjistit informace o geometrii pevného disku
- dekódování informací je prováděno přímo na desce pevného disku, což snižuje náchylnost na rušení a dovoluje použití delších propojovacích kabelů.
- teoreticky dovoluje připojit i jiná zařízení, než jsou pevné disky. Tato zařízení se však nikdy ve větší míře nevyráběla.

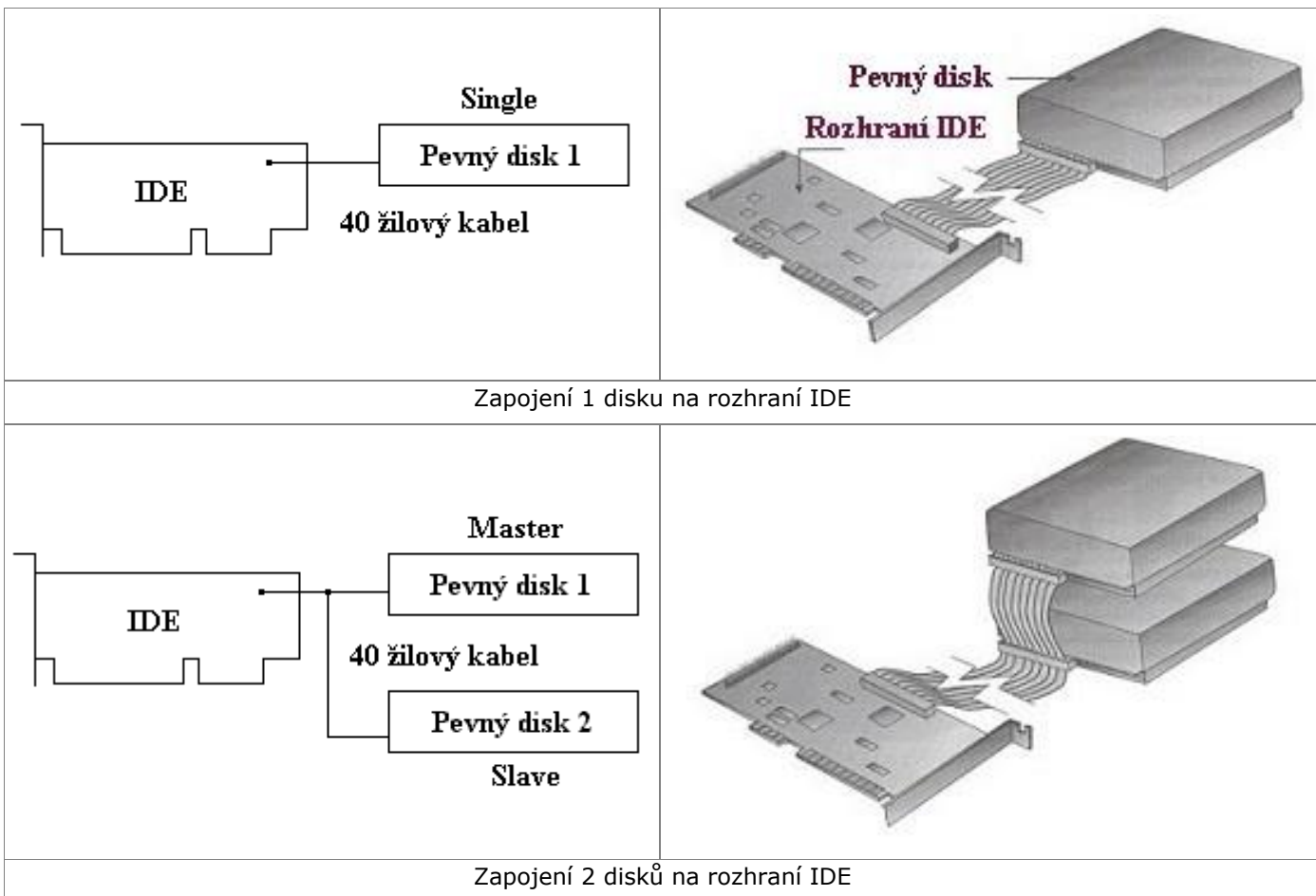
Rozhraní ESDI zachovává stejnou kabeláž jako rozhraní ST506 a dovoluje také připojit maximálně dvě zařízení.

Rozhraní IDE

Rozhraní **IDE** (Integrated Device Electronics) nazývané též nesprávně AT-Bus bylo navrženo v roce 1986 firmami Western Digital a Compaq jako náhradník rozhraní ST506. Cílem bylo navrhnout levné rozhraní, které by poskytovalo vyšší výkon než předcházející dvě rozhraní. Jedním z limitujících faktorů jak u rozhraní ST506, tak u rozhraní ESDI byl propojovací kabel. Čím je delší kabel, tím nižší je maximální přenosová rychlost a tím vyšší je hladina šumu. Tato úvaha vedla k závěru, že hlavní řídicí jednotka disku byla umístěna přímo na pevný disk (tím se zkrátil kabel na minimum) a **vlastní rozhraní už slouží pouze jako prostředník mezi diskem a sběrnicí**. Díky tomuto řešení se podstatně snížila hladina šumu a **je možné umístit na jednu stopu vyšší počet sektorů (26 až 35)**. Teoretická hranice přenosové rychlosti je 8 MB/s a prakticky se pohybuje asi v rozmezí od 700 kB/s do 1400 kB/s. Zapojení diskových jednotek IDE se provádí pomocí jednoho 40 žilového kabelu.



Rozhraní IDE podobně jako ESDI dovoluje programově zjistit informace o geometrii připojených disků a je možné k němu připojit maximálně dva pevné disky. Protože každý z disků má svou řídicí jednotku umístěnou přímo u sebe, je nutné v případě zapojení dvou disků tyto disky **nastavit pomocí propojek** (jumperů) tak, aby jeden z nich byl jako **master** (hlavní) a druhý jako **slave** (podřízený). Operační systém se pak bude zavádět z disku



označeného jako master. Doporučuje se, aby jako master byl nastaven novější disk, protože je možné předpokládat, že jeho elektronika bude lepší než elektronika staršího disku. V případě zapojení jednoho disku je nutné tento disk nastavit jako **single** (jediný). Toto nastavení bývá někdy shodné jako nastavení pro master. Připojování jiných zařízení než jsou pevné disky není oficiálně podporováno.

Vzhledem k jednoduchosti rozhraní IDE bývá velmi často toto rozhraní integrováno na jedné desce společně s I/O porty.

Při komunikaci s pevným diskem má rozhraní IDE následující omezení:

- 4 bity pro adresaci povrchu disku (maximálně 16 povrchů)
- 10 bitů pro adresaci cylindru (maximálně 1024 cylindrů)
- 6 bitů pro adresaci sektoru (maximálně 64 sektorů)

Při zápisu 512 B do jednoho sektoru je takto kapacita omezena na 512 MB (0,5 GB).

Rozhraní EIDE

Rozhraní **EIDE** (**E**nanced **I**ntegrated **D**evice **E**lectronics) je stejně jako jeho předchůdce navrženo firmou Western Digital. Vychází ze standardu IDE, zachovává kompatibilitu zdola a odstraňuje následující nedostatky rozhraní IDE:

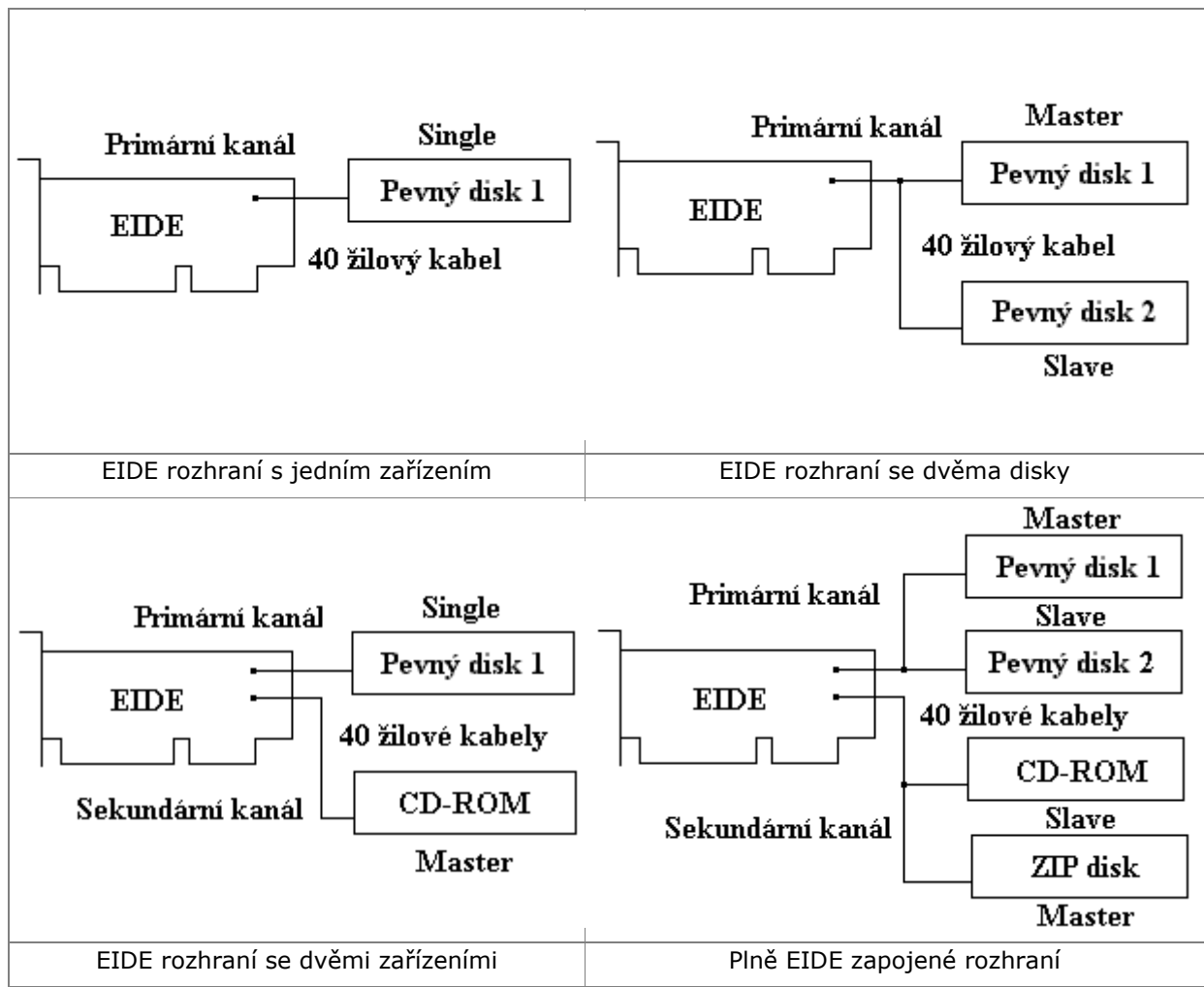
- dovoluje zapojení až čtyř zařízení
- dovoluje zapojení i jiných zařízení než jsou pevné disky (např. CD-ROM, páskové mechaniky atd.)
- při práci s diskem používá adresovací metodu **LBA** (**L**inear **B**lock **A**ddress), která eliminuje omezení kapacity disku na 512 MB. Při adresaci LBA je rezervováno:
 - 4 bity pro povrch (maximálně 16 povrchů)
 - 16 bitů pro cylindr (maximálně 65536 cylindrů)
 - 8 bitů pro sektor (maximálně 256 sektorů)

Při kapacitě 512 B na jeden sektor pak dostáváme maximální velikost disku 128 GB. Tato kapacita je však omezena možnostmi BIOSu na 8 GB.

- poskytuje vyšší přenosovou rychlost a může komunikovat buď prostřednictvím režimu **PIO** (**P**rocessor **I**nterface **O**utput), nebo prostřednictvím **DMA** (**D**irect **M**emory **A**ccess) režimu.
 - **PIO**: režim, při kterém je přenos dat řízen procesorem. Tento režim se postupně vyvíjel a poskytoval stále větší rychlost:
 - **PIO 0**: maximální přenosová rychlost je 2-3 MB/s
 - **PIO 1**: maximální přenosová rychlost je 5,22 MB/s
 - **PIO 2**: maximální přenosová rychlost je 8,33 MB/s
 - **PIO 3**: pro VL-Bus a PCI maximální přenosová rychlost je 11,1 MB/s
 - **PIO 4**: maximální přenosová rychlost je 16,6 MB/s
 - **PIO 5**: maximální přenosová rychlost je 20 MB/s
 - **DMA**: režim, ve kterém se pro přenos dat nevyužívá procesor:
 - **DMA 0**: maximální přenosová rychlost je 2,08 MB/s
 - **DMA 1**: maximální přenosová rychlost je 4,17 MB/s
 - **DMA 2**: maximální přenosová rychlost je 8,33 MB/s
 - **DMA Multiword 0**: maximální přenosová rychlost je 4,17 MB/s
 - **DMA Multiword 1**: maximální přenosová rychlost je 13,3 MB/s
 - **DMA Multiword 2**: maximální přenosová rychlost je 16,6 - 22 MB/s

Jednotlivá zařízení připojená k EIDE rozhraní jsou zapojena na dva kanály:

- **primární** (primary IDE)
- **sekundární** (secondary IDE)

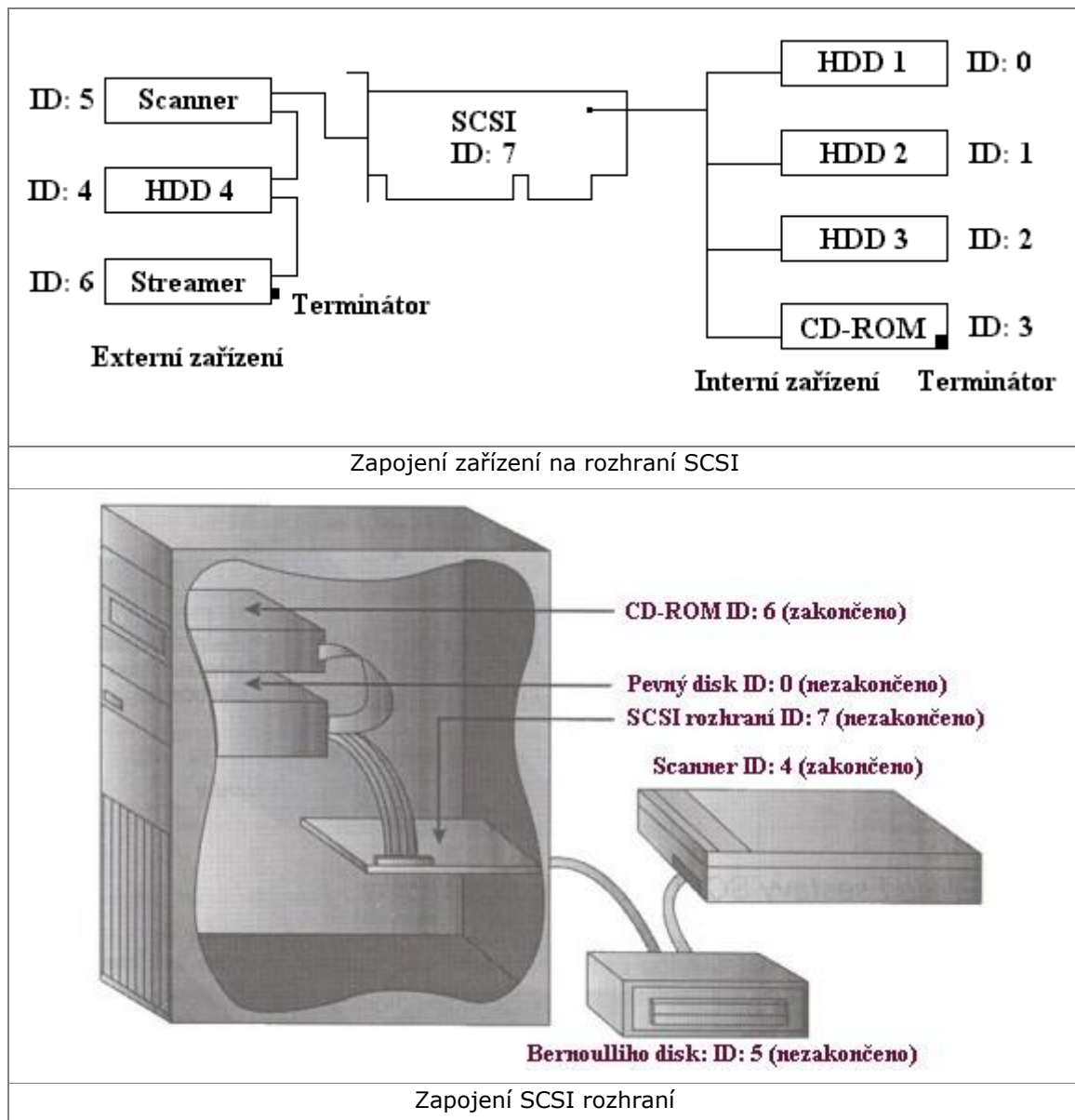


Na každý kanál je možné připojit maximálně dvě zařízení pomocí 40 žilového kabelu, který je shodný s kabelem IDE. Na obou kanálech je potom u jednotlivých zařízení nutné nastavit správným způsobem propojky do pozic master/slave/single. Nastavování se provádí podle stejných pravidel jako u IDE rozhraní. Operační systém se standardně zavádí ze zařízení master (single) na primárním kanálu. Při zapojování zařízení se nedoporučuje na jednom kanále kombinovat rychlé zařízení (např. pevný disk) s pomalejším zařízením (např. CD-ROM), protože pak dochází ke zpomalování celého kanálu a tím i pevného disku.

Rozhraní SCSI

Rozhraní **SCSI** (**S**mall **C**omputer **S**ystems **I**nterface) bylo vyvíjeno zhruba ve stejné době jako rozhraní ESDI. Cílem SCSI bylo vytvořit standardní rozhraní poskytující sběrnici pro připojení dalších zařízení. SCSI dovoluje připojit ke své sběrnici až 8 různých zařízení, z nichž jedno musí být vlastní SCSI rozhraní. Mezi další velké výhody patří možnost připojení nejen interních zařízení, jako tomu bylo u všech předchozích rozhraní, ale i zařízení externích. SCSI není pevně vázáno na počítač řady PC, ale je možné se s ním setkat i u jiných počítačů (např.: MacIntosh, Sun, Silicon Graphics).

Jednotlivá zařízení jsou propojená pomocí 50 vodičové sběrnice a nesou jednoznačnou identifikaci v podobě **ID čísla** (v rozmezí 0-7). ID 7 bývá většinou nastaveno na SCSI rozhraní a ID 0 bývá zařízení, ze kterého se zavádí operační systém. **Sběrnice musí být na posledních zařízeních ukončena tzv. terminátory** (zakončovací odpory), které ji impedančně přizpůsobují a zabraňují tak odrazu signálů od konce vedení. Tyto terminátory jsou buď součástí zařízení, nebo lze použít externí terminátory.



V prvních verzích (SCSI-1) byla data i příkazy přenášeny po **8 bitové datové sběrnici** a rychlost přenosu byla asi 2-4 MB/s. SCSI rozhraní existuje ve formě:

- zásuvného modulu - karty
- externě připojitelného modulu přes paralelní port

Interně montované karty mají zpravidla dva konektory:

- konektor pro připojení interních zařízení
- konektor pro připojení externích zařízení

K SCSI rozhraní je možné připojovat celou řadu různých zařízení, jako jsou např. pevné disky, CD-ROM mechaniky, páskové jednotky (streamery), scannery, magnetooptické disky, Bernoulliho disky atd. Externí zařízení mají dva konektory :

- vstupní: směrem od řadiče
- výstupní: směrem k dalšímu zařízení

Délka celé sběrnice by u **SCSI-1 neměla přesáhnout 25 m**.

Jako rozšíření předchozího SCSI-1 vzniká rozhraní **SCSI-2**, které je též komerčně **nazýváno jako Fast SCSI**. SCSI-2 je zcela kompatibilní s původním SCSI-1, má však vyšší **přenosovou rychlost (až 10 MB/s)** a přísnější nároky na kabeláž (celá délka sběrnice může být **maximálně 3 m**). Dalším rozšířením rozhraní SCSI je rozhraní označované jako **SCSI-3**, které dovoluje připojit až **32 zařízení** s ID v rozmezí 0-31.

Rozhraní Serial ATA

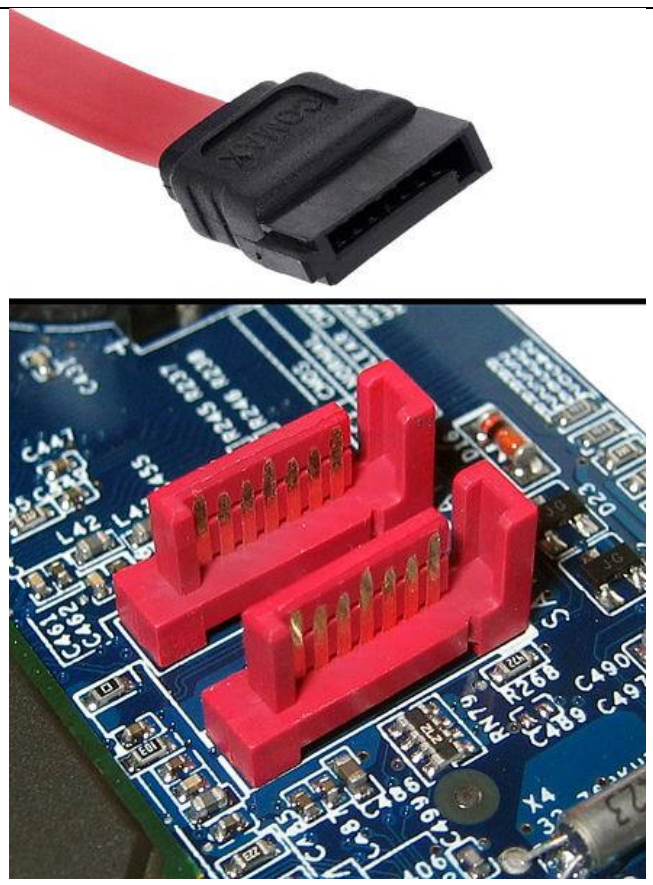


Většina osobních počítačů používala do nedávné doby pro připojení pevných disků a dalších zařízení paralelní rozhraní sběrniceového typu, které se označuje jako Ultra ATA/100. Paralelní rozhraní ATA bylo používáno jako hlavní rozhraní pro interní propojení ukládacích zařízení od 80.let (přes 20 let). Požadavky na vyšší rychlosti, robustnější integritu dat a pružnost v návrhu dovedly toto rozhraní postupně do slepé uličky. Fyzikálně i elektricky jsou již u paralelní sběrnice taková omezení, že již není schopna dalšího zvyšování přenosové rychlosti.

Skupina technologicky vedoucích firem v oboru proto založila Pracovní skupinu pro Serial ATA. Serial ATA bylo navrženo pro obejití limitací paralelního ATA a zároveň umožnění škálovatelnosti v nadcházejících letech. Cílem navíc bylo dosažení kompatibility a cenové parity s paralelním ATA. Pracovní skupina Serial ATA proto prosadila přijetí Serial ATA ve všech systémech, kde byly donedávna používány jednotky s paralelním ATA.

Co je Serial ATA?

Serial ATA je sériová komunikační architektura, na rozdíl od donedávna používaných diskových jednotek používající paralelní přenos dat. Serial ATA seřadí mnoho bitů dat do "paketu", a potom mnohem vyšší rychlostí (30x) než u paralelního přenosu data po drátě tam nebo zpět z hostitelského systému. U paralelních diskových jednotek je prováděna kontrola zabezpečení dat CRC na přenášených datech - ale není prováděna u příkazů. Serial ATA integruje CRC na úrovni paketů jak datových, tak příkazových, pro zvýšení spolehlivosti sběrnice. Kód CRC (Cyclic Redundancy Check) detekuje všechny jedno a dvoubitové chyby a zajišťuje detekci 99.998% všech možných chyb. Disková jednotka se Serial ATA přenáší data rychlostí 150/300 MB/s po sběrnici do hostitelského systému s extrémně vysokou přesností a rozhraní Serial ATA umožní budoucí škálovatelnost po velmi dlouhou dobu.



SATA revize 1.0 (SATA 1.5 Gb/s)

Ke konci roku 2000 byla schválena specifikace nového standardu v podobě první generace SATA rozhraní, dnes známé jako SATA 1.5 Gbit/s, které komunikuje přenosovou rychlostí až 1.5 Gb/s (150 MB/s). Skutečná přenosová rychlost však díky režii činí 1,2 Gbit/s (~143 MB/s), což se příliš neodlišuje od maximální přenosové rychlosti PATA/133, ale SATA navíc nabízí funkci NCQ, která zlepšuje výkon v prostředí multitaskingu.

Od dubna 2009 dokážou mechanické pevné disky přenášet data rychlostí až 131 MB/s, což je ještě v rámci možností starší PATA/133 specifikace. Nicméně výkonnější flash disky umožňovaly přenášet data mnohem vyšší rychlostí, a to až 201 MB/s, takže se standard SATA 1.5 Gbit/s stal pro tato zařízení nedostatečným.

SATA revize 2.0 (SATA 3 Gb/s)

Po několika letech, kdy se první SATA 1.5 Gbit/s postupně rozšířilo do pevných disků, optických mechanik a především do základních desek coby integrovaná součást, byla představena zpětně kompatibilní druhá revize s

Přenosové módy SATA

Generace SATA	Standard	Datová propustnost	Frekvence
1.	SATA 1,5 Gb/s	150 MB/s	1,5 GHz
2.	SATA 3 Gb/s	300 MB/s	3 GHz
3.	SATA 6 Gb/s	600 MB/s	6 GHz

názvem SATA 3.0 Gbit/s, která nabízí zdvojnásobenou maximální propustnost ze 150 MB/s na 300 MB/s. Skutečná přenosová rychlost činí kvůli režii 286 MB/s, ale pro zjednodušení se hodnota zaokrouhluje nahoru. Mezi standardem SATA 1.5 Gbit/s a SATA 3 Gbit/s zůstala zachována zpětná kompatibilita, která byla vyřešena pomocí přepínacího jumperu a tímto se současně vyřešily problémy se staršími chipsety.

Po uvedení standardu SATA 3 Gbit/s se očekávalo, že se svojí přenosovou rychlostí na nějakou dobu uspokojí požadavky mechanických pevných disků, které už tak sotva využily výkon SATA 1.5 Gbit/s. Nicméně vysokorychlostní flash disky opět dosahovaly maximální přenosové rychlosti SATA 3 Gbit/s.

SATA revize 3.0 (SATA 6 Gb/s)

Podle původních plánů Serial ATA International Organization z roku 2000, měla být třetí revize sběrnice Serial ATA s označením SATA 6.0 Gb/s uvedena na trh již v srpnu 2007, nakonec se s ní ve větší míře setkáváme se zpožděním až v roce 2010. Přenosová rychlost standardu SATA 6 Gbit/s byla znovu zdvojnásobena ze 300 MB/s na 600 MB/s. Přestože nejrychlejší konvenční pevné disky sotva využily přenosovou rychlost původního standardu SATA 1.5 Gbit/s, tak Solid-state drive (SSD) disky už byly limitovány rychlejším standardem SATA II 3 Gbit/s rychlostí 250 MB/s při čtení.

Nejnovější SSD disky, vybavené integrovanou vyrovnávací pamětí DRAM, již profitují z maximální přenosové rychlosti nejnovějšího standardu SATA 6 Gbit/s. První SATA 6 Gbit/s pevný disk uvedla na trh společnost Seagate (model Barracuda XT o velikosti 2 TB).

Funkce sběrnice :

- **Hot Plug**

Technologie Hot Plug umožňuje odpojit či připojit daný disk i za běhu a v případě podpory i při spuštěném operačním systému. Pevný disk se tak svým způsobem chová stejně jako flashdisk. Všechna zařízení SATA podporují Hot Plug, nicméně skutečnou podporu Hot Plug umožňují pouze zařízení fungující v nativním režimu a ne v emulaci IDE, což vyžaduje mít v BIOSu nastaven režim AHCI (Advanced Host Controller Interface). Některé z prvních řadičů SATA a starší operační systémy jako například Windows XP přímo nepodporují režim AHCI.

- **Advanced Host Controller Interface**

SATA řadič využívá jako standardní rozhraní AHCI (Advanced Host Controller Interface), které umožňuje využívat některé pokročilé funkce jako například SATA hotplug a Native Command Queuing (NCQ). Pokud není AHCI povoleno základní deskou nebo chipsetem (resp. nastavením v BIOSu), SATA řadič obvykle pracuje v módu „IDE emulace“, což neumožňuje využívat pokročilé funkce zařízení, protože ATA/IDE standard tyto funkce nepodporuje. Ovladače zařízení v Microsoft Windows, které jsou označeny jako SATA, obvykle pracují v režimu IDE emulace, pokud není výslovně uvedeno, že mají pracovat v AHCI nebo RAID režimu. Zatímco ovladače, které jsou součástí Windows XP, nepodporují AHCI režim, je možné podporu AHCI implementovat pomocí proprietárních ovladačů. Windows Vista, Windows 7, FreeBSD a Linux s jádrem verze 2.6.19 a novější stejně jako Solaris a OpenSolaris již nativní podporu režimu AHCI obsahují.

- **Native Command Queuing**

NCQ (Native Command Queuing) má za úkol zvýšit výkon pevných disků, díky optimálnějšímu řazení dat, respektive pohybu hlaviček pevného disku. Rozdíl ve výkonu (NCQ musí podporovat i pevný disk) lze pozorovat především v náročnějších situacích, kdy je vyžadováno čtení či zápis od několika procesů současně a ve větším měřítku. S moderní technologií AHCI se o optimální a vylepšený chod NCQ řadičů stará operační systém, respektive ovladač. U moderních SSD disků se NCQ používá pro lepší rozložení a zpracování dat dle odezvy čipů.

eSATA (externí SATA)

Rozhraní eSATA se používá pro připojení vnějších datových zařízení, nabízí stejnou rychlost a podporu technologií jako SATA.

Její výhodou je vyšší přenosová rychlost, než nabízí běžnější sběrnice USB, ovšem nemá od výrobců základních desek a externích datových médií takovou podporu, protože konektor neobsahuje vodiče s napájením.

Základní vlastnosti:

- založeno bylo o něco později než klasická SATA, v roce 2004
- konektory jsou robustní - pro časté odpojování
- maximální délka kabelu je 2 metry
- rychlost 3 Gb/s
- procesor zatěžuje méně než například sběrnice USB



Konektory SATA (vlevo) a eSATA (vpravo)

eSATAp (napájená eSATA)

eSATAp je eSATA s integrovaným napájením (označováno jako eSATA power nebo power over eSATA). eSATAp vzniklo díky notebookům, u kterých výrobci kombinují porty USB a eSATA, díky přítomnosti USB je v portu dostupné i napájení, takže při použití správného kabelu a zařízení s podporou eSATAp není potřeba dalšího napájení

Další výhody SATA rozhraní.

Kromě rychlejší a spolehlivější sběrnice vylepšuje Serial ATA kabeláž a konektory pro spolehlivou a přitom jednoduchou montáž. Kabely Serial ATA jsou tenčí a povolují delší maximální délku, takže méně brání proudění vzduchu v systému a umožňují inovativní miniaturizaci nových systémů včetně například systémů spotřební elektroniky.

Norma Serial ATA je navíc přímou podmnožinou normy **SAS (serial attached SCSI)**, takže disky SATA jsou snadno použitelné v systémech navržených pro SAS (dříve kombinace IDE/ATA a SCSI nepřicházela v úvahu).

Rozhraní SAS (Serial Attached SCSI)

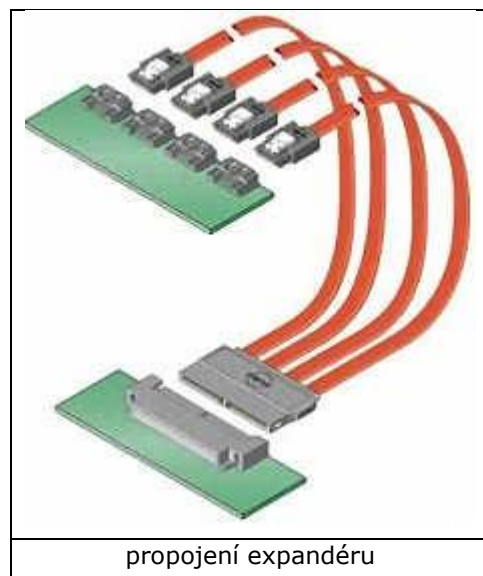
Tak jako se vyčerpaly možnosti růstu rychlosti ostatních paralelních rozhraní, vyčerpaly se možnosti rozhraní SCSI, tradičně používaného pro připojení výkonných disků v serverech. Rozhraní SAS přebírá ovládací protokol (příkazovou množinu) rozhraní SCSI, fyzický způsob propojení je však totálně nahrazen. Na rozdíl od tradičního SCSI se "sběrníkovou" topologií (řadič a všechna zařízení jsou připojena na jednom kabelu), je SAS rozhráním "point-to-point", řadič je s každým zařízením propojen samostatným kabelem. Výhoda tohoto řešení je zřejmá: Elektrická závada jednoho zařízení neohroží komunikaci se všemi ostatními. Rozhraní SAS v první generaci poskytuje přenosovou rychlost 300 gigabitů za sekundu, další generace jsou ve vývoji. Konektor rozhraní SAS je podobný rozhraní SATA, dokonce je s ním do jisté míry kompatibilní.

Bezpečnost

Rozhraní SAS přineslo oproti SCSI novou vlastnost, doposud vyhrazenou pouze nejvyšší kategorii disků s rozhraním Fibre Channel: **Dual-port**. Každý disk SAS má dva nezávislé komunikační kanály. To umožňuje sestavovat plně redundantní disková pole, kde je zdvojený i RAID kontrolér. To u disků s jednoduchým rozhraním, ať už IDE, SATA nebo SCSI, není možné, a tak i když je diskové pole chráněno proti výpadku disku, není chráněno proti výpadku řadiče - jak by se druhý, redundantní kontrolér, fyzicky spojil s diskem, jehož rozhraní je připojeno na nyní nefunkční řadič?

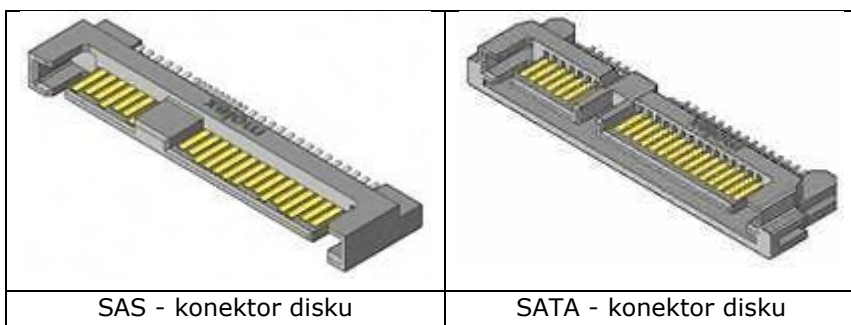
Rozšířitelnost

I když kabely SAS jsou oproti širokým a neohrabaným kabelům SCSI tenké a elegantní, umožňují tak efektivnější proudění vzduchu uvnitř zařízení, v případě hot-swapového diskového pole, které bylo u SCSI typicky připojeno jedním kabelem, by zde pro připojení bylo potřeba tolik kabelů, kolik by dané pole podporovalo disků. V případě, že bychom chtěli připojit externí expanzní jednotku s 12, 16 či podobně vysokým počtem disků, by se pak jednalo prakticky o neřešitelný problém. Z tohoto důvodu norma SAS zavedla pojem "expandér", kdy expandér se připojí jedním nebo několika (kvůli vyšší propustnosti) SAS kabely a na samotném expandéru inteligentní elektronika obslouží všechna připojená zařízení. Tak lze na samotném RAID kontroléru vystačit s relativně malým počtem SAS portů a přitom připojit značené množství disků (dokonce v externích boxech). Pro omezení počtu portů na samotném RAID kontroléru se často používají kabely typu "multilane", z jednoho konektoru řadiče vedou 4 konektory k zařízením. Toto zařízení samo však může být expandér, tímto jednoduchým způsobem se tak k jednomu řadiči dá připojit i velký počet disků.

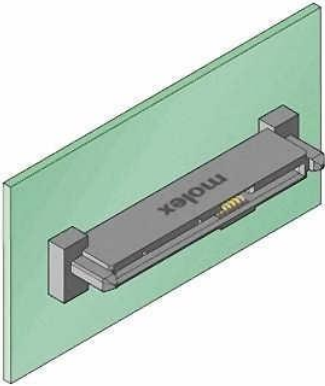
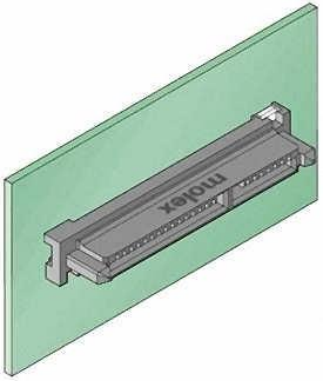


Kompatibilita s rozhraním SATA

Norma SAS v sobě jako podmnožinu obsahuje normu SATA. Z toho plyne, že k řadiči SAS je možno bez jakýchkoliv úprav připojit i disky SATA a disky obou technologií, SAS i SATA, je dokonce možno kombinovat v rámci jednoho řadiče a dosáhnout tak optimálního vyvážení ceny a výkonu podle požadované



aplikace. Disky SAS se dnes vyrábějí typicky s 10000 a 15000 otáčkami za minutu, disky SATA typicky mívají 7200 ot/min, avšak s podstatně většími kapacitami. Opačné připojení však možné není. K řadiči SATA není možno připojit disk SAS, disk SAS má dokonce konektor upravený zámkem tak, že jej není možno připojit ke konektoru SATA (opačnému připojení ovšem zámek nebrání).

	
<p>SAS - konektor backplane Povšimněte si signálových pinů z opačné strany konektoru v místě, kde SATA má zámek - to je druhý komunikační kanál</p>	<p>SATA - konektor backplane Levá část je napájení, pravá signálový konektor. Předěl mezi nimi představuje zámek, zabraňující vložení SAS disku</p>

Takto vypadají konektory v hotswapových backplanech (rozhraní SATA v desktopech bývá většinou připojeno samostatným kabelem a napájecím konektorem, u disků SAS se však jejich nasazení předpokládá prakticky výhradně ve větším počtu, v nějaké formě diskového pole a samostatné připojení se prakticky nepoužívá, i když je také definováno)

Externí paměťová média

Data a programy, se kterými uživatel na počítači pracuje, je nezbytné uchovávat na nějakých paměťových médiích. Standardně je proto každý počítač vybaven mechanikou pružných disků a pevným diskem (kromě prvních PC a PC/XT). Disketová mechanika slouží k záznamu dat na pružný (floppy) disk. Jedná se o přenosné médium, které má však pro dnešní účely poměrně malou kapacitu (disketa 3¹/₂ má kapacitu 1,44 MB) a poskytuje poměrně nízkou přenosovou rychlost.

Naopak pevný disk má vysokou kapacitu, poskytuje vysokou přenosovou rychlost, ale jde o nepřenosné médium, které je pevně osazeno v počítači. Pevný disk tedy slouží k ukládání dat a programů, se kterými na počítači momentálně pracujeme, a jen výjimečně slouží k přenosu dat mezi dvěma počítači.

Protože, jak bylo uvedeno výše, disketová mechanika pro přenos většího objemu dat není vhodná, vzniká poměrně velké množství jiných paměťových médií určených zejména jako přenosná média s větší kapacitou a vyšší přenosovou rychlostí, než má floppy disk.

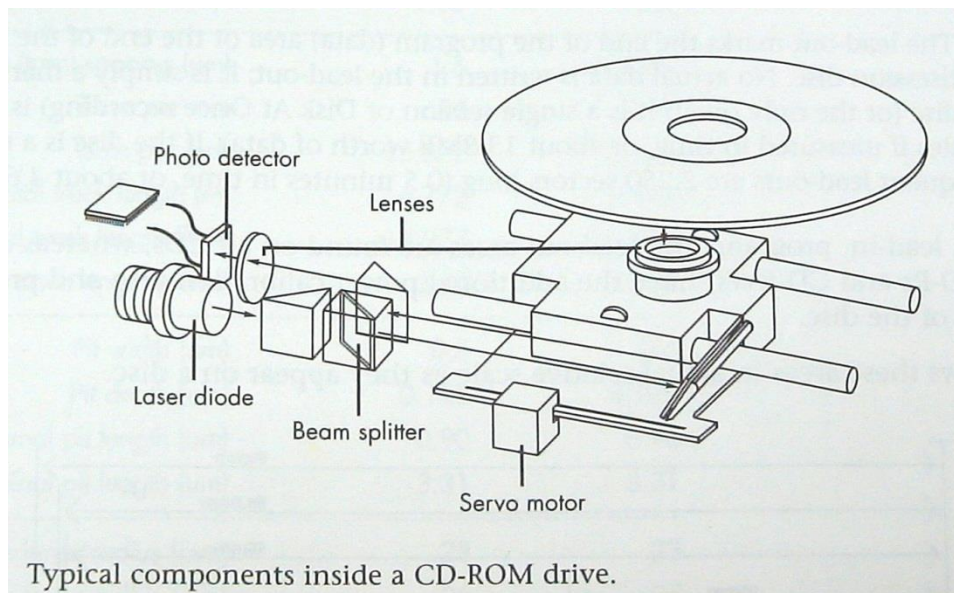
Mezi základní parametry každého takového média patří:

Parametr	Vysvětlení	Rozsah
Kapacita	Maximální množství dat, které je možné na dané médium zaznamenat	1 MB - ? GB
Přenosová rychlost	Množství dat, které je možné z média přenést do počítače za jednotku času	10 MB/min – ? MB/s
Přístup k datům	Způsob, kterým je možné přistupovat k datům	Sekvenční, přímý
Připojení k počítači	Rozhraní, řadič, pomocí kterého je možné čtecí (zapisovací) mechaniku pro dané médium připojit k počítači	SAS, SATA, EIDE, SCSI, USB, (řadič pružných disků, paralelní port)
Princip záznamu	Způsob, kterým se jednotlivé bity na médium zaznamenávají	magnetický, optický, magnetický s optickým naváděním hlav
Provedení čtecí jednotky	Čtecí jednotka může být umístěna uvnitř skříně počítače (interní), nebo naopak je umístěna ve vlastní skříni vně počítače (externí).	Externí, interní
Požizovací cena	Cena čtecí (zapisovací) mechaniky pro dané médium	
Cena za bit	Poměr ceny za jedno médium ke kapacitě média	
Spolehlivost	Střední doba mezi poruchami	roky

CD mechaniky

Média a mechaniky CD-ROM

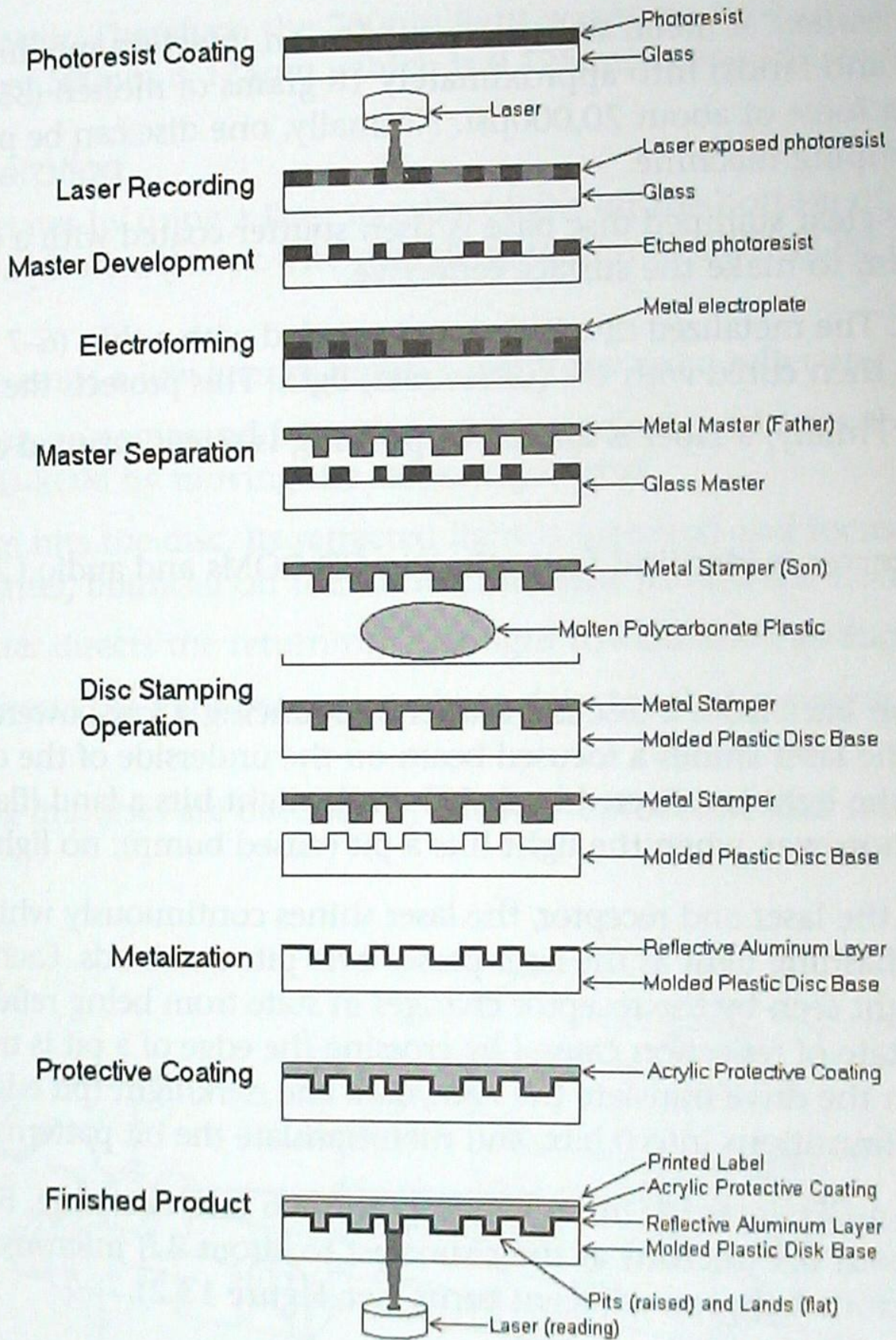
Médium CD-ROM vznikalo **původně jako audio nosič** a jeho autory byly firmy Philips a Sony. Jednalo se o médium, které je určeno pouze ke čtení informací. Dovolovalo uložení až 650 MB dat.



Na rozdíl od dříve uvedených diskových zařízení (pružné disky, pevné disky, ZIP disky, Magnetooptické disky apod.) nejsou data ukládána do soustředných kružnic, ale do jedné dlouhé spirály podobně jako na gramofonové desce. Spirála začíná u středu média a rozvíjí se postupně až k jeho okraji. Záznam (spirála dat) je pouze na spodní straně disku, tj. záznam na CD-ROM disku je jednostranný. Délka celé spirály je zhruba 6 km a hustota dat v ní uložených je konstantní.



Čtecí mechanika disku CD-ROM a CD-R



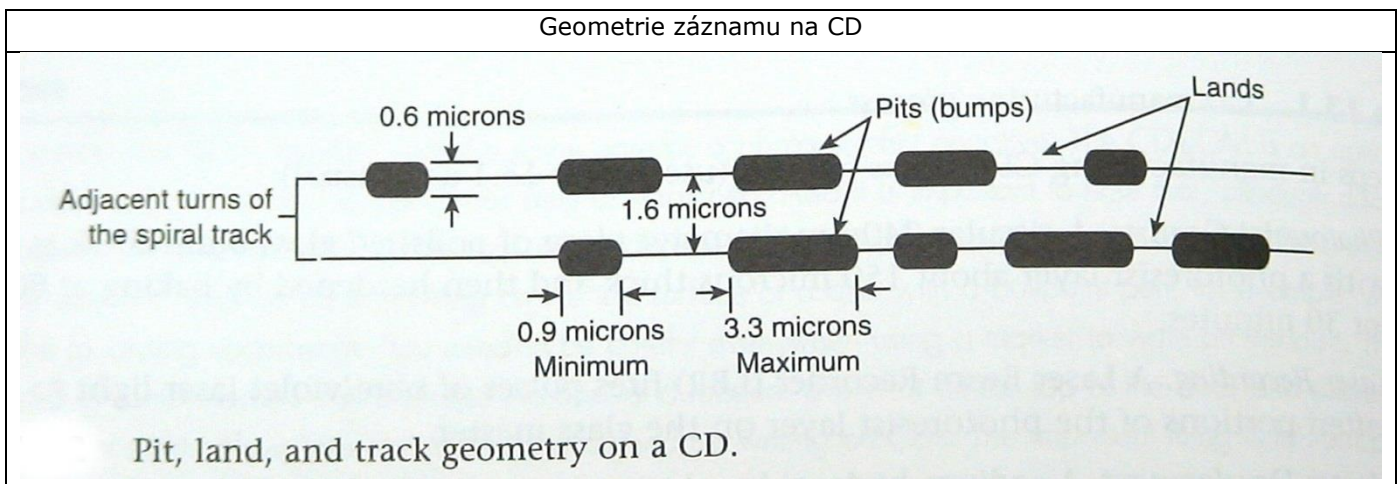
CD manufacturing process.

Podle rychlosti, kterou je CD-ROM mechanika schopna číst tato data, se mechaniky rozlišují na:

- **single speed:** rychlost čtení dat je 150 kB/s, dostačuje pouze pro přenos souborů
- **double speed:** data je schopna číst rychlostí 300 kB/s, což poskytuje plynulou rychlost pro práci s datovými soubory. Nedostačuje pro přehrávání videa
- **triple speed:** dovoluje číst data rychlostí až 450 kB/s
- **quadruple speed:** mechanika dovolující čtení dat rychlostí 600 kB/s
- **6x:** rychlost čtení: 900 kB/s
- **8x:** rychlost čtení: 1200 kB/s
- **12x:** rychlost čtení: 1800 kB/s
- **16x:** rychlost čtení: 2400 kB/s
- **24x:** rychlost čtení: 3600 kB/s
- **až do 52x**

Rychlost čtení spirály je v **single speed** mechanice asi **1,3 m/s**. **Rychlost otáčení CD-ROM disku není konstantní**, ale je kontinuálně přizpůsobována podle toho, zda se čtení provádí blíže kraji nebo středu disku. **U středu disku je rychlost otáčení vyšší (asi 500 otáček za minutu) a u kraje naopak nižší (asi 200 otáček za minutu)**. Toto přizpůsobování otáček disku zaručuje, že data jsou čtena ze spirály konstantní rychlostí.

Přístupová doba u datových CD-ROM disků je potom závislá na čase nutném k regulaci otáček. Je tedy velmi nevhodné číst data uložená v různých částech disku, protože je neustále nutné přizpůsobovat rychlost otáčení. Tento problém plně neodstraňují ani mechaniky s vyšší přístupovou rychlostí, i když samozřejmě mechaniky s vyšší rychlostí čtení mají i nižší přístupovou dobu. **Přístupová doba se u CD-ROM mechanik pohybuje od 100 ms do 300 ms.**



Protože šířka stopy spirály je velmi malá, data jsou uložena s poměrně velkou hustotou a vlastní CD-ROM nosič není ničím chráněn, je velká pravděpodobnost, že i při běžné manipulaci s CD-ROM diskem může dojít ke špatnému přečtení některých uložených bitů. Proto informace uložené na médiu CD-ROM jsou silně redundantní (nadbytečné) a mechanika má obvody realizující na základě těchto nadbytečných informací poměrně složité algoritmy pro korekturu chyb vzniklých při čtení.

CD-ROM mechaniky se k počítači připojují pomocí:

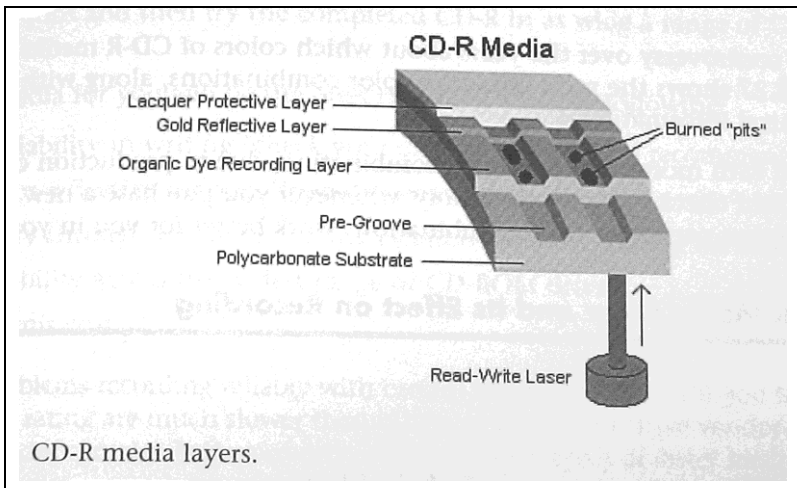
- **EIDE rozhraní** (**ATAPI:** rozšíření normy ATA o příkazy pro práci s CD-ROM, streamery a dalšími periferiemi)
- **SCSI rozhraní**
- (starší zvukové karty obsahující rozhraní pro CD-ROM)
- (vlastního řadiče)

Média CD-R

Mechaniky CD-R (Compact Disk - Recordable) jsou zařízení, jež dovolují provedení záznamu na disk CD-R, který je potom čitelný v běžné CD-ROM mechanice.

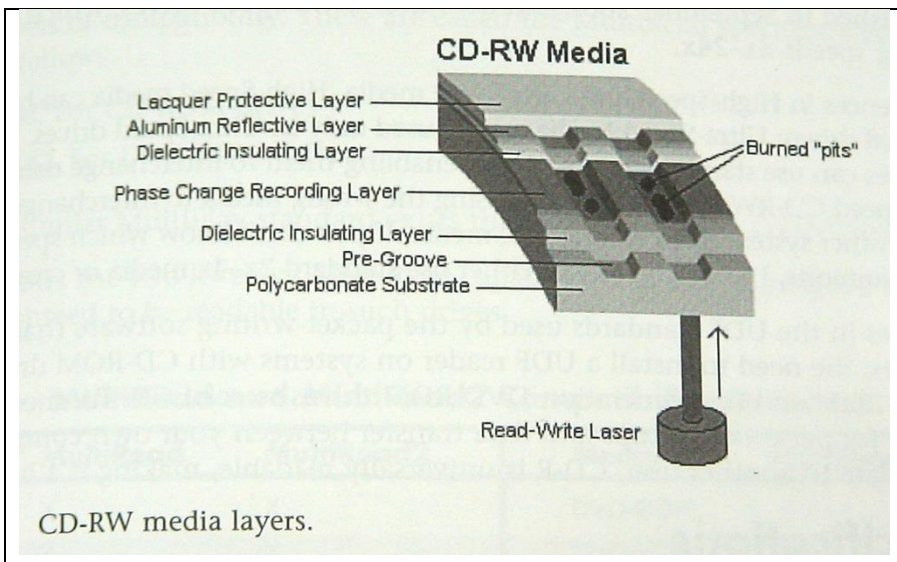
Proces zaznamenávání dat na CD-R disk je velmi náročný na kontinuální přísun dat ze zařízení, z něhož záznam (většinou pevný disk) do mechaniky CD-R provádíme. V případě, že CD-R mechanika nedostane požadovaná data včas, dojde k přerušení záznamu na CD-R a tím ke zničení celého média. Proto ve většině případů byla mechanika CD-R připojována pomocí SCSI rozhraní a doporučovalo se, aby i pevný disk, ze kterého se prováděl

záznam na CD-R, byl připojen na SCSI, které dovoluje vyšší a plynulejší přenos dat. Rovněž se doporučuje, aby po dobu, kdy je prováděn záznam, nebyl na počítači spuštěn žádný jiný program, který by mohl vyvolat jeho zátěž a tím i přerušení přísunu dat do CD-R mechaniky. Rychlost záznamu na CD-R je závislá na mnoha faktorech (rychlost počítače, rychlost pevného disku, ze kterého se záznam provádí, kapacita operační paměti apod.). Při použití rychlosti záznamu single speed trvá záznam plného CD-R média zhruba 75 min.



Média CD-RW

Mechaniky CD-RW (Compact Disk - Rewritable) jsou určeny k záznamu nejen na disky CD-R, ale také pro záznam na speciální disky CD-RW. CD-RW disky dovolují na rozdíl od CD-R disků, aby záznam byl přemazán a proveden znovu. Přemazání však nemůže být prováděno libovolně, jako např. na pevném disku, ale pouze na celém disku.



DVD mechaniky

DVD (anglicky **Digital Versatile Disc** nebo **Digital Video Disc**) je formát digitálního optického datového nosiče, který může obsahovat filmy ve vysoké obrazové a zvukové kvalitě nebo jiná data. Při vývoji DVD byl kladen důraz na zpětnou kompatibilitu s CD, takže se mu DVD disk velmi podobá.

Média DVD jsou plastové disky, navenek stejná jako média CD.

Disky DVD mají průměr 120 mm a jsou 1,2 mm silná. Data se ukládají pod povrch do jedné nebo dvou vrstev ve stopě tvaru spirály (jako CD). Pro čtení dat se používá laserové světlo s vlnovou délkou 660 nm, tedy kratší než v případě CD; to je jeden z důsledků jejich vyšší kapacity. Stejně tak příčný odstup stop je menší - 0,74 μm oproti 1,6 μm u CD.

DVD oproti CD poskytuje:

1. efektivnější korekci chyb
2. vyšší kapacitu záznamu (asi 4,7 GB/4,4 GiB oproti 0,7 GB)
3. odlišný souborový systém Universal Disk Format, který není zpětně kompatibilní s ISO 9660, který se používá na CD-ROM.



Datová (čtecí) strana DVD

Rychlost mechaniky typu DVD se udává jako násobek 1350 kB/s,

což znamená, že mechanika s rychlostí 16× umožňuje přenosovou rychlost $16 \times 1350 = 21600$ kB/s (nebo 21,09 MB/s). Médium umožňuje zápis na jednu nebo obě dvě strany, v jedné nebo dvou vrstvách na každou stranu. Na počtu stran a vrstev závisí kapacita média:

DVD-5: jedna strana, jedna vrstva, kapacita 4,7 GB (4,38 GB)

DVD-9: jedna strana, dvě vrstvy, 8,5 GB (7,92 GB)

DVD-10: dvě strany, jedna vrstva na každé straně, 9,4 GB (8,75 GB)

DVD-14: dvě strany, dvě vrstvy na jedné straně, jedna vrstva na druhé, 13,2 GB (12,3 GB)

DVD-18: dvě strany, dvě vrstvy na každé straně, 17,1 GB (15,9 GB)

Uživatel může vytvořit DVD-nosiče

těchto typů:

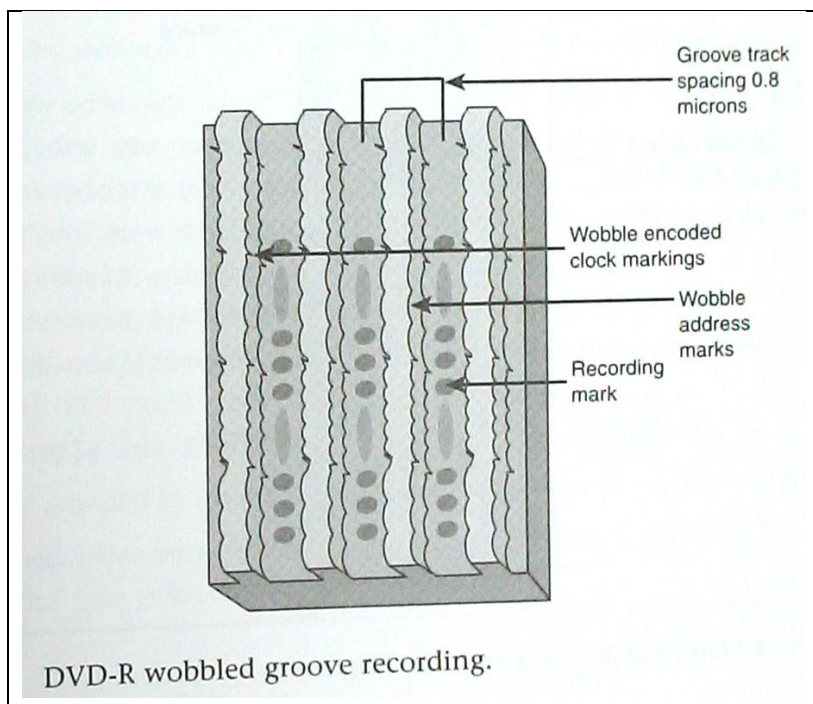
DVD-Video (obsahuje filmy (obraz a zvuk))

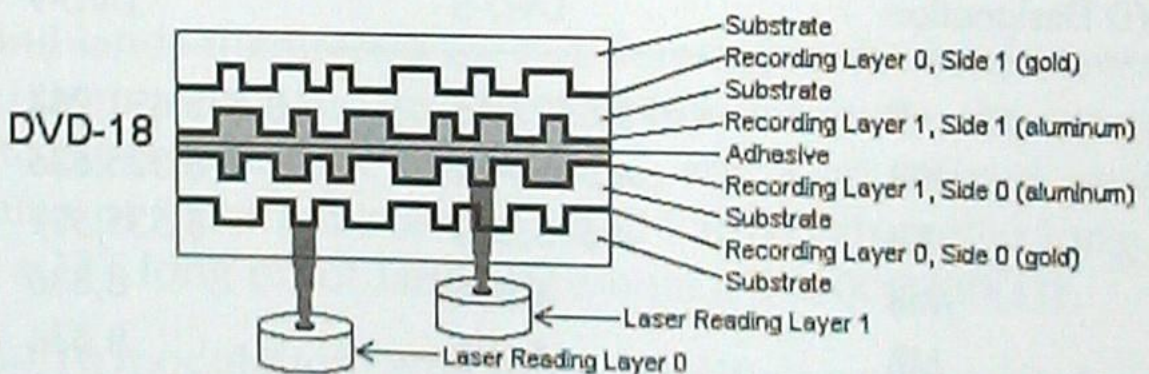
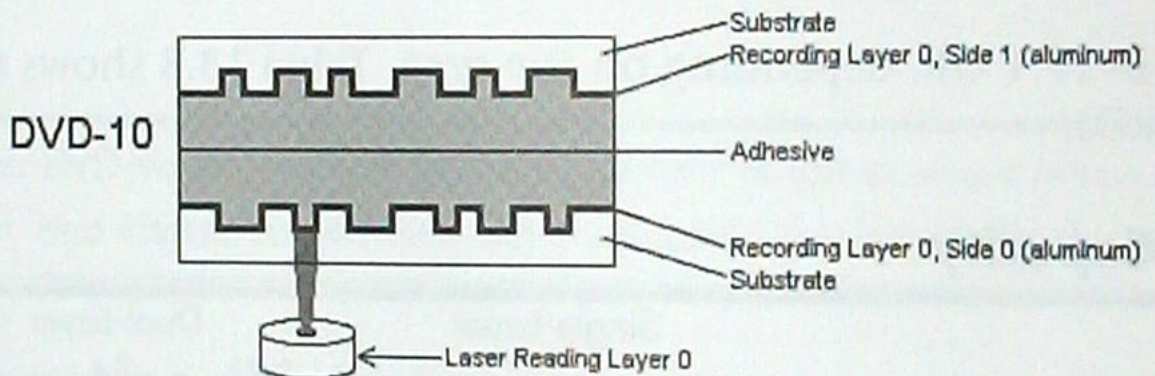
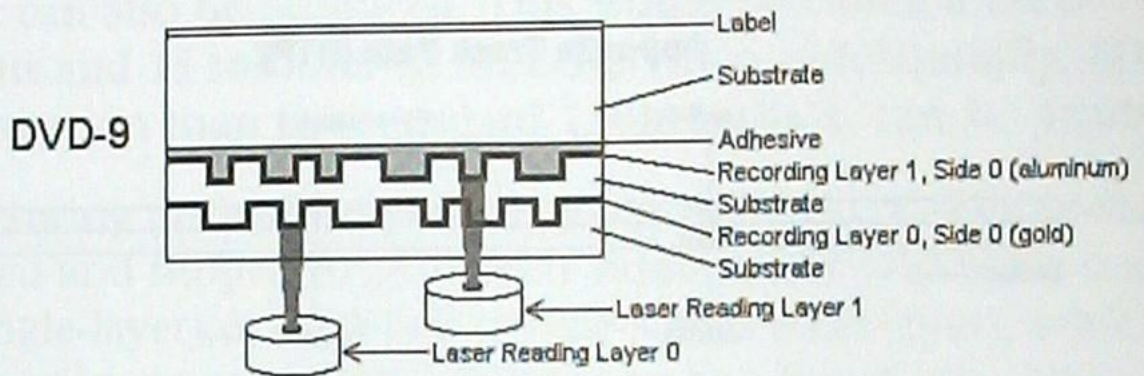
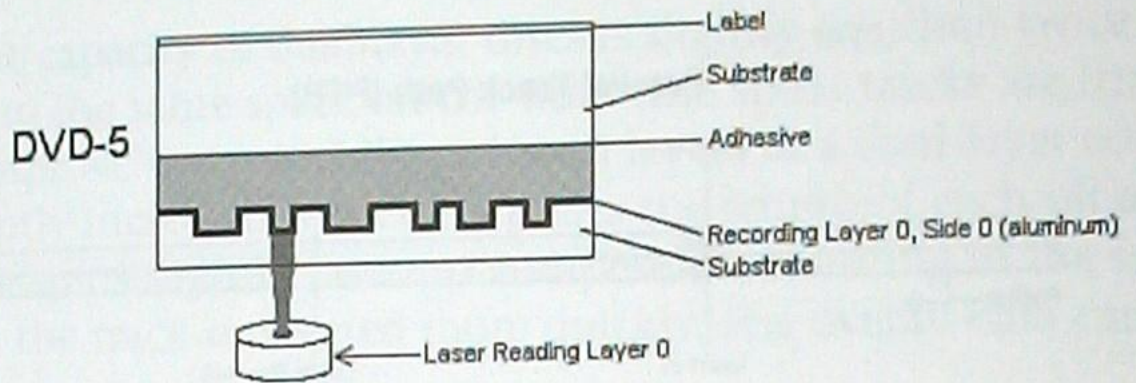
DVD-Audio (obsahuje zvuk v kvalitě CD a lepší)

DVD Data (obsahuje data)

Označení „+“ (plus) a „-“ (mínus) představuje dva různé technické standardy, které jsou do určité míry kompatibilní.

Geometrie záznamu zapisovatelných médií je odlišná od záznamu na CD-R médiu.





DVD disk types and construction.

Média DVD-ROM

DVD-ROM (*Read Only Memory*, paměť jen pro čtení, vyrábí se lisováním) je pomyslný nástupce formátu CD-ROM, tedy víceúčelový formát pro přehrávání počítačových dat a multimediálních aplikací. Čtení DVD je možné ve všech PC (a ostatních platform) vybavených jednotkou DVD s podporou logického formátu UDF.

Zapisovatelná a přepisovatelná DVD

Existují tři typy zapisovatelných a přepisovatelných DVD disků: DVD-R/RW, DVD+R/RW (plus), DVD-RAM.

První mechaniky, které byly schopny zapisovat DVD-R, DVD-RW, CD-R a CD-RW, vyráběla firma Pioneer v roce 2001. Kompatibilita však nebyla nejlepší, docházelo k chybné identifikaci medií s nižší odrazivostí.

DVD+R/RW (*R = Recordable*, jen pro jeden zápis, *RW = ReWritable*, pro přepisování)

Formát DVD+R je mezi široce rozšířenými formáty nejmladší, dokonce mladší než formát DVD+RW. Disky DVD+R lze v současnosti běžně zapisovat osminásobnou rychlostí oproti standardní rychlosti DVD, tedy 10 800 kB za sekundu. Touto rychlostí trvá zápis na disk přibližně 10 minut. DVD+RW je přepisovatelná verze formátu DVD+. Standardní rychlost pro zápis na toto médium je čtyřnásobná oproti základní rychlosti čtení DVD.

DVD+R DL (*R = Recordable*, jen pro jeden zápis, *DL = DualLayer*, dvě vrstvy)

DVD-R/RW (*R = Recordable*, jen pro jeden zápis, *RW = ReWritable*, na přepisování)

Formát DVD-R vychází z technologie klasického kompaktního disku, existuje tedy ve dvou verzích – verze R, na kterou lze pouze zapisovat, a verze RW, kterou lze přepisovat. Tento formát byl navržen tak, aby byl co nejkompatibilnější s lisovanými disky DVD (DVD-ROM). Z toho plyne výhoda tohoto formátu, kterou je kompatibilita se staršími mechanikami a přehrávači, které vznikly dříve, než se dalo na DVD zapisovat. Tato výhoda se však v dnešní době ztrácí, protože téměř všechny vyráběné přehrávače a mechaniky dokáží přehrávat jak DVD-R, tak DVD+R formáty.

DVD-RAM – *Random Access Memory*, libovolně přepisovatelné médium - dá se s ním pracovat stejným způsobem jako s pevným diskem. Záznam je pomocí fázové změny materiálu při zahřátí vybraného prostoru výkonovým laserem. Laser mění strukturu odrazivé vrstvy z krystalické na amorfni. Při čtení se využije změny odrazivosti vrstvy podle stavu ve kterém se daný bod nachází.

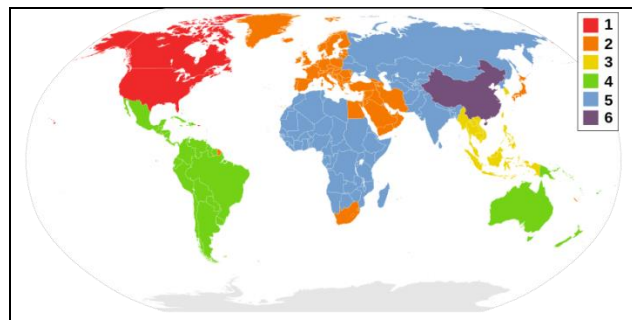
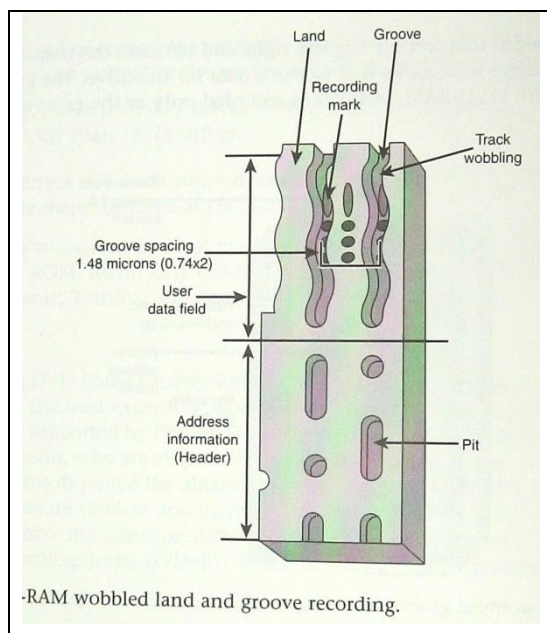
Regionální kódy

Z důvodu ochrany autorských práv byly u DVD medií zavedeny tzv. regionální kódy. Je to technika DRM (*Digital rights management – kontrola digitálních práv*) navržená k tomu, aby umožnila filmovým studiím kontrolovat aspekty ceny a vypuštění daného DVD na trh (co do data premiéry i obsahu) podle daného regionu. DVD disky s filmy vydané těmito studii mohou být opatřeny kódem, který omezí možnost přehrání na určitý region.

Asociace DVDCCA (DVD Copy Control Association) se sídlem v Kalifornii v součinnosti s ACCC (australským vládním antimonopolním „watchdogem“) vyžaduje, aby výrobci DVD přehrávačů do nich zakomponovali RPC system (Regional Playback Control System), který toto rozdělení a toto omezení přehrávání implementuje.

Podle tohoto rozdělení existuje šest regionů a dvě neformální variace. DVD disky mohou používat jeden kód nebo

kombinaci více kódů (Multi-Region) nebo být bez omezení (což odpovídá hodnotě *Region All*).



Vynucení této restriktce je implementováno v DVD přehrávačích – t.j. přehrávač určený pro prodej do země daného regionu si „pamatuje“ číslo svého regionu a disk, který pro něj není určen, odmítne přehrát. Toto platí pro drtivou většinu přehrávačů, existují ale tzv. *region free* přehrávače, které toto omezení nemají, popř. lze přehrávač hardwarově upravit tak, aby regionální omezení neuplatňoval.

Blu-ray disk

(Na obrázku je experimentální Blu-ray disk o kapacitě 200 GB. Přepisovatelný disk je označený BD-RE.)

Blu-ray disk patří k třetí generaci optických disků, určených pro ukládání digitálních dat. Data se ukládají ve stopě tvaru spirály 0,1 mm pod povrch disku, příčný odstup stop je 0,35 μm . Pro čtení disků Blu-ray se používá laserové světlo s vlnovou délkou 405 nm. Technologii vyvinula japonská firma Sony ve spolupráci s firmou Philips, které následně se skupinou výrobců spotřební elektroniky založily organizaci Blu-ray Disc Association (BDA), která převzala dohled nad rozvojem a licencováním samotného formátu. Název disku pochází z anglického *Blue ray*, tj. modrý paprsek, označení související s barvou světla používaného ke čtení (písmeno "e" bylo z názvu vypuštěno, aby jej bylo možné zaregistrovat jako ochrannou známku).



Tak jako CD, má i blu-ray disk průměr 12 cm (v menší variantě 8 cm) a tloušťku 1,2 mm. **Disky umožňují záznam dat s celkovou kapacitou až 25 GB u jednovrstvého disku**, 50 GB u dvouvrstvého disku až po 100 GB u oboustranné dvouvrstvé varianty. Díky umístění záznamu 0,1 mm pod povrch je možné vyrobit hybridní disk s DVD i Blu-ray záznamem na jedné straně disku. Čtecí zařízení pro disky blu-ray jsou vyvíjena s ohledem na kompatibilitu s CD a DVD, tj. mají umožňovat čtení všech tří typů disků.

Srovnání médií			
Typ média	λ	Numerická apertura	Velikost pitů
CD	780 nm	0,45	0,6 μm
DVD	650 nm	0,6	0,32 μm
BD	405 nm	0,85	0,15 μm

Jeho konkurenčním formátem byl jiný nově vyvíjený typ optického média - HD DVD. V rámci snahy o co největší kompatibilitu byly vyvinuty také hybridní mechaniky schopné číst jak HD DVD, tak Blu-ray. V únoru 2008 (19. února 2008) však firma Toshiba oznámila zastavení vývoje formátu HD DVD, čímž se Blu-ray stal de facto nástupnickým standardem nahrazujícím DVD.

Maximální (standardní) rozlišení videa na Blu-ray je 1920 × 1080 bodů.

Funkce pro běžného uživatele - HD Video, Audio

Blu-ray umožňuje uložit obraz a zvuk v lepší kvalitě než DVD, což se projeví zejména při zobrazení na plazmových a LCD - LED televizorech (rozdíl je zřetelnější při větší úhlopříčce).

Technicky vzato na DVD je obraz uložen jako série snímků s rozlišením 720×576 bodů ve standardu PAL, resp. 720×480 bodů ve standardu NTSC, avšak **na Blu-ray mohou být jednotlivé snímky filmu uloženy buď v rozlišení 1280×720 bodů nebo 1920×1080 bodů, standardy PAL a NTSC už zde nefigurují**. Tyto video módy se označují jako 720p a 1080i/p (interlace / progressive). Rozlišení se označuje jako HD (high definition). Samotný obraz je zpracován ve formátu MPEG-2, který byl použit již u DVD (především zpočátku uváděné filmy), nebo modernějších standardů MPEG-4 AVC a VC-1, které ve srovnání s MPEG-2 nabízejí úsporu datového prostoru při srovnatelné kvalitě obrazu (převážná většina nově uváděných filmů).

Zatímco na DVD je standardem šestikanálový zvuk (5.1), **Blu-ray nabízí kanálů až osm (7.1)**, umožňuje použití bezztrátového formátu PCM, speciálně pro účely Blu-ray vylepšených kompresních formátů Dolby Digital Plus a DTS-HD High Resolution Audio a rovněž jejich bezztrátových variant Dolby TrueHD a DTS-HD Master Audio .

Pro sedmikanálový zvuk a zejména plné využití Dolby TrueHD a DTS-HD je zapotřebí samozřejmě i příslušně vybavený receiver a sada reproduktorů.

Nabídka filmů na Blu-ray se rozšiřuje, byť ještě nedosahuje šíře nabídky DVD. Vzhledem k pomalému poklesu cen Blu-ray vypalovaček a současně dlouhodobě nízkým cenám HDD a Flashdisků není pravděpodobné, že v budoucnu Blu-ray plně nahradí formát DVD tak, jako se to stalo v případě generační obměny VHS za DVD.

Blu-ray profily

S postupným rozvojem Blu-ray formátu byla asociací BDA specifikace Blu-ray doplněná o nové funkce, které se označují jako Blu-ray profily. Tyto profily vyjadřují, které doplňkové vlastnosti Blu-ray disku (závislé na dodávaném obsahu) přehrávač nebo rekordér podporuje a které nikoliv:

Profil 1.0 (výchozí)

Profil 1.1 (Bonus View) - povinnost 256 MB úložného prostoru

Profil 2.0 (BD-Live) - povinnost 1 GB úložného prostoru a připojení k internetu

Vzhledem ke změně hardwarových požadavků specifikace nelze u přehrávačů podporujících výchozí profil 1.0 provést povýšení na profil 1.1 nebo 2.0 softwarovou metodou (výjimku tvoří PlayStation 3, která disponovala HDD a připojením k internetu od počátku prodeje).

Interaktivní funkce

Blu-ray filmy dále disponují interaktivní technologií BD-J (BD-Java), založenou na jazyce Java, známém z osobních počítačů a mobilních telefonů. Pomocí programového kódu, který se zpracovává přímo v přehrávači, jsou realizovaná například ovládací menu titulu, interaktivní rozhovory, hry a kvízy, které ovšem mohou být proti pseudohrám známým z DVD podstatně sofistikovanější. Díky připojení k internetu lze rovněž do paměti přehrávače stáhnout dodatečný bonusový obsah (nové dokumenty, fotky atd.). K využití těchto funkcí je potřeba disponovat přehrávačem s podporou profilu 2.0.

Označení Blu-ray disků

BD-ROM – disk pouze pro čtení

BD-R – disk k jednorázovému zápisu

BD-RE – přepisovatelný disk

Regionální kódy

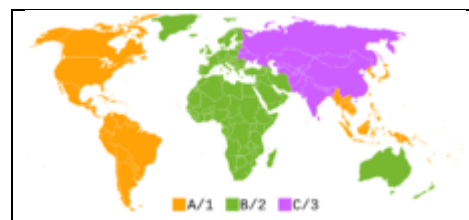
Regionální kódy filmů na Blu-ray discích se od kódů DVD filmů odlišují.

Blu-ray filmy mají 3 regionální kódy:

A/1 – Amerika, Japonsko, Severní Korea, Jižní Korea, Taiwan, Hong Kong a jihovýchodní Asie

B/2 – Evropa, Afrika, Austrálie, Nový Zéland, Saúdská Arábie a Blízký Východ

C/3 – Indie, Rusko, střední a jižní Asie včetně Číny



SOUBOROVÉ SYSTÉMY OPTICKÝCH MÉDIÍ.

ISO 9660

ISO 9660 je datový formát určený Mezinárodní organizací pro normalizaci v roce 1984. Je to uznávaný **meziplatformní protokol pro názvy souborů a adresářů struktur**. Názvy souborů jsou omezeny na velká písmena, číslice 0 až 9 a podtržítka, `_`. Nic jiného není povoleno. Jména adresářů mohou být maximálně pouhých osm znaků (bez přípony) a může být nejvýše osm podadresářů hluboko. Norma může být ignorována pod Windows 95 - ale starší CD-ROM nemusí být schopen zvládnout obsloužit nestandardní disky.

Každý CD má obsah (TOC - Table Of Content), který nese informace o skladbách. Oranžová kniha řeší problémy psaní CD, kde následné zasedání nahrávky na stejném disku vyžadují jejich vlastní aktualizace obsahu. Součástí odvolání Photo-CD formátu Kodak je to, že to není nutné vyplňovat disk s obrázky na první jít: další snímky mohou být přidány později, dokud se disk je plný. Informace o Photo-CD je **Žlutá kniha CD-ROM** ve formátu a následně čitelné na jakémkoli multi-session kompatibilní jednotky.

Nicméně, ISO 9660 formát souborů používaný CD a CD-R disky a původní disk nebo session-at-a-time normy neumožňují samy o sobě k přidávání dat v malých krocích. Psaní více relací na disku výsledky v cca 13MB místa na disku je zbytečný pro každou relaci, a původní norma omezuje počet skladeb, které lze dát na disku 99. Tato omezení byla následně řešena (Optical Storage Technology Association) na Osta podle **ISO 13346 Format Disc** I když vyšel z původního formátu High Sierra, má některé odlišnosti a zdokonalení. ISO 9660 má tři různé úrovně určující vlastnosti, které mohou být použity k zajištění kompatibility s různými systémy.

LEVEL 1.

Je nejnižší úroveň popisu systému souborů, Tento systém je schopný čtení ve většině systémových platform, včetně UNIXu a MacIntoshe.

Omezení:

- pouze velká písmena A-Z, číslice 0-9 a podtržení "`_`" v názvech souborů a adresářů
- limit počtu znaků 8.3 v názvech souborů (známý ze systému DOS)
- jména adresářů max. 8 znaků (bez přípony za tečkou)
- struktura adresářů je omezena na hloubku 8 úrovní
- soubory musí být souvislé

LEVEL 2.

Má stejná omezení jako LEVEL 1, výjimkou jsou **názvy souborů a přípony (rozsah zvětšen na 30 znaků celkem, bez oddělovače ".")**

LEVEL 3.

Stejná jako LEVEL 2, s výjimkou, **že soubory nemusí být souvislé.**

Windows 95 a pozdější verze přinesly možnost používat **dlouhá jména souborů a adresářů do 255 znaků**, včetně malých písmen a mnoha dalších speciálních znaků, které ISO 9660 nedovoluje. K vytvoření zpětné kompatibility s omezeními DOSu byly, v systémech W95 a pozdějších, formátu 8.3 přiřazeny tzv. **ALIASY (přiřazená jména)**. Aliasy byla krátká jména, vytvářená automaticky a viditelná ve vlastnostech souborů nebo při použití DIR příkazu v CMD okně.

Při vytváření alias jmen ve Windows se zkrátilo původní jméno na prvních 6 znaků následovaných znakem "`~`" a číslem začínajícím 1. Následovala zkrácená přípona na první 3 znaky.

Př.: jméno: Tohle je.test -> alias: TOHLEJ~1.TES

Důležité: Vytváření těchto alias jmen je nezávislé na CD mechanice, ale je nezbytné o něm vědět, když vytváříte nebo zapisujete na CD s použitím ISO 9660 LEVEL 1 omezením, tak budou alias jména použita k zápisu na médium a **původní dlouhá jména jsou v tomto procesu ztracena**. Navíc ISO 9660 LEVEL 1 nedovoluje znak "`~`", proto je při zápisu na CD nahrazen znakem podtržení "`_`".

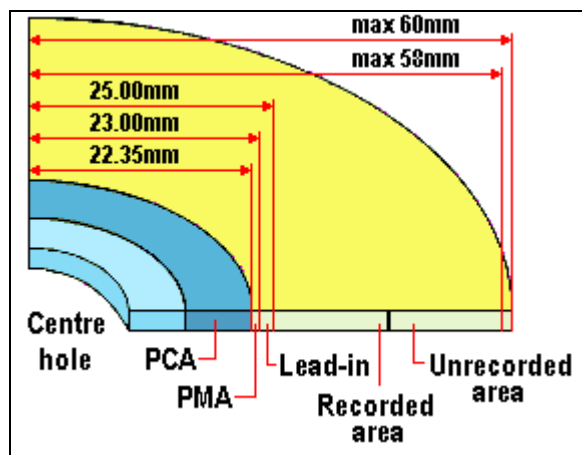
Popis formátu:

CD měří 12 cm v průměru s 15 mm otvorem uprostřed. Audio nebo počítačová data, jsou uložena od poloměru 25 mm (za lead-in) do poloměru 58 mm maximálně, kde začíná lead-out. Orange Book **CD-R standard** v podstatě rozděluje CD do dvou oblastí: System Use Area (SUA) a Disc Information Area.

System Use Area.

SUA působí podobně jako spouštěcí sektor na pevném disku, který zabírá prostor na prvních 4mm povrchu disku CD-ROM. Říká mechanice, jaké informace může očekávat a jaký formát data budou mít, a je rozdělen do dvou částí: Power Calibration Area (PCA) a Program Memory Area (PMA):

- **PCA** na každém disku působí jako testovací oblast pro laser CD-rekordéru. Pokaždé, když je vložen disk do CD-R mechaniky, laser zkušebně prověří povrch v této oblasti, aby posoudil optimální nastavení výkonu pro vypalování CD. Aktuální provozní podmínky mohou ovlivnit toto optimální nastavení - záznam rychlosti, vlhkost, teplota okolí a typ použitého disku. Pokaždé, když disk je kalibrován, je kontrolní bit čítače nastaven na 1, a je maximálně 99 kalibrací povoleno na disk.
- **PMA**, zde jsou uložena data se záznamem až 99 čísel stop, jejich počátkem a ukončením (pro hudbu), nebo adresa sektoru pro start datových souborů na datovém CD.



Disc Information Area

Oblast disku, která obsahuje data, je rozdělen do **tří částí**:

- **Lead-in** obsahuje zvukově ticho v hlavní kanálu a Obsah (TOC) v druhotném kódu Q-kanálu. To umožňuje laserové hlavě se zaostřit a sledovat pitvy. Tím se zasynchronizovat na audio nebo počítačová data před začátkem programové oblasti. Délka zaváděcí oblasti je dána potřebou k uložení obsahu (až na 99 skladeb).
- **Program Area** obsahuje asi 76-90 minut dat rozdělených do 99 stop maximum. Skutečné bity a bajty na CD nejsou uloženy jak by se dalo očekávat. Na tradičních médiích osm bitů tvoří bajt, což tvoří standardní jednotku dat. Na CD (matematický proces se nazývá 8-14 modulace (EFM)) se kóduje každý 8-bitový symbol jako 14 bitů plus 3 spojovací bity. Údaje EFM jsou pak použity k definování pitů na disku. Spojovací bity musí zajistit, že délky pitů a landů nesmí být menší než 3 a ne více než 11 bitů, čímž se sníží účinek vibrací a dalších poruch.
- **Lead-out**, obsahující zvukově ticho nebo nulové údaje. Tato **definiuje konec oblasti záznamu CD**.

Kromě hlavního datového kanálu, disku CD má 8 subkódových kanálů, které jsou určeny písmeny P - W, které jsou prokládané do hlavního kanálu a jsou k dispozici pro použití v audio CD a CD-ROM přehrávači. Když byl CD vyvíjen, byl podkód navržen jako prostředek k záznamu kontrolních dat na disku, použití hlavního kanálu je omezeno na audio nebo CD-ROM data, **P-kanál** označuje začátek a konec každé skladby, **Q-kanál** obsahuje časový kód (minuty, sekundy), TOC (v lead-in), typ skladby a pořadové číslo, kanály **R až W** jsou obecně používány pro grafiku CD. Jak se technologie vyvíjela, hlavní kanál ve skutečnosti byl použit pro řadu dalších datových typů a nová DVD specifikace již vynechává kanály CD subkódu úplně.

Universal Disc Format (UDF).

Na operačním systému nezávislý standard formátu dat na optických médiích, včetně CD-R, CD-RW a DVD zařízení, založený na formátu ECMA-167/ISO 13346. Byl navržen jako náhrada ISO 9660. Má zajistit možnost výměny dat mezi různými operačními systémy a snížit množství omezení, kterými ISO 9660 trpí. Tento formát vyvíjí a udržuje OSTA (Optical Storage Technology Association). V současnosti má několik verzí z nichž nejpoužívanější je verze 1.02, jež je použita u formátu DVD-Video. **UDF může být použito pro téměř všechna známá média** – CD-ROM, CD-R, CD-RW, DVD-ROM, DVD-R, DVD±RW, DVD-RAM, Blu-ray, HD-DVD atd.

Základní vlastnosti UDF:

- otevřený standard podporovaný mnohými OS
- velikost oddílu - 2 TB pro 512 B bloky, 8 TB pro 2 kB bloky
- podpora dlouhých jmen - maximálně 254 bajtů, název může obsahovat jakýkoliv znak (Unicode)
- souborové linky (pevné, symbolické)
- správa chyb
- metadata

Typy dalších externích paměťových médií

Páskové paměti

Páskové paměti jsou typickým sekvenčním zařízením, to znamená, že pokud je potřeba zpřístupnit libovolnou informaci na pásce, je nutné, aby nejdříve byly přečteny všechny informace předcházející. Mezi první páskové paměti patří devítistopá páska o šířce $1/2$ ". Hustota záznamu na těchto páskách dosahovala až 6250 bpi (bits per inch = bitů na palec). Tyto páskové paměti se používaly zejména u velkých sálových počítačů a vyžadovaly poměrně náročnou obsluhu, protože páska byla navinuta pouze na cívice (nikoliv umístěna v kazetě) a tudíž se musela pracně zavádět do čtecího zařízení.

Páskové paměti jsou vhodné zejména pro zálohování velkého objemu dat a jeho případné obnovy. Jsou naprosto nevhodné pro časté zpřístupňování určitých částí dat. Toto je dáno jejich sekvenčním přístupem k datům, který může způsobit, že přístupová doba k datům uloženým na konci pásky může dosáhnout až několika hodin.

Připojování pásky se provádělo přes rozhraní SCSI, záznam byl prováděn magneticky a životnost pásky byla odhadována na 25 let.

Kazety 3480, 3490E

Jedná se o kazety s magnetickou páskou, které byly vyvinuty firmou IBM pro velká výpočetní střediska. Na rozdíl od svého předchůdce se již jedná o pásku umístěnou v kazetě, což usnadňuje manipulaci.

Další výhodou těchto pásek je vyšší přenosová rychlost a kratší doba převíjení. Kazety 3480 a 3490E jsou opět vhodné zejména pro zálohování velkých objemů dat, protože podobně jako $1/2$ " pásky jsou i tyto kazety sekvenční média. Později vznikla k těmto kazetám ještě automatická zařízení na manipulaci s archivem těchto kazet (jukebox).

Streamer

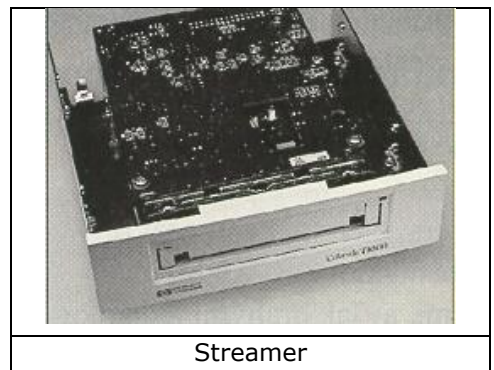
Streamer je páskovým médiem s podélným proudovým záznamem, které není již určeno výhradně pro velké sálové počítače, jako tomu bylo u předešlých médií, ale i pro malé osobní počítače.

Čtecí (zpisovací) mechaniky pro streamery se vyrábějí jak v interním, tak externím provedení. Páska streameru je uložena v kazetě, se kterou potom mechanika pracuje. Zaznamenávaná data se nezapisují po blocích, ale jsou zapisována jako celistvý proud dat. Vlastní záznam je prováděn podélně (podobně jako u audio kazety).

Oproti předešlým páskovým pamětem a kazetám poskytují streamery vyšší přenosovou rychlost (cca 10-15 MB/min) a mají kapacitu 60 MB, 120 MB, 250 MB, 500 MB, 1,2 GB, 2,5 GB a více. Jejich hlavní využití spočívá podobně jako u předchozích médií v zálohování velkých objemů dat.

Připojení k počítači se provádí prostřednictvím:

- řadiče pružných disků
- paralelního portu
- SCSI rozhraní



Kazety 8 mm "Helical" (Exabyte)

Tyto kazety, vyrobené firmou Exabyte, obsahují opět magnetický pásek, tentokrát o šířce 8 mm, na který se provádí šikmý záznam dat (podobně jako na video kazetě). Kapacita této kazety se pohybuje v závislosti na délce pásku od 1 GB až do 20 GB. Rychlost přenosu dat je zhruba 20 MB/min.

Vzhledem k uvedeným parametrům a skutečnosti, že se jedná opět o sekvenční médium, jsou kazety Exabyte vhodné pro zálohování velkých objemů dat.

Připojení k počítači se provádí většinou přes rozhraní SCSI

Kazety 4 mm DAT

Kazety DAT (Digital Audio Tape) byly vyrobeny Hewlett Packard. Jedná se o podobné zařízení jako jsou kazety Exabyte, které pracuje na podobném principu (šikmý záznam dat na magnetickou 4 mm pásku).

Kapacita těchto kazet se pohybuje v rozmezí 1 GB - 8 GB a přenosová rychlost je 22 MB/min. Připojení je podobně jako u Exabyte prováděno většinou přes rozhraní SCSI.

SyQuest disk

SyQuest disk byl vyroben firmou SyQuest a jedná se o výměnný kotouč pevného disku o průměru 3 1/2" umístěný v plastové kazetě.

Tvoří přechod mezi pružnými a pevnými disky. Jeho kapacita je 105 MB, 130 MB a 270 MB. Připojení k počítači se provádí prostřednictvím:

- SCSI rozhraní
- IDE rozhraní
- paralelního portu

Nevýhodou SyQuest disků je jejich častá vzájemná nekompatibilita.

Stává se, že disk zapsaný v jedné mechanice není čitelný v mechanice jiné.



SyQuest Disk

Bernoulliho disk

Je vyroben firmou Iomega a jde o pružný kotouč otáčející se v proudě vzduchu, který přitlačuje (podle Bernoulliho jevu) povrch média k hlavičce. Bernoulliho disky se vyrábějí ve formátu 5 1/4" a jejich kapacita se pohybuje od 20 MB do 200 MB. Připojení k počítači je provedeno pomocí paralelního portu nebo SCSI rozhraní. Mezi výhody Bernoulliho disků patří poměrně vysoká odolnost média proti přetížení (pád, náraz apod.).

Jedná se o přenosné zařízení s přímým přístupem k datům, které poskytuje vyšší přenosovou rychlost a vyšší kapacitu než disketa.

Floptical disk

Floptical disk (Floppy Optical) je pružný disk o formátu 3 1/2", na který se provádí magnetický záznam. Při tomto záznamu se používá optické navádění čtecích (zapisovacích) hlav na značky vytvořené pevně při výrobě diskety. Floptical disk má vylepšený povrch a dovoluje uložení až 21 MB dat.

Výhodou těchto disků je také to, že v mechanice pro floptical disk je možné používat i běžné 3,5" diskety. Na tyto diskety sice není možné uložit výše zmíněných 21 MB (pouze 1.44 MB), ale uživatel tak nemusí mít ke své floptical mechanice ještě standardní mechaniku pro 3,5" diskety.

Magnetooptické disky

Magnetooptické disky jsou média, u nichž se záznam provádí zaměřením laserového paprsku za současného působení magnetického pole. Záznam na tento disk probíhá ve dvou fázích:

- nejprve se smaže místo, na které se bude záznam provádět (zapsání samých nul)
- v další otáčce (po smazání) se na příslušná místa zapíše jedničky

Fyzikální princip záznamu je následující:

- laserový paprsek zahřeje bod na citlivé vrstvě nad Curiovu teplotu (teplota stanovená pro každý materiál, při níž stačí pouze malá intenzita magnetického pole ke změně jeho magnetických vlastností).
- magnetickým polem příslušné orientace se změní zmagnetování bodu
- po ochlazení magnetizace zůstane

Fyzikální princip čtení:

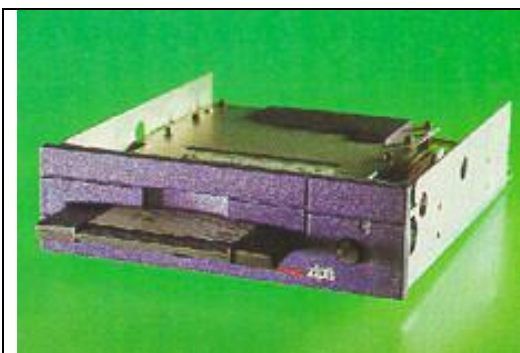
- čtení se provádí laserovým paprskem nižší intenzity
- sleduje se stáčení paprsku Kerrovým efektem (elektrooptický dvojlom), který je závislý na magnetické orientaci bodu

Protože záznam na médium je podmíněn zahřátím příslušného bodu disku, není nebezpečí, že by mohlo dojít k nechtěnému smazání dat vlivem magnetického pole, např. silného permanentního magnetu, reproduktoru apod. Díky těmto vlastnostem je pro magnetooptické disky charakteristická vysoká životnost (desítky let). Vyrábějí se ve formátu $3\frac{1}{2}$ " i $5\frac{1}{4}$ " a poskytují kapacitu od stovek MB až po jednotky GB.

Připojení magnetooptických disků se provádí přes rozhraní SCSI.

ZIP disky

ZIP disky jsou média vyrobená firmou Immedia a jedná se o disk o průměru $3\frac{1}{2}$ ", na který je možné uložit 100 MB dat. Princip práce ZIP disku je podobný jako u disketové mechaniky. Provádí se na magnetickou vrstvu pomocí čtecích (zapisovacích) hlav, které při práci přímo dosedají na povrch média. Mechaniky pro ZIP disky se vyrábějí v interním i externím provedení.



Interní ZIP disk



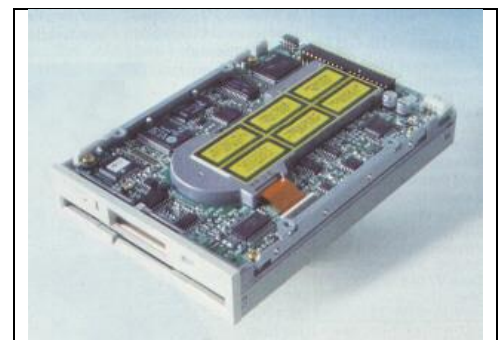
Externí ZIP disk

Provozují se na magnetickou vrstvu pomocí čtecích (zapisovacích) hlav, které při práci přímo dosedají na povrch média. Mechaniky pro ZIP disky se vyrábějí v interním i externím provedení.

- Interní mechaniky se připojují přes
 - EIDE rozhraní
 - SCSI rozhraní
- Externí disky se připojují přes
 - SCSI rozhraní
 - Paralelní port

Disky LS120

Disky LS120 jsou svými vlastnostmi velmi podobné diskům ZIP. Dovolují uložení až 120 MB dat a na rozdíl od ZIP disků je možné v mechanice pro disky LS120 používat i běžné 3,5" diskety.

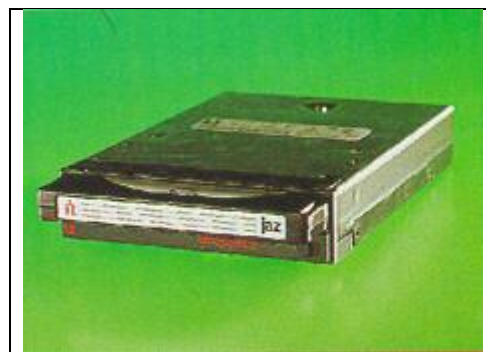


Disk LS 120

JAZZ disky

Disky JAZZ jsou média, která pracují **na podobném principu jako pevný disk**. Jsou vyráběny firmou Iomega a dovolují uložení 1 GB - 2 GB dat. Záznam je prováděn do magnetické vrstvy pomocí hlav, které plovou na tenké vzduchové vrstvě nad vlastním médiem. JAZZ disky se vyrábějí ve formátu 3¹/₂", a to jak v interním, tak i v externím provedení. Připojení se provádí:

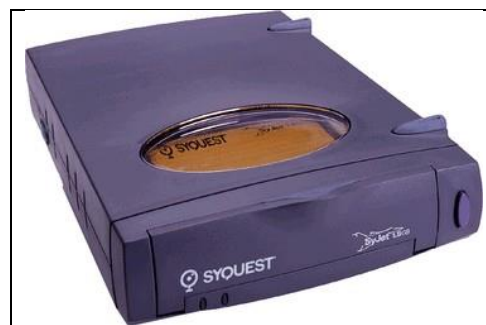
- u interního provedení přes SCSI rozhraní
- u externího provedení také přes SCSI rozhraní nebo přes paralelní port



Jazz disk

SyJet disky

SyJet disky jsou v podstatě reakcí firmy SyQuest na disky JAZZ. Jde o zařízení pracující na stejném **principu jako JAZZ disk**, jehož kapacita je 1,5 GB. Připojování, formát a provedení je prakticky totožné jako JAZZ disků.



SyJet Disk

Sběrnice (bus)

Pod pojmem sběrnice obecně rozumíme soustavu vodičů, která umožňuje přenos signálů mezi jednotlivými částmi počítače. Pomocí těchto vodičů mezi sebou jednotlivé části počítače komunikují a přenášejí data.

Zařízení jako jsou procesor, koprocessor, cache paměť, operační paměť, řadič cache paměti a operační paměti a některá další zařízení jsou propojena tzv. **systemovou sběrnici (CPU bus)**.

Osobní počítače musí být navrženy tak, aby bylo možné jejich snadné rozšiřování o další zařízení (zvukové karty, síťové karty, řadiče disků apod.). Takovéto rozšiřování je velmi často uskutečňováno pomocí tzv. **rozšiřující sběrnice počítače** (častěji označované pouze jako sběrnice), na kterou se jednotlivá zřízení zapojují. Tato rozšiřující sběrnice a zapojovaná zařízení musí tedy splňovat určitá pravidla. Takže ve výpočetní technice je pojem sběrnice také chápán jako standard, dohoda o tom, jak vyrobit zařízení (rozšiřující karty), která mohou pracovat ve standardním počítači.

Podle způsobu práce a zapojení rozlišujeme několik **základních typů sběrnic**:

- **synchronní sběrnice**: sběrnice pracující synchronně s procesorem počítače. Platnost **údajů na sběrnici** jednoznačně **určuje hodinový signál**. Tímto způsobem dnes pracuje převážná většina všech sběrnic.
- **pseudosynchronní sběrnice**: dovoluje zpozdít přenos údajů o určitý počet hodinových period.
- **multimaster sběrnice**: dovoluje tzv. **busmastering**, jedná se o sběrnici, která může být řízena několika zařízeními, nejen procesorem.
- **lokální sběrnice**: spočívá ve vytvoření technické podpory toho, že se náročné operace s daty realizují rychlou systemovou sběrnici. Tato systemová sběrnice se prodlouží a umožní se tak přístup na ni i ze zásuvných modulů dalších zařízení. O rozvoj lokálních sběrnic se nejvýrazněji zasloužili výrobci videokaret, pro něž byly dosavadní sběrnice pomalé. Nevýhodou lokálních sběrnic je o něco vyšší cena samotné základní desky s lokální sběrnici a také zařízení pro ni určených.

Mezi **základní parametry každé sběrnice** patří:

Parametr	Význam	Jednotka
Šířka přenosu	Počet bitů, které lze zároveň po sběrnici přenést	bit
Frekvence	Maximální frekvence, se kterou může sběrnice pracovat	Hz
Rychlost (propustnost)	Počet bytes přenesených za jednotku času	B/s

Sběrnice PC bus

Sběrnice **PC bus** byla navržena a vyrobena firmou IBM pro první počítače IBM PC a IBM PC/XT založené na procesoru 8088. Tento procesor byl vnitřně 16bitový a měl 8bitovou datovou sběrnici. PC bus byla navržena tak, aby využívala jeho možnosti. Tato sběrnice poskytuje 62 linek, z nichž 8 slouží pro přenos dat. To znamená, že má šířku přenosu dat 8 bitů. Na PC busu jsou potom paralelně zapojeny **jednotlivé konektory, tzv. sloty**, do kterých se zapojují jednotlivé přídatné karty. Protože **šířka přenosu je 8 bitů**, jsou tyto sloty také označovány jako osmibitové sloty. Podobně i rozšiřující karty pro PC bus jsou označovány jako osmibitové karty. Pro přenos adresy je na sběrnici PC bus vymezeno 20 vodičů, což odpovídá 20bitové adresové sběrnici procesoru 8088 (8086). Sběrnice PC bus dále obsahuje vodiče pro:

- určení, zda přenášená adresa je adresou paměti nebo nějakého jiného vstup/výstupního zařízení
- určení, zda data na sběrnici byla přečtena nebo mají být zapsána
- napájení (+5 V, -5 V, +12V) a elektrickou zem
- řídicí signály (Reset, hodinové signály, signály pro refresh paměti)
- přerušení (IRQ) určené pro přídatné desky, které potřebují někdy pro svou správnou činnost vyžádat okamžité obslužení procesorem. Těchto linek je na sběrnici PC bus 6 a jsou označeny jako IRQ2 - IRQ7 (IRQ - Interrupt Request).

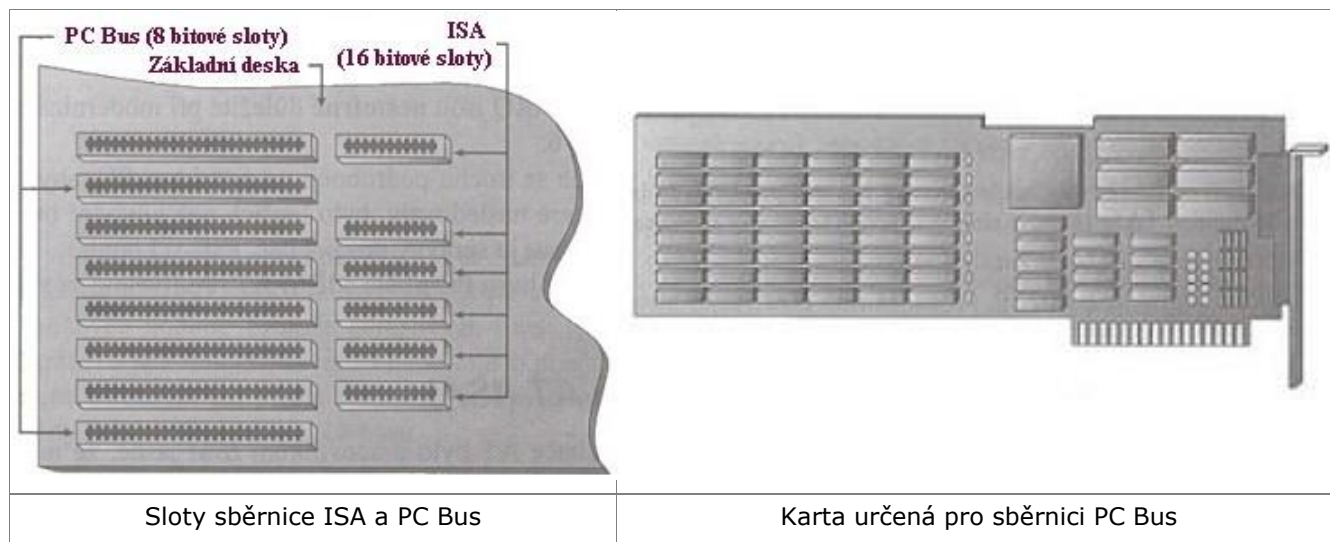
Poznámka: Existují i IRQ0 a IRQ1, ale ty nejsou dostupné na sběrnici

- přímý přístup do paměti (DMA) určené pro přídatné desky, jež potřebují rychle přenášet data do (z) operační paměti. K těmto účelům jsou na sběrnici PC bus vymezeny tzv. DMA kanály (DMA - Direct

Memory Access), které jsou 3 a mají označení DMA1 - DMA3.

Poznámka: existuje i DMA0, který však podobně jako IRQ0 a IRQ1 není na PC busu dostupný.

Vzhledem k tomu, že sloty sběrnice PC bus jsou zapojeny paralelně, jsou naprosto ekvivalentní a je jedno, do kterého slotu se daná deska zapojí. Maximální rychlost sběrnice PC bus je 8 MHz (plně dostačovalo procesoru 8088).

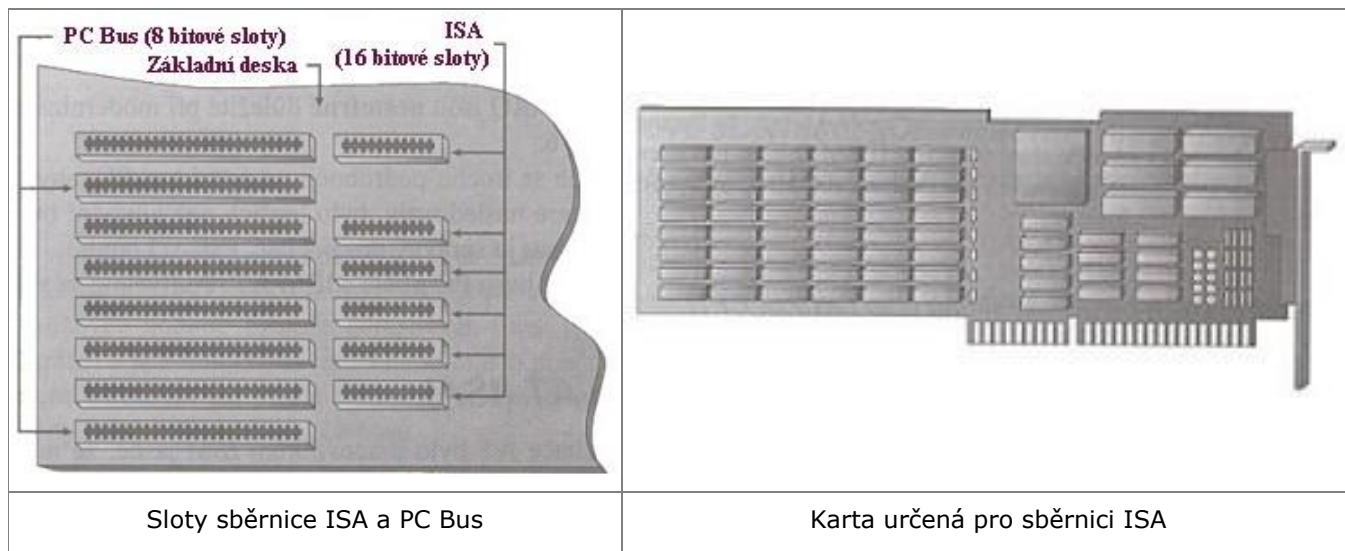


Sběrnice ISA (AT bus)

S postupujícím vývojem počítačů bylo zřejmé, že sběrnice PC bus již svými možnostmi nedostačuje a může degradovat výkon celého počítače. S příchodem procesoru 80286 se tedy objevuje nový typ sběrnice označovaný jako **ISA (Industry Standard Architecture)**. Tento typ rozšiřující sběrnice je vyroben s **16bitovou datovou sběrnici a 24bitovou adresovou sběrnici**.

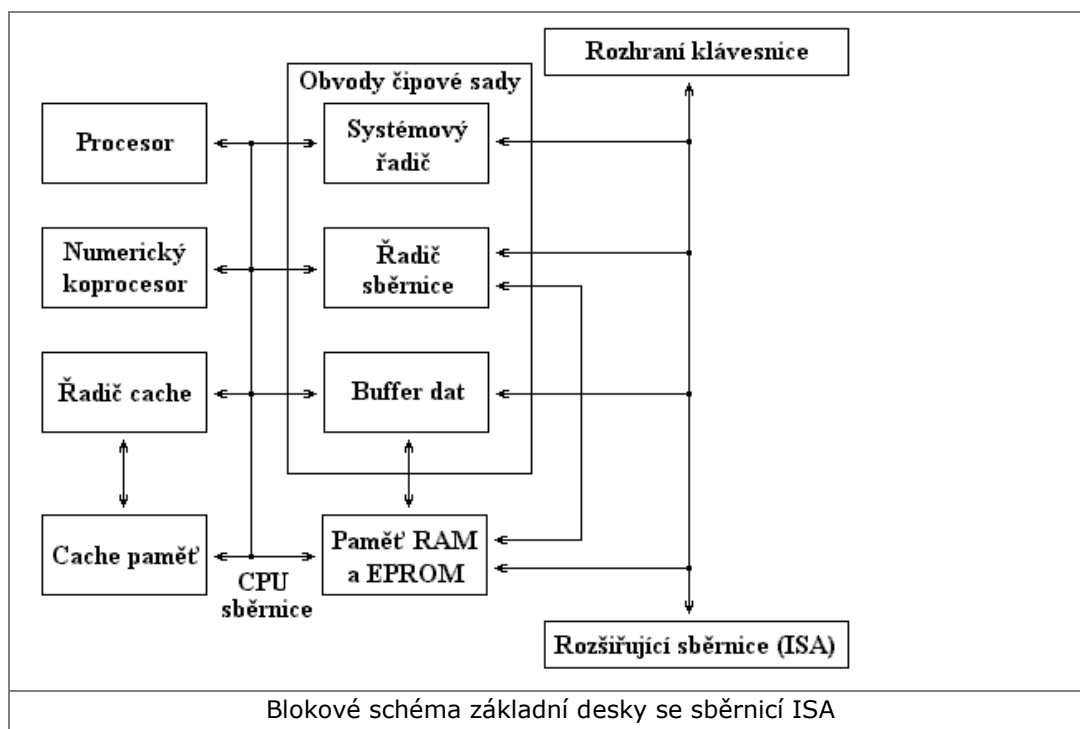
Sběrnice ISA je podobně jako PC bus navržena tak, aby plně odpovídala možnostem procesoru 80286. ISA dodržuje plnou zpětnou kompatibilitu s předešlou sběrnici PC bus. To znamená, že uživatel může používat přídatných karet určených pro PC bus i v počítači se sběrnici ISA. Kompatibilita je dosažena tak, že stará 62 vodičová sběrnice se rozšířila o dalších 36 vodičů a odpovídající slot se rozšířil o další konektor umístěný v jedné řadě hned za starším 8bitovým slotem pro PC bus. Takto vznikl nový 16bitový slot, který je umístěn na sběrnici ISA. Sběrnice ISA má:

- šířku přenosu 16 bitů, tj. během jedné operace je možné po sběrnici přenášet nejvýše 16bitovou informací.
- pro přenos adresy vymezeno 24 vodičů odpovídajících 24bitové adresové sběrnici procesoru 80286.
- další 4 DMA kanály (DMA4 - DMA7)
- dalších 5 vodičů pro úrovně přerušení IRQ (IRQ10 - IRQ12, IRQ14 a IRQ15). Zbývající úrovně IRQ nepotřebují svou linku na sběrnici, protože jsou zapojeny následovně:
 - IRQ8 je spojeno přímo s se systémovými hodinami / kalendářem
 - IRQ9 je propojeno s IRQ2
 - IRQ13 je určeno pro numerický koprocessor



Protože 16bitové sloty jsou vlastně rozšířením 8bitových slotů sběrnice PC bus, pracují 8 bitové karty i v 16 bitových slotech. Je tedy možné, aby počítač měl na základní desce osazené pouze 16bitové sloty pro sběrnici ISA. Většina počítačů s procesory (80286 a 80386) však má na základní desce i sloty 8bitové. Důvodem není elektronická nekompatibilita, ale nekompatibilita mechanická. Některé 8bitové karty jsou konstruovány s tzv. lemem, díky kterému není možné je do 16bitových slotů zasunout. Sběrnice ISA pracuje podobně jako PC bus s frekvencí 8 MHz synchronně s procesorem. Protože sběrnice ISA i PC bus jsou velmi náchylné na šum, není možné dále zvyšovat jejich frekvenci.

Sběrnice ISA byla používána u většiny počítačů s procesorem 80286, 80386 a u starších počítačů s procesorem 80486. Vzhledem k velkému množství přídatných karet, které jsou vyrobeny pro tuto sběrnici, je ISA používána společně s jiným typem sběrnice i v dnešních nejmodernějších počítačích. Protože procesory 80286 a vyšší byly a jsou vyráběny s frekvencemi vyššími než 8 MHz, je nutné provádět vzájemné přizpůsobování rychlosti. Toto přizpůsobování má na starosti generátor čekacích taktů (wait-states generator), který bývá součástí některého z obvodů čipové sady.



Sběrnice MCA (MicroChannel)

Sběrnice **MCA** (MicroChannel Architecture) je novým typem sběrnice, který byl vyvinutý pro novou řadu počítačů firmy IBM s označením IBM PS/2. Hlavním cílem IBM bylo zrychlit přenos dat uvnitř počítače a snížit hladinu šumu na sběrnici.

Obrovskou nevýhodou a patrně i důvodem, proč se sběrnice MCA nerozšířila, je její nekompatibilita s ISA a to, že počítače PS/2 neměly osazenu pro zpětnou kompatibilitu i sběrnici ISA. Sběrnice MCA dovoluje běh s frekvencí 10 MHz a dovoluje přenášet data po 16 i 32 bitech. Jedná se tedy o rychlejší sběrnici s šířkou přenosu 32 bitů. Kromě toho má MCA i tzv. **proudový režim**, ve kterém dokáže současně přenášet 64 bitů. Šířka adresové části je v závislosti na procesoru počítače 24 bitů (pro 80286) nebo 32 bitů (pro 80386).

Další výhodou MCA oproti ISA je možnost softwarové konfigurace přídatných desek, takže při rekonfiguraci některé z nich stačí pouze spustit konfigurační program a není nutné otevírat počítač. Tato technika se u desek pro sběrnici ISA začala využívat až později. Sběrnice MCA dovoluje i tzv. **busmastering**, tj. sdílené řízení sběrnice.

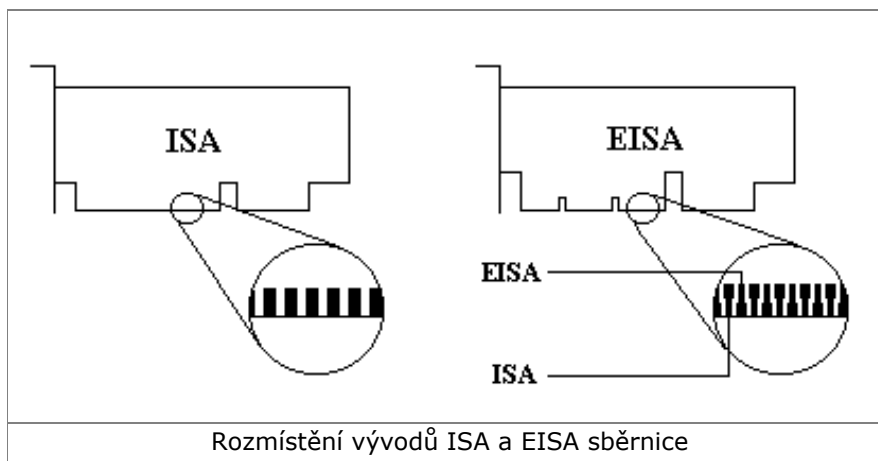
Konektor (slot) sběrnice MCA má v 16bitové verzi 2x58 kontaktů a může být prodloužen o tzv. video rozšíření s dalšími 2x10 kontakty. Slot 32 bitové verze je ještě rozšířen o 2x31 kontaktů.

Sběrnice EISA

Sběrnice **EISA** (Extended Industry Standard Architecture) byla vyrobena 9 firmami (AST Research, Compaq, Epson, NEC, Olivetti, Tandy, Wyse a Zenith) jako odpověď na sběrnici MCA. Záměrem bylo poskytnout sběrnici s vyšším výkonem, ale takovou, která by byla kompatibilní se sběrnici ISA. EISA byla uvedena na trh v roce 1989 a její základní vlastnosti jsou:

- šířka toku dat je 32 bitů
- šířka adresy je 32 bitů
- dovoluje programové nastavování přídatných desek
- pracuje s frekvencí 8 MHz (z důvodů kompatibility s ISA)
- dovoluje busmastering

Slot sběrnice EISA má stejnou velikost jako slot ISA a obsahuje stejné vývody (62+36). Kromě těchto vývodů má ještě 59 nových vývodů umístěných mezi starými vývody sběrnice ISA. Tyto nové vývody zůstanou v případě zasunutí karty pro ISA sběrnici nezapojeny, čímž se dosahuje zpětné kompatibility EISA s ISA.



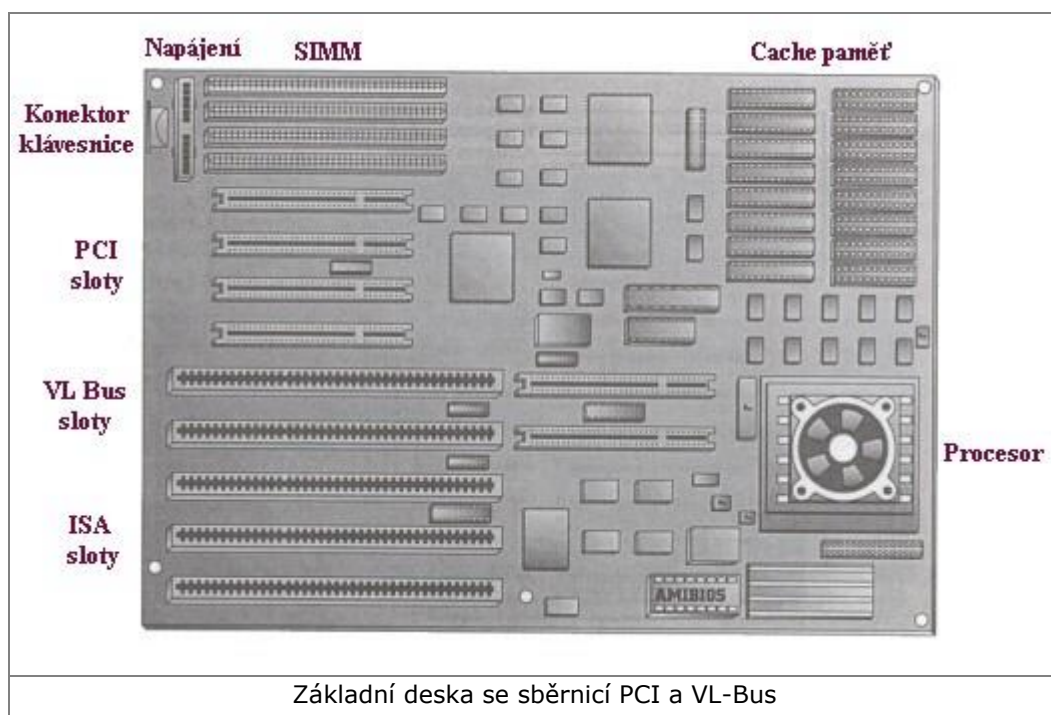
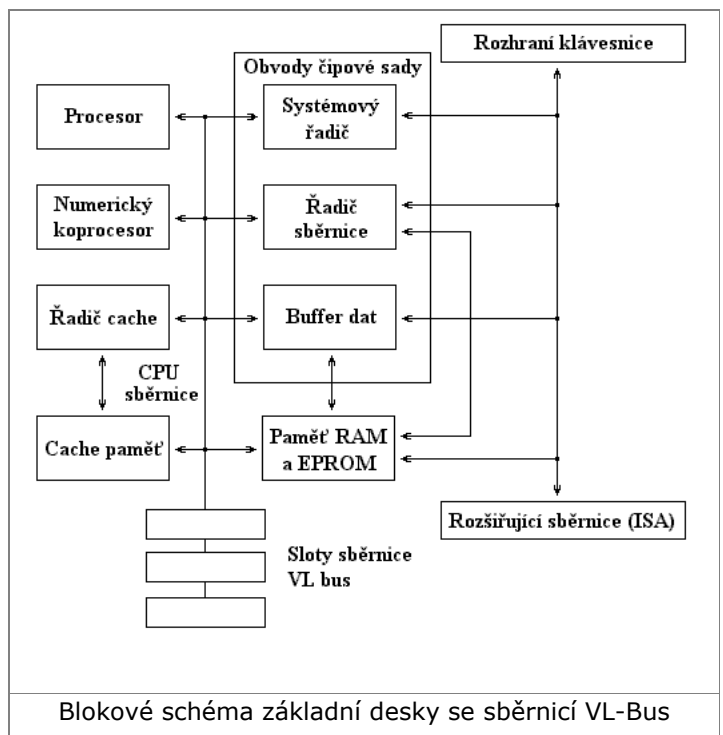
Sběrnice EISA byla používána zejména u počítačů s procesory 80386 a 80486, na které byla kladena větší zátěž (např. síťové servery). Vzhledem k příchodu modernějších typů sběrnic se dnes již nepoužívá.

Sběrnice VL bus

Sběrnice **VL bus** (VESA Local Bus) byla navržena v roce 1992 konsorciem **VESA** (Video Electronic Standards Association) a jedná se o klasickou lokální sběrnici. Šířka přenosu dat i adresy je 32 bitů. VL bus podporuje maximálně 3 přídatné sloty. Čím vyšší je počet karet zasunutých na sběrnici VL bus, tím nižší je maximální frekvence, se kterou může sběrnice pracovat. Teoretická mez VL busu je 50 MHz. Prakticky je možné, aby pracovala s frekvencí 33 MHz při třech osazených přídatných kartách.

Nejvyšší výkon má sběrnice VL bus v tzv. **burst (souvislém) režimu**, kdy se vyššího výkonu dosahuje redukcí přenášených položek (např. adres). Adresa se v burst režimu vysílá pouze v prvním ze 4 bezprostředně následujících sběrniceových cyklů a v následujících třech se přenášejí jen data. Burst režim lze tedy použít pouze tehdy, když se čte (zapisuje) do bezprostředně za sebou následujících paměťových míst.

Mezi **nevýhody VL busu** (oproti PCI) patří silná procesorová závislost způsobená přímým zapojením slotů VL busu na systémovou sběrnici. Tato závislost nedovoluje prakticky použít VL bus v jiném počítači, než je počítač s procesorem Intel nebo kompatibilním. Další nevýhodou je její práce s úrovněmi logiky TTL (5 V), zatímco nové procesory pracují s napětím 3,3 V a nižším. Sběrnice VL je vyráběna na základní desce vždy spolu se sběrnici ISA, protože při své práci využívá některých jejích signálů. Touto skutečností je zajištěna její kompatibilita s ISA, ale i její neoddělitelnost od sběrnice ISA. Konektor VL busu se nachází v jedné řadě za 16bitovým konektorem ISA a má 2x58 vývodů. Sběrnice VL bus byla používána zejména u počítačů s procesorem 80486 a prvních počítačů s procesorem Pentium.



Základní deska se sběrnici PCI a VL-Bus

Sběrnice PCI

Sběrnice PCI (Peripheral Component Interconnect) je zatím posledním typem sběrnice pro počítače PC. Jedná se o rychlou sběrnici vyrobenou firmou Intel pro počítače s procesory Pentium.

PCI již není klasickou lokální sběrnici jako VL bus, ale je k systémové sběrnici připojena přes tzv. **mezisběrní-cový můstek**. Toto řešení s sebou nese následující výhody:

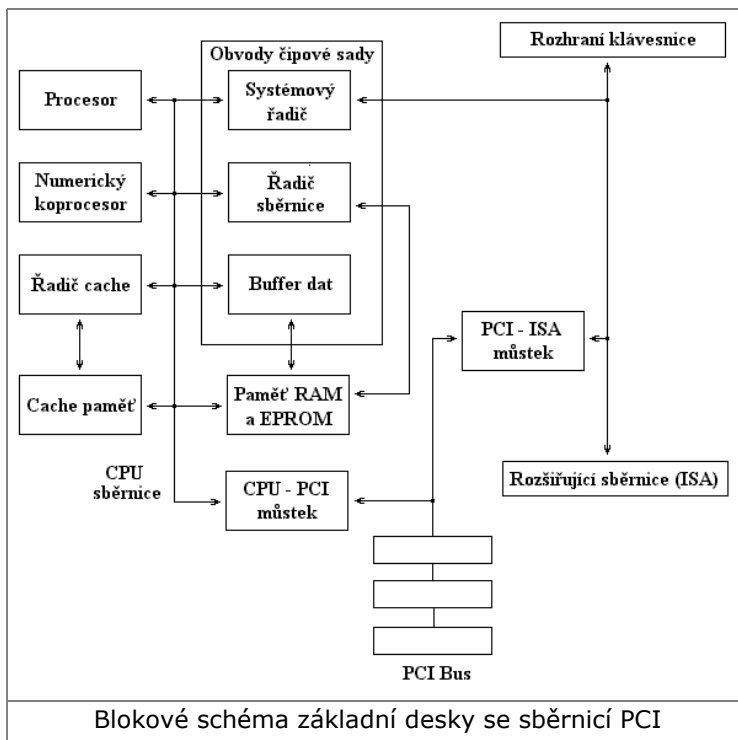
- možnost použití sběrnice PCI i v jiných počítačích než jsou PC (např. MacIntosh, DEC)
- můstek dovoluje provádět přizpůsobování napěťových úrovní

Sběrnice PCI je první sběrnici s šířkou přenosu

64 bitů a využívá tak plně 64bitové datové sběrnice Pentia. Dovoluje však i přenos o šířce 32 bitů pro použití v počítačích s procesorem 80486.

Maximální frekvence, se kterou může tato sběrnice pracovat, je 33 MHz, čímž je zajištěna propustnost sběrnice 132 MB/s (32 bitů) nebo 264 MB/s (64 bitů). Dále podobně jako VL bus i PCI umožňuje burst režim, ale na rozdíl od VL busu není shora omezen počtem 4 taktů. Sběrnice PCI je nezávislá na sběrnici ISA, tzn. že nevyužívá žádných jejích signálů jako VL bus. Pro dodržení zpětné kompatibility jsou počítače se sběrnici PCI osazovány i sběrnici ISA popř. EISA a jejími 16bitovými (ISA) nebo 32bitovými (EISA) sloty. Podobně jako MCA a EISA a **narozdíl od VL busu podporuje PCI busmastering**, což dovoluje vyšší výkon počítače, protože přenosy řízené CPU vyžadují spoustu času. PCI dále **podporuje standard**

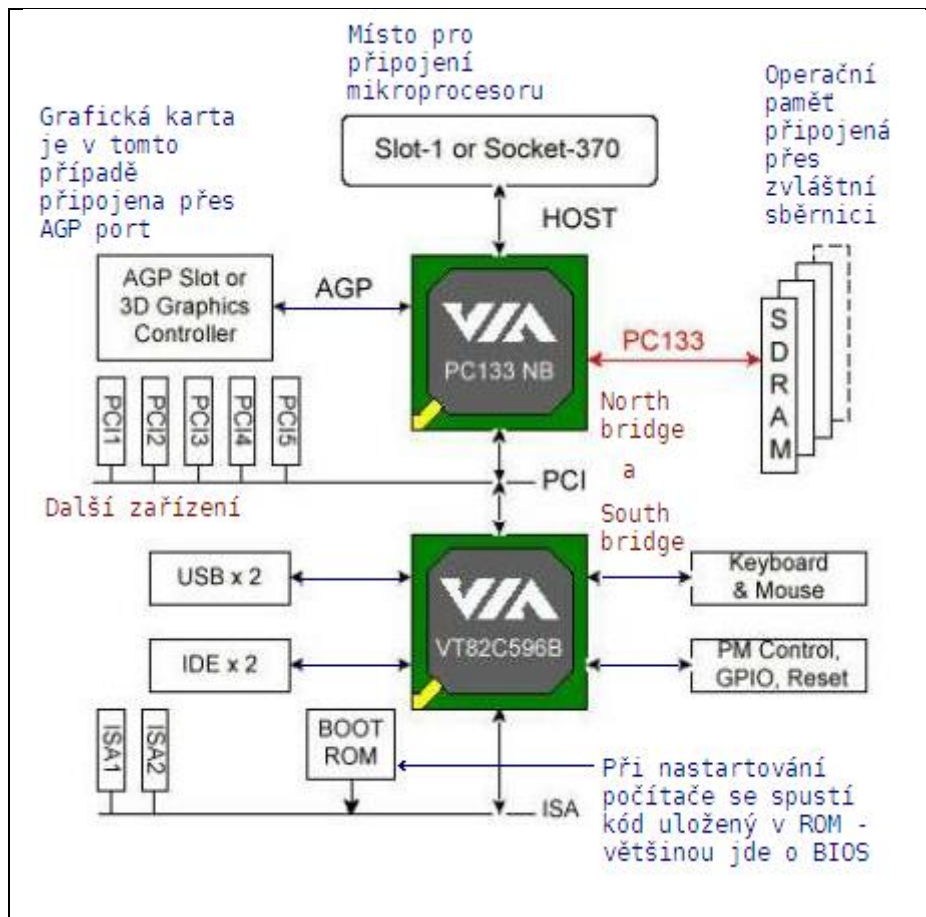
Plug and Play vyvinutý výrobcí hardwaru v roce 1992, který dovoluje velmi snadnou konfiguraci desek pro PCI, popř. jejich automatickou konfiguraci bez zásahu uživatele. Sběrnice PCI je používána u novějších počítačů s procesorem 80486 a u počítačů s procesory Pentium a vyššími.



Blokové schéma základní desky se sběrnici PCI

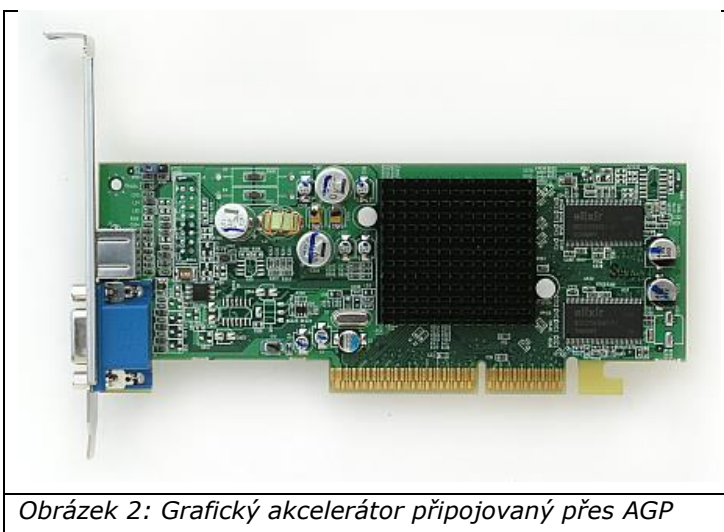
Slot AGP

1. Interní port AGP zaujímá v pomyslné hierarchii sběrnic zvláštní místo. Nejedná se totiž v pravém slova smyslu o sběrnici, neboť **k AGP lze připojit pouze jedno zařízení**. Typická součást prakticky každé sběrnice, tj. arbitrážní obvod (a z toho vyplývající předem známý a všemi zařízeními dodržovaný komunikační protokol), zde není z tohoto důvodu obsažen, jedná se o spojení typu *point-to-point*, které je spíše typické pro porty určené k připojení externích zařízení. Označení AGP vzniklo zkrácením plného názvu **Accelerated Graphics Port**, a jak již tento název napovídá, jedná se o port určený prakticky **výhradně k připojení grafických adaptérů, zejména pak grafických akceleratorů**. Hlavním důvodem vedoucím k zavedení AGP byly stoupající požadavky na rychlost přenosu grafických dat, především videa a textur pro trojrozměrné scény (požadavky na rychlost přenosu rostou v případě, kdy se textury musí načítat dynamicky, tj. během vykreslování trojrozměrné scény). Na druhou stranu se požadovalo zachování kompatibility s grafickou kartou VGA, a to až na úroveň jednotlivých řídicích registrů, což není právě jednoduchá záležitost.



Z tohoto schématu je patrné, že se komunikace s grafickým akcelerátorem připojeným na AGP odehrává přes takzvaný north bridge, což je čip s velkou mírou integrace (a také poměrně vysokou „inteligencí“) umístěný na základní desce v blízkosti mikroprocesoru. Mikroprocesor bývá na desce umístěný v horní části, tj. na „severu“ (north). Druhý čip – south bridge – zajišťuje styk počítače s vnějším světem, emuluje dnes již překonanou řadu obvodů 82xx (8251, 8255, 8257 a 8259) a také v některých případech emuluje sběrnici ISA.

Z důvodu zobrazení videa ve velkém rozlišení či trojrozměrných scén v reálném čase byl při návrhu AGP kladen velký důraz na dosažení co nejvyšší rychlosti přenosu dat s malou latencí (samotná průměrná rychlost, i když by byla vysoká, nemusí pro tyto účely dostačovat, kritické jsou zejména výpadky v přenosu). Reálná rychlost AGP samozřejmě reflektuje postupný vývoj výpočetní techniky a představuje určitý kompromis mezi dosažitelnou rychlostí a cenou celého grafického subsystému. Tak, jak cena technologií postupně klesá, je možné přecházet na rychlejší (a především univerzálnější) řešení, což v tomto případě znamená některou z variant sběrnice PCI-X či – což je dnes z mnoha dobrých důvodů preferováno – na sběrnici PCI Express.



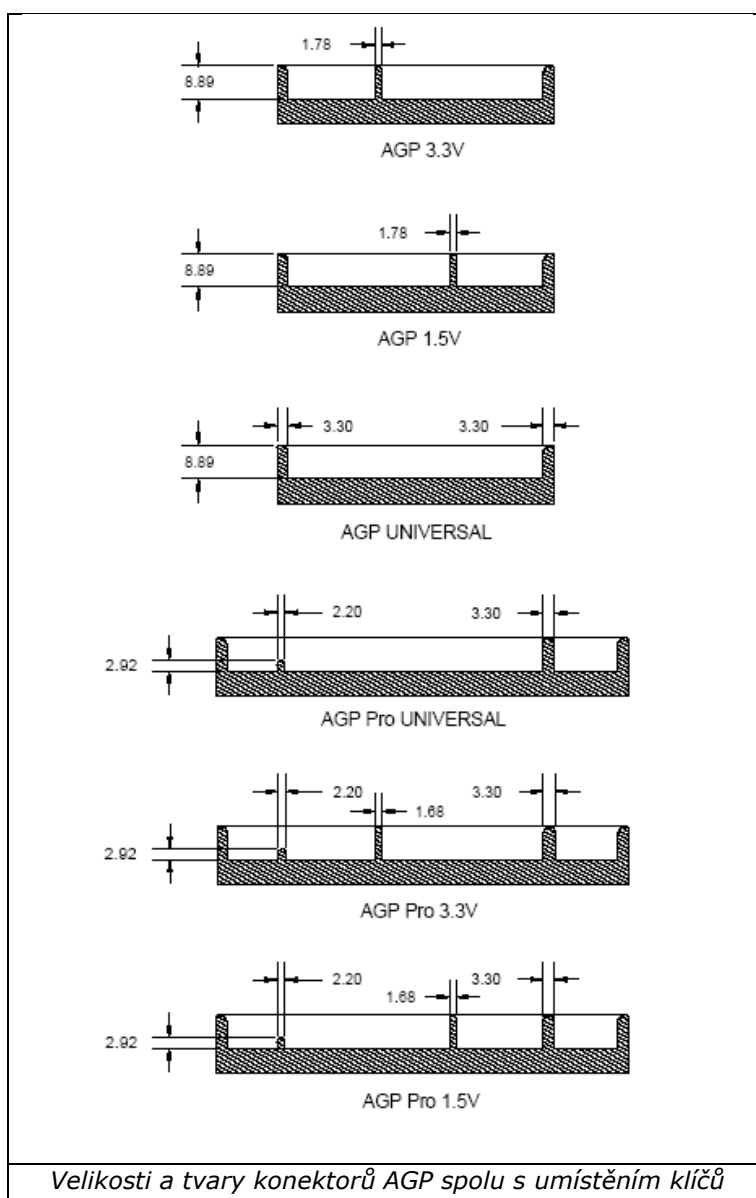
Technologie *AGP* vznikla úpravou sběrnice *PCI*, proto jsou použity velmi podobné řídicí signály, stejně jako demultiplexing dat a adres (adresová a datová část *AGP* i sběrnice *PCI* tedy pro přenosy využívá stejné vodiče, což v tomto případě není na škodu, zejména když vezmeme do úvahy dále popsané blokové přenosy, při jejichž použití se přenos adres minimalizuje). Došlo však také k několika nutným modifikacím, z nichž patrně nejvýraznější je odstranění arbitrážního obvodu. Z tohoto důvodu je možné k *AGP* připojit pouze jedno zařízení, což přispívá k rychlejší práci a zjednodušení řídicích obvodů na připojené grafické kartě či grafickém akcelera-toru. Mezi další změny patří podpora vyšší frekvence hodinového signálu, která se zvýšila z 33 MHz (standardní „pě-tivoltová“ *PCI*) na 66 MHz. Na této základní frekvenci by měly pracovat všechny grafické karty či grafické akce-lerátory připojené do *AGP*, tato frekvence je také mnohdy použita pro grafické čipy integrované přímo na zá-kladní desce.

2. Verze AGP a jejich vzájemná kompatibilita

Podobně jako sběrnice *PCI*, i *AGP* existuje v několika variantách, které se liší napětím signálů i tvarem konekto-rů. Celkem existuje dokonce pět typů navzájem odlišných konektorů (a to do celkového počtu nezahrnuji konektory portů odvozených od *AGP*, které však nebyly standardizovány). Největší rozdíly panují samozřejmě v přenosové rychlosti, jedná se totiž o důležitý údaj, který se navíc dobře porovnává. V jednom taktu synchro-nizačních hodin *AGP* se může provést buď jeden přístup do paměti (tento parametr je opět shodný s *PCI* sběr-nicí), dva přístupy (používá se stejný princip jako u *DDR* paměti), čtyři přístupy (dva hodinové signály otočené o 90°, *QDR* paměti) nebo dokonce osm přístupů. Termínem „přístup do paměti“ je zde myšlen především zápis do *framebufferu* či texturovací paměti grafického akcelera-toru, opačný směr přenosu se používá pouze minimálně; příkladem mohou být výpočty prováděné pomocí *GPU*, jejichž výsledek se vrací zpět do operační paměti mikroprocesoru.

Přenosové rychlosti pro základní takt 66 MHz odpovídají 266 MB.s⁻¹ (jeden přístup do paměti), 533 MB.s⁻¹ (dva přístupy do paměti), 1066 MB.s⁻¹ (čtyři přístupy do paměti) a konečně celých 2133 MB.s⁻¹ při osmi přístupech do paměti v jednom taktu hodinového signálu. V režimu jednoho přístupu do paměti se v jednom taktu vždy přenesou čtyři byty (32 bitů, což je současně i šířka datové části), při dvou přístupech osm bytů, při čtyřech přístupech šestnáct bytů na jeden takt a při osmi přístupech dokonce 32 bytů. Oproti *PCI* sběrnici se také změnila amplitudy všech digitálních signálů; existuje starší verze *AGP* s amplitudou signálů 3,3 V, modernější verze s amplitudou 1,5 V (amplitudou je zde myšlena napěťová úroveň logické hodnoty 1) a u nejnovější (finální, dále již patrně nerozvíjené) verze se úroveň signálů snížila až na 0,8 V. U starší verze *AGP* lze využívat pouze jeden nebo dva přístupy do paměti v jednom taktu, modernější verze již podporuje všechny výše po-psané možnosti.

Jednotlivé varianty *AGP* jsou vypsány v následující tabulce spolu se základní charakteristikou:



Verze Podporované rychlosti Úroveň signálů

AGP 1.0 1× 2×	3,3 V
AGP 2.0 1× 2× 4×	3,3 V nebo 1,5 V
AGP Pro 1× 2× 4×	3,3 V nebo 1,5 V
AGP 3.0 1× 2× 4× 8×	1,5 V ovšem pro rychlost 8× 0,8 V

Jednotlivé přenosové rychlosti, jež se označují *AGP ?×*, jsou vypsány níže:

Označení	Hodinová frekvence	Režim přenosu	Úroveň signálů	Výsledná rychlost
AGP 1×	66 MHz	32 bitů za takt	3,3 V	266 MB.s ⁻¹
AGP 2×	66 MHz	2× 32 bitů za takt	3,3 V	533 MB.s ⁻¹
AGP 4×	66 MHz	4× 32 bitů za takt	1,5 V	1066 MB.s ⁻¹
AGP 8×	66 MHz	8× 32 bitů za takt	0,8 V	2133 MB.s ⁻¹

3. Kompatibilita mezi různými verzemi AGP

Zajištění vzájemné kompatibility mezi různými verzemi *AGP* portů, konektorů a karet nemusí být vždy jednoduché. V poslední tabulce jsou vypsány funkční i nefunkční kombinace konektorů a karet. V jednotlivých řádcích jsou uvedeny typy karet, ve sloupcích pak typy konektorů. Pokud je v některé buňce tabulky napsáno „nelze zapojit“, znamená to nemožnost zasunout kartu do daného konektoru kvůli jinak umístěným klíčům:

Konektor/karta	3.3 Connector	1.5 Connector	Universal Connector	Universal AGP3.0 Connector	AGP3.3 Connector
AGP 3.3	funkční	nelze zapojit	funkční	nelze zapojit	nelze zapojit
AGP 1.5	nelze zapojit	funkční	funkční	funkční	nefunkční
AGP Universal	funkční	funkční	funkční	funkční	nefunkční
Universal AGP 3.0	nelze zapojit	funkční	funkční	funkční	funkční
AGP3.0	nelze zapojit	nefunkční	nefunkční	funkční	funkční

4. Zvláštní režimy AGP

Vzhledem k tomu, že *AGP* je určen výhradně pro připojení grafických karet a grafických akcelerátorů, podporuje protokol *AGP* některé zvláštní režimy přenosu dat, které nemají u jiných sběrnic či portů obdobu. Tyto režimy jsou určeny pro efektivní přenos popř. sdílení grafických dat, zejména textur a/nebo přenos videa (pro představu – video o rozlišení 1024×768 pixelů promítané s 25 snímky za sekundu představuje datový tok přibližně 56 megabytů za sekundu).

Prvním podporovaným „zvláštním“ režimem je přenos textur, přičemž přenášená rastrová data textury mají označení (příznak) „pouze pro čtení“. Tím se zaručí, že textury nejsou ukládány do vyrovnávací paměti, což je vzhledem k povaze textur zbytečné – textury jsou totiž většinou předpočítány, přičemž se nepočítá s jejich dynamickou modifikací. Výjimkou jsou samozřejmě run-time výpočty typu *bumpmappingu* či *mipmappingu*, výsledky těchto výpočtů jsou však použity pouze při výpočtu jednotlivých *fragmentů* a nikam jinam se neukládají. Díky zavedení tohoto režimu dochází ke zvýšení využití vyrovnávacích pamětí relevantními daty až o desítky procent.

Při práci s texturami je také možné (na úrovni operačního systému či ovladače) provést rozhodnutí, zda bude pro textury používána výhradně paměť integrovaná na grafickém akcelerátoru, nebo se tato paměť stane (z pohledu aplikací) rovnocenná s operační pamětí počítače. Zde se vlastně vývoj vrátil zpět do doby osmibitových počítačů, ve kterých byla grafická paměť (*framebuffer*) uložena v operační paměti, mnohdy na volitelném místě (bylo možné změnit počáteční adresu video paměti, moderně řečeno framebufferu):

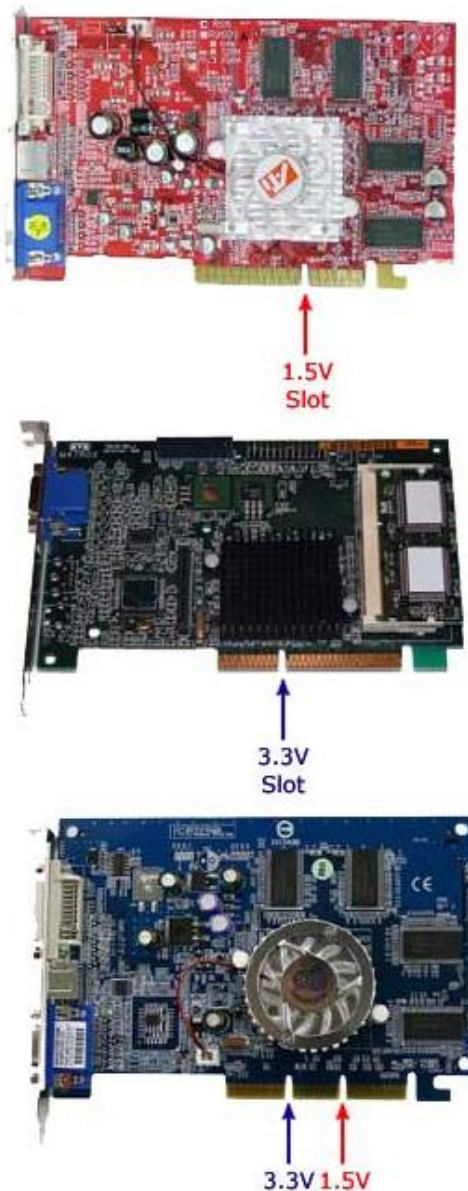
Režim DMA: v tomto režimu jsou veškerá rastrová data textur uložena v paměti grafického akcelérátoru. Pokud již není v paměti grafického akcelérátoru volný prostor pro uložení další textury, nebo je textura ve vykreslované scéně použita poprvé, musí se data zkopírovat z operační paměti počítače do paměti integrované na grafickém akcelérátoru. Toto kopírování probíhá po velkých blocích (řádově desítky kilobytů) pomocí režimu DMA. Každý přenos tedy znamená velkou zátěž pro celý systém, tato zátěž je však pouze krátkodobá a občasná. Režim DMA se stává výhodným především v případech, že na grafickém akcelérátoru je nainstalována paměť s dostatečnou kapacitou.

Režim Execute: v tomto režimu je z hlediska texturování paměť integrovaná na grafickém akcelérátoru a operační paměť rovnocenná. To znamená, že se při texturování nemusí na grafický akcelérátor přenášet celá textura, ale je umožněn přenos pouze malé části, která je v dané chvíli potřebná. V systému existuje tzv. **GART (Graphics Address Remapping Table)**, ve které jsou vedeny informace o uložení a funkci stránek paměti. Jedna stránka má konstantní velikost 4 KB. V případě, že jsou data

z nějaké stránky vyžadována pro vykreslování a stránka je uložena v operační paměti, je proveden přenos těchto 4 KB do paměti grafického akcelérátoru a následně se provede úprava záznamu v GART. Vzhledem k poměrně malé velikosti stránek tak nedochází k jednorázovému zatížení systému, protože se zátěž v čase rozloží. Tento režim je populární u „integrovaných“ grafických čipů, včetně grafických karet použitých v notebookech.

5. PCI vs AGP

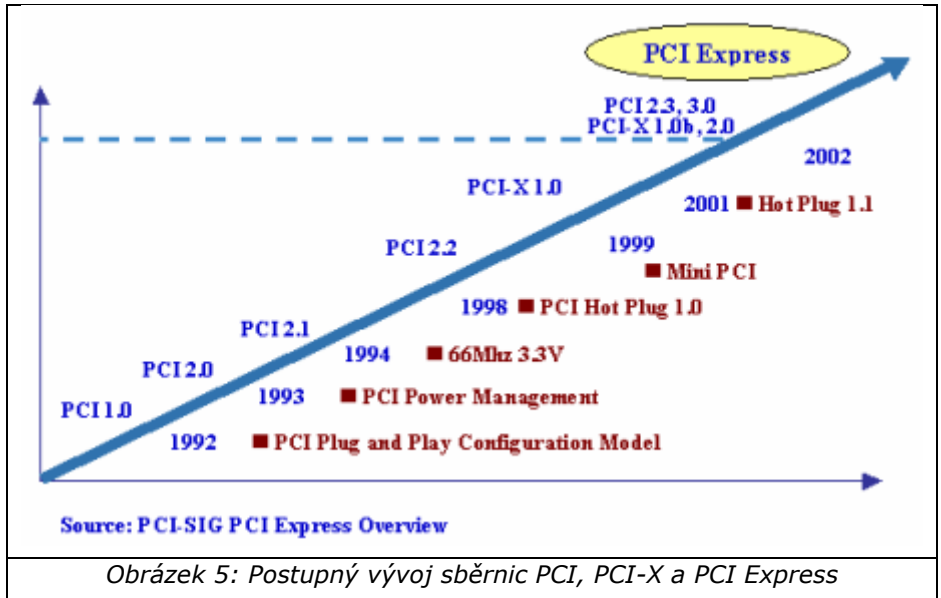
Z výše uvedených informací můžeme správně dojít k závěru, že pro výkonné grafické karty a grafické akcelérátory bylo použití AGP mnohem výhodnější než využití sběrnice PCI (v běžných stolních počítačích se totiž používala většinou pouze nejpomalejší verze PCI s kapacitou $132 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$). Důvodů je více, od rychlejší komunikace mezi mikroprocesorem, operační pamětí a grafickým akcelérátorem, až po využití „zvláštních“ režimů DMA a Execute. Další výhodou je fakt, že na PCI sběrnici je možné připojit další grafickou kartu či grafický akcelérátor a vytvořit tak například vícemonitorový grafický systém, a to i při použití běžných grafických karet s výstupem na jeden monitor (opět se nejedná o žádnou technologickou novinku, už v dobách počítačů PC AT bylo možné zkombinovat například grafickou kartu CGA/EGA/VGA a MDA či Hercules, takový systém se dal využít v některých integrovaných vývojových prostředích pro jednodušší ladění aplikací nebo například v AutoCADu). S nástupem sběrnice PCI Express však nastává útlum v prodeji AGP karet a v nových základních deskách se mnohdy již s AGP vůbec nesetkáme.



Obrázek 4: Různé typy konektorů AGP na grafických akcelérátorech

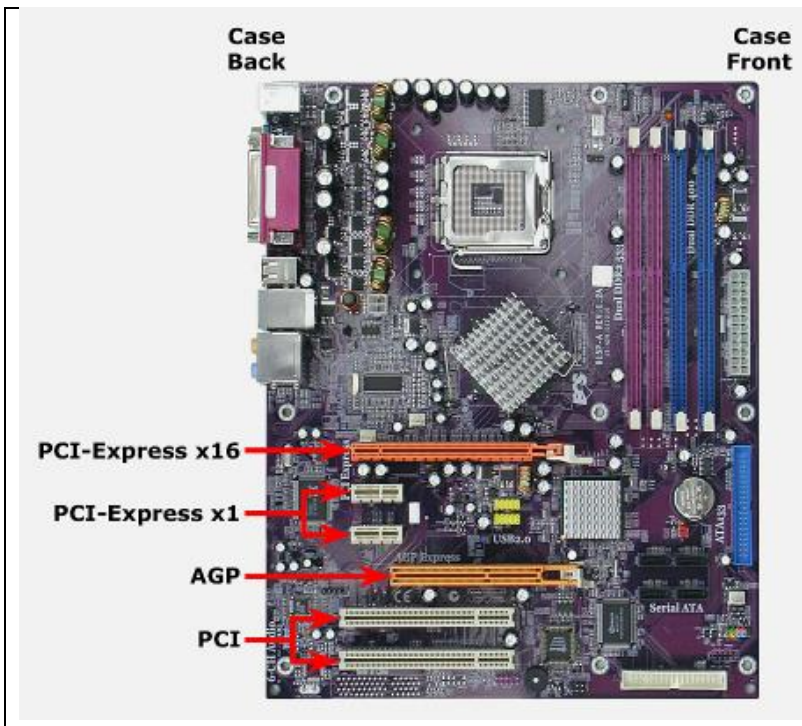
6. Následovníci sběrnice PCI a portu AGP

Tak jako všechny sběrnice i sběrnice PCI postupně zastarávala a nedokázala zajistit dostatečně široké přenosové pásmo vyžadované některými datově náročnějšími zařízeními, například řadiči SCSI disků, gigabitovými síťovými kartami atd. Přenosové pásmo $133 \text{ MB}\cdot\text{s}^{-1}$ (platné pro nejpomalejší verzi PCI) je sice na první pohled dostatečné, musíme si však uvědomit, že se o toto pásmo dělí všechna zařízení připojená na PCI, což je především u serverů vybavených například několika síťovými



Obrázek 5: Postupný vývoj sběrnic PCI, PCI-X a PCI Express

kartami problematické a úzké hrdlo. Jedním ze způsobů urychlení bylo „vysunutí“ grafické karty na zvláštní rozhraní – výše popsaný AGP, což poměrně zásadním způsobem snížilo tok dat po PCI sběrnici. Dále se zvyšovala jak hodinová frekvence z 33 MHz na 66 MHz (poněkud nestandardně pak až na 133 MHz), tak i šířka datové části sběrnice z 32 bitů na 64 bitů. Pro nasazení v serverech však i toto zvýšení přenosového pásma v některých případech nedostačovalo (AGP zde naopak nebylo využito), nehledě na to, že došlo ke ztrátě kompatibility s „pětivoltovými“ PCI kartami (viz předchozí část tohoto seriálu). Na scéně se z těchto důvodů objevila nejprve sběrnice PCI-X a posléze PCI Express.



Obrázek 6: Na této základní desce jsou téměř všechny zmiňované sběrnice a port AGP pěkně pohromadě; jedná se o typickou desku „přechodového“ období – jak mezi PCI+AGP a PCI Express, tak i mezi původním paralelním rozhraní IDE a jeho následovníkem SATA.

7. Sběrnice PCI-X

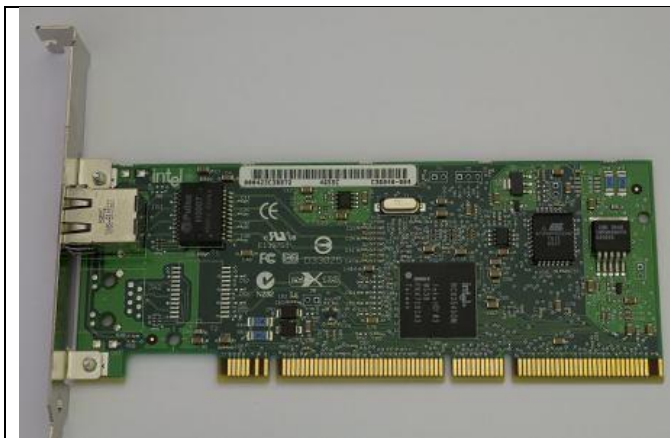
Prvním vážnějším pokusem o vytvoření náhrady za sběrnici *PCI* je sběrnice označovaná jako *PCI-X*, která vznikla přímým a do značné míry i kompatibilním rozšířením původní sběrnice *PCI*. **Hodinová frekvence se zvýšila na 66 MHz či na 133 MHz, datová část sběrnice byla rozšířena na 64 bitů** (zde je oproti 64bitové *PCI* pouze velmi málo rozdílů). Přenosové rychlosti při těchto frekvencích dosahují hodnot **533 MB/s** resp. **1066 MB/s**. V navazujícím standardu *PCI-X 2.0* se hodinové frekvence opět zvýšily, konkrétně na hodnoty 266 MHz a 533 MHz, což samozřejmě vedlo i ke zvýšení maximální teoretické přenosové rychlosti na 2,15 GB/s a úctyhodných **4,3 GB/s**. Vzhledem k tomu, že je tato sběrnice určena pro servery, objevují se zde některé vlastnosti, které zajišťují provozuschopnost počítače i v případě závady na některé kartě – vadné karty se mohou za běhu systému znovunastavit (provést reset) nebo je možné jejich logické odpojení od sběrnice – u serverů například výpadek jedné síťové karty nemusí nutně znamenat jeho okamžitý restart s výměnou karty.

Přitom je zachována obousměrná zpětná kompatibilita s *PCI 2.x* – karty *PCI-X* je možné použít v běžném *PCI* slotu, ovšem pouze na těch základních deskách, které podporují napájení 3,3 V (viz předchozí díl tohoto seriálu). Naopak lze 3,3 voltové *PCI* karty použít i ve sběrnici *PCI-X*, ovšem v tomto případě je přenosová rychlost snížena tak, aby byla korektně obsloužena nejpomalejší karta v systému. To mj. může znamenat, že „ušetření“ v podobě například starší síťové karty určené pro sběrnici *PCI* může zpomalit například přístup na *SCSI* disky atd. I přes některé vylepšené vlastnosti se však sběrnice *PCI-X* nerozšířila do té míry, že by se stala ve světě *PC* dominantní; tuto roli převzala až *PCI Express*.

8. Sběrnice PCI Express

V předchozích částech bylo popsáno mnoho typů interních sběrnic, které měly jednu společnou vlastnost: adresy, data i příkazy (a stavy) se přenášely paralelně po několika vodičích. Původní osmibitová sběrnice *ISA* měla osm vodičů určených pro synchronní přenos dat, šestnáctibitová sběrnice *ISA* šestnáct vodičů, „pětivoltová“ *PCI* 32 vodičů, 64bitová *PCI* 64 vodičů atd. Paralelní přenos dat se při menších hodinových frekvencích sběrnic jevil jako výhodný, jelikož umožňuje přenést větší množství bitů současně (ideálně celé slovo zpracovávané mikroprocesorem), není nutné vytvářet relativně složité obvody pro serializaci a deserializaci dat (na koncích sběrnice postačují jednoduché záchytné registry – *latche*) apod. Ovšem ve chvíli, kdy se zvyšuje hodinová frekvence sběrnic, se již začínají projevovat některé nežádoucí jevy, které frekvenci (a tím i maximální přenosovou rychlost) omezují – rozdílné zpoždění na jednotlivých datových vodičích, vzájemné rušení, zkreslení signálů atd. Nejvýrazněji se však nevýhoda paralelního přenosu projeví ve chvíli, kdy se přechází z klasické sběrnice topologie (ve které jsou všechny karty připojeny na stejné linky o něž se musí dělit na základě pokynů arbitrážního obvodu) na topologii odlišnou, ve které se počet spojů (ať již realizovaných fyzicky přímo na základní desce, či logicky v prepínači – *switchi*) mezi připojenými kartami zvyšuje.

Všechny zmíněné problémy je možné vyřešit přechodem na sériový způsob přenosu dat. To sice vede k nutnosti použití složitějších obvodů ve vlastních zařízeních (přechod na sériový způsob přenosu vede k zavedení paketo-



Obrázek 7: Gigabitová síťová karta určená pro sběrnici *PCI-X*



Grafická karta určená do sběrnice *PCI Express x16*

Všechny zmíněné problémy je možné vyřešit přechodem na sériový způsob přenosu dat. To sice vede k nutnosti použití složitějších obvodů ve vlastních zařízeních (přechod na sériový způsob přenosu vede k zavedení paketo-

vé technologie), na stranu druhou se však paradoxně snižují náklady na výrobu základní desky i karet. Navíc je možné do jedné karty vést více relativně samostatně pracujících sériových linek a tím zvýšit maximální přenosové rychlosti. Právě touto cestou, která je mj. použita i v klasickém Ethernetu, se vydali tvůrci relativně nové sběrnice *PCI Express*.

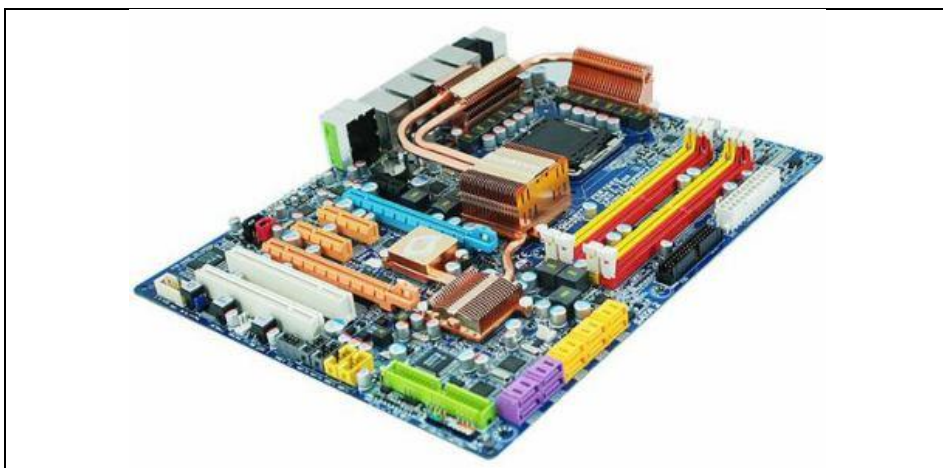
Základy technologie PCI Express

PCI Express používá pro přenos adres, dat i prakticky všech řídicích signálů dva páry vodičů; každý pár vodičů přitom provádí přenos v jednom směru s rychlostí 2,525 Gigabitů za sekundu (u verze 2 je to dvojnásobek). Všechny čtyři vodiče tvoří ony **dva páry se nazývají lane (pruh, dráha)**. Důvod, proč se v každém směru používá dvojice vodičů a nikoli vodič jeden (jehož potenciál by se porovnával s jedinou „zemí“), spočívá v tom, že dva vodiče mohou tvořit uzavřenou proudovou smyčku, po které je možné data přenášet velmi vysokou rychlostí, aniž by docházelo k většímu vyzařování signálu do okolí (naproti tomu u klasických paralelních sběrnic fungují jednotlivé vodiče jako antény). Karty, které pro svoji funkci nevyžadují velké datové toky, mohou použít pouze jednu dráhu, čímž je efektivně dosaženo přenosové rychlosti cca 250 MB/s v obou směrech (reálná přenosová rychlost bude o cca 5 procent nižší, protože je nutné přenášet i řídicí sekvence, opravné kódy atd.). Jak se z hodnoty cca 2,5 Gb/s získala hodnota 250 MB/s, když byte obsahuje osm bitů? Při přenosu je použito kódování 8b/10b, tj. každých osm bitů surových dat je převedeno na deset bitů, přičemž je zajištěna maximální délka sekvence nul a jedniček – to je nutné pro synchronizaci přenosu na tak vysokých rychlostech, i když se tím přenosové pásmo sníží o 25%.

U karet, které vyžadují větší datové toky (například se jedná o grafické akcelerátory), je možné použít několika drah současně zavedených do jednoho konektoru. Délka konektoru a počet jeho pinů se samozřejmě zvětšuje. Podle počtu drah se takové konektory a karty označují $\times 1$ (jedna dráha), $\times 2$ (dvě dráhy), $\times 4$, $\times 8$, $\times 12$, $\times 16$ až $\times 32$. V běžných počítačích se setkáme především s konektory typu $\times 1$ a $\times 16$, někdy však konektory $\times 16$ ve skutečnosti pracují v režimu $\times 8$, což je případ některých základních desek, které obsahují dva „ $\times 16$ “ konektory určené pro grafické karty. Zajímavé a užitečné je, že i v konektoru $\times 16$ je možné použít kartu, která má menší počet drah ($\times 1$, $\times 2$ atd.). Taková karta bude pracovat, i když samozřejmě na nižší rychlosti. Některé základní desky dokonce obsahují kratší konektory s jedním otevřeným koncem, do kterých je možné zasunout i karty delší, čímž se teoreticky dá karta například s šestnácti drahami umístit do konektoru $\times 1$. O počtu použitých drah se rozhoduje při inicializaci *PCI Express*.



Karta určená do sběrnice *PCI Express* $\times 1$, kterou je však možné zapojit i do všech širších konektorů *PCI Express* – $\times 2$, $\times 4$, $\times 8$ i $\times 16$

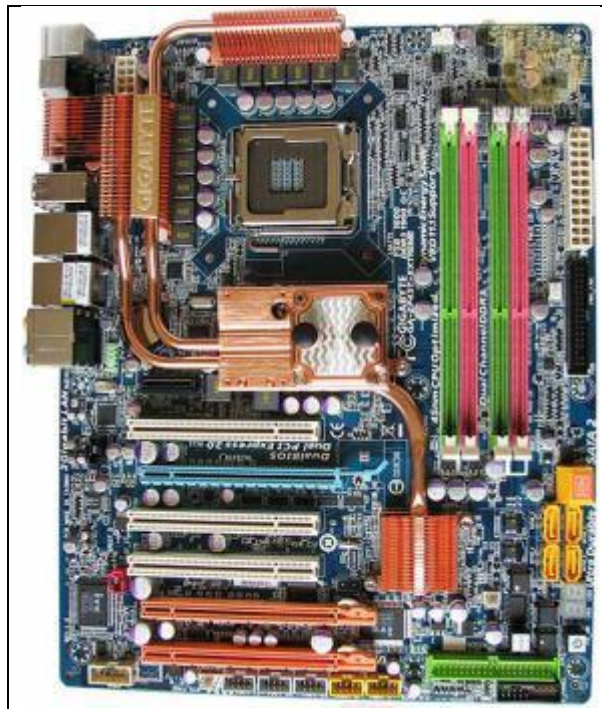


Obrázek 4: Základní deska obsahující čtyři konektory sběrnice *PCI Express*: $\times 16$ (modrý), $\times 8$ (dlouhý oranžový), a dvojici $\times 4$ (krátké oranžové).

Komunikace po PCI Express

Možná nejzajímavější je na sběrnici *PCI Express* způsob komunikace jednotlivých karet a mikroprocesoru. U *PCI Express* není použita klasická sběrnicová topologie, u které jednotlivé karty musí žádat o přístup na sběrnici a sdílet přenosové pásmo s ostatními zařízeními. Místo toho vedou od všech konektorů jednotlivé dráhy do přepínače (*switch*), který (teoreticky) dokáže libovolné dvě dráhy propojit a vytvořit tak strukturu typu *point-to-point*. Na jednu stranu je sice nutné, aby byl na základní desce přítomen poměrně složitý přepínač, na stranu druhou však odpadá arbitrážní obvod (který také nebyl zcela jednoduchý) a především: každá dráha může přenášet data maximální rychlostí (samozřejmě obousměrně, čehož se však nedá vždy zcela využít) a zařízení se tak nemusí dělit o jedno přenosové pásmo tak, jak tomu bylo například u sběrnice *PCI*. Proč se však stále mluví o „sběrnici“, když je použita jiná topologie? Na úrovni řízení se totiž ovládacím programům zařízení skutečně jeví tak, jako by byla připojena na sběrnici, i když se na úrovni vlastních vodičů o sběrnici nejedná. Podobně je tomu ostatně i u externí „sběrnice“ *USB*. Díky tomuto uspořádání je možné mít v serveru nainstalováno větší množství gigabitových Ethernetových adaptérů (každému postačuje konektor $\times 1$) či ve výkonné stanici několik grafických karet ($\times 8$, $\times 16$) – to nebylo s technologií *AGP* vůbec možné. Extrémní případ je ukázán na dalším obrázku – čtyři grafické karty, každá připojená do konektoru $\times 16$ (reálně však používajícím osm drah).

Při přenosu dat je použita paketová technologie známá například ze systému *Ethernet*, tj. vlastní užitečná data se přenáší spolu s řídicími kódy, kódy pro detekci chyb atd. To poněkud snižuje reálnou maximální dosažitelnou rychlost. Uvádí se, že cca 5 % přenosové kapacity je použito právě pro přenos dodatečných informací, přičemž se toto číslo zvětšuje v případě, že jsou přenášené bloky malé. U zařízení, která mají nejvyšší nároky na přenosovou rychlost, zejména u grafických karet, se však většinou provádí přenos větších bloků dat, který je na *PCI Express* řešený efektivně.



Základní deska s jedním konektorem *PCI Express* $\times 16$ (modrý), dvěma konektory $\times 8$ (oranžové) a jedním konektorem $\times 4$ (černý). Kromě toho se na desce nachází i tři klasické konektory *PCI* sběrnice (bílé).



Multiple monitor support

■ 2 VGA cards by CF bridge for 4 monitors (PCI-E $\times 16 + \times 16$)

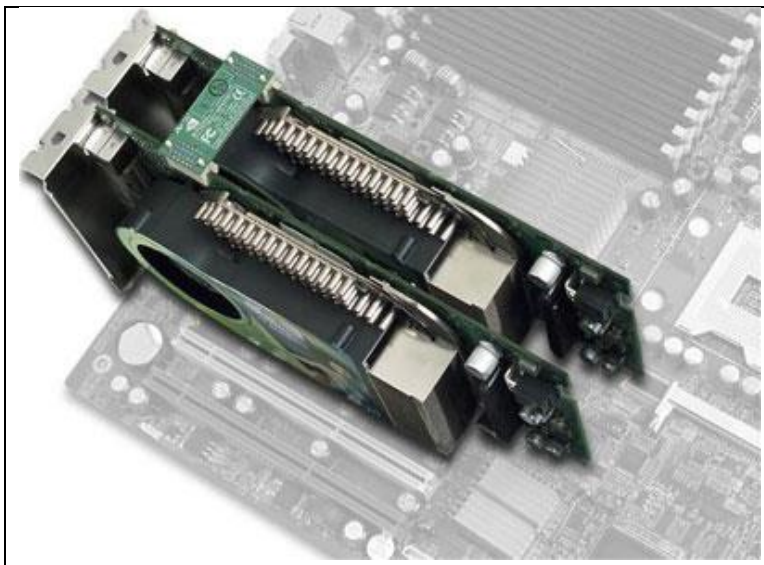
■ 4 VGA cards by CF driver for 8 monitors (PCI-E $\times 8 + \times 8 + \times 8 + \times 8$)



Vlevo: dvě grafické karty pracující v režimu $\times 16$
Vpravo: čtyři grafické karty pracující v režimu $\times 8$

Oblasti použití PCI Express

Kromě postupného vytlačování klasické sběrnice PCI nahradila PCI Express i minule popsaný akcelerovaný port AGP. Přitom se v prakticky všech směrech jedná o zásadní vylepšení – PCI Express dovoluje použití vyšších rychlostí než je možné dosáhnout u AGP a také je možné použít větší množství grafických akceleračtorů. Například firma nVidia vytvořila technologii nazvanou dual-SLI založenou na dvojici karet určených do konektoru ×16, přičemž je (ovšem prozatím pouze při použití čipsetu nForce 4) šestnáct drah rozděleno na dvě skupiny po osmi drahách, pomocí kterých mohou být do systému zapojeny dvě shodné grafické karty pracující

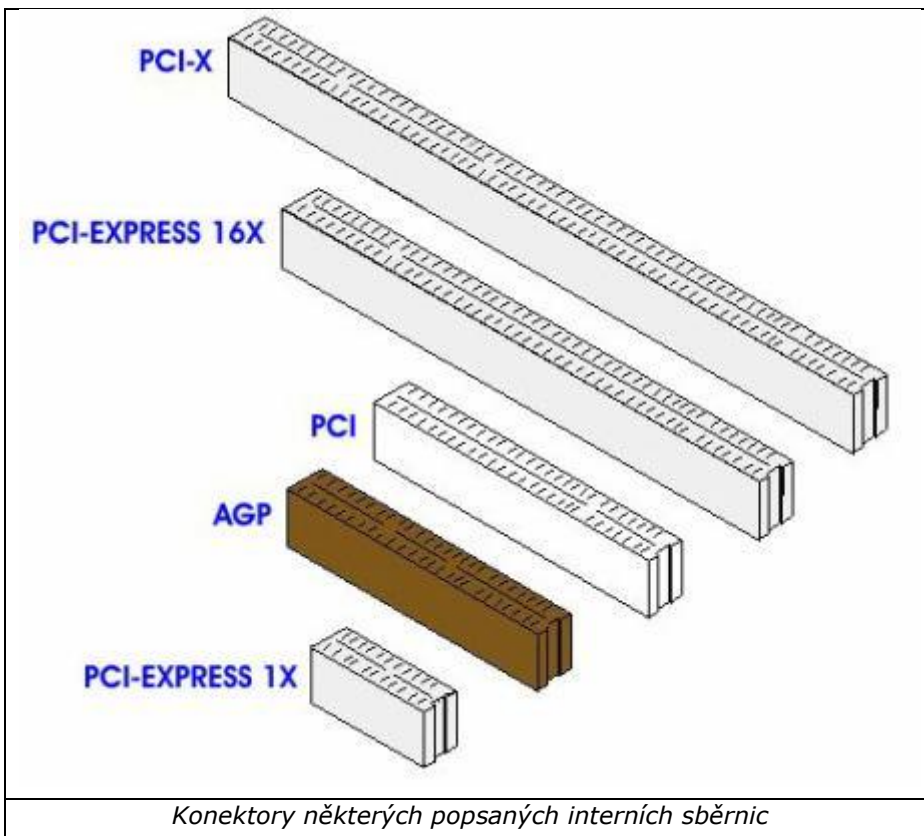


Dvě grafické karty Alienware Video Array.

v tandemu (tyto karty se navíc navzájem propojují zvláštním „můstkem“). Nárůst rychlosti renderingu je skoro dvojnásobný, protože každá karta počítá pouze polovinu obrazu. Podobnou technologii nabízí i konkurenční ATI, ovšem prozatím nejdále jsou grafické karty systému Alienware Video Array, který dokázal vyřešit problémy s řízením, napájením a chlazením čtyř paralelně pracujících grafických akceleračtorů.

Budoucí vývoj interních sběrnic

Do budoucna je možné očekávat buď další diverzifikaci sběrnic (rychlá – pomalá zařízení), podobně jako tomu bylo u lokální sběrnice VESA Local Bus pracující na jedné základní desce společně s univerzální sběrnicí ISA, popř. i portu AGP a PCI, nebo přechod k odlišné topologii zapojení jednotlivých zařízení, což může být výhodné například u počítačů používajících větší množství mikroprocesorů. V oblasti serverů, k nimž se přesouvá stále větší množství aplikací, je situace víceméně jasná, zde se další výpočetní výkon bez problémů využije (serverové aplikace psané v dynamicky typovaných jazycích, servery zpracovávající paralelně velké množství požadavků atd.).



Konektory některých popsaných interních sběrnic

V moderních počítačích se téměř výhradně používá sériová forma přenosu dat. Prakticky všechna externí zařízení jsou k počítači připojována přes USB či FireWire, pevné disky a jednotky optických disků používají taktéž sériové rozhraní SATA nebo SAS, a karty jsou určeny pro sběrnici PCI-Express. Ukazuje se, že s rostoucí výkonností čipů a současně i jejich klesající cenou je zavedení sériového přenosu dat výhodné.

Přenosové rychlosti nepoužívanějších sběrnic v PC

V následující tabulce jsou vypsány maximální teoretické přenosové rychlosti pro některé typy sběrnic, se kterými jsme se v předchozích částech tohoto seriálu mohli seznámit. Pro úplnost jsem do tabulky zahrnul i některé neoficiální (oficiálně nepodporované či standardem neuváděné) rychlosti; týká se to zejména obou mezních frekvencí u lokální sběrnice *VESA Local Bus* či sběrnice *PCI 3.0* taktované na 133 MHz. Reálné rychlosti jsou sniženy vlivem několika faktorů – arbitrází sběrnice, zpracováním přerušování, přenosem adres před zahájením blokových přesunů, přenosem CRC u některých sběrnic atd.

Označení	Hodinová frekvence	Bitová šířka	Přenosů na takt	Výsledná rychlost	Poznámka
8bit ISA(XT Bus)	4,77 MHz	8	1×	2,38 MB.s ⁻¹	první takt: adresa, druhý takt: data
16bit ISA	6 MHz	16	1×	6 MB.s ⁻¹	první PC AT
16bit ISA	8 MHz	16	1×	8 MB.s ⁻¹	standardní frekvence
16bit ISA	8,33 MHz	16	1×	8,33 MB.s ⁻¹	standardní frekvence
16bit ISA	10 MHz	16	1×	10 MB.s ⁻¹	nestandardní frekvence
16bit ISA	12 MHz	16	1×	12 MB.s ⁻¹	nestandardní frekvence
16bit ISA	16 MHz	16	1×	16 MB.s ⁻¹	nestandardní frekvence
VESA Local Bus	25 MHz	32	1×	100 MB.s ⁻¹	odvozeno od frekvence CPU
VESA Local Bus	33 MHz	32	1×	132 MB.s ⁻¹	odvozeno od frekvence CPU
VESA Local Bus	40 MHz	32	1×	160 MB.s ⁻¹	odvozeno od frekvence CPU
VESA Local Bus	50 MHz	32	1×	200 MB.s ⁻¹	odvozeno od frekvence CPU
PCI 1.x	33 MHz	32	1×	132 MB.s ⁻¹	v desktopových PC standard, 5 V
PCI 1.x	33 MHz	64	1×	264 MB.s ⁻¹	
PCI 2.1	66 MHz	32	1×	264 MB.s ⁻¹	úroveň signálů 3,3 V
PCI 2.1	66 MHz	64	1×	532 MB.s ⁻¹	úroveň signálů 3,3 V
PCI 3.0	133 MHz	32	1×	532 MB.s ⁻¹	ve stavu návrhu, nahrazeno PCI-X
PCI 3.0	133 MHz	64	1×	1066 MB.s ⁻¹	ve stavu návrhu, nahrazeno PCI-X
AGP 1×	66 MHz	32	1×	266 MB.s ⁻¹	úroveň signálů 3,3 V
AGP 2×	66 MHz	32	2×	533 MB.s ⁻¹	úroveň signálů 3,3 V
AGP 4×	66 MHz	32	4×	1066 MB.s ⁻¹	úroveň signálů 1,5 V
AGP 8×	66 MHz	32	8×	2133 MB.s ⁻¹	úroveň signálů 0,8 V
PCI-X	66 MHz	64	1×	533 MB.s ⁻¹	zpětně kompatibilní s PCI
PCI-X	133 MHz	64	1×	1066 MB.s ⁻¹	
PCI-X 2.0	266 MHz	64	1×	2133 MB.s ⁻¹	
PCI-X 2.0	533 MHz	64	1×	4266 MB.s ⁻¹	
PCIe 1.1 ×1	2525 MHz	1	1×	250 MB.s ⁻¹	přenosová rychlost jedné dráhy
PCIe 1.1 ×2	2525 MHz	2	1×	500 MB.s ⁻¹	každá dráha přenáší data nezávisle na dalších drahách
PCIe 1.1 ×16	2525 MHz	16	1×	4000 MB.s ⁻¹	maximální počet drah ve standardních PC
PCIe 1.1 ×32	2525 MHz	32	1×	8000 MB.s ⁻¹	maximální normou stanovený počet drah
PCIe 2.0 ×1	5050 MHz	1	1×	500 MB.s ⁻¹	přenosová rychlost jedné dráhy
PCIe 2.0 ×2	5050 MHz	2	1×	1000 MB.s ⁻¹	
PCIe 2.0 ×16	5050 MHz	16	1×	8000 MB.s ⁻¹	
PCIe 2.0 ×32	5050 MHz	32	1×	16000 MB.s ⁻¹	více než 6500× rychlejší než první ISA!

Externí sběrnice počítače

Univerzální sériová sběrnice (USB)

1. Sběrnice USB. Zkratka v názvu této sběrnice vznikla z anglického sousloví *Universal Serial Bus*. Jedná se o **externí** sběrnici, která je – kromě svého značného rozšíření – zajímavá především tím, že na fyzické úrovni jsou jednotlivá komunikující zařízení (včetně *hubů* popsaných dále) **propojena systémem *point to point*** (jedním kabelem jsou propojena vždy jen dvě zařízení) a ne skutečnou sběrnici tvořenou společnými vodiči. Na logické úrovni se však o sběrnici skutečně jedná, neboť komunikace může probíhat i mezi zařízeními mezi nimiž leží i několik *hubů*, tj. **uzlů**, ve kterých dochází k větvení. Jak konstrukční provedení konektorů, tak i způsob propojení jednotlivých komunikujících uzlů (včetně možnosti odpojit a znovu připojit nějaký uzel bez nutnosti jeho vypnutí/zapnutí nebo vypnutí a opětovného zapnutí řídicího počítače – **hot plug**) je navrženo s ohledem na co nejsnazší práci se zařízeními určenými pro tuto sběrnici.



Logo sběrnice USB připomíná její topologickou strukturu s jedním zařízením pracujícím v režimu master a dvěma rozbočovači. Povšimněte si, že stejné logo se nachází například na některých konektorech; viz obrázek umístěný vlevo od perexu tohoto článku. Pro marketing jsou určena další (vícebarevná) loga, která si můžete prohlédnout například na stránce <http://www.usb.org/>. Logo zobrazené na tomto obrázku se v literatuře také nazývá „trident“ (trojzubec).

U externí sběrnice USB byly také do značné míry vyřešeny potíže s neexistencí napájecího napětí se zaručenou proudovou zátěží. V předchozích částech tohoto seriálu jsme si řekli, že například u sériového portu RS-232C či paralelního portu (a s ním souvisejícího rozhraní Centronics) mohly vzniknout dosti závažné problémy v případě, že počítač a připojené zařízení bylo napájeno z odlišné fáze nebo ze zcela jiné napájecí sítě. **Mnoho menších zařízení, které se připojují ke sběrnici USB má tak malé výkonové požadavky, že je lze napájet přímo pomocí napájecích vodičů vyvedených z počítače na konektory USB.** V posledních několika letech jsme tak svědky vzniku více či méně užitečných zařízení, které se obejdou bez vlastního napájení (baterie či transformátoru), což mj. vede k nižší ceně těchto zařízení. Sběrnice USB díky svým vlastnostem postupně vytlačila prakticky všechny starší technologie sloužící k připojení externích zařízení k počítačům – například port pro klávesnici a myš (původně se na IBM PC jednalo o konektor typu DIN, později PS/2), sériový port RS-232C (v některých oblastech je však sériový port sběrnice USB jen těžko nahraditelný), paralelní porty atd. Jedinou výjimkou jsou vysokorychlostní externí zařízení, pro které se dnes používá převážně rozhraní FireWire a SCSI, i když i zde může dojít ke změně po přechodu na nejrychlejší verzi USB.

Obrázek 2: Miniaturní cestovní myš určená pro sběrnici USB. Přívodní kabel k myši je schován v malém mechanismu vybaveném samonavíjecí pružinou. Sběrnice USB obsahuje kromě dvou datových vodičů i napájecí vodiče, přičemž je normou stanoveno, jaký proud mohou jednotlivá zařízení z počítače odebírat. Díky tomu se k USB mohou připojit různé cestovní lampičky, ohřívače na kávu, nabíječe baterií, větráčky atd., které již nemusí mít vlastní (mnohdy neefektivní) napájecí zdroj.



Obrázek 2

2. Způsob propojení a vzájemné komunikace zařízení

V úvodní kapitole jsme si řekli, že i přes svůj název není fyzické topologické schéma USB založeno na sběrnicové (lineární) topologii, ale na víceúrovňové hvězdicové či, přesněji řečeno, **stromové struktuře** (strom je mj. charakteristický i tím, že neobsahuje žádný *cyklus*, tj. na USB není možné vytvořit zařízení zapojená do kruhu). **Kořenem tohoto stromu** je zařízení, které komunikaci řídí, tj. jedná se o zařízení pracující v režimu *master*; **ostatní zařízení, jichž může být až 127, pracují v režimu *slave*.** Jako **master většinou vystupuje počítač, do kterého jsou připojována další zařízení a také rozbočovače (*hubs*).** Existence pouze jednoho zařízení typu

master vede ke zjednodušení komunikačního protokolu, na druhou stranu to však také znamená, že bez použití nějakých mezičlánků není možné mezi sebou propojit dvě zařízení typu *master*, tj. ani dva počítače. Rozdíl mezi

oběma typy zařízení je zajištěn i na fyzické úrovni – konektor umístěný v počítači je mechanicky odlišný od konektorů zabudovaných na dalších zařízeních. Existují sice zařízení, které mohou pracovat jako *master* i *slave* – například se jedná o digitální fotoaparáty schopné při připojení k počítači emulovat *mass storage device* a naopak dokáží ovládat k nim připojenou tiskárnu – ovšem v daném okamžiku je aktivní pouze jeden z těchto režimů (nehledě na to, že se používají odlišné konektory či propojovací kabely).

Obrázek Tento konektor se připojuje vždy do počítače (přesněji řečeno do zařízení typu *master*), na druhé straně propojovacího kabelu je umístěn konektor typu *B*, protože na USB není možné připojit dvě zařízení pracující v režimu *master*. To mj. znamená, že přes USB nelze přímo (bez nějakého mezičlánku) propojit dva počítače.



USB konektor typ A

3. Rozbočovače

Vzhledem k tomu, že jedním kabelem lze propojit pouze dva uzly, musí existovat způsob, jak celkový počet uzlů (zařízení) zvýšit až na **maximální hranici, která činí 127 uzlů** připojitelných k jednomu kořenovému uzlu (*master*). Řešení problému připojení většího množství zařízení spočívá v použití takzvaných rozbočovačů (*hubs*). Každý rozbočovač, který může být představován buď specializovaným zařízením, jež



HUB - Zařízení poskytující možnost připojení až pěti dalších USB zařízení.

slouží pouze pro připojení dalších uzlů, nebo má i jinou funkci (rozbočovače na monitorech, klávesnicích atd.) obsahuje vždy jeden konektor (většinou typu *B*) určený pro připojení buď přímo ke kořenu (počítači) nebo k dalšímu rozbočovači a prakticky libovolný počet konektorů (většinou typu *A*), na které lze připojit koncová zařízení. Díky tomuto uspořádání je již mechanicky zajištěno, že nevznikne zakázaná topologie obsahující cyklus. Na tomto místě je vhodné upozornit na to, že rozbočovač obsahuje poměrně složité obvody, které zajišťují řízení sběrnice, zesilování signálů, úpravu jejich hran a směrování paketů, tj. *nejedná* se o pouhé paralelní propojení několika konektorů. Norma stanovuje, že za sebou může být zapojeno maximálně pět rozbočovačů, ovšem díky tomu, že počet rozbočovačů na stejné úrovni již omezen není, lze snadno vybudovat i velmi rozsáhlé sítě, které jsou omezené především **maximální povolenou délkou propojovacích kabelů (3m v případě USB 2.0)**.

4. Přenosové rychlosti

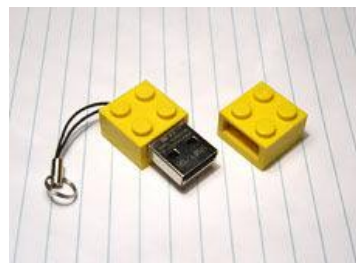
Zařízení, která jsou připojena na sběrnici *USB* mohou přenášet data několika rychlostmi. Původní norma, dnes označovaná jako **USB 1.0**, stanovovala dvě rychlosti. Základní rychlost 1,5 MB za sekundu (**12 Mb za sekundu**), neboli *Full Speed*, musí být podporována všemi rozbočovači a většinou i samotným kořenovým uzlem (*master*), nikoli však nutně koncovými zařízeními, protože některá zařízení, například klávesnice či joysticky, tak vysokou rychlost ke své činnosti nepotřebují. Taková pomalá zařízení pracují na rychlosti 187,5 kB za sekundu (1,5 Mb za sekundu), jež se označuje termínem *Low Speed*. Při této rychlosti se každý bit přenáší osmkrát pomaleji než při použití základní (plné) rychlosti.

V roce 2001 byla v normě **USB 2.0** stanovena i vyšší rychlost – *High speed* – při které lze teoreticky dosáhnout až hodnot 60 MB za sekundu (**480 Mb za sekundu**), ovšem ne všechna zařízení, která na sobě mají nálepkou *USB 2.0*, skutečně až této rychlosti dosahují. Zařízení dovolující použití *High speed* může v případě potřeby přejít i na základní rychlost, což je nutné pro udržení zpětné kompatibility.

V současnosti se většinou můžeme setkat se základními deskami a zařízeními, které plně podporují *USB 2.0*, tedy i všechny tři výše popsané přenosové rychlosti.

Ovšem poměrně nedávno, konkrétně v létě minulého roku, byla vydána specifikace **USB 3.0**, která mj. obsahuje i tzv. *SuperSpeed*, což je označení přenosové rychlosti, jejíž hodnota dosahuje 625 MB za sekundu (**5,0 Gb za sekundu**). V současnosti se se zařízeními, které by tuto rychlost podporovaly, pravděpodobně nesetkáme, ale firma Intel (jeden z autorů této specifikace) očekává, že by se již koncem tohoto roku mohly na trh dostat základní desky i externí zařízení odpovídající *USB 3.0 SuperSpeed* již umožňuje práci s videem či s rychlými externími pevnými disky, tj. jedná se o alternativu k externímu *SCSI* či *FireWire*. Na USB je možné připojit zařízení jako jsou např.:

- klávesnice
- myš
- trackball



Miniaturizace integrovaných obvodů s paměťmi typu Flash umožňuje konstrukci stylových USB disků. Ten, který je zobrazen na obrázku, je možné použít ve stavebnici LEGO (má „kompatibilní“ rozměry).

Thunderbolt

Thunderbolt (projektové označení Light Peak) je rozhraní pro připojení periferních zařízení přes rozšiřující sběrnici. Thunderbolt byl vyvinut společností Intel a přiveden na trh s technickou spoluprací firmy Apple. Komerčně byl představen v rámci inovace řady Apple MacBook Pro dne 24. února 2011 a používá stejný port a konektor jako Mini DisplayPort.

Popis

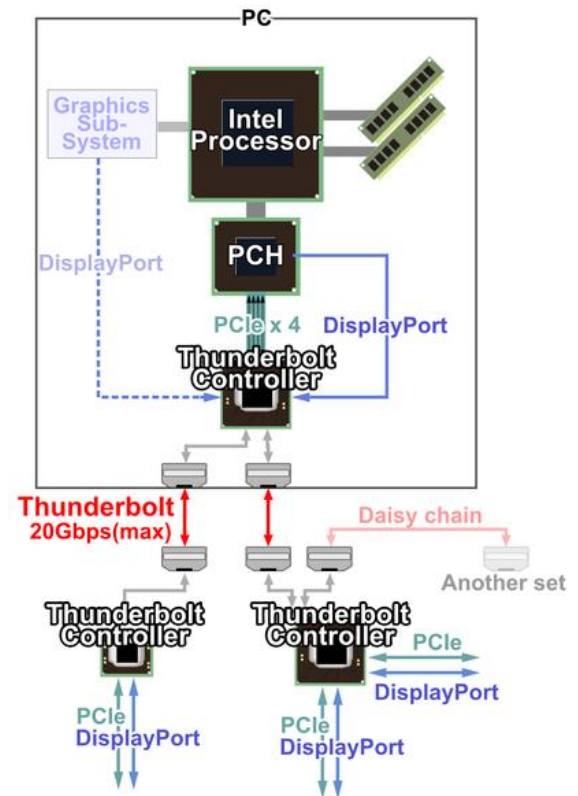
Thunderbolt spojuje PCI-Express a DisplayPort do sériového datového rozhraní, které může být provedeno za použití delších a levnějších kabelů. Řídící čipy Thunderboltu slučují data z těchto dvou zdrojů dohromady a rozdělují je zase zpátky ke zpracování v rámci zařízení, které tyto data obdrží. Tento systém je zpětně kompatibilní s existujícím hardware DisplayPortu. Thunderbolt je založen na konektoru Mini DisplayPortu vyvinutým společností Apple. Po elektrické stránce je shodný s "normálními" DisplayPort konektory, ale používá menší konektor, který je vhodný pro použití u laptopů a dalších spotřebních zařízení. U tohoto použití Thunderbolt konektoru se očekává většího přijetí. Protože sběrnice PCIe nepřenáší video data, není jasné zda samotná PCIe karta bude moci nabídnout Thunderbolt port. Instrukce od Intelu, týkající se technologie Thunderboltu, nedávají jednoznačnou odpověď. Intel zveřejnil dokumentaci, kde je video stream odeslán dual-Thunderbolt řadiči s video streamem, který je poslán pouze do jednoho s Thunderbolt portů, což dává předpoklad k tomu, že při Thunderbolt implementaci není video stream nutný. Thunderbolt může být implementován do PCIe grafických karet, které mají přístup k datům DisplayPortu a mají PCI express nebo na základní desce nových zařízení. Thunderbolt řadiče hostitelských zařízení a periférií provedou multiplex dat z PCIe a DisplayPortu do paketů pro transportní vrstvu a v místě určení provedou zpět demultiplex dat. Thunderbolt je interoperabilní se zařízeními, které jsou kompatibilní s DisplayPortem 1.2. Když jsou připojeny zařízení kompatibilní s DisplayPortem, Thunderbolt port může poskytnout nativní DisplayPort signál se čtyřmi cestami výstupu dat, ne více jak 5,4 Gbit/s na jednu takovou cestu. Když je připojen k Thunderbolt zařízení, přenosová rychlost každé cesty bude 10 Gbit/s, čtyři cesty jsou nastaveny jako dva obousměrné kanály, každý s rychlostí 10 Gbit/s složený z jedné cesty pro vstup a jedné pro výstup.

Zabezpečení

Vzhledem k tomu, že Thunderbolt rozšiřuje PCI Express sběrnici, což je hlavní rozšiřující sběrnice v současných systémech, umožňuje nízkoúrovňový přístup k systému. PCI zařízení potřebuje mít neomezený přístup do paměti a tak může být ohroženo zabezpečení. Tento problém existuje u vysokorychlostních rozšiřujících sběrnic, včetně PC Card, ExpressCard a IEEE 1394 rozhraní, běžně známé jako FireWire. Za zmínku stojí, že řada procesorů Intel Core i5, Core i7 a novější podporuje technologie (VT-d, zavedení IOMMU umožňující operačnímu systému izolovat zařízení ve svém vlastním virtuálním adresovém prostoru paměti. Zařízením je tak zabráněno v přístupu k veškeré fyzické paměti.



Macbook Pro Thunderbolt Interface (označeno bleskem)



Thunderbolt linková spojení

Intel bude poskytovat dva typy Thunderbolt řadičů, dvouportový typ a jednoportový typ. Obojí, periferie i počítače, musí obsahovat řadič.

FireWire

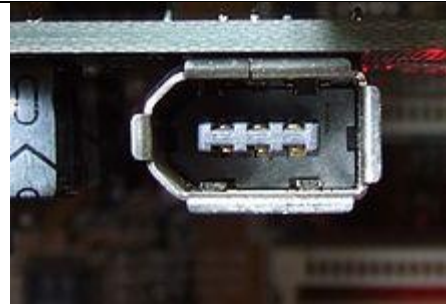
FireWire (označované jako **i.Link** nebo **IEEE 1394**) je standard sériové sběrnice pro připojení periférií k počítači. Díky své technické jednoduchosti a pořizovací ceně nahrazuje dříve používané způsoby připojení, především SCSI.

V současné době jsou k dispozici dvě verze FireWire - původní s šestipinovým kabelem označovaná dnes jako FireWire 400 neboli IEEE 1394a s rychlostí 400 Mbit/s a FireWire 800 neboli IEEE 1394b s rychlostí až 800 Mbit/s a devítipinovým kabelem. Nyní se schvaluje nový standard IEEE 1394c s rychlostí až 3200 Mbit/s. FireWire na rozdíl od USB není ale prozatím tak rozšířen a patrně už nikdy nebude. Dnes se používání tohoto rozhraní pro běžné uživatele zúžilo zejména k připojení digitálních videokamer, v profesionální sféře se používá k rychlému připojení externích disků a optických mechanik, čteček paměťových karet ad.

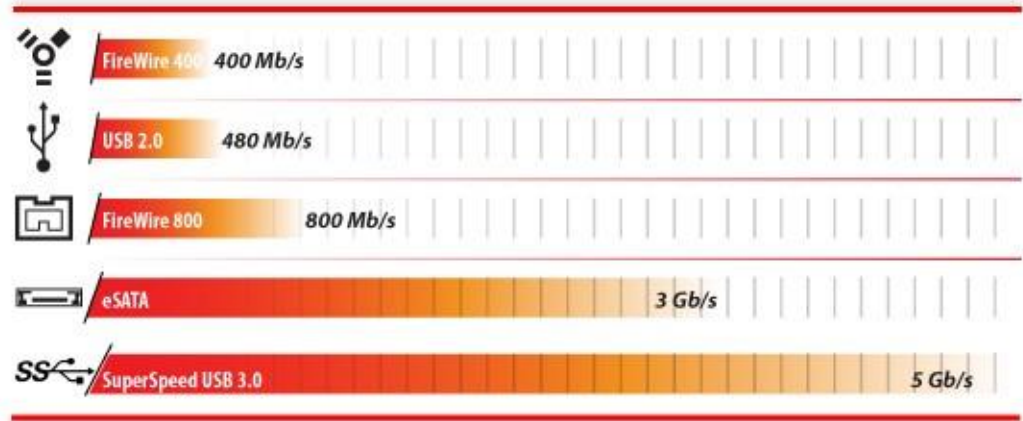
Alternativa

Pro univerzální připojení periférií je nyní rozšířenější rozhraní USB 2.0, které svou datovou propustností (480 Mbit/s) FireWire (400 Mbit/s) teoreticky mírně předčí a disponují jím všechny moderní počítače (Apple, PC, notebooky). FireWire je ale prakticky rychlejší než USB 2.0 full speed, poskytuje stabilnější datový tok a méně zatěžuje systém díky konstrukci řadiče, pracujícím v režimu DMA (přímého přístupu do paměti). V době uvedení roz-

hraní FireWire bylo k dispozici pouze USB 1.0, které mělo datovou propustnost řádově nižší (12 Mbit/s), nebylo proto vhodné k připojení periférií s vysokým datovým tokem (externí disky, vypalovačky, scannery, fotoaparáty), ale pouze k připojení myši, klávesnic, tiskáren, atd. FireWire vyvinula firma Apple Computer v roce 1995 jako pomalejší variantu standardu IEEE 1394.



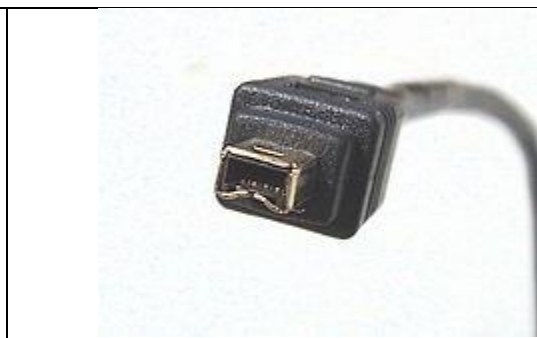
6- a 4pinové konektory FireWire400



Graf porovnání přenosových rychlostí.



Kabel FireWire 400 se šesti piny



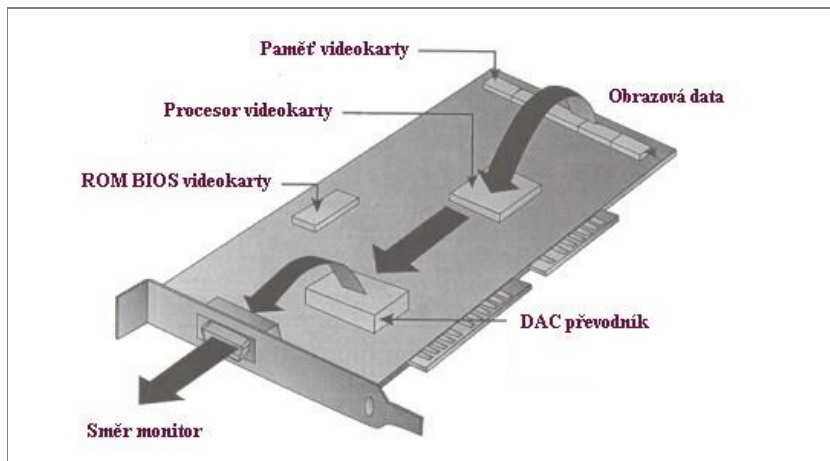
Kabel FireWire 400 se čtyřmi piny (bez napájení)

Grafické adaptéry (Videokarty).

Počítače řady PC používaly donedávna podobně jako většina počítačů k zobrazení informace vakuovou obrazovku, která je součástí monitoru. Videokarty (grafické karty, grafické adaptéry) jsou zařízení, která zabezpečují výstup dat z počítače na obrazovku monitoru.

Videokarta má vliv na to, jaký software může uživatel na počítači provozovat a jak rychle se data na obrazovku přenášejí. Většina videokart dovoluje práci ve dvou základních režimech:

- **textový režim:** režim, který umožňuje zobrazovat pouze předem definované znaky, jako jsou písmena (A, a, B, b, C, c, ...), číslice (1, 2, 3, ...), speciální znaky (&, ^, %, ...) a pseudografické znaky (symboly pro vykreslování tabulek). Tyto znaky jsou přesně definované pomocí matic bodů a je možné je zobrazovat pouze jako celek.
- **grafický režim:** režim, ve kterém jsou informace zobrazovány po jednotlivých obrazových, bodech tzv. **pixelech** (Picture Element). Tento režim již nepoužívá předem definované znaky, ale může z jednotlivých pixelů vykreslit prakticky "libovolnou" (závisí na možnostech konkrétní karty) informaci.



Základní parametry grafických karet

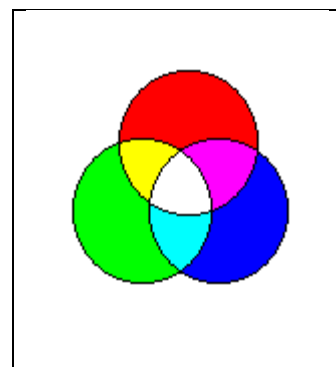
Parametr	Vysvětlení
Rozlišení v textovém režimu	Počet znaků, které je možné v textovém režimu zobrazit na jednom řádku, a počet řádků, které je možné umístit na obrazovku
Matice znaku	Počet bodů (ve vodorovném a ve svislém směru), ze kterých se může skládat jeden znak v textovém režimu
Rozlišení v grafickém režimu	Počet pixelů, které je možné v horizontálním a ve vertikálním směru zobrazit
Počet barev (barevná hloubka)	Počet barev, které je možné zároveň zobrazit. Udává se většinou pouze pro grafický režim.
Rychlost	Počet pixelů, které videokarta dokáže vykreslit za jednotku času. Udává se pouze v grafickém režimu.

Grafické karty, které jsou schopny zobrazit maximálně dvě barvy, jsou označovány jako **monochromatické** (černobílé).

Moderní videokarty se skládají z následujících částí:

- procesor
- paměť
- DAC převodník
- ROM BIOS

Při práci zapisuje procesor počítače obrazová data do videopaměti. Takto zapsaná data jsou potom čtena procesorem videokarty, který na jejich základě vytváří digitální obraz. Digitální obraz je poslán na vstup DAC (Digital Analog Convertor) převodníku, který z něj vytváří analogový obraz nutný pro monitory, řízené spojitě (analogově) měnící se hodnotou signálů **tří základních barev (Red - červená, Green - zelená, Blue - modrá) – RGB model**



Vývojové typy videokart:

Grafická karta MDA

Videokarta MDA (**Monochrome Display Adapter**) byla první videokartou, která byla dodávána k počítačům řady PC. Byla vyrobena firmou IBM v roce 1981. Tato videokarta pracovala pouze v textovém režimu (mohla zobrazovat jen znaky zadané ASCII kódem).

V textovém režimu mohla zobrazovat **80 znaků na řádek a 25 řádků** na obrazovce. Jeden znak byl definován v matici o rozměrech 9 x 14 bodů. Tyto vlastnosti poskytovaly velmi dobře čitelný text. Bohužel zobrazování grafiky u karty MDA nebylo možné. Druhou podstatnou nevýhodou tohoto adaptéru byla schopnost práce pouze v monochromatickém (černobílém) režimu.

Grafická karta CGA

Grafický adaptér CGA (**Color Graphics Adapter**) vzniká jako nástupce karty MDA opět ve firmě IBM. Karta CGA již dokáže pracovat v textovém i grafickém režimu a dovoluje práci v monochromatickém i barevném režimu. Nevýhodou této karty oproti kartě MDA jsou její parametry v textovém režimu. Je možné zobrazit 80 x 25 nebo 40 x 25 znaků v 16 nebo 2 barvách, ale matice jednoho znaku se skládá z 8 x 8 bodů, což značí horší čitelnost znaků.

V grafickém režimu dovoluje zobrazit maximálně:

- 640 x 200 bodů černobíle
- **320 x 200 bodů ve 4 barvách ze 16**

Grafická karta Hercules (HGC)

Hercules (**HGC - Hercules Graphics Card**) vznikl z adaptéru MDA přidáním možnosti práce i v grafickém režimu. V textovém režimu má Hercules stejné parametry jako karta MDA, to znamená, že dokáže zobrazit 80 x 25 znaků a jeden znak je tvořen 9 x 14 body.

V grafickém režimu je možné dosáhnout rozlišení 720 x 348 bodů ve 2 barvách. Toto rozlišení je však nevhodné, protože jeho poměr počet bodů v horizontálním směru / počet ve vertikálním směru je přibližně 2/1, zatímco poměr rozměrů obrazovky monitoru býval 4/3. Grafická karta Hercules podobně jako MDA pracovala v monochromatickém režimu. Později vznikla i barevná verze, která ale nezaznamenala většího rozšíření. Hercules byl používán hlavně u počítačů řady PC / XT.

Grafická karta EGA

Videokarta EGA (**Enhanced Graphics Adapter**) byla vyrobena v roce 1984 a jednalo se o první všestranně využitelnou kartou firmy IBM. V textovém režimu zobrazovala podobně jako předešlé karty 80 x 25 znaků a jeden znak byl vytvořen v matici 8 x 14 bodů. Tyto parametry zaručovaly poměrně dobrou čitelnost textu. Kromě toho karta EGA pracovala i v grafickém režimu, kde umožňovala maximální rozlišení **640 x 350 bodů v 16 barvách z 64 možných.**

Tato karta umožňovala ve své době poměrně solidní využití jak při práci s textem, tak i v grafických aplikacích. Pro profesionální práci s grafikou však nedostačovala.

Jako výkonnější alternativa ke kartě EGA vznikl později grafický adaptér označovaný jako **PGA** (**Professional Graphics Adapter**). Tento adaptér se však nikdy ve větší míře neujal.

Grafická karta VGA

Grafický adaptér VGA (**Video Graphics Array**) firmy IBM byl vyroben v roce 1987 **původně pro řadu počítačů IBM PS/2**. Jedná se o kartu, která je schopna v textovém režimu zobrazovat 80 x 25 znaků a jeden znak je definován v matici 9 x 14 bodů. Znaky v textovém režimu mohou být zobrazovány v 16 barvách.

V grafickém režimu dokáže tato videokarta zobrazit maximálně **640 x 480 bodů v 16 barvách**. Tento typ videokarty vyžaduje oproti předchozím kartám nový typ monitoru, který není řízen digitálním sledem signálů, ale spojitě (analogově) mění se hodnotou signálu každé ze základních barev (Red - Červená, Green - Zelená, Blue - Modrá).

Grafická karta MCGA

Grafická karta MCGA (Multi Color Graphics Array) je verze karty VGA pro IBM PS/2 model 25 a 30, má stejné možnosti v textovém režimu jako VGA a dovoluje v grafickém režimu zobrazit:

- 640 x 480 bodů ve 2 barvách
- 320 x 200 bodů v 256 barvách

Grafická karta 8514/A

Grafická karta 8514/A označovaná také jako Very High Resolution Graphics Adapter (grafický adaptér s velmi vysokou rozlišovací schopností) byla vyrobena opět firmou IBM a dovozovala rozlišení až 1024 x 768 bodů v 256 barvách.

K této kartě vznikla později jako její **nástupce videokarta s označením XGA** (Extended Graphics Adapter), která byla rychlejší a kompatibilnější s předchozími počítači, ale nezaznamenala většího rozšíření.

Grafická karta SVGA

Videokarta SVGA (Super Video Graphics Array) je **dnes nepoužívanější typ grafické karty**. **Jejím nejdůležitějším prvkem je procesor, který do značné míry ovlivňuje její výkon**. U modernějších typů videokart je tento procesor schopen realizovat (buď sám nebo za pomoci nějakého dalšího obvodu) některé často používané grafické operace. Takováto videokarta bývá nazývána také jako **akcelerátor** a umožňuje podstatně vyšší výkon, protože **není nutné, aby každý pixel, který se má zobrazit na obrazovce, byl vypočítán procesorem počítače**. **Procesor počítače tak pouze vydá příkaz kartě, co má vykreslit (linku, kružnici, obdélník), a vlastní výpočet jednotlivých zobrazovaných pixelů provede k tomuto účelu specializovaný procesor videokarty**.

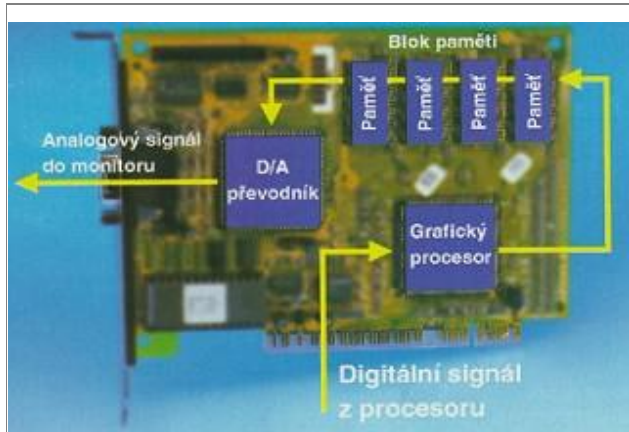
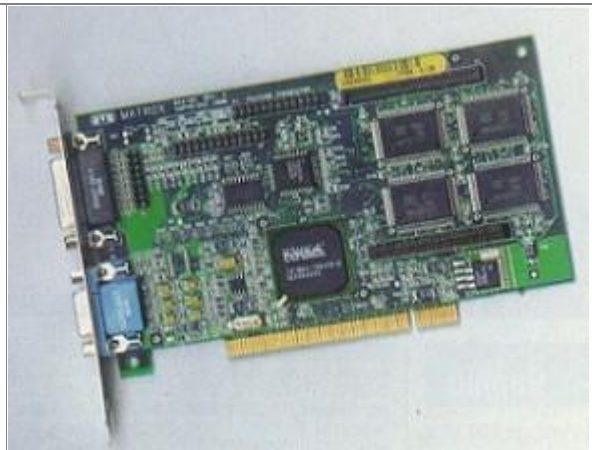


Schéma SVGA karty



SVGA karta firmy Matrox

Kromě těchto jednoduchých operací je možné, aby procesor videokarty prováděl i složitější operace používané při **práci s 3D grafikou** (např. zakrývání neviditelných hran, stínování apod.) nebo operace spojené s přehráváním videosekvencí. Videokarty tohoto typu se pak nazývají **3D akcelerátory a multimediální akcelerátory**. **Procesor videokarty je propojen pomocí sběrnice s videopamětí. Šířka této sběrnice bývá (32b, 64b, 128b)**. **Paměť na videokartě může být následujících druhů:**

- DRAM (Dynamic RAM) popř. **EDO (Enhanced Data Out) DRAM** nebo **SDRAM**: paměť, do které může v daném okamžiku buď procesor počítače zapisovat, nebo z ní může procesor karty číst. Tato paměť je levnější, ale poskytuje nižší výkon.
- **VRAM** (Video RAM): paměť mající možnost **dvou vstupů a výstupů**. Tato paměť, která bývá také označována jako **dvoubřánová** (dvouportová), dovoluje, aby v jednom okamžiku do ní procesor počítače zapisoval a zároveň procesor videokarty z ní četl. Tento druh paměti je dražší, ale poskytuje vyšší výkon.

- **SGRAM** (Synchronous Graphic RAM): podobně jako paměť DRAM, ale navíc má podporu blokových operací, tj. má rychlejší operace, jako jsou například přesun bloku dat z jedné části paměti do druhé, naplnění části paměti stejnou hodnotou apod.
- **WRAM** (Window RAM): dvoubranová paměť podobně jako VRAM s podporou blokových operací.

V závislosti na kapacitě této paměti, tzv. **video paměti**, a procesoru, který tato karta používá, je možné zobrazovat následující režimy:

Kapacita video paměti	Maximální rozlišení	Počet barev
256 kB	640 x 480	16
	800 x 600	16
512 kB	1024 x 768	16
	800 x 600	256
1 MB	1600 x 1200	16
	1280 x 1024	16
	1024 x 768	256
2 MB	800 x 600	65536
	640 x 480	16,7 mil.
	1600 x 1200	256
	1280 x 1024	256
	1024 x 768	65536
3 MB	800 x 600	16,7 mil.
	1600 x 1200	256
	1280 x 1024	65536
4 MB	1024 x 768	16,7 mil.
	1600 x 1200	65536
	1280 x 1024	16,7 mil.
6 MB	1600 x 1200	16,7 mil

Super VGA vyrábí v dnešní době mnoho výrobců (Diamond, Matrox, ATI a další). Při této výrobě však došlo ke ztrátě vzájemné kompatibility v režimech s vyšším rozlišením. Posledním naprosto standardním režimem, který je na všech SVGA kartách kompatibilní, je režim VGA 640 x 480 v 16 barvách. Režimy s vyšším rozlišením již bývají nekompatibilní a vyžadují speciální programové ovladače určené pro práci s tímto typem videokarty. Z důvodu této nekompatibility byl později zaveden standard, který byl nazván VESA (Video Electronics Standard Association). Tento standard dnes většina videokaret podporuje přímo svým hardwarem, jiné karty jej podporují pouze softwarově pomocí programů dodaných výrobcem videokarty a některé starší karty jej nepodporují vůbec.

VGA konektor

Velmi dobře známý **VGA D-SUB 15** konektor má patnáct pinů ve třech řadách, nalezneme jej na grafických adaptérech, monitorech a na některých HD televizích. Na některých přenosných počítačích a miniaturních zařízeních **může být ve formátu mini-VGA**. VGA konektor, který je také nazýván **RGB konektor**.

VGA kabel přenáší **analogové video signály RGBHV** (červená, zelená, modrá, H-sync, V-sync) a **VESA Display Data Channel** (VESA DDC) data. V původní variantě VGA konektoru byl pin 9 zaslepen a tím použit jako klíč chránící rozhraní před použitím non-VGA kabelu. Dnes se

již běžně používá pro napětí +5V. **Rozhraní není hot-pluggable**, takže při rozpojení konektoru za chodu nehrozí žádné nebezpečí zničení HW, nebo problémů.

Kvalita kabelů.

Stejný kabel VGA **může být použit** jak pro základní rozlišení **640x400px /70Hz** (šířka pásma 24MHz), přes **1280x1024px SXGA/85Hz** (160MHz) až do **2048x1536px QXGA/85Hz** (388MHz). Není tedy nijak určeno jak kvalitní má být kabel pro různá rozlišení. **Kvalita kabelu se pak projevuje jen degradací videosignálu (rozostření a vznik tzv. duchů)**. **Speciální monitory** měly rozhraní provedeno jako **5 zvláštních BNC konektorů pro RGBHV** signály a bylo použito 5 samostatných koaxiálních kabelů o impedanci 75 Ohm.

Pro vzájemné usnadnění propojování zařízení používajících videosignály se používají **různé redukce** a adaptéry. (**VGA – SCART, DVI – VGA, HDMI – DVI**)

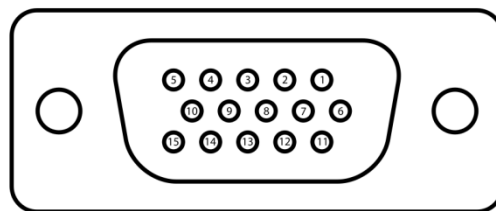
Popis signálů na jednotlivých pinech konektorů VGA a mini-VGA:



mini-VGA konektory

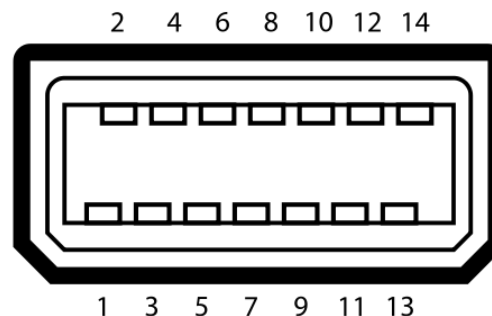
A female DE15 socket (videocard side).

- Pin 1 RED Red video
- Pin 2 GREEN Green video
- Pin 3 BLUE Blue video
- Pin 4 ID2/RES formerly Monitor ID bit 2, reserved since E-DDC
- Pin 5 GND Ground (HSync)
- Pin 6 RED_RTN Red return
- Pin 7 GREEN_RTN Green return
- Pin 8 BLUE_RTN Blue return
- Pin 9 KEY/PWR formerly key, now +5V DC
- Pin 10 GND Ground (VSync, DDC)
- Pin 11 ID0/RES formerly Monitor ID bit 0, reserved since E-DDC
- Pin 12 ID1/SDA formerly Monitor ID bit 1, I2C data since DDC2
- Pin 13 HSync Horizontal sync
- Pin 14 VSync Vertical sync
- Pin 15 ID3/SCL formerly Monitor ID bit 3, I2C clock since DDC2



A female Mini-VGA connector

- Pin 1 GND GND
- Pin 2 VSync N.C.
- Pin 3 HSync N.C.
- Pin 4 Red Return GND
- Pin 5 Red video S-Video (C)
- Pin 6 Green return GND
- Pin 7 Green video S-Video (Y)
- Pin 8 +5 V +5 V
- Pin 9 Blue video Composite video
- Pin 10 DDC data DDC data
- Pin 11 DDC clock DDC clock
- Pin 12 GND GND
- Pin 13 Cable detect Cable detect
- Pin 14 Blue return GND



Digital Visual Interface (DVI)

Digital Visual Interface (zkratka **DVI**) je rozhraní (tzv. dedikovaný spoj) pro propojení videozařízení s počítačem. Na obrázku je konektor DVI-D, (FEMALE – samice).

Standard byl vytvořen za účelem **bezproblémové komunikace mezi zobrazovacími zařízeními** jako např. LCD nebo datový projektor a grafickou kartou počítače. Byl vyvinut skupinou firem seskupených pod názvem Digital Display Working Group (DDWG). **Primárně je určen k přenosu nekomprimovaných digitálních video dat. Je částečně kompatibilní s rozhraním HDMI.**

Konektor

Existují **3 typy DVI konektorů** (závisí na implementovaných signálech):

- **DVI-D** (digital only) - pouze digitální signál
- **DVI-A** (analog only) - pro kompatibilitu s analogovými monitory
- **DVI-I** (digital & analog) - digitální i analogový signál

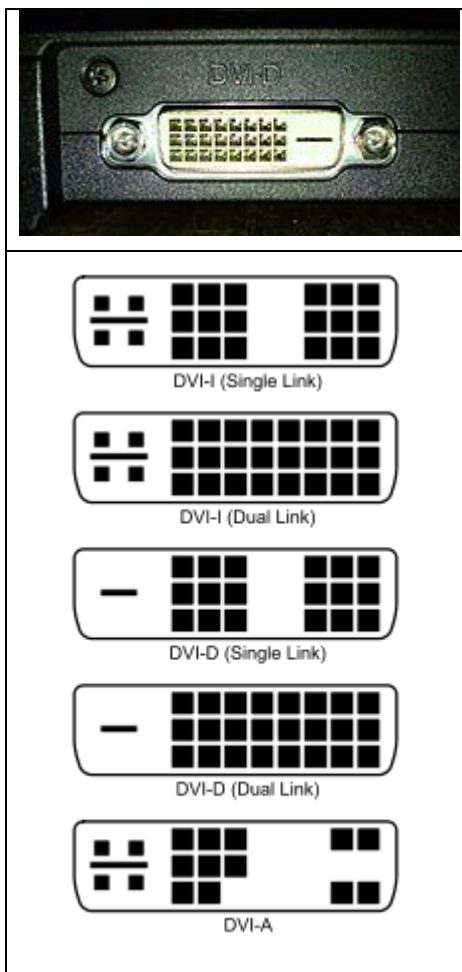
Na obrázku je rozložení pinů různých typů DVI konektorů. Konektory mohou mít druhý datový spoj (tzv. „link“) určený pro přenos obrazu s vysokým rozlišením.

Technická data

DVI datový formát je založen na sériovém formátu PanelLink, který byl navržen výrobcem polovodičů Silicon Image Inc. Zde je použitý Transition Minimized Differential Signaling (TMDS). **Single DVI link** se skládá ze **čtyř párů kroucené dvoulinky** (červený, zelený, modrý a informaci o obnovitelné frekvenci (Clock rate), přenos je 24 bitů na pixel. Časování signálu se téměř přesně shoduje s analogovým video signálem (VGA). **Obraz je přenášen řádek po řádku s intervaly mezi každým řádkem a každým snímkem a bez paketizace.** Není použita žádná komprese a neexistuje podpora pro přenos pouze změněné části obrázku. To znamená, že **změněný snímek je přenášen celý znovu.**

Nejvyšší rozlišení pro single DVI link **je možné při 60 Hz**, a je 2,75 megapixelů. Maximální rozlišení (při 60 Hz) je **1915 x 1436 pixelů** (standardní poměr **4:3**), 1854 x 1483 pixelů (s poměrem stran 5:4) nebo **2098 x 1311** (širokoúhlý **16:10** poměr stran monitoru). Proto má DVI konektor rezervu v další lince, ta obsahuje další kroucené páry červené, zelené a modré. Při požadavku na větší šířku pásma, než je možné s jednou linkou je aktivována druhá linka a alternativní pixely mohou být předány na každé lince, což umožňuje rozlišení až 4 MegaPixelů při 60 Hz. Specifikace DVI má pro single link pevně nastavenou obnovitelnou frekvenci na 165 MHz, přičemž všechny režimy zobrazení, které vyžadují méně než těchto 165 MHz musí používat pouze single link režim. Ty ostatní, které vyžadují vyšší frekvenci musí přepnout do režimu dual link. Když jsou obě linky v provozu může frekvence přesáhnout 165 MHz. Druhá linka může být také použita pokud je potřeba více než 24 bitů na pixel, v takovém případě nese nejméně významný bit. Binární data jsou nesena desetinásobkem obnovovací frekvence. Pro frekvenci 165 MHz je tedy **přenosová rychlost 1,65 Gbit/s X 3 kroucené páry** pro single DVI link. Stejně jako analogový konektor VGA má i DVI konektor piny pro display data channel (DDC). DDC2 (novější verze DDC) umožňuje grafickému adaptéru aby přečetl extended display identification data (EDID) přímo z monitoru. Jestliže displej podporuje jak analogové tak digitální signály v jednom vstupu, může mít každý vstup odlišný EDID. Pokud jsou oba přijímače aktivní, je použit analogový EDID.

Maximální délka DVI kabelů není součástí specifikace, neboť je odvislá od požadavků na šířku pásma (rozlišení přenášeného obrazu). Obecně platí, že **délka kabelu do 4,5 m** bude pracovat pro zobrazení v rozlišení **1920 x 1200**. Toto zobrazení bude fungovat až do 10 m, za předpokladu, že bude použit speciální kabel. Kabel o délce **do 15 m** je možné použít v kombinaci s rozlišením **maximálně 1280 x 1024**. Pro větší vzdálenosti je nutno pou-



žit zesilovač DVI signálu, aby se zmírnila degradace signálu. DVI zesilovače mohou použít i externí napájení z elektrické sítě.

Signály

Rozhraní s jedním spojem obsahuje **6 vodičů pro přenos informací o barvě ve formátu RGB** (pro každou barvu 2 vodiče). Informace o barvě je přenášena diferencially technikou TMDS (nikoli oproti zemi) - to zvyšuje odolnost vůči elektromagnetickému rušení z okolí. Dále jsou v rozhraní **signály pro přenos synchronizace a kanál DDC2** pro přenos specifikace displaye do grafického adaptéru. **DDC se u DVI označuje jako DDC2** (pro odlišení od analogových VGA konektorů). DDC2 využívá komunikačního protokolu I²C a formát dat EDID definovaný asociací VESA EDID obsahuje např. jméno výrobce, typ monitoru, typ luminiscenční vrstvy, typ filtru, údaje o časování podporovaném monitorem, rozměry obrazovky, atd. Druhý spoj přidává pouze 6 vodičů pro přenos informací o barvě (RGB).

Jeden spoj zvládá až rozlišení WUXGA 1920×1200 při 60 Hz (což odpovídá 165 MHz, tedy 3.7 Gb/s). Dva spoje pak WQXGA 2560×1600 při 60 Hz (ale i více - je omezeno pouze kvalitou kabelu, tedy i více než 7.4 Gb/s).

Specifikace DVI:

Digital

- Minimální obnovovací frekvence: 25.175 MHz
- Maximální rychlost – podle kvality kabelu (až do 7.92 Gbit/s)
- Pixelů za během instrukce : 1 (**single link**) nebo 2 (**dual link**)
- Bitů na pixel: 24 (**single a dual link**) nebo 48 (pouze **dual link**)
- Příklady rozlišení pro **single link**:
 - HDTV (1920 × 1080) @ 60 Hz s CVT-RB (139 MHz)
 - UXGA (1600 × 1200) @ 60 Hz s GTF (161 MHz)
 - WUXGA (1920 × 1200) @ 60 Hz s CVT-RB (154 MHz)
 - SXGA (1280 × 1024) @ 85 Hz s GTF (159 MHz)
 - WXGA+ (1440 × 900) @ 60 Hz (107 MHz)
 - WQUXGA (3840 × 2400) @ 17 Hz (164 MHz)
- Příklady rozlišení pro **dual link**:
 - QXGA (2048 × 1536) @ 75 Hz s GTF (2 × 170 MHz)
 - HDTV (1920 × 1080) @ 85 Hz s GTF (2 × 126 MHz)
 - WUXGA (1920 × 1200) @ 120 Hz s GTF (2 × 154 MHz)
 - WQXGA (2560 × 1600) @ 60 Hz s GTF (2 × 174 MHz) (30" (762 mm) LCD monitory Apple, Dell, Gateway, HP, NEC, Quinix, a Samsung)
 - WQXGA (2560 × 1600) @ 60 Hz s CVT-RB (2 × 135 MHz) (30" (762 mm) LCD monitory Apple, Dell, Gateway, HP, NEC, Quinix, a Samsung)
 - WQUXGA (3840 × 2400) @ 33 Hz S GTF (2 × 159 MHz)

Poznámka:

GTF (Generalized_Timing_Formula) je VESA standard, který může být snadno proveden Linuxovou gtf utilitou.

CVT-RB (Coordinated Video Timings – koordinované časování videa) je VESA standard který poskytuje omezení horizontálního a vertikálního "odmazávání obrazu" (blinking) pro ne-CRT monitory.

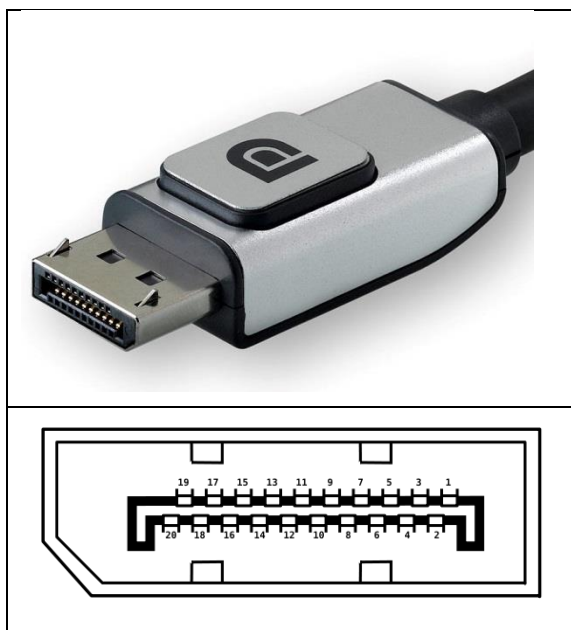
Display Port

DisplayPort je digitální konektor sloužící k přenosu nekomprimovaného digitálního obsahu s podporou až 8kanálového zvuku a ochrany DPCP (DisplayPort Content Protection) využívající 128bitové šifrování AES. Podporuje rychlost přenosu 10,8 Gbit/s, na vzdálenost do tří metrů zvládá rozlišení WQXGA (2560×1600 pixelů), na vzdálenost až 15 metrů zobrazí rozlišení 1920×1080 pixelů. Byl navržen organizací VESA (Video Electronics Standards Association) a je široce podporován firmami jako Intel, AMD, Dell, Nvidia, Philips atd. S konektory typu DVI a HDMI je jen omezeně zpětně kompatibilní. DisplayPort dokáže emitovat DVI nebo HDMI signál, takže následně ke konverzi stačí pasivní adaptér. Prakticky tedy lze počítač vybavený pouze DisplayPortem připojit k televizi vybavené konektorem HDMI, přenesen bude obraz i zvuk. Ovšem zpětně konverze nefunguje, takže počítač vybavený pouze HDMI zatím nelze k monitoru vybavenému DisplayPortem připojit. Je navržen tak, aby nahradil digitální (DVI) i analogové (VGA) konektory v monitorech počítačů stejně jako v grafických kartách. Má všechny funkce HDMI, ale nepředpokládá se, že by měl HDMI nahradit v oblasti domácí spotřební elektroniky, protože je určen spíše pro kancelářské a IT využití.

Přehled

DisplayPort je první zobrazovací rozhraní, které spoléhá na paketový přenos dat, který je používán u technologií jako je Ethernet, USB a PCI Express. Podporuje vnitřní i vnější zobrazovací spojení a na rozdíl od starších norm, kde jsou diferenciální páry spjaté s přenosem hodinového signálu s každým výstupem, DisplayPort protokol je založený na malých datových paketech známých jako mikro pakety, které mohou vložit hodinový signál v rámci datového toku. Výhodou je nižší počet pinů k dosažení vyššího rozlišení. Použití datových paketů také umožňuje DisplayPortu aby byl rozšiřitelný, takže další funkce mohou být přidány v průběhu doby bez podstatných změn v rozhraní samotném. DisplayPort je možné použít pro přenos zvuku a videa současně, ale každý z nich je volitelný a může být přenášen bez druhého. Cesta video signálu podporuje 6 až 16 bitů na barevný kanál a cesta zvuku podporuje až 8 kanálů (24 bit, 192 kHz) nekomprimovaného zvuku PCM, které mohou zapouzdřit komprimované audio formáty do zvukového toku. Obousměrný, polovičně duplexní pomocný kanál provádí správu zařízení a kontrolu dat zařízení na hlavním lince, jako VESA EDID, MCC a DPMS standardy. Navíc je rozhraní schopné pojmout obousměrné USB signály. Signál DisplayPortu není kompatibilní s DVI nebo HDMI. Nicméně, duální DisplayPorty (označené DP++ logem) jsou určeny k přenosu jedolinkového DVI nebo HDMI signálu přes rozhraní prostřednictvím použití externího pasivního adaptéru, který vybere požadovaný signál. VGA a dvojlinka DVI na druhou stranu vyžadují aktivní adaptéry pro převod signálu na požadovaný výstup a nevyžadují duální DisplayPort. VGA adaptéry jsou napájeny z DisplayPortu, zatímco dvojlinka DVI spoléhá na externí zdroj (viz kompatibilita s HDMI, DVI a VGA). DisplayPort podporuje 1, 2, nebo 4 rozdílné datové páry (linky) v hlavní lince, každý s přímým datovým tokem 1,62, 2,7 nebo 5,4 Gbit/s na dráze s vlastními hodinami běžícími na 162, 270 nebo 540 MHz. Data jsou zakódována formátem 8b/10b, kde se každých 8 bitů informace zakóduje s 10bitovým symbolem. Takže efektivní rychlost přenosu dat po dekodování je 1,296, 2,16 a 4,32 Gbit/s na cestu (nebo 80 % z celku).

Verze 1.0 až 1.1



DisplayPort 1.0 podporuje maximální rychlost přenosu dat 8,64 Gbit/s přes 2 m kabel. DisplayPort 1.1 podporuje také zařízení, která zavádějí alternativní odkaz vrstvy jako například optické vlákno, což umožňuje mnohem delší dosah mezi zdrojem a displejem bez degradace signálu, ačkoli alternativní implementace nejsou standardizovány. Také podporuje HDCP kromě ochrany obsahu DisplayPort (DPCP).

Verze 1.2

DisplayPort verze 1.2 byl schválen 22. prosince 2009. Nejvýznamnější zlepšení nové verze je zdvojnásobení efektivní šířky pásma na 17,28 Gbit/s, což umožňuje zvýšení rozlišení, vyšší obnovovací frekvenci a větší barevnou hloubku. Mezi další vylepšení patří více nezávislých video streamů (paprskovité spojení s více monitory), podpora stereoskopického 3D, zvýšenou propustnost kanálu AUX (od 1 Mbit/s do 720 Mbit/s), podpora více barevných prostorů včetně xvYCC a sRGB a Adobe RGB 1998 a Global Time Code (VOP) pro sub 1 μs audio/video synchronizace. Také Apple Mini DisplayPort, který je mnohem menší a je určen pro notebooky a jiná malá zařízení, je kompatibilní s novým standardem.

Technické specifikace

- Dopředný linkový kanál s 1 až 4 trasami; efektivní přenosová rychlost 1,296, 2,16 nebo 4,32 Gbit/s na trasu (celkem 5,184, 8,64 nebo 17,28 Gbit/s pro čtyřcestnou linku).
- 8b/10b kódování poskytuje DC-balancing a vestavěné hodiny v sériovém kanálu (10 bitů pro symboly, 20% kódovací režie)
- Podporuje RGB (nespecifikováno) a YCbCr (ITU-R BT.601-5 a BT.709-4) barevné prostory, 04:04:04 a 04:02:02 chroma Subsampling
- sRGB, Adobe RGB 1998, DCI-P3, RGB XR, sRGB, xvYCC, Y-only, jednoduchý barevný profil (verze 1.2)
- Podporuje barevné hloubky 6, 8, 10, 12 a 16 bitů na barevnou složku
- Volitelný 8kanálový zvuk se vzorkovací frekvencí až 24 bitů 192 kHz, podporující zapouzdření zvukových kompresních formátů
- Obousměrný poloduplexní AUX kanál, 1 Mbit/s (v1.0) nebo volitelně 720 Mbit/s (v1.2)
- Podporuje stereoskopické 3D formáty: rámově sekvenční (V1.1a), pole sekvenční, stranu po straně, shora dolů, prokládané řádky, prokládané pixely a dvojité rozhraní (v1.2)
- Volitelně dvoumodová podpora generování TMDS a hodin pro jednolinkové DVI/HDMI signalizaci s jednoduchou linkovou konverzí.
- Podpora až 63 audio a video streamů s časově divizní dopraví multiplexní a hot-plug alokací šířky pásma (od verze 1.2)
- 128bitový AES „DisplayPort Content Protection“ (DPCP) podporu a podporu pro 40bitový „High-bandwidth Digital Content Protection“ (HDCP) od verze 1.1 a dále.

HDMI - High-Definition Multimedia Interface

HDMI je rozhraní pro přenos **nekomprimovaného obrazového a zvukového signálu v digitálním formátu**. Může propojovat zařízení jako například satelitní přijímač, DVD přehrávač nebo A/V receiver s kompatibilním výstupním zařízením, jako například plazmová televize. **HDMI podporuje přenos videa ve standardní, rozšířené nebo high-definition kvalitě, a až 8-kanálový digitální zvuk**. Rozhraní nezávisí na různých televizních a satelitních standardech, protože přenáší nekomprimovaná video data. **Konektor HDMI typu A** má 19 pinů, **novější, málo rozšířená verze s označením B** má 29 pinů pro přenos videa s větším rozlišením.



Na obrázku je redukce z DVI na HDMI. **Konektor typu A je zpětně kompatibilní s rozhraním Single-link DVI**, používaném v osobních počítačích. **Zařízení s DVI výstupem tak může poskytovat video signál pro HDMI zobrazovací zařízení, zvuk se ale musí přenášet jinou cestou**. Konektor typu B je pak zpětně kompatibilní s Dual-link DVI. K zakladatelům HDMI patří firmy Hitachi, Matsushita Electric Industrial (Panasonic), Philips, Sony, Thomson (RCA), Toshiba, a Silicon Image. Podporují ho filmová studia Fox, Universal, Warner Bros. a Disney.

Historie

Vývoj HDMI 1.0 začal 16. dubna 2002 s cílem vytvořit zařízení zpětně kompatibilní s DVI, které se v tu dobu vyskytovalo na většině HD televizorů a DVD přehrávačů. HDMI bylo vytvořeno k vylepšení DVI pomocí menšího konektoru s přidanou podporou pro přenos zvuku. Vzhledem k úspěšnosti na trhu (v roce 2004 prodáno 5 milionů zařízení s HDMI, v roce 2007 143 milionů) se stal z HDMI celosvětový standard.

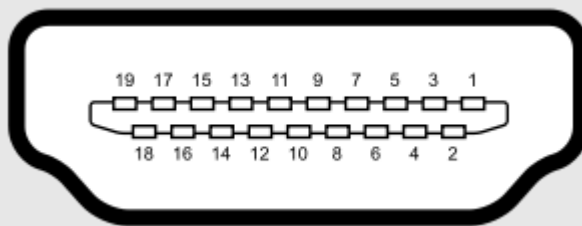
Specifikace rozhraní:

Konektory

V současnosti existují **čtyři typy HDMI konektorů: A, B, C, D**. Typy A a B jsou definovány od verze 1.0, typ C až od verze 1.3 a typ D od verze 1.4.

- **Typ A má 19 pinů** a šířku pásma pro podporu všech současných SDTV, EDTV a HDTV režimů. Rozměry konektoru jsou 13,9 mm na šířku a 4,45 mm na výšku. Typ A je fyzicky kompatibilní s single link DVI-D.

Popis jednotlivých pinů HDMI



1	TMDS Data2+
2	TMDS Data2 Shield
3	TMDS Data2-
4	TMDS Data1+
5	TMDS Data1 Shield
6	TMDS Data1-
7	TMDS Data0+
8	TMDS Data0 Shield
9	TMDS Data0-
10	TMDS Clock+
11	TMDS Clock Shield
12	TMDS Clock-
13	CEC
14	Reserved (N.C. on device)
15	SCL
16	SDA
17	DDC/CEC Ground
18	+5V Power (max 50 mA)
19	Hot Plug Detect

- **Typ B má 29 pinů** (21,2 mm do 4,45 mm) a má oproti typu A dvojnásobnou šířku pásma. Proto ho lze použít pro přenos videa ve velmi vysokém rozlišení, jako například budoucím WQUXGA (3840x2400). Typ B je kompatibilní s dual link DVI-D, ale momentálně se ještě nepoužívá.
- **Typ C-mini** konektor je určen pro přenosná zařízení. Je menší, než konektor typu A (10,42 mm do 2,42 mm), ale má stejný počet pinů. Pomocí redukce může být připojen na typ A.
- **Typ D** konektor je určen pro malá přenosná zařízení o rozměrech 2,8 × 6,4 mm

Délka kabelu

HDMI nedefinuje maximální délku kabelu. Jediným omezením je útlum signálu. Délka tudíž závisí na konstrukci a kvalitě materiálů, které byly použity.

HDMI 1.3 definuje dva druhy kabelů:

- **Kategorie 1 certifikované kabely**, které byly testovány na 74,5 MHz (1080i/720p)
- **Kategorie 2 certifikované kabely**, které byly testovány na 340 MHz (1600p).

Běžný HDMI kabel může dosáhnout délky 12 až 15 metrů. U kabelů do 5 metrů může kabel kategorie 1 dosáhnout kvalit kategorie 2. Delší kabel může způsobit nestabilitu a blikání na obrazovce. **Existují i převodníky a nástavce, které jsou schopné pomocí Cat5 kabelu prodloužit HDMI až na 50 metrů a HDMI nástavce založené na optických vláknech lze použít i přes 100 metrů.**

Nově se kabely neoznačují číslem verze, ale slovně

- Automotive HDMI Cable
- Standard HDMI Cable with Ethernet
- High Speed HDMI Cable with Ethernet
- High Speed HDMI Cable

Kompatibilita s DVI

DVI signál je kompatibilní s rozhraním HDMI a to bez ztráty kvality obrazu (DVI výstup, HDMI vstup). Neumožňuje ale samozřejmě přenos zvuku nebo signálů z dálkového ovládní. Tento problém musí být řešen adaptéry či přídatnými kabely.

Opačně ale kompatibilita již fungovat vždy nemusí (HDMI výstup, DVI vstup). Audio data se totiž přenášejí po stejných kabelech jako obraz (nikoliv odděleně). Je tedy možné, že zařízení se vstupem DVI si se zvukovými daty neporadí (neodfiltruje je) a ve výsledku bude zařízení natolik zmateno, že nedokáže obraz zobrazit.

Výhody HDMI

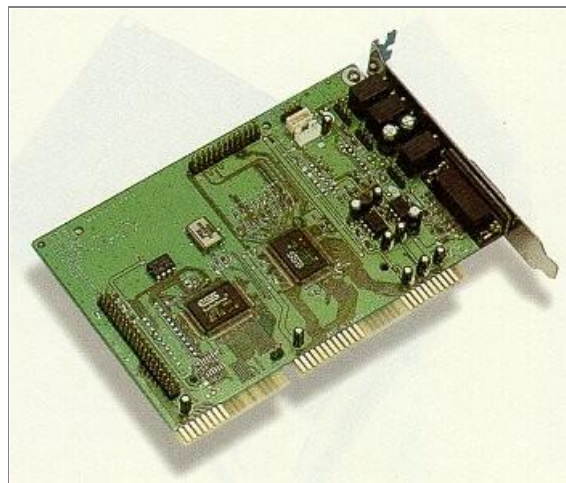
- Přenos nekomprimovaných dat.
- Potřeba jen jednoho kabelu.
- Obraz v maximálním rozlišení (HD) je celkově 2× až 5× podrobnější než obraz ve standardním rozlišení, mezery mezi řádky jsou menší nebo nepostřehnutelné. Jeho větší podrobnost umožňuje pohodlné sledování na větších úhlopříčkách.
- Možnost přenosu až 8-kanálového nekomprimovaného digitálního zvuku

Zvuková karta

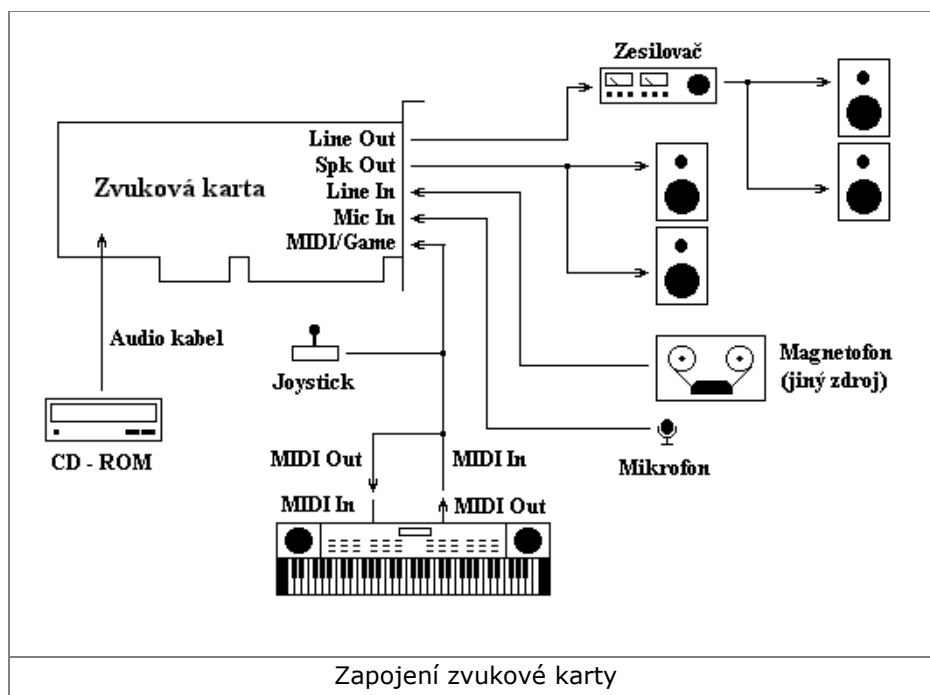
Počítač řady PC byl ve své standardní konfiguraci vybaven malým reproduktorem označovaným jako **PC speaker**. Tento reproduktor je součástí skříně počítače a je připojen přímo na základní desku počítače. Jeho zvukové schopnosti jsou však velmi omezené a slouží většinou pouze k vydávání jednoduchých zvuků, jako jsou např. varovné pípnutí při vzniku chyby apod., popř. k přehrání nějakých jednoduchých zvukových záznamů pro vysloveně amatérské účely. Pokud je požadován kvalitnější zvukový výstup z počítače, je nezbytné tento počítač vybavit zvukovou kartou.

Zvuková karta (sound card) je zařízení, které slouží k počítačovému zpracování zvuku. V závislosti na své kvalitě (a tím i ceně) zajišťuje kvalitní zvukový výstup z počítače vhodný i pro profesionální účely. Ke zvukové kartě lze dále připojit následující zařízení:

- sluchátka
- reproduktory
- zesilovač
- mikrofon
- externí zdroje (rádio, magnetofon, ...)
- je-li karta vybavena rozhraním **MIDI** (Musical Instrument Digital Interface), je možné k ní připojit i elektronické hudební nástroje vybavené také tímto rozhraním (např. elektronické varhany, syntetizátory apod.)



Zvuková karta



Při záznamu zvuku pomocí zvukové karty je nezbytné rozlišit dva základní případy:

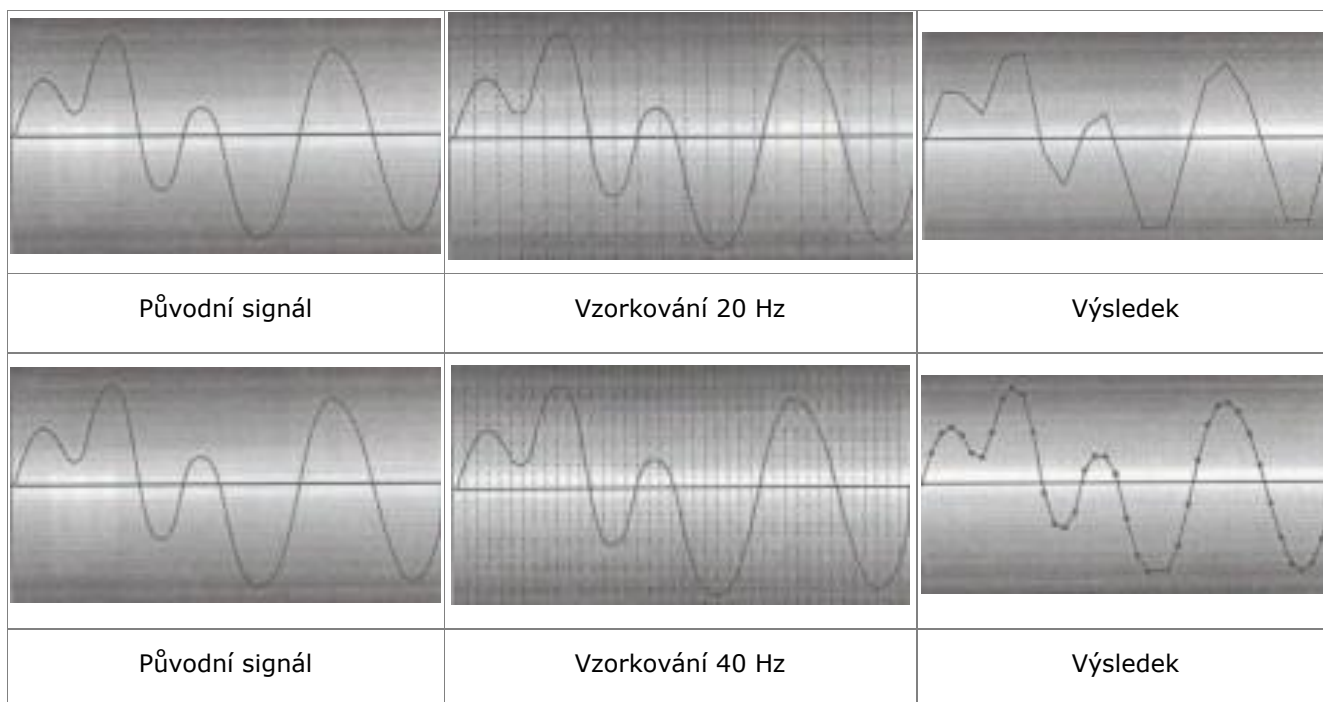
- A) záznam je prováděn z nějakého zdroje poskytujícího analogový signál (mikrofon, rádio, magnetofon, audio CD). Takovýto signál se skládá z vln (kmitů) o nesterélním tlaku, který je vytvářen ve vzduchu hlasivkami, hudebními nástroji nebo přírodními silami.



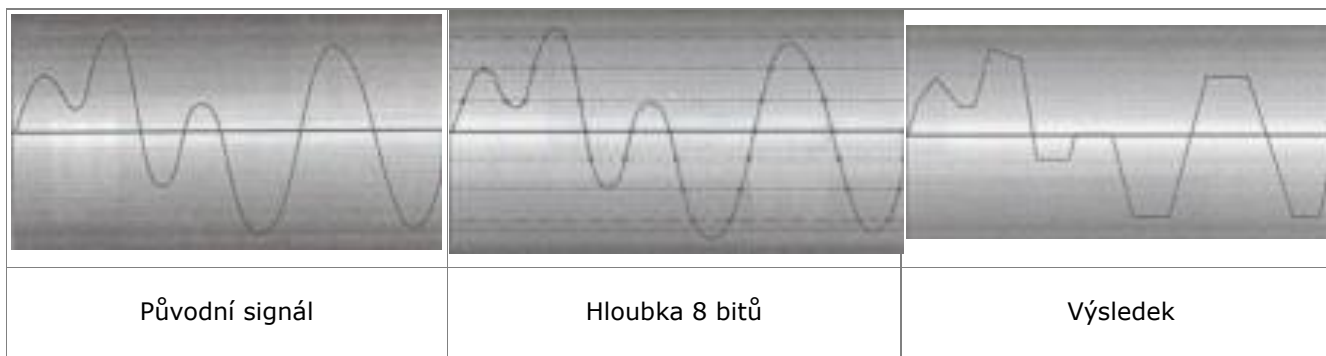
Příklad zvukového signálu

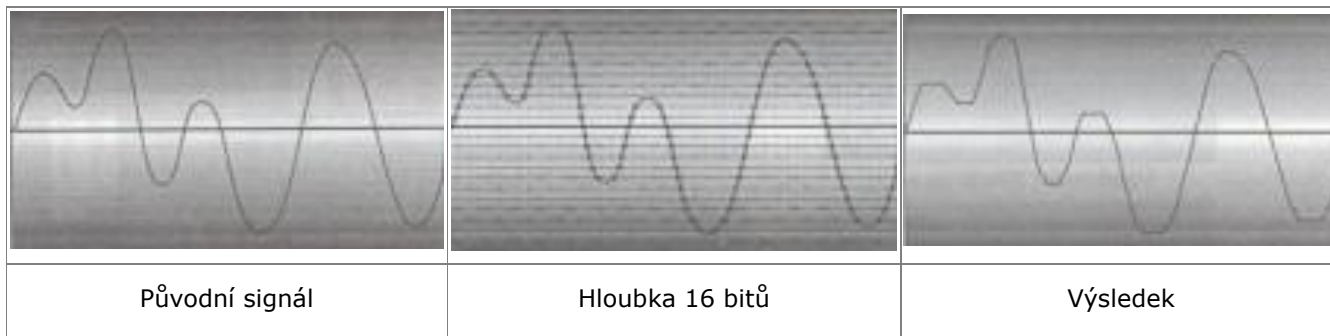
V takovémto případě je nutné tento analogový signál převést na signál digitální. Převod se uskutečňuje pomocí **vzorkování (sampling)**. To znamená, že v každém časovém intervalu je zjištěn a zaznamenán aktuální stav signálu (**vzorek**). Je zřejmé, že čím kratší je tento interval, tím vyšší je **vzorkovací frekvence**, tím více vzorků bude pořízeno a tím bude výsledný záznam kvalitnější. Kvalitu je možné dále ovlivnit počtem rozlišitelných úrovní v každém vzorku.

Ovlivnění kvality záznamu vzorkovací frekvencí.



Ovlivnění kvality záznamu počtem rozlišitelných úrovní na každý vzorek





Při takovémto záznamu se běžně rozlišují následující úrovně kvality záznamu:

Kvalita	Vzorkovací frekvence	Počet bitů na vzorek	Počet vzorků	Délka dig. záznamu (B/s)
Telephone Quality	11025 Hz	8	1 - Mono	11 kB/s
Radio Quality	22050 Hz	8	1 - Mono	22 kB/s
CD Quality	44100 Hz	16	2 - Stereo	172 kB/s

Při záznamu tímto způsobem se využívá **Shannonovy vzorkovací věty**, která říká: Signál spojité v čase je plně určen posloupností vzorků odebíraných ve stejných intervalech, je-li jejich frekvence větší než dvojnásobek nejvyšší frekvence v signálu. Uvážíme-li, že lidské ucho vnímá zvuky od frekvencí 16 Hz - 20 Hz až do frekvencí 16 kHz - 20 kHz, je zřejmé, že frekvence 44 kHz použitá pro CD kvalitu je dostačující. Z výše uvedené věty také vyplývá, že pokud dojde ke snížení vzorkovací frekvence, budou ve výsledném záznamu chybět vyšší frekvence, což se při přehrání projeví jako ztráta výšek.

Protože záznam tímto způsobem vede při vyšší kvalitě záznamu ke vzniku velmi dlouhých souborů, existují algoritmy dovolující provést ztrátové komprese, které podstatným způsobem kvalitu výsledného záznamu neovlivní. Tyto komprese je nutné provádět buď po provedení záznamu, nebo kvalitnější karty vybavené speciálními procesory umožňují jejich provedení v reálném čase přímo při záznamu.

- B) **Záznam je prováděn z nějakého zdroje poskytujícího již digitální signál** (např. elektronické varhany připojené prostřednictvím MIDI rozhraní). V takovém případě se již neprovádí vzorkování, ale zaznamenávají se přímo jednotlivé byty zasílané tímto rozhraním. Tyto byty obsahují informace, jako jsou:
- nástroj, který tón hraje (piano, housle, varhany, ...)
 - výška tónu
 - délka tónu
 - dynamika úhozu na klávesu
 - další

Pro přehrání takového záznamu je nezbytné, aby zvuková karta (nebo jiné zřízení) byla schopna podle těchto informací sama vytvářet jednotlivé tóny.

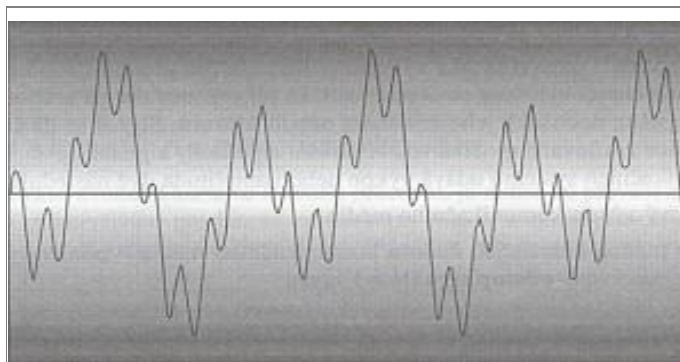
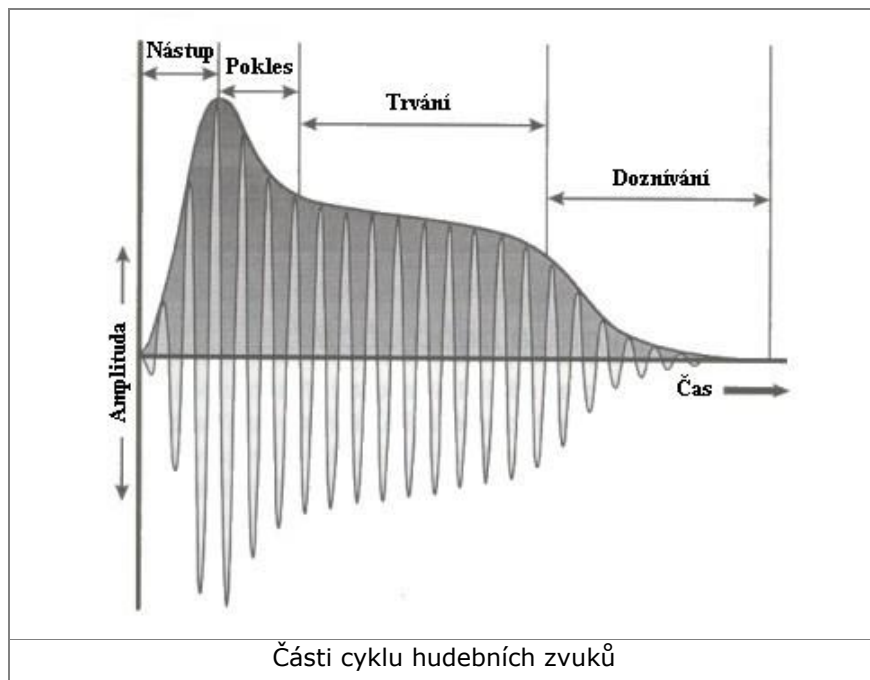
Při vytváření zvuků pomocí zvukových karet je nutné vyjít ze skutečnosti, že u každého hudebního nástroje mají jeho zvuky podobu cyklu, který se skládá ze čtyř částí:

- Nástup (Attack)
- Pokles (Decay)
- Trvání (Sustain)
- Doznívání (Release)

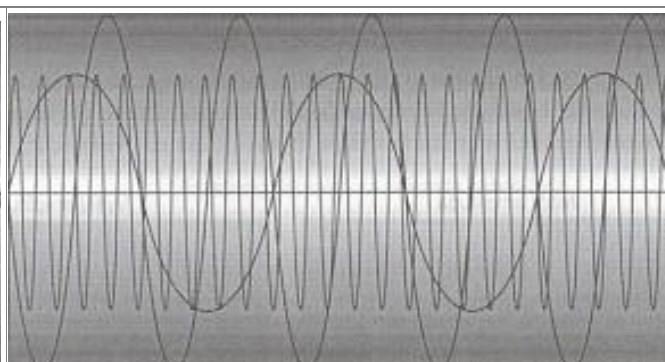
Konkrétní hodnoty jednotlivých fází cyklu jsou charakteristické pro každý hudební nástroj a je potřeba, aby zvuková karta tyto hodnoty co možná nejpřesněji dodržovala. V opačném případě by zvuky ztrácely na věrnosti.

Pro vlastní vytvoření zvuku se využívá dvou rozličných mechanismů:

- **FM syntéza:** realizovaná tzv. FM syntetizátorem (obvod OPL 2, OPL 3 nebo OPL 4). Tato metoda vychází z faktu, že každé vlnění lze sestavit složením vybrané série sinusových kmitů o patřičné frekvenci a amplitudě.



Původní zvukový signál



Sinusové kmity původního signálu

FM syntéza tedy vychází z popisu příslušného hudebního nástroje na základě Fourierova rozvoje, s jehož pomocí se potom zvuk těchto nástrojů emuluje jako superpozice několika sinusových signálů. Takto získaný signál se může ještě dále upravit různými efekty. Jedná se o levnější realizaci, která se svými výsledky zvukům reálných nástrojů pouze blíží a nikdy jich nemůže dosáhnout. **Zvukové karty, které používají pouze tento způsob pro vytváření zvuků, jsou vhodné jen pro amatérské použití** (ozvučení her apod.).

- **Wave Table syntéza:** Tato metoda používá přímo navzorkovaný signál skutečného nástroje uložený ve své vlastní paměti (ROM nebo RAM). Protože je nemožné, aby v paměti byly uchovány vzorky všech výšek tónů od všech nástrojů, je **v paměti vždy uložen jeden tón od každého nástroje. Různých výšek tohoto tónu se pak dosahuje různou rychlostí přehrání tohoto vzorku.**

Zvukové karty bývaly obzvláště dříve vybavovány ještě IDE rozhraním, které sloužilo k připojení CD-ROM disku nebo speciálním rozhraním pro první CD-ROM mechaniky. Dnes toto řešení nemá velké opodstatnění, protože počítače jsou standardně vybaveny EIDE rozhraním, které dovoluje pohodlnější a rychlejší zapojení mechaniky CD-ROM. V případě, že v počítači je osazena CD-ROM mechanika a zároveň i zvuková karta, je velmi vhodné, aby obě tato zařízení byla propojena pomocí tzv. audio kabelu. Díky tomuto propojení je pak možné na CD-ROM přehrávat zvukové CD a poslouchat je z reproduktorů připojených ke zvukové kartě.

Kromě uvedených vlastností mohou být ještě zvukové karty vybaveny pozicemi pro paměťové moduly RAM, do kterých si uživatel může ukládat vlastní vzorky různých nástrojů vytvořené buď elektronickým syntetizátorem nebo vzniklé nějakou úpravou již existujících vzorků. Dále je možné na zvukových kartách vidět i různé specializované obvody pro vytváření různých efektů v reálném čase (např. prostorový zvuk apod.)

Prostorový zvuk

Prostorový zvuk je koncept, který rozšiřuje zvuk v prostoru z jednoho rozměru (mono/stereo) do druhého nebo třetího rozměru.

To se většinou provádí za účelem věrnějšího zvukového prostředí, například v kinech nebo v počítačových hrách.

Postupně se objevilo několik formátů pro záznam prostorového zvuku. Především DVD-Audio (DVD-A) nebo SACD (Super Audio CD), Dolby Digital, DTS, DVD-Video (DVD-V), MP3 Surround a Sony Dynamic Digital Sound (SDDS).

Existuje několik způsobů vytvoření prostorového dojmu ze zvuku:

1. Více reproduktorů

Nejčastěji se používá několik reproduktorů rozmístěných kolem posluchače. Dnes se můžeme setkat s počtem od 4 do 10, často ještě doplněno subwooferem. Od toho se odvozuje číselné označení. 4.0 znamená 4 reproduktory bez subwooferu, nejčastěji používané systémy 5.1 znamená 5 reproduktorů a subwoofer. Nejmodernější zvukové systémy mají 7 a více reproduktorů + subwoofer.

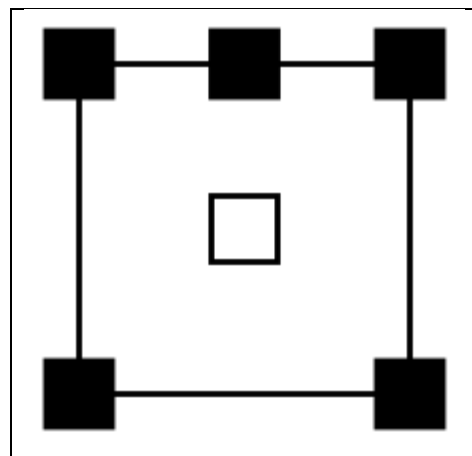
Subwoofer, neboli sub-basová jednotka, je reprosoustava určená pro reprodukci zvuku nízkých kmitočtů. Jedná se o frekvence od spodního okraje akustického pásma, tedy od asi 20 Hz, do dělící horní frekvence, která v praxi bývá nastavena v rozmezí přibližně od 50 Hz do 250 Hz. Nad dělící frekvencí už pracují jen ostatní reprosoustavy v daném ozvučovací systém. Toto řešení využívá jevu, že člověk je schopen jen špatně nebo vůbec lokalizovat směr, odkud zvuk nízkých kmitočtů přichází. Subwoofer může být jak pro stereo, tak i vícekanálovou reprodukci použit jen jeden, při zachování vyhovujících vlastností ozvučení. Reprosoustavy pro přenos ostatních částí zvukového spektra mohou být menší, levnější a vhodněji umístěné s ohledem na poslechový prostor.

Dělící frekvence bývá u levnějších systémů domácího kina, takzvaných All-In-One (AIO – vše v jednom), nastavena pevně na určitý kmitočet. U lepších subwooferů bývá zpravidla možnost dělící frekvenci a jiné parametry nastavit.

K věrné reprodukci takto nízkých kmitočtů je zapotřebí dostatečně velký reproduktor v dostatečně dimenzované ozvučnici. Proto subwoofer má většinou větší rozměry, než reprosoustavy pro přenos vyšších kmitočtů. Ozvučnice subwooferů bývá nejčastěji **bassreflexová** (Helmholtzův rezonátor) nebo typu **transmission line**, žřídka pak **uzavřená (bandpass design)** - především z rozměrových důvodů.

Při poslechu hudby nebo jiných nahrávek, u kterých je požadavek na co nejvěrnější reprodukci, je potřeba, aby poslechové zařízení splňovalo několik parametrů. Mimo jiné musí umožňovat věrnou reprodukci v celém pro člověka slyšitelném kmitočtovém rozsahu (akustickém pásmu) i na jeho okrajích. Zvuky o nízkých kmitočtech jsou infrazvuky, častěji se však používá pojem sub-sonické nebo sub-akustické frekvence. Ty vnímá člověk celým tělem a jsou důležité při vnímání dění kolem člověka.

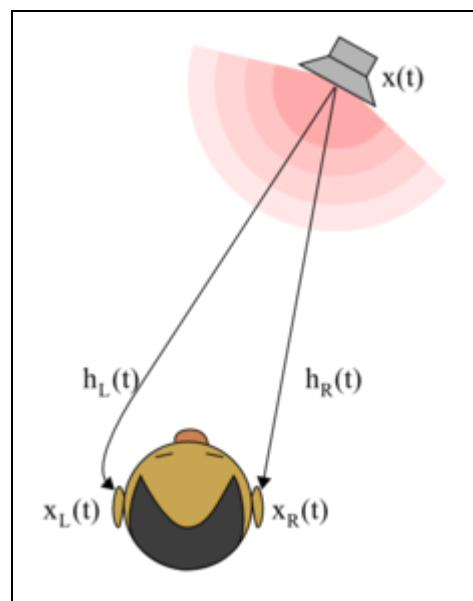
Speciálním případem domácího použití subwooferu je **domácí kino**. Jedná se o vícekanálový systém ozvučení, který poskytuje zvukový doprovod především při sledování filmů. Takovému systému se také říká prostorový zvuk, protože reprosoustavy jsou rozmístěny v prostoru kolem posluchače, kterému je navozován pocit, že je přímo v místě děje filmu. Systémy domácího kina mohou být různé a nejčastějším upřesňujícím znakem bývá kombinace dvou číslic oddělených tečkou, kde první číslice určuje počet satelitních reprosoustav a druhá přítomnost subwooferu, resp. jejich počet. Subwoofer u domácího kina bývá označován zkratkou LFE (Low Frequency Effects).



Pokud máme jen stereofonní nebo monofonní nahrávku, máme několik možností jak ji na 5.1 soustavě přehrát. Nejprimitivnější metodou je použít pouze dané reproduktory (2 přední, u mono jen středový), a zbytek nechat potichu. Mnohem lépe ale zní, pokud zvuk pomocí matice překódujeme do daného počtu reproduktorů, a navíc použijeme filtr pro oddělení nízkých kmitočtů (pod 140 Hz) které bude hrát subwoofer.

2. Psychoakustika

Druhou možností je tzv. psychoakustická metoda. U této metody stačí pouze běžná stereo (2.0) soustava. V principu jde o to, že se například výstřel z počítačové hry přehraje dvakrát, s malým časovým odstupem, s rozdílnou hlasitostí, fázovým posunem a dalšími úpravami. Z toho si lidský mozek mylně vyhodnotí, že k výstřelu došlo například za hráčem. K docílení tohoto efektu je samozřejmě znát pozici posluchače a reproduktorů. V ideálním případě by měl být úhel mezi reproduktory 30–45°. Tento způsob se také označuje zkratkou HRTF (Head-related transfer function) a využívají jí technologie jako A3D, DirectSound3D nebo Sensusaura.



Síťová karta

Network Interface Controller (NIC) je zařízení, které umožňuje připojení počítače do počítačové sítě. Ve stolních počítačích má podobu karty, která se zasune do slotu (ISA, PCI, PCI-e) základní desky nebo (což je dnes daleko častější varianta) je na základní desce integrovaná. U notebooků je situace podobná, integrace převládá a pro externí připojení se používá rozhraní PCMCIA.

Mezi **základní parametry** každé síťové karty patří:

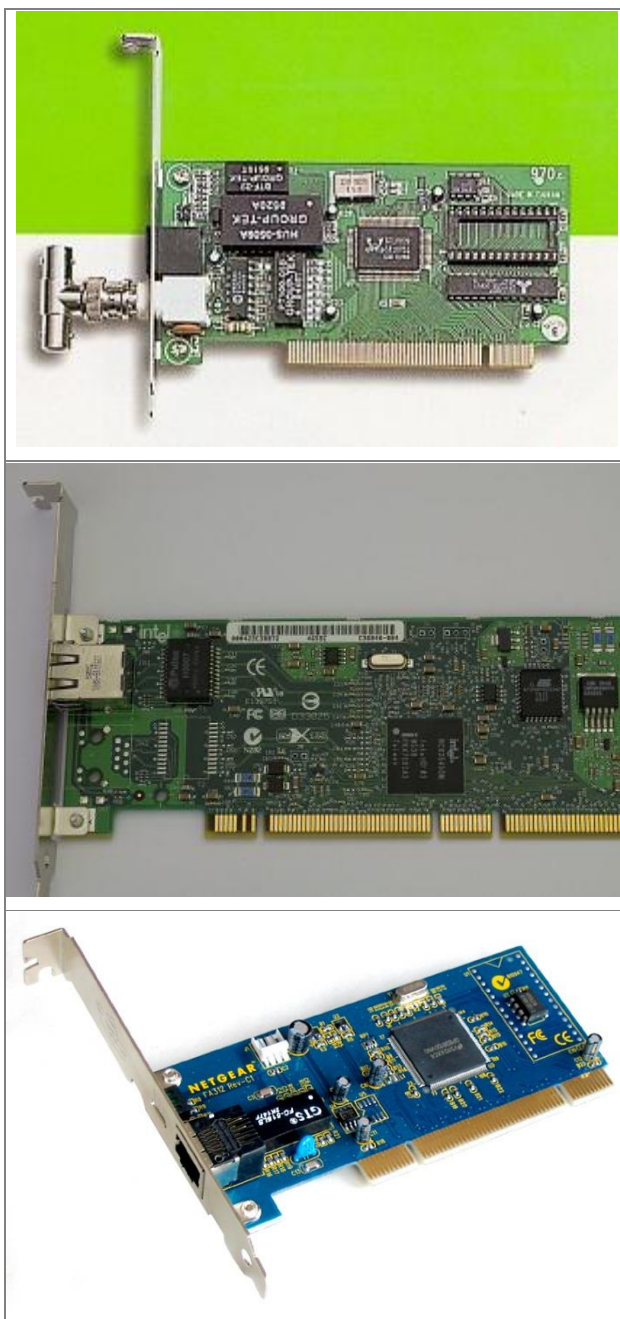
Parametr	Vysvětlení	Rozsah
Typ sítě	Typ sítě, pro který je daná karta určena	Ethernet, Fast Ethernet, Arcnet, Token ring
Rychlost	Množství dat, které je karta do sítě schopna vyslat (ze sítě přijmout) za jednotku času	100 kb/s - 10 Gb/s
Typ média	Typ síťového média (kabelu), které je možné k síťové kartě připojit, s výjimkou WiFi (anténa)	Tenký koaxiální kabel, silný koaxiální kabel, kroucená dvojlinka, optický kabel, bezdrátová komunikace

Každé síťové médium se k síťové kartě připojuje pomocí specifického konektoru, který karta musí obsahovat.

Síťová média:

- **tenký koaxiální kabel:** určený zejména pro vnitřní rozvody uvnitř budovy. Pro jeho připojení se používá konektoru **BNC**. V dnešní době bývá častěji nahrazován kroucenou dvojlinkou.
- **silný koaxiální kabel:** používaný dříve k venkovním rozvodům, k jeho připojení se používá konektoru Canon, který zde bývá označován jako **AUI**. Tento AUI konektor může sloužit také k připojení tzv. **transcieveru**, pomocí něhož je potom možné připojit jiný typ média (transciever AUI - BNC, transciever AUI - RJ45). Dnes je silný koaxiální kabel používaný jen zřídka, protože je nahrazován kvalitnějším optickým kabelem.
- **kroucená dvojlinka (UTP, STP):** používaná pro vnitřní rozvody. Kroucená dvojlinka se připojuje pomocí konektoru **RJ-45**
- **optický kabel:** používá se pro páteřní rozvody a rychlé spoje na větší vzdálenost (vlákno vícevidové a jednovidové), dvě vlákna na jeden spoj
- **bezdrátový spoj (WiFi):** používá se pro spojení stanic na vzdálenosti srovnatelné s optickými spoji, avšak s podstatně nižší rychlostí

Každá **ethernetová síťová karta** má od výrobce stanoven **jedinečný 48-bitový identifikátor**, který se nazývá **MAC adresa** (též známá jako fyzická nebo hardwarová adresa). Tato MAC adresa je v první polovině identifikací výrobce a v druhé části zajišťuje jedinečnost MAC adresy v síti, a proto se může stát, že se vyskytnou dvě síťové karty se stejnou MAC adresou. V takovém případě je možné MAC



adresu nastavit jinak (buď pomocí speciálního programu přímo v EEPROM síťové karty nebo jen dočasně za běhu pomocí nastavení jejího ovladače). V paměti je uložen také firmware, který provádí funkce řízení logického spoje a řízení přístupu na média ve spojové vrstvě modelu OSI. Jiné technologie (např. ARCNET, ATM apod.) mají formát adresy jiný.

Síťové karty dále rozlišujeme podle jejich použití a to na **serverové síťové karty a na karty, které jsou určeny do pracovních stanic**. Na serverové karty jsou pochopitelně kladeny daleko větší nároky. Jsou většinou víceportové a musí poskytovat více funkcí - např.: zvýšenou datovou propustnost, větší spolehlivost, rozšířené možnosti komunikace a snížené zatížení procesoru.

Některé síťové karty jsou vybaveny patičkou pro obvod zvaný **Boot ROM**. Boot ROM je paměť typu EPROM (EEPROM), která obsahuje programové vybavení nezbytné pro zavádění operačního systému z počítačové sítě místo jeho zavádění z lokálního disku.

I/O karta

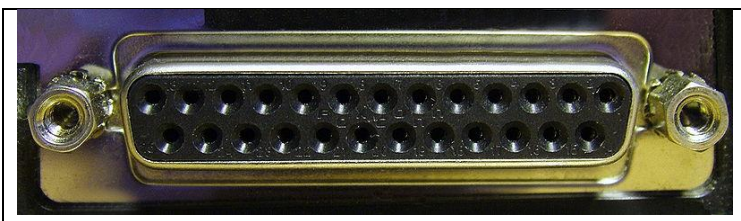
I/O karta (Input/Output) byla deska obsahující porty pro připojení periferních zařízení. **Port** (periferního připojení) je místo spojení procesorové jednotky s komunikačním kanálem a slouží k připojení dalších periferních zařízení. V současné době nejsou tyto prostředky již používány, vzhledem k přechodu na rozhraní USB.

Standardní I/O karta obsahovala:

- **1 paralelní port:** je označován jako **LPT 1**, případně i 2, a slouží např. pro připojení tiskárny, ZIP disku, propojení dvou počítačů. Informace jsou přes paralelní port přenášeny paralelně, tzn. že je vždy zároveň přenášena určitá sada bitů.
- **2 sériové porty:** jsou označovány jako **COM1**, **COM2** a slouží pro připojení počítačové myši, tiskárny, propojení dvou počítačů. U sériového portu jsou informace přenášeny sériově, tj. jednotlivé bity jsou posílány jednotlivě za sebou.
- **1 game port:** slouží k připojení křížového ovladače pro hry (joystick)

LPT port – paralelní port

Paralelní port je obecně název pro rozhraní, které umožňuje přenášet několik bitů (obvykle 8) současně, na rozdíl od sériového portu, kdy je vždy informace vysílána po jednotlivých bitech. V minulosti byla hlavní výhodou paralelního portu oproti sériovému vyšší přenosová rychlost. V



dnešní době je problém poněkud složitější, neboť se používají vysoké přenosové rychlosti a při nich se při paralelním přenosu významněji projevují některé parazitní efekty, takže v určitých případech může být při stejné technologické úrovni sériový přenos rychlejší než paralelní. Nevýhodou paralelního přenosu oproti sériovému je ve všech případech nutnost používat podstatně větší počet vodičů.

V minulosti se pro paralelní port používaly různé normy. Největšího rozšíření dosáhlo rozhraní označované jako Centronics. Dalším rozšířeným standardem byla norma IRPR. Tyto dva standardy byly nekompatibilní kvůli rozdílnému významu, časování a polaritě jednotlivých signálů.

Na počítačích kompatibilních s počítači IBM PC se paralelní port označoval jako LPT – Line Printer Terminal a odpovídal již zmíněnému standardu Centronics. Byl určen zejména pro komunikaci s tiskárnou, která užívá 8bitovou prodlouženou ASCII sadu znaků. Název odvozený od řádkové tiskárny byl běžný všeobecný termín pro různé druhy tiskáren. Grafické tiskárny se spoustou jiných zařízení byly navrženy pro práci se systémem. V podstatě se jednalo o průmyslový standard po dlouhou dobu, až byl roku 1990 konečně normován jako IEEE 1284. Dnes je používání paralelního portu v útlumu a to příchodem USB (Universal serial bus) a FireWire (IEEE 1394).

Většina počítačů v 80. a 90. letech měla jeden nebo dva porty.

- LPT1 : I/O port 0x378, IRQ 7
- LPT2 : I/O port 0x278, IRQ 5

Některé systémy měly port LPT3, ale ten se nevyskytoval tak často. Ve skutečnosti neměla většina počítačů více než jeden port.

Řada dalších zařízení byla navržena k připojení k paralelním portu. Nejvíce bylo jednosměrných zařízení, přijímajících pouze informace posílané z počítače. Nicméně některá zařízení jako Zip byla schopna pracovat v obousměrném režimu. Tiskárny také časem začaly pracovat v obousměrném režimu dovolujícím posílat různé stavové informace.

Poznámka: V MS-DOS a PC-DOS byly paralelní porty zpřístupněny přímo na příkazové řádce. Například příkaz "type C:\autoexec.bat > LPT1" přímo odeslal soubor autoexec.bat na port tiskárny, čímž obvykle došlo k jeho vytištění. Také existoval příkaz "print" k dosažení stejného efektu. Microsoft Windows ještě také odkazují na tyto porty, přestože se tuto skutečnost snaží před uživatelem skrýt.

LPT port má 8bitovou paralelní datovou sběrnici + 4 piny pro ovládání výstupu (Strobe, Linefeed, Initialize, a Select In) a 5 pinů pro ovládání vstupu (ACK, Busy, Select, Error a Paper Out). Přenosová rychlost je 12000 kbit/s.

Paralelní port je druh zásuvky, který se nachází v osobních počítačích pro propojení s různými periferiemi. Je také známý jako port tiskárny nebo Centronics port. Standard IEEE 1284 určuje, že jde o obousměrný tok dat. Ve většině případů již je nahrazen paralelní port USB rozhraním. Nejnovější tiskárny jsou propojeny přes USB a nemívají paralelní port. Na spoustě nových počítačů je paralelní port vynechán kvůli úspoře nákladů a protože jsou považovány za zastaralé. V laptotech je paralelní port obvykle dostupný kvůli rozšiřujícím stanicím.

COM port – sériový port – RS232

Standard RS-232, resp. jeho poslední varianta RS-232C z roku 1969, (také sériový port nebo sériová linka) se používá jako komunikační rozhraní osobních počítačů a další elektroniky. RS-232 umožňuje propojení a vzájemnou sériovou komunikaci dvou zařízení, tzn. že jednotlivé bity přenášených dat jsou vysílány postupně za sebou (v sérii) po jednom páru vodičů v každém směru. Na rozdíl od síťové technologie Ethernet nebo rozhraní USB se tedy jedná o zcela bezkolizní fyzickou vrstvu.

V současné době se v oblasti osobních počítačů od používání sériového rozhraní RS-232 již téměř definitivně ustoupilo a to bylo nahrazeno výkonnějším Univerzálním sériovým rozhraním (USB). Nicméně v průmyslu je



tento standard, především jeho modifikace – standardy RS-422 a RS-485, velice rozšířen a pro své specifické rysy tomu tak bude i nadále. Na rozdíl od komplexnějšího USB, standard RS-232 pouze definuje, jak přenést určitou sekvenci bitů a nezabývá se už vyššími vrstvami komunikace. V referenčním modelu ISO/OSI tak představuje pouze fyzickou vrstvu.

Na počítači bývá linka RS-232 vyvedena pomocí konektoru D-Sub typu DE-9 M (samec), zařízení se tedy připojuje šňůrou s konektorem DE-9 F (samice). U starších počítačů byla druhá linka vyvedena na konektor DB-25 M (ten doporučuje původní norma), používal se například pro připojení modemu. Elektricky jsou oba konektory shodné (u velkého je jen mnoho pinů nevyužitých), takže se mohla případně použít jednoduchá pasivní redukce na DE-9 M a teoreticky i naopak. Pro připojení zařízení používajících RS-232 k současným počítačům se používají buď rozšiřující desky, nebo převodníky USB/RS-232. Převodníky USB/RS-232 mají proti originální "skutečné" lince RS232 výrazně delší dobu odezvy, což může v některých aplikacích způsobovat značné problémy až nefunkčnost. Ačkoliv moderní základní desky většinou nemají sériový port na zadním panelu, mohou ho některé mít vyveden na 10-pinový konektor na jiném místě na desce (podobně jako "interní" USB).

Standard definuje asynchronní sériovou komunikaci pro přenos dat. Pořadí přenosu datových bitů je od nejméně významného bitu (LSB) po bit nejvýznamnější (MSB). Počet datových bitů je volitelný, obvykle se používá 8 bitů, lze se také setkat se 7 nebo 9 bity. Logický stav „0“/„1“ přenášených dat je reprezentován pomocí dvou možných úrovní napětí, které jsou bipolární a dle zařízení mohou nabývat hodnot ± 5 V, ± 10 V, ± 12 V nebo ± 15 V. Nejčastěji se používá varianta při které logické hodnotě 1 odpovídá napětí -12 V a logické hodnotě 0 pak $+12$ V. Základní tři vodiče rozhraní (příjem RxD, vysílání TxD a společná zem GND) jsou doplněny ještě dalšími vodiči sloužícími k řízení přenosu (vstupy DCD, DSR, CTS, RI, výstupy DTR, RTS). Ty mohou a nemusí být používány (zapojeny), nebo mohou být použity pro napájení elektronických obvodů v zařízení. Výstupní elektronika je vybavena ochranou proti zkratu, kdy po překročení proudu 20 mA proud již dále neroste.

PCMCIA slot

Sdružení PCMCIA (Personal Computer Memory Cards International Association) bylo ustaveno v roce 1989. Tento standard brzy přijalo asi 200 firem a dnes k této nevýdělečné organizaci patří asi 600 společností. Původně se jednalo o **standard, který byl určen pro rozšiřující paměťové karty a jejich sloty pro přenosné počítače**. Dnes se jedná o rozhraní s univerzálním použitím, ke kterému je možné připojit celé spektrum různých zařízení.

Standard PCMCIA není závislý na hardwarové platformě a operačním systému. To znamená, že je možné se s ním setkat nejen na počítačích PC, Apple MacIntosh, ale často i v "nepočítačových" zařízeních. Jeho hlavní těžiště použití je u přenosných počítačů (notebooků, laptopů, palmtopů atd.), které jsou PCMCIA osazeny až z 90% **Rozhraní PCMCIA vytváří sběrnici, na kterou je možné připojovat PCMCIA karty**. Tato sběrnice je kompatibilní se sběrnici ISA, EISA, MCA, VL-bus i PCI, takže není žádný problém, aby počítač byl vybaven např. PCI a PCMCIA sběrnici zároveň.

Hlavní výhodou PCMCIA je, že se jedná o rychlý a efektivní systém pro připojování různých periférií bez otevírání počítače, má jednoduchou instalaci dovolující automatickou konfiguraci. Není tedy nutné provádět manuální nastavování pomocí propojek (jumperů). **PCMCIA je navrženo tak, aby umožňovalo tzv. "hot swap"**, tj. kartu je možné vyměnit za chodu počítače (není nutné počítač vypínat a po jeho zapnutí znovu zavádět operační systém). Výkonnost sběrnice je poměrně omezená, nabízí **16bitovou** datovou šířku a pracovní cyklus maximálně **33 MHz**. Má pouze 26 adresových vodičů, které omezují velikost její paměti na 64 MB. Neumožňuje, aby periferní zařízení převzala řízení sběrnice. PCMCIA karty mají všechny stejnou velikost 85,6 x 54 mm (šířka x délka) a liší se pouze svou tloušťkou:

- **typ I:** jeho tloušťka je 3,3 mm a jedná se nejstarší typ používaný zejména pro paměťové karty Flash, SRAM
- **typ II:** o tloušťce 5 mm, který je dnes nejpoužívanější. K dispozici je řada různých zařízení:
 - faxmodemy
 - síťové karty
 - SCSI karty
 - zvukové karty
 - disky



PCMCIA síťová karta



PCMCIA SCSI rozhraní

- **typ III:** tloušťka 10,5 mm. Jedná se zatím o poslední mezinárodně přijatou specifikaci používanou hlavně pro pevné disky.
- **typ IV:** standard, o jehož zavedení se pokouší firma Toshiba. Jeho tloušťka je 16 mm.
- **Extended Cards:** rozšířené (prodloužené) karty: asi o 50 mm delší, určené pro speciální aplikace.

Jednotlivé typy jsou vzájemně kompatibilní: kartu typu I je možné použít ve slotu typu II i III a podobně. Obráceně to z mechanických důvodů není možné.

ExpressCard rozhraní.

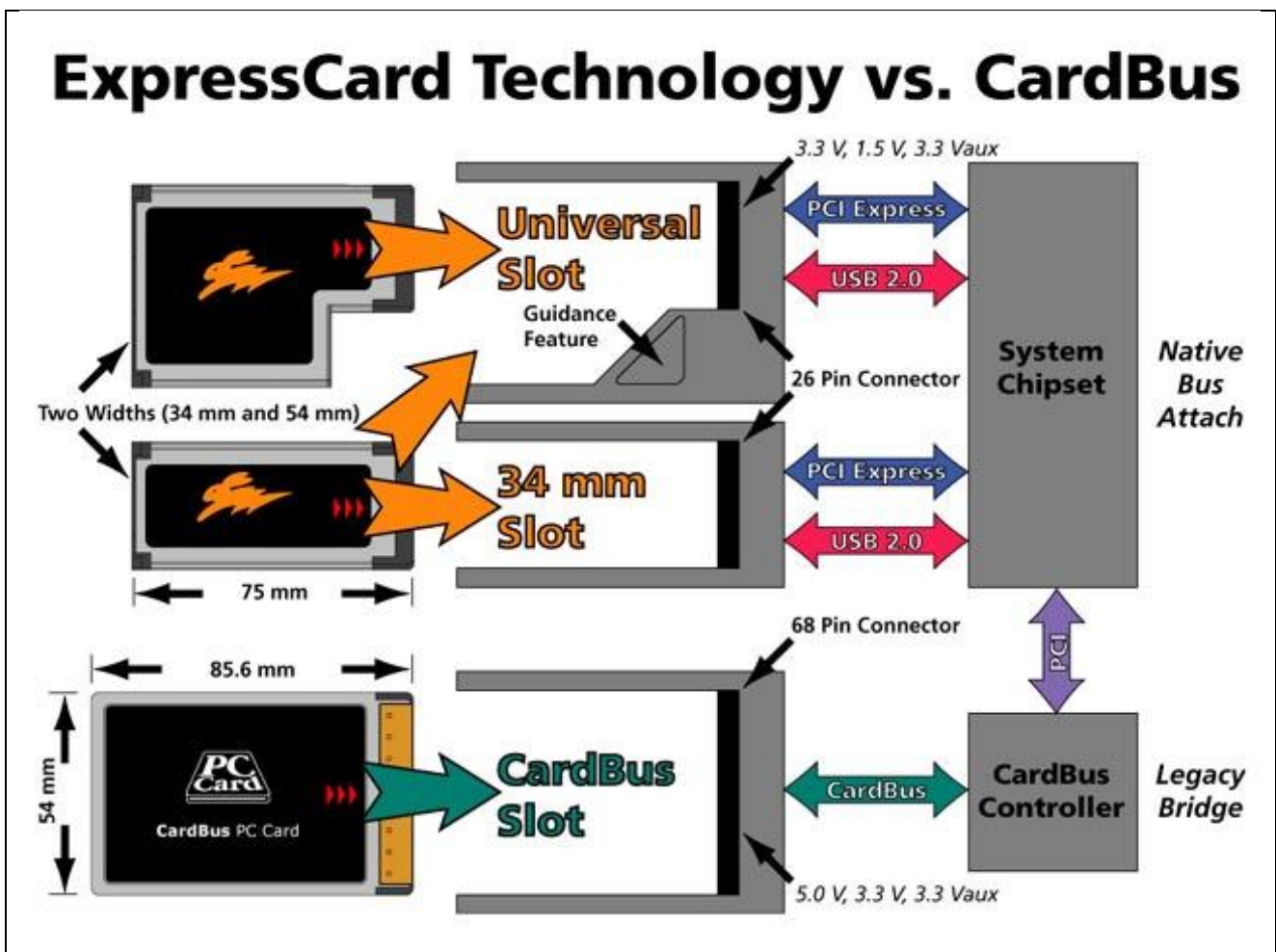
ExpressCard je rozhraní umožňující připojení periferních zařízení k počítači, obvykle k notebooku. Dříve nazývaný NEWCARD, dnes ExpressCard standard stanovuje konstrukci drážek, které jsou vestavěné v počítači a na kartě, kterou lze vložit do slotu ExpressCard. Karty obsahují elektronické obvody a konektory pro externí zařízení, která lze připojit. Norma **ExpressCard nahrazuje normu PC Card známou též jako PCMCIA.**

Hardware, který lze připojit do počítače zahrnuje připojení karty, FireWire 800 (1394B), USB 3.0, Ethernet (také gigabitový Ethernet), externí disky s rozhraním Serial ATA, solid-state disky, externí PCI Express grafické karty, bezdrátové síťové karty (NIC) a mnoho dalších zařízení pomocí čipů, které se připojí k počítači pomocí USB nebo PCIe.

Norma **ExpressCard specifikuje dvě formy**, **ExpressCard/34** (34 mm) a **ExpressCard/54** (54 mm, ve tvaru písmene L) - konektor, který je stejný na obou (34 mm). Standardní karty jsou 75 mm dlouhé (o 10.6 mm kratší než CardBus) a 5 mm silné, ale mohou být i silnější. 34 mm slot akceptuje pouze 34 mm karty, ale 54 mm slot akceptuje 34 mm i 54 mm karty. Adaptéry jsou k dispozici pro připojení karty ExpressCard/34 a slotu CardBus (Ale ne 16-bit PC Card). **Karty jsou v režimu hot-plug** (připojení zařízení za chodu počítače).

Hlavní výhodou ExpressCard je **větší šířka pásma**, protože mají přímé napojení na systémové sběrnice přes PCI Express, USB 2.0 a CardBus karty užívají pouze rozhraní PCI. ExpressCard má maximální propustnost dat 2,5 Gbit/s přes PCI Express a 480 Mbit/s přes USB 2.0 zatímco všechna zařízení CardBus připojená k počítači sdílejí celkovou šířku pásma 1,06 Gbit/s. Norma ExpressCard má specifikované napětí buď 1,5V nebo 3,3V. U CardBus slotů je možno použít buď 3,3V nebo 5.0V.

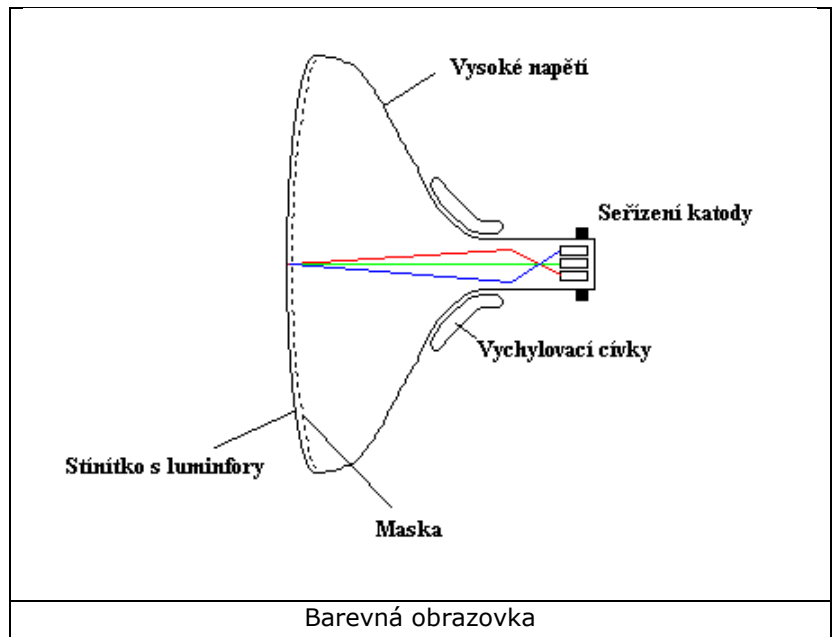
Standard ExpressCard 2.0 byl vydán 04. 3. 2009 na veletrhu CeBIT v Hannoveru. Očekávaná **šířka pásma je 5Gbit/s** (s přenosovou rychlostí 500MB/s) což je desetkrát více než umožňuje USB 2.0 (0,48 Gbit/s). Je zpětně kompatibilní se současnými moduly ExpressCard.



Monitory

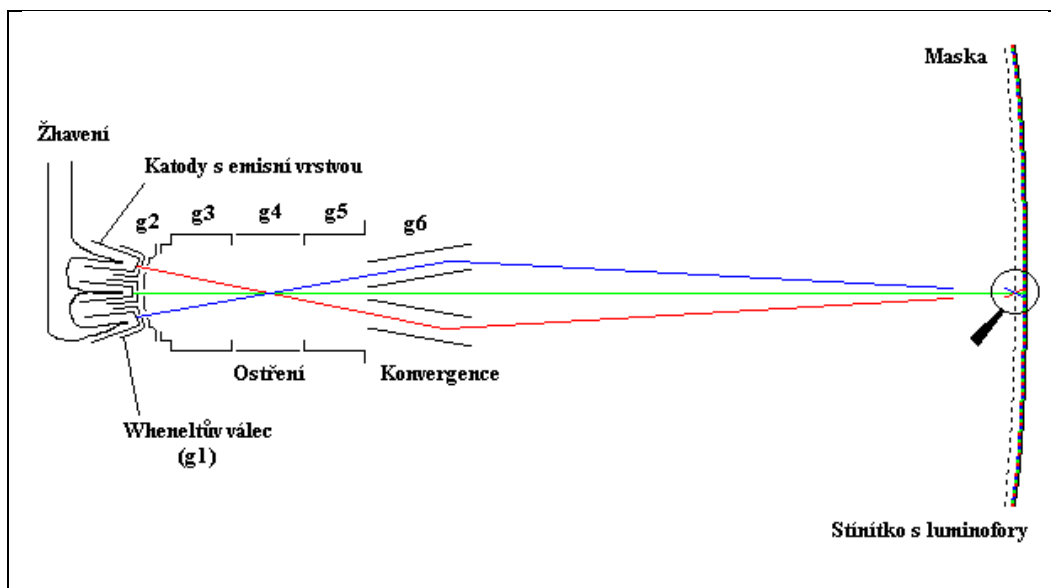
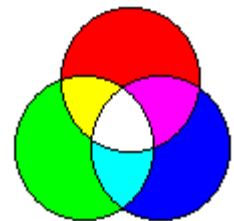
CRT monitor

Monitory jsou základní výstupní zařízení počítače. Slouží k zobrazování textových i grafických informací. Starší monitory pracují na principu katodové trubice (CRT - Cathode Ray Tube), která je hlavní částí každého monitoru. Na stínítku se zobrazují jednotlivé pixely. Monitor je připojen přímo k videokartě zasílající patřičné informace, které budou na monitoru (jeho obrazovce) zobrazeny. Při práci barevné obrazovky jsou ze tří katod emitovány elektronové svazky, které jsou pomocí jednotlivých mřížek (viz obrázek řez barevnou obrazovkou) taženy až na stínítko obrazovky. Na zadní stěně stínítka obrazovky jsou nanесeny vrstvy tzv. **luminoforů** (luminofor = látka přeměňující kinetickou energii na energii světelnou). Tyto luminofony jsou ve třech základních barvách - Red (červená), Green (zelená), Blue (modrá) - pro aditivní model skládání barev. Vlastní elektronové svazky jsou bezbarvé, ale po dopadu na příslušné luminofony dojde k rozsvícení bodu odpovídající barvy.



Aditivní model RGB

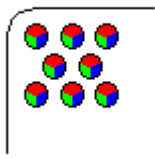
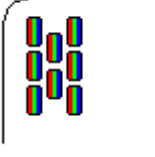

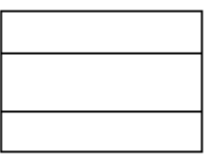
Protože elektronový svazek je vlastně svazek částic stejného náboje (záporného), mají tyto částice tendenci se odpuzovat a vlivem toho dochází k rozostřování svazku. Proto těsně před stínítkem obrazovky se nachází maska obrazovky. Je to v podstatě mříž, která má za úkol propustit jen úzký svazek elektronů. Maska obrazovky musí být vyrobena z materiálu, který co nejméně podléhá tepelné roztažnosti a působení magnetického pole. Oba dva tyto jevy by totiž způsobily, že elektronové svazky nedopadnou přesně na svůj luminofor, což by se projevilo nečistotou barev. Elektronové svazky jsou vychylovány pomocí vychylovacích cívek tak, aby postupně opisovaly zleva doprava a shora dolů jednotlivé řádky obrazovky.



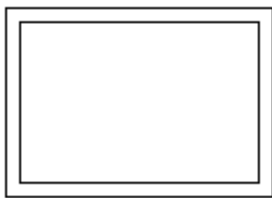
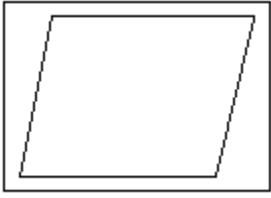
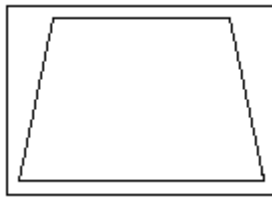
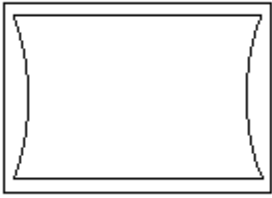
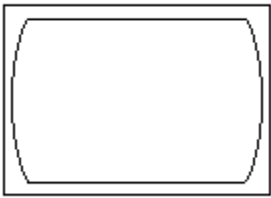
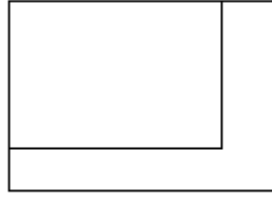
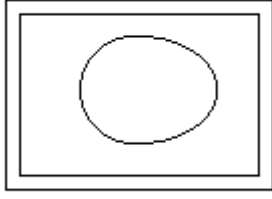
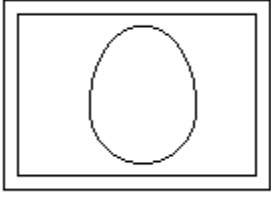

Řez barevnou obrazovkou

Jednotlivé elektronové svazky jsou emitovány z nepřímo žhavené katody, která má na svém povrchu nanесenu emisní vrstvu. Elektronové svazky pak prochází tzv. **Wheneltovým válcem** (mřížka g1), který má vzhledem ke katodě záporný potenciál. 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 (g2 - g6), které mají naopak vzhledem ke katodě kladný potenciál, díky kterému jsou elektrony přitahovány. Tento kladný potenciál je na mřížce g2 nejnižší, na g3 vyšší a až na g6 nejvyšší. Toto má za úkol elektronové svazky táhnout až na stínítko obrazovky. Speciální funkci zde má mřížka g3 (ostření), která má za úkol zaostřovat elektronové svazky, a mřížka g6 (konvergence), od které se elektronové svazky postupně sbíhají. K jejich setkání dojde u masky obrazovky, kde se prokříží a dopadnou na své luminofory.

Podle umístění a tvaru otvorů masky a tím i odpovídajícímu nanесení luminoforů je možné rozlišit tři základní typy barevných obrazovek.

Typ	Maska	Poznámky
Delta		Jednotlivé otvory v masce jsou kruhové a jsou uspořádány do trojúhelníků (velké písmeno delta). Stejným způsobem jsou uspořádány i luminofory na stínítku. Nevýhodou tohoto typu masky (obrazovky) je velká plocha, která je tvořena kovem masky a která způsobuje větší náchylnost k tepelné roztažnosti. Vzhledem k tomuto poskytovaly obrazovky typu Delta poměrně nekvalitní obraz a dnes se již nepoužívají
Inline		Otvory v masce jsou obdélníkového tvaru a jednotlivé luminofory jsou nanесeny v řadě vedle sebe. Obrazovka Inline je dnes nejrozšířenějším typem obrazovky
Trinitron	 	Obrazovky Trinitron jsou propagovány zejména firmou Sony. Jejich luminofory jsou nanесeny v řadě vedle sebe podobně jako u obrazovky typu Inline. Vlastní maska je tvořena svislými pásy, které ve vodorovném směru nejsou nikde přerušeny. Toto řešení s sebou nese problém - pásy masky jsou tenké a na celé výšce obrazovky se neudrží. Tento se řeší dvěma způsoby: <ul style="list-style-type: none"> • u monitorů: natažením dvou vodorovných drátů (cca v jedné třetině a dvou třetinách výšky obrazovky) přes obrazovku. Tyto dráty jsou potom bohužel na obrazovce vidět (hlavně na světlém pozadí) • u televizorů: silnějšími pásy masky. Maska pak působí o něco hrubším dojmem.

U konkrétních obrazovek se mohou projevit následující základní poruchy geometrie obrazu.

		
Ideální obraz	Rovnoběžníkovitost (Parallelogram)	Lichoběžníkovitost (Trapezoid)
		
Poduškovitost (Pincushion)	Soudkovitost	Posunutí (Shift)
		
Horizontální nelinearita	Vertikální nelinearita	Otočení (Tilt)

Některé z těchto poruch bývá možné napravit pomocí korekcí vyvedených na předním panelu monitoru. Pokud tyto korekce monitor nemá nebo jejich rozsah pro nápravu nedostačuje, je nutné provést servisní zásah.

Parametry monitorů

Každý monitor musí být přizpůsoben videokartě (např.: MDA, CGA, EGA, VGA, SVGA), ke které má být připojen. Není možné například monitor pro EGA kartu připojit ke kartě SVGA. Monitory je možné rozdělit do dvou základních skupin:

- **monochromatické (černobílé):** informace zobrazují pouze v odstínech jedné barvy (obvykle bílá, oranžová, zelená)
- **barevné (color):** umožňují zobrazovat více různých barev současně

Dalším parametrem každého monitoru je velikost jeho obrazovky. Stínítko obrazovky monitoru je tvaru přibližného obdélníku s poměrem stran 4/3. Velikost každé obrazovky je udávána její úhlopříčkou. Úhlopříčka udává její celou velikost a nikoliv velikost její aktivní plochy (plocha, na které je možné zobrazit obraz), která je vždy o něco menší (např. u 17" monitoru je 15,4" až 16,1"). Běžně používané velikosti obrazovek u počítačů jsou:

- **14", 15":** monitory určené hlavně pro zpracování informací v textovém režimu. V grafickém režimu jsou vhodné pro rozlišení 800 x 600 bodů. Vyšší rozlišení na těchto monitorech bývá hůře čitelné. Ve vyšších rozlišovacích režimech také tyto monitory neposkytují příliš dobré obnovovací frekvence.
- **17":** monitory určené pro práci s graficky orientovanými programy (tabulkové procesory, textové a grafické editory, prezentační programy). Je možné je použít i pro amatérskou práci s programy CAD/CAM a DTP. 17" monitory jsou vhodné pro rozlišení 1024 x 768 bodů až 1280 x 1024 bodů.
- **19" - 21":** monitory určené zejména pro profesionální práci s náročnými aplikacemi CAD/CAM a DTP. Jedná se o monitory vhodné pro práci s rozlišením 1280 x 1028 bodů až 1600 x 1200 bodů.

S velikostí obrazu souvisí také parametr označovaný jako **FS** (Full Screen), který říká, že monitor je schopen využívat celou viditelnou plochu obrazovky. Díky tomu nevznikají na obrazovce nevyužitá černá okraje, do kterých není možné obraz roztáhnout a které byly pozorovatelné zejména u starších 14" monitorů.

Jak bylo uvedeno, při práci monitoru elektronové svazky vychylovány vychylovacími cívkami tak, aby proběhly celou aktivní plochu stínítka obrazovky. Pro kvalitu obrazu je velmi podstatné, jak rychle jsou tyto svazky schopné jednotlivé řádky probíhat. U každého monitoru se proto udává:

- **horizontální frekvence (řádkový kmitočet):** měří se v kHz a udává, kolik řádků vykreslí elektronové svazky monitoru za jednu sekundu.
- **vertikální frekvence (obnovovací kmitočet obrazu):** úzce souvisí s horizontální frekvencí, měří se v Hz a udává počet obrazů zobrazených za jednu sekundu.

Obecně platí, že čím vyšší jsou tyto frekvence pro dané rozlišení, tím kvalitnější a stabilnější obraz monitor poskytuje. Při nízkých frekvencích je obraz nestabilní (poblikává) a při delší práci působí únavu zraku. Konkrétní parametry, které jsou ještě vyhovující a které již ne, jsou silně subjektivní a závisí na člověku, který s monitorem pracuje a jak dlouho s ním denně pracuje. Uvádí se, že při rozlišení 1024 x 768 by vertikální frekvence měla být okolo 72 Hz.

V případě požadavků na režimy s vysokým rozlišením je možné se setkat také s tzv. **prokládanými režimy** (interlaced mode). Tento režim použije monitor v okamžiku, kdy není schopen zvládnout vysoké řádkovací frekvence pro režimy s vysokým rozlišením. Aby tento režim mohl monitor zobrazit, obraz se rozloží do dvou dílů. Při prvním průchodu elektronových svazků se vykreslí všechny liché řádky a po návratu paprsku se vykreslí všechny sudé řádky. **Tento systém poskytuje lepší obraz, než kdyby monitor zobrazoval s nízkou frekvencí všechny řádky postupně jako u neprokládaného (non-interlaced) režimu, avšak podstatně horší obraz než monitor, který dokáže použít vyšší frekvenci a pomocí ní potom neprokládaně zobrazit celý obraz. Prokládaný režim je charakteristický tím, že obraz se chová mírně neklidně - "mrká" a jsou pozorovatelné slabé tmavé vodorovné pruhy. Při dlouhé práci s takovým monitorem dochází k únavě zraku.**

Pokud má monitor zobrazovat různé grafické režimy (s různým rozlišením), je nutné, aby pracoval s různými frekvencemi. Výsledkem je, že při přepnutí grafického režimu může dojít ke změně umístění obrazu (obraz již není přesně vycentrován na střed obrazovky), popř. i ke změnám geometrie obrazu (špatná horizontální a vertikální velikost, poduškovitost apod.). Tyto poruchy lze odstranit pomocí korekcí monitoru, avšak je velmi nepraktické při každém přepnutí režimu měnit nastavení monitoru. Tento problém vyřešily moderní monitory, které používají **digitální ovládání** společně s tzv. **mikroprocesorovým řízením**. Tyto monitory jsou vybaveny pamětí, do níž je možné uložit nastavení obrazu pro různé režimy. U starších monitorů, které tuto možnost nemají, je nutné použít program, který bývá dodáván většinou k videokartě a který dovoluje uložení informací o nastavení obrazu pro jednotlivá rozlišení.

Některí výrobci monitorů používají při výrobě obrazovek tzv. **odzrcadlení**, které omezuje odrazy okolního světa v obrazovce. Tohoto efektu se dosáhne leptáním, mechanickým zdrsněním nebo nanesením speciální vrstvy na stínítka obrazovky. Dalším trendem při výrobě obrazovek jsou obrazovky **flat screen**. Vyznačují se jen velmi malým zakřivením a tím i realističtějšími zobrazeními informací.

Vzhledem k tomu, že monitor má při své práci poměrně vysoký příkon (u 17" monitoru asi 125 W), bývají monitory vybaveny funkcí **green**, která dovoluje přepnutí monitoru po určité době od posledního ovládní počítače uživatelem (poslední stisk klávesy, poslední pohyb myši apod.) do pohotovostního režimu. V tomto režimu monitor nic nezobrazuje, jeho příkon je podstatně nižší (8 W - 15 W) a po započítí práce s počítačem se opět automaticky přepne do pracovního režimu.

Při práci monitoru může vlivem magnetického pole Země, popř. působením magnetického pole některých předmětů (permanentní magnet, reproduktory apod.) dojít ke zmagnetování masky obrazovky, které se projeví nečistotou barev. Každý monitor provádí proto po svém zapnutí automaticky demagnetizaci masky obrazovky. Novější monitory bývají vybaveny speciálním tlačítkem označovaným degauss (degaussing), které provádí manuální demagnetizaci za chodu monitoru.

U moderních monitorů je také kladen požadavek, aby nedocházelo k nežádoucímu vyzařování škodlivého záření. Jako první vznikla norma **LR** (**L**ow **R**adiation), která označuje monitory se sníženým vyzařováním. Jako další a přísnější byla později přijata norma **TCO**.

Spolu se stále větším rozmachem nasazování počítačů i v oblastech vzdělávání či zábavy je možné se setkat i s **multimediálními** monitory, které bývají vybaveny reproduktory pro přehrávání zvukových záznamů).

LCD panel

Displej z tekutých krystalů (anglicky **liquid crystal display**, zkratkou **LCD**) je tenké a ploché zobrazovací zařízení skládající se z omezeného (velikostí monitoru) počtu barevných nebo monochromatických pixelů seřazených před zdrojem světla nebo reflektorem. Vyžaduje poměrně malé množství elektrické energie.

Každý pixel LCD se skládá z molekul tekutých krystalů uložených mezi dvěma průhlednými elektrodami a mezi dvěma polarizačními filtry, přičemž osy polarizace jsou na sebe kolmé. Bez krystalů mezi filtry by bylo světlo procházející jedním filtrem blokováno filtrem druhým. Molekuly tekutých krystalů jsou bez vnějšího elektrického pole ovlivněny mikroskopickými drážkami na elektrodách. Drážky na elektrodách jsou vzájemně kolmé, takže molekuly jsou srovnány do spirálové struktury a stáčí polarizaci procházejícího světla o 90 stupňů, což mu umožňuje projít i druhým filtrem. Polovina světla je absorbována prvním polarizačním filtrem, kromě toho je ale celá sestava průhledná. V okamžiku vzniku pole jsou molekuly tekutých krystalů taženy rovnoběžně s elektrickým polem, což snižuje rotaci vstupujícího světla. Pokud nejsou tekuté krystaly vůbec stočené, procházející světlo bude polarizováno kolmo k druhému filtru, a tudíž bude úplně blokováno a pixel se bude jevit jako nerozsvícený. Pomocí ovlivnění stočení krystalů v pixelu lze kontrolovat množství procházejícího světla, a tudíž i celkovou svítivost pixelu.

Je obvyklé srovnat polarizační filtry tak, že bez přívodu elektrické energie jsou pixely průhledné a až při průchodu elektrického proudu se stanou neprůhlednými. Někdy je ovšem pro dosažení speciálních efektů uspořádání opačné.

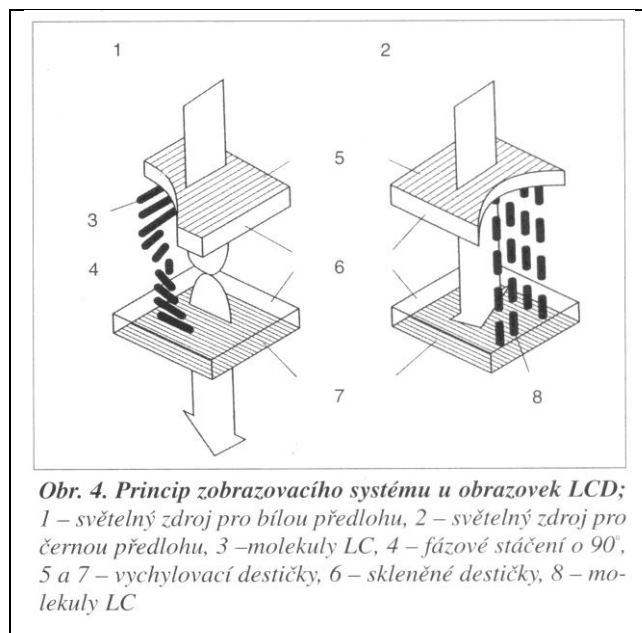
Elektrické pole potřebné pro rychlé srovnání molekul tekutých krystalů je ale také dostatečné pro jejich úplné „vystrčení“ z pozice, což poškozuje displej. Tento problém je vyřešen použitím střídavého proudu.

Pro finanční úsporu v elektronice jsou LCD často *multiplexovány*. V multiplexovaném displeji jsou elektrody na jedné straně displeje seskupeny (typicky po sloupcích) a každá skupina má svůj zdroj napětí. Na druhé straně jsou elektrody také seskupeny (typicky po řádcích), přičemž každá tato skupina má svůj *spotřebič napětí*. Skupiny jsou navrženy tak, aby každý pixel měl unikátní kombinaci zdroje a spotřebiče. Elektronika pak řídí zapínání zdrojů a spotřebičů.

Výroba LCD

Pro výrobu LCD je potřeba začít u dvou kusů polarizovaného skla. Poté se na nepolarizovanou stranu skla nanese speciální polymer, který vytváří na povrchu mikroskopické drážky. Směr těchto drážek musí být ve stejném směru jako polarizační film. Poté se nanese na jeden z filmů povlak z nematických tekutých krystalů. Polymerové drážky způsobí, že se první vrstva molekul vyrovná v souladu s orientací filtru. Následně je nutné přidat další sklo s polarizačním filtrem, ovšem tento filtr svírá s předchozím úhel 90° (naležato). Každá další vrstva molekul se přidává a otáčí a to až do okamžiku, kdy je mezi nejvyšší vrstvou a dnem úhel 90°, což odpovídá filtřům z polarizovaného skla.

Jakmile dopadne světlo na první filtr, dojde k jeho polarizaci. Molekuly každé vrstvy vedou přijaté světlo směrem k další vrstvě. Když prochází světlo těmito vrstvami tekutých krystalů, molekuly také mění rovinu kmitání světla, a to tak, aby odpovídala jejich vlastnímu úhlu. Jakmile tedy světlo dorazí ke vzdálené části hmoty tekutých krystalů, kmitá pod stejným úhlem jako poslední vrstva molekul. Pokud je poslední vrstva sesouhlasena s polarizačním filtrem - světlo prochází. V opačném případě vidíte na obrazovce tmou. Pokud molekuly tekutých krystalů vystavíte elektrickému náboji, změní svůj směr. Po opětovném srovnání, začnou měnit úhel světla, které jimi prochází, a tento úhel nebude již odpovídat úhlu vrchního polarizačního filtru. Takovou oblast displeje nemůže procházet žádné světlo, a proto bude tmavé.



Obr. 4. Princip zobrazovacího systému u obrazovek LCD; 1 – světelný zdroj pro bílou předlohu, 2 – světelný zdroj pro černou předlohu, 3 – molekuly LC, 4 – fázové stáčení o 90°, 5 a 7 – vychylovací destičky, 6 – skleněné destičky, 8 – molekuly LC

Mezi polarizační filtry se ještě přidává matice - aktivní nebo pasivní:

Pasivní matice je jednodušší. Tvoří ji dva substráty skla, přičemž jeden tvoří sloupce a druhý řady. Tyto jsou napojeny na integrované obvody které přivádí elektrický náboj k určitému bodu v určité řadě a sloupci.

Aktivní displeje mají matici složitější, jelikož je tvořena tenkovrstvými tranzistory (TFT metoda). Pomocí této metody lze přesně ovládat velikost napětí na krystalech a tím i ovládat jas displeje.

U LCD displejů se spotřeba energie neliší v závislosti na jasu.

Barevné displeje

V barevných LCD je každý pixel rozdělený do tří subpixelů, a to červeného, zeleného a modrého (tedy RGB). Svítivost každého pixelu je možné kontrolovat nezávisle na ostatních, díky tranzistorům, jejichž kombinací lze pak dosáhnout milionů barev. Starší CRT monitory používaly podobnou metodu.

Barevné složky (subpixely) je možné sestavit v různých geometriích, v závislosti na použití monitoru. V případě, že software zná geometrii monitoru, je možné zvýšit viditelné rozlišení pomocí metody *subpixel rendering*. Tato metoda je obzvláště praktická pro vyhlazování písma.

LCD rozdělujeme na:

- pasivní STN (Supertwist Nematic)
- aktivní TFT (Thin-Film Transistors).

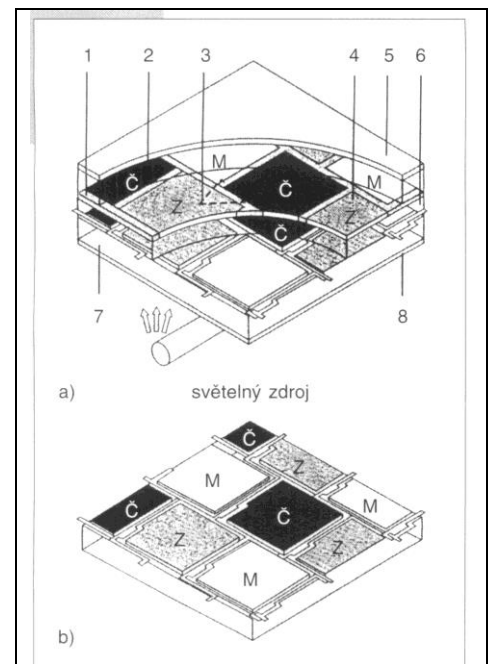
Aktivní displeje TFT rozdělujeme na:

- TN+Film (Twisted nematic)
- IPS (In-Plane Switching)
- MVA (Multi-domain Vertical Alignment)
- PVA (Patterned Vertical Alignment)
- S-PVA (Super-PVA)
- S-IPS (Super-IPS)

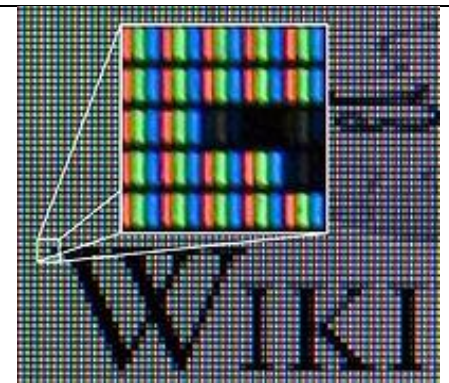
STN panel (Super-twisted nematic display)

Je druh displeje s monochromatickou pasivní maticí tekutých krystalů (LCD). STN displeje poskytují větší kontrast než twisted nematic (TN) zobrazující otáčením molekul od 180 do 270 stupňů. STN LCD vyžadují méně energie a jsou levnější na výrobu než TFT LCD, další populární typ LCD, který převážně nahradil STN pro běžné notebooky. Nicméně, STN zobrazení obvykle trpí nižší kvalitou obrazu a pomalejší odezvou než TFT displeje. STN displeje jsou použity u některých levných mobilních telefonů a informačních obrazovek některých digitálních produktů. Na počátku 90. let, kdyby byla v některých přenosných počítačích, jako je Amstrad je PPC512 a PPC640.

CSTN (ColorSTN) znamená barevný Super-twist nematic, je barevnou variantou pasivní matice LCD (Liquid Crystal Display) pro elektronické displeje původně vyvinut Sharp Electronics. CSTN využívá červené, zelené a modré filtry pro zobrazení barvy. Původní CSTN zobrazení vyvinut na počátku 90. let trpěl pomalými odezvami a stíny (kde jsou textové nebo grafické změny rozmazané, protože pixely nelze vypnout a dost rychle). Přes nedávné pokroky v technologii, byla CSTN životaschopnou alternativou k aktivní maticí displejů. Nové CSTN displeje mají 100ms odezvu zobrazení (pro srovnání displeje TFT nabízejí 8ms nebo méně), 140 stupeň úhel pohledu a vysoce kvalitní barvy ve srovnání s konkurenčními TFT displeji - to vše za poloviční cenu. Nejnovější STN technologie se nazývá High-Performance Addressing (HPA) a nabízí ještě lepší odezvu a kontrast, než CSTN.



Obr. 5. Sestava matice LCD (sestava trojice základních barev: Č - červená, Z - zelená, M - modrá); 1 - světelný zdroj pro bílou předlohu, 2 - světelný zdroj pro černou předlohu, 3 - molekuly LC, 4 - fázové stáčení o 90°, 5 a 7 - vychylovací destičky, 6 - skleněné destičky, 8 - molekuly LC



Logo Wikipedie zobrazené na LCD

DSTN znamená **Dvouvrstvé STN** - dříve pasivní maticová LCD technologie, která používá zvláštní kompenzační vrstva a tím poskytuje ostřejší obraz.

Dual Scan STN - rozšířené STN. Pasivní maticový LCD displej. Obrazovka je rozdělena na poloviny a každá polovina je zobrazována současně, čímž se zdvojnásobí počet řádků obnovovaných za sekundu a tím poskytuje ostřejší obraz. DSTN byl široce používán na starších noteboocích. Viz STN a LCD.

FRSTN - Fast Response STN. - rychlá odezva

FSTN - Film compensated STN, formuloval STN nebo filtrované STN. Pasivní maticová LCD technologie, která využívá filmovou kompenzační vrstvu mezi displeji STN a zadní polarizační pro větší ostrost a kontrast. To bylo použito v noteboocích, než metoda DSTN stal se populární.

FFSTN - Double film Super-twist nematic

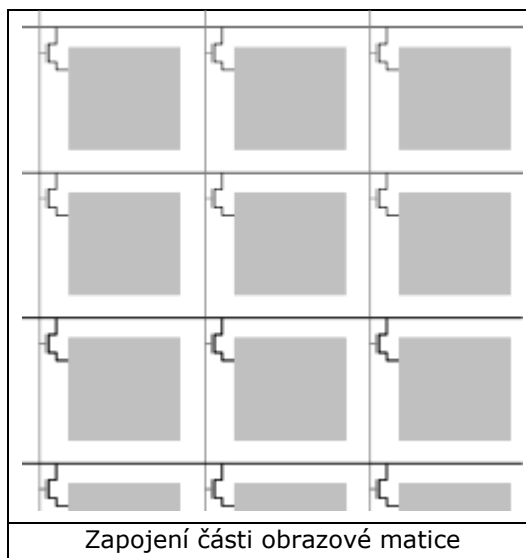
MSTN - Monochrome Super-twist nematic

CCSTN - Color Coded Super Twist nematic. LCD schopen zobrazovat omezený rozsah barev, které jsou používány v některých digitálních organizérů a grafických kalkulaček ve 90 letech

TFT display

Thin Film Transistor - Liquid Crystal Display (TFT-LCD) je varianta displeje z tekutých krystalů (LCD), který využívá tenkovrstvé

tranzistory (TFT), je to technologie pro zlepšení kvality obrazu (např. adresovatelnost, kontrast). TFT LCD displej je typem Active Matrix LCD, a všechny LCD-displeje jsou založeny na aktivní TFT matici adresování. **TFT LCD se používají v televizorech a počítačových monitorech, mobilních telefonech, kapesních videoherních systémech, osobních digitálních asistentech a navigačních systémech, projektorech, atd.**



Konstrukce

Displeje TFT z tekutých krystalů používané v kalkulačkách a zařízeních mají přímo řízené obrazové prvky - napětí může být aplikováno přes jeden segment bez zásahu do ostatních segmentů na displeji. Je to nepraktické pro velký displej s velkým počtem obrazových prvků (pixelů), protože to by vyžadovalo milióny spojení - vrchní a spodní připojení pro každou jednu ze tří barev (červená, zelená a modrá) každého pixelu. Abyste se vyhnuli tomuto problému, obrazové body jsou řešeny v řádcích a sloupcích, čímž se snižuje počet připojení z milionů na tisíce. Sloupcové a řádkové vodiče jsou připojeny k tranzistorovým spínačům, jeden pro každý pixel. Jedno- směrně propustná diodová charakteristika tranzistoru brání náboj uložený na pixel před ztrátou mezi obnovováními zobrazeného obrazu. **Každý pixel je malý kondenzátor s izolační vrstvou tekutých krystalů vloženou mezi transparentními vodivými vrstvami ITO.**

Způsob zapojení obvodů pro TFT-LCD je velmi podobný jako u jiných polovodičových výrobků. Nicméně, spíše než zhotovení tranzistorů na monokrystalické křemíkové destičky, jsou vyrobeny z tenké vrstvy **amorfního křemíku** usazené na skleněnou desku. Křemíkové vrstvy pro TFT-LCD jsou obvykle vytvořeny pomocí PECVD procesu (*Plasma-Enhanced Chemical deposition je proces, který slouží k uložení tenké vrstvy z plynného stavu - tenze, do pevného stavu na podklad. Chemické reakce je vyvolána v procesu, ke kterému dojde po vytvoření plazmy z reagujících plynů. Plazma je obecně vytvořena střídavým s RF frekvencí nebo stejnosměrným výbojem mezi dvěma elektrodami, mezi nimiž je prostor naplněný reagujícími plyny*). Tranzistory zabírají pouze malou část plochy každého pixelu. Zbytek křemíkového filmu je odstraněn pryč, aby světlo projít.

Polykrystalický křemík je někdy používán v displejích, které vyžadují vyšší výkon TFT. Příkladem jsou malé displeje s vysokým rozlišením, jako jsou ty v projektorech nebo hledáčkách kamer a fotoaparátů. Na amorfním křemíku založené TFT jsou nejčastěji používány kvůli jejich nižším výrobním nákladům, zatímco polykrystalické křemíkové TFT jsou nákladné a je obtížné je vyrábět.

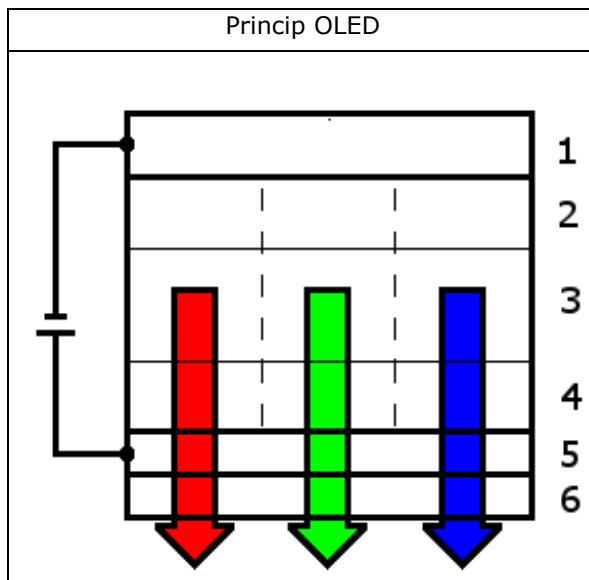
OLED obrazovka

OLED - (Organic light-emitting diode) je typ displeje využívající technologii **organických elektroluminiscenčních diod**. Technologie pochází z roku 1987, kdy jí vyvinula firma Eastman Kodak. Nyní se **používají především v přístrojích jako mobilní telefony nebo MP3 přehrávače**.

Princip

Mezi průhlednou anodou (5) a kovovou katodou (1) je několik vrstev organické látky (2,3,4). Jsou to vrstvy vypuzující díry a přenášející díry, vyzařovací vrstva (uprostřed) a vrstva přenášející elektrony. V momentě, když je do některého políčka přivedeno napětí, jsou vyvolány kladné a záporné náboje, které se spojují ve vyzařovací vrstvě, a tím produkují světelné záření. Struktura, nosič (6) a použité elektrody jsou uzpůsobeny tak, aby docházelo k maximálnímu střetávání nábojů ve vyzařovací vrstvě. Proto má světlo dostatečnou intenzitu.

Existují dva základní druhy, displeje s pasivní maticí (PMOLED - Passive Matrix Organic Light Emitting Diode) a displeje s aktivní maticí (AMOLED - Active Matrix Organic Light Emitting Diode).



Displeje s pasivní maticí - PMOLED

Displeje s **pasivní maticí** jsou jednodušší, používají se především tam, kde je třeba **zobrazit například pouze text**. Stejně jako u jednodušších grafických **LCD displejů (DSTN, STN)**, jsou jednotlivé pixely řízeny pasivně, mřížkovou maticí navzájem překřížených **vodičů**. V místě křížení jsou vodiče připojeny k elektrodám (katodám, resp. anodám) OLED struktury a tím vznikají jednotlivé **pixely**. Pomocí mříže vodičů a multiplexních přepínačů je na anody a katody vybraných bodů přivedeno elektrické napětí, které přinutí organickou látku vyzařovat. Signály jsou zpravidla dodávány do sloupců a synchronizovány s cyklickým zapojováním řádků. Optický výstup tak vzniká postupným skládáním řádků, ke kterému dochází 60krát za sekundu. Čím větší **proud** je v impulsu použit, tím jasněji pixel září. Pro plné zobrazení musí být každý řádkový vodič nabíjen po dobu $1/N$ snímkovacího času, kde N je počet řádků displeje. Například k dosažení jasu 100 nits (tj. 100 cd/m^2) pro 100 řádkový displej, musí být pixely buzeny na úroveň jasu 10 000 nits po dobu $1/100$ snímkovacího času. Právě nutnost velkých úzkých proudových impulsů snižuje účinnost displeje, a to úbytky napětí na vodičích a také při krátkodobých velkých intenzitách pracuje organický materiál v méně efektivní pracovní oblasti generování světla. Z důvodu vyšší spotřeby a horšího zobrazení jsou PMOLED vhodné především pro displeje menších úhlopříček a zobrazování převážně statických a textových informací (MP3 přehrávače, mobilní telefony, informační displeje v automobilech atd.).

Displeje s aktivní maticí - AMOLED

Displeje s **aktivní maticí** jsou vhodné pro **graficky náročné aplikace s velkým rozlišením**, tedy zobrazování **videa** a grafiky. Struktura je podobná jako u TFT typů LCD displejů. Spínání každého pixelu je prováděno vlastním tranzistorem (vlastně dvěma - jeden řídí nabíjení a vybíjení kondenzátoru a druhý je jako napěťový stabilizátor kvůli zajištění konstantní velikosti proudu), čímž se zamezí například blikání bodů, které mají svítit během několika po sobě jdoucích cyklů. Současně se zvyšuje průtok proudu a zkracuje doba odezvy. Mezi výhody oproti PMOLED patří vyšší zobrazovací frekvence, ostřejší vykreslení obrazu a nižší spotřeba. Nevýhodou je složitější struktura displeje a tedy i vyšší cena.

Další varianty

PHOLED (Phosphorescent OLED)

Technologie fosforeskujících OLED dosahuje 4× větší účinnosti než „normální“ OLED technologie. Využívá principu elektrické fosforescence, která převádí až 100 % elektrické energie na světlo. To je v porovnání s účinností 25-30 % u „klasických“ OLED a jen cca 10 % u LCD obrazovek, velký pokrok. Při jasu 200 cd/m^2 dosahuje spotřeby pouze 125 mW, tedy výrazně méně než podsvětlené LCD (240 mW). Nejnovější PHOLED jsou při napětí

6,5 V schopny dosáhnout osvětlení 18 lm/W a jas 1000 cd/m². Tedy výrazně větší jas než nejnovější LCD s 600 cd/m²

WOLED (White OLED)

Dosahují vysoké účinnosti generování světla 30 lm/W, při zachování možnosti měnit jeho teplotu („bílá“ barva je tvořena z RGB proužku a u každého je možné měnit zvlášť intenzitu)

FOLED (Flexibilní OLED)

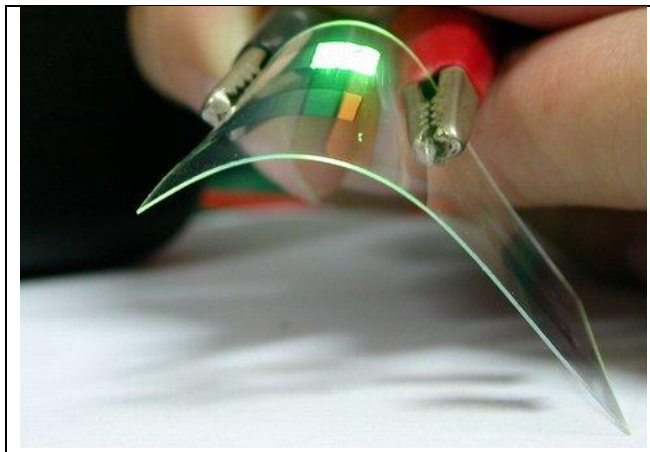
OLED struktura je místo na skle umístěna na pružném materiálu. To umožňuje displej lépe přizpůsobit místu umístění (přístrojová deska, hledí přilby). Použitý materiál rovněž zaručuje větší mechanickou odolnost (nárazy, pády).

TOLED (Transparentní OLED)

Tato technologie umožňuje vytvořit displej s až 80% průhledností světla (tedy téměř průhledný) a volbu, zda bude obraz zobrazován na jedné, nebo obou stranách. Průhlednost je dosažena transparentní katodou, anodou i podložkou (skleněná nebo plastová). Tato vlastnost umožňuje zobrazovat informace v zorném poli uživatele na jinak průhledných plochách - hledí přilby, sklo automobilu, ...

Stárnutí OLED displeje

Přestože by se dalo říci, že OLED mají samé výhody (odolnost, pracovní teplota, subtilnost, zobrazovací úhel, citlivost, rozlišení a výrobní náklady) a není tedy vlastně důvod používat LCD, mají i některé **nevýhody**. Mezi nejzásadnější patří **životnost, která není ani stejná pro všechny barvy**. Modrá barva začne ztrácet na intenzitě již za 1 000 hodin, životnost zelené je asi 10 000 hodin a červené přibližně 30 000 hodin.



Ukázka ohebného OLED displeje



Plazmová obrazovka

Plazmová obrazovka nebo také **plazmový displej** je typ plochého zobrazovacího zařízení používaná pro televizory s velkou úhlopříčkou (minimálně 80 cm). Název plazmová je odvozen od použité technologie využívající malé buňky s elektricky nabitými částicemi ionizovaného plynu.

Princip zobrazovací techniky

Do obou zobrazovacích elektrod je pouštěno střídavé napětí. Když je napětí iniciováno, je indukován výboj, který začne ionizovat plyn a vytvářet plazmu. Dielektrikum a oxid hořčnatý sice ihned výboj zastaví, ale po změně polarit (jde o střídavý proud) ionizace pokračuje a je tak dosaženo stálého výboje. Napětí na elektrodách je udržováno těsně pod hladinou, kdy začne vznikat plazma a k ionizaci pak 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 svého orbitalu 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.

Červený, zelený a modrý luminofor musí být ovládány zvlášť a navíc v

mnoha úrovních intenzity, abychom dostali co největší škálu zobrazovaných barev. U CRT monitorů je princip jednoduchý, reguluje se elektronový paprsek, který na bod dopadá. U plazma displejů funguje ovládání intenzity na principu modulace pulsního kódu (Pulse Code Modulation – PCM). Tato modulace slouží k převedení analogového signálu s nekonečným rozsahem na binární slovo s pevně danou délkou. Proto jsou PDP obrazovky plně digitální, což je správný krok do budoucna.

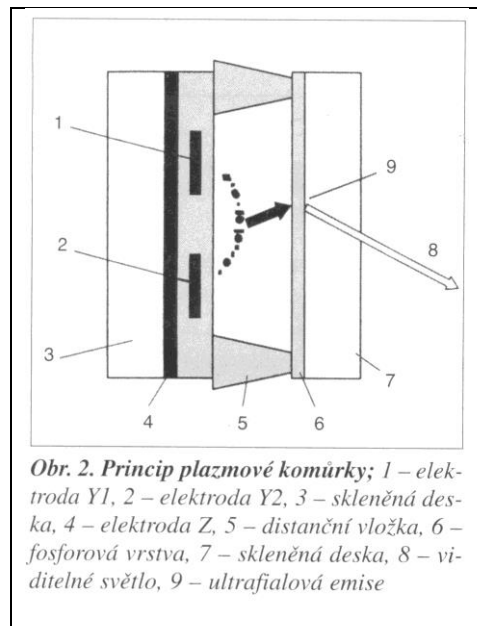
Intenzita každého subpixelu je určována počtem a šířkou napěťových pulsů, které dostává buňka během každého snímku. Toho je dosaženo tak, že trvání každého snímku je rozděleno na několik kratších částí, podsnímků. Během této periody jsou pixely, které mají svítit, přednabity na určité napětí (pomocí zobrazovacích elektrod) a během zobrazovací fáze je pak napětí aplikováno na celý displej (adresovací elektroda). Ovšem to znamená, že rozsvítí jen ony přednabitě subpixely a jejich intenzita je dána právě úrovní nabití.

Standardní metoda určuje 256 úrovní nabití pro každý subpixel, protože každý snímek je rozdělen na 8 podsnímků ovládaných 8-bitovým slovem (viz PCM). Celá tato technologie se nazývá ADS (Address/Display Separated) a byla vyvinuta v roce 1984 společností Fujitsu.

Výhody a nevýhody PDP

Protože plazma displeje samy o sobě emitují světlo, mají vynikající pozorovací úhly kolem 160 - 170 °, takže jsou vhodné pro prezentační účely. Další nespornou výhodou je zmiňovaná úspora místa při velkých úhlopříčkách. Plazma displeje ne zrovna nejvyšší kvality mají problémy s kontrastem. Důvodem je, že napětí mezi zobrazovacími elektrodami je udržováno stále pod prahem ionizace, aby měla obrazovka dostatečně rychlou odezvu. Negativním účinkem ale je to, že k minimální ionizaci dochází i bez napětí na adresovací elektrodě, což omezuje schopnost zobrazit nejtmavší odstíny a tím snižuje kontrast. Jinými slovy, plazma vzniká i v „pohotovostním stavu“, když je adresovací elektroda vypnutá. Na konci 90. let ale přišlo Fujitsu s technologií zvyšující kontrast ze 70 : 1 až na 400 : 1, později dokonce 500 : 1. S kontrastem souvisel i další problém – neschopnost zobrazovat dokonale stupnici šedi. V tmavých scénách se totiž barvy blízké černé slévají v jednu a přechody nejsou zdaleka plynulé. Ovšem moderní PDP displeje již tímto neduhem netrpí a škála zobrazovaných odstínů je širší.

Přestože výroba PDP není tak náročná na prostředí jako např. LCD, jsou plazma displeje dražší. Životnost plazmových obrazovek je kolem 10 tisíc hodin, což je asi poloviční hodnota než u LCDček. V poměru cena za



Obr. 2. Princip plazmové komůrky; 1 – elektroda Y1, 2 – elektroda Y2, 3 – skleněná deska, 4 – elektroda Z, 5 – distanční vložka, 6 – fosforová vrstva, 7 – skleněná deska, 8 – viditelné světlo, 9 – ultrafialová emise

hodinu nejsou PDP příliš praktické a pro domácí uživatele nevhodné (tedy pro domácnosti s průměrným platem :).

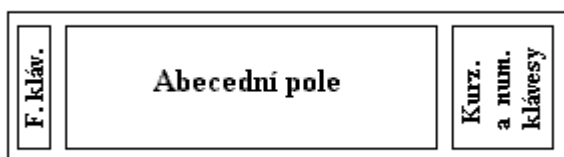
A nevhodnost plazma displejů pro použití s počítači bychom vyčetli ještě z jedné hodnoty – rozteč bodů se zatím nedostala pod 0,3 mm, naopak bývá mnohem vyšší. Proto je stále nejlepší využití těchto obrazovek jako HDTV (High Definition TV) a pro prezentační účely větších společností.

Vstupní zařízení PC - klávesnice a myš

Klávesnice

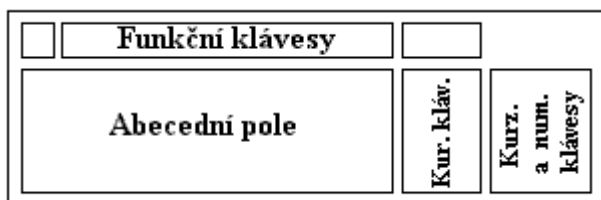
Klávesnice (keyboard) slouží jako základní vstupní zařízení pro zadávání údajů. Dnes existují dva nejčastěji používané typy klávesnice:

- **PC/XT:** obvykle nazývaná jako "XT klávesnice", má **83 kláves** a byla určena k prvním počítačům řady **PC a PC/XT**. Klávesy této klávesnice lze rozdělit do 3 základních skupin:
 - Abecední pole: obsahuje litery abecedy, číslice, speciální znaky (!,@,#,...) a některé speciální klávesy (SHIFT, CTRL, ALT, ENTER, ...)
 - Funkční klávesy: klávesy označené F1 až F10, jejichž význam závisí na konkrétním programu, se kterým uživatel pracuje
 - Kurzorové a numerické klávesy: obsahují klávesy pro číslice a ovládání kurzoru



XT klávesnice

- **PC/AT:** obvykle nazývaná jako "AT klávesnice", **obsahuje 101 (US standard) nebo 102 (European standard)** kláves. Tyto klávesy lze rozdělit do 4 bloků:
 - Abecední pole: podobně jako u XT klávesnice
 - Funkční klávesy: obsahuje klávesy F1 - F12, jejichž význam je opět podobný jako u XT klávesnice.
 - Kurzorové klávesy: klávesy pro ovládání kurzoru
 - Kurzorové a numerické klávesy: podobně jako u XT klávesnice



AT klávesnice

- **S příchodem operačního systému MS Windows 95 byla AT klávesnice doplněna o speciální klávesy pro ovládání tohoto systému** (klávesa pro vyvolání Start menu a pro vyvolání kontextového menu) a nese označení Win95 Natural. Je možné se setkat i se speciálními ergonomickými klávesnicemi majícími speciální tvar, který má zaručit, že ruce uživatele budou při práci v co možná nejpřirozenější poloze.



Win95 Natural klávesnice



Ergonomická klávesnice

Skupiny kláves

Klávesy lze rozdělit do těchto skupin:

- základní alfanumerické klávesy
- klávesy numerické klávesnice
- funkční klávesy
- speciální klávesy
- klávesy určené pro konkrétní operační systém (v systému Microsoft Windows jsou to Windows a Application)

Alfanumerická klávesnice zabírá většinu plochy, obsahuje klávesy 26 písmen, mezerník, klávesy s interpunkcí a klávesy s číslicemi.

Numerická klávesnice obsahuje klávesy s číslicemi, desetinnou tečku, klávesy využitelné pro 4 základní aritmetické operace, druhou klávesu Enter a klávesu Num Lock pro změnu funkce číselných kláves.

Funkční klávesy mají označení F1 – F12 a nalezneme je v horní části klávesnice. Slouží k řízení programů a jejich funkce je určena konkrétním softwarem.

Speciální klávesy jsou popsány v následující tabulce.

Klávesa	Funkce
Esc	Odvolání posledního příkazu
Print Screen	Vložení momentálního obsahu obrazovky do schránky
Scroll Lock	Řídí „rolování“ obrazovky nahoru a dolů
Pause/Break	Zastavení provádění programu
Insert	Přepíná mezi režimem vkládání a přepis
Home	Posouvá kurzor na začátek řádku
Page Up	Posunutí textu o jednu obrazovku nahoru
Delete	Maže znak na pozici kurzoru
End	Posouvá kurzor na konec řádku
Page Down	Posunutí textu o jednu obrazovku dolů
Enter	Potvrzení příkazu
Backspace	Mazání znaku zpětným posunem kurzoru
Kurzorové šipky	Posun kurzoru po obrazovce
Shift	Přepínání velkých a malých písmen
Ctrl	Přepínání funkcí kláves při řízení programu
Alt	Přepínání funkcí kláves při řízení programu
Caps Lock	Přepíná trvale na velká písmena
Tabulátor	Přeskakování kurzoru do předem nadefinovaných pozic
Windows	V MS Windows: Otevření nabídky Start
Application	V MS Windows: Otevření místní nabídky


V dnešní době mohou umělci připojit svůj keyboard ke svému počítači a mohou komponovat či nahrávat. Používá se standardní model kláves např. od firmy Casio a datový kabel.

Rozdíl mezi klávesnicí XT a AT je hlavně v tom, že XT klávesnice má mikroprocesor klávesnice zabudovaný přímo v sobě, zatímco AT předpokládá procesor pro klávesnici na základní desce počítače. Tyto klávesnice jsou tedy mezi sebou nekompatibilní, takže není možné XT klávesnici použít u počítače AT. Naopak je pravdou, že většina AT klávesnic je vybavena přepínačem, který dovoluje AT klávesnici přepnout do režimu XT a používat ji tak u počítače XT.

Dále podle realizace funkce jednotlivých kláves je možné rozdělit klávesnice na:

- **pracující na principu spínačů**: používá pro každou klávesu mikrosplínač
- **kapacitní**: stisknutí klávesy vyvolá úhoz na kapacitní modul, jenž vysílá patřičné signály, které jsou potom interpretovány procesorem 8048 umístěným přímo v klávesnici, a jejich kódy jsou pak vysílány do počítače.

Počítačová klávesnice je klávesnice odvozená od klávesnice psacího stroje či dálnopisu. Standardní počítačové klávesnice jsou napájeny z počítače a komunikují s ním po sériové lince.

Ve většině případů stisk klávesy způsobí odeslání jednoho znaku. Některé klávesy slouží jen jako předvolba. Odeslání některých symbolů pak vyžaduje stisk (úhoz) či držení několika kláves současně nebo postupně. Klávesnice je též důležitá jako prostředek k zadávání hesel, psaní zpráv atd. Např. Unicode má pro počítačovou klávesnici speciální znak  (U+2328).

Existuje velké množství různých rozložení kláves. Vznikají proto, že rozdílní lidé potřebují snadný přístup k rozdílným symbolům. Obvykle je to tím, že píšou odlišným jazykem, ale existují specializovaná rozložení pro matematické, účetní, programátorské použití.

Rozložení znaků na počítačových klávesnicích kopíruje standardy rozložení na psacích strojích, které převzaly organizační automaty, pořizovače děrných štítků atd. V některých zemích se používá rozložení QWERTY, jinde QWERTZ, někde i jiné, například francouzské AZERTY. Rozložení kláves je upraveno mezinárodní normou ISO/IEC 9995 „Informační technologie – Uspořádání klávesnice pro textové a kancelářské systémy“ z roku 1997. Ta uvádí, že rozmístění jednotlivých kláves se řídí národními normami a zvyklostmi. Jako příklad obsahuje možnost obsazení klávesy B01 (na české Y) znakem Z (např. anglický nebo americký standard) nebo znakem Y (např. český standard) či znakem W (např. francouzský standard), D06 (na české Z) Y nebo Z a pro D02 (na české W) W nebo Z. V České republice je, v souladu s mezinárodní normou, stanoven národní standard, jenž vychází z uspořádání QWERTZ. Jedná se o ČSN 36 9050 z roku 1994, která stanovuje rozmístění znaků na 48 klávesách (vychází z typu QWERTZ) ve dvou úrovních, tj. základní a po stisknutí Shiftu. Tedy **není zde řešeno** umístění např. znaku obrácené lomítka (na různých klávesnicích je na různém místě), znaků generovaných pomocí klávesy Alt Gr (3. úroveň), ale umístění „Z“ a „Y“ ano.

Mnoho českých programátorů ale dává přednost anglickému standardu, který vychází z rozložení QWERTY, protože potřebují znaky, které na českém standardu nejsou, případně používají tzv. českou programátorskou klávesnici, nebo českou QWERTY klávesnici, lišící se jen prohozeným Z a Y, protože si již na anglickou klávesnici zvykli.

Rozložení QWERTY vzniklo s úmyslem snížit tak pravděpodobnost zaseknutí typových pák ručního psacího stroje. K jeho masovému rozšíření vedlo vítězství v soutěži v rychlosti a přesnosti psaní. Po něm v roce 1888 následovala konference v Torontu, jež přijala klávesnici QWERTY za standard.

Existují také speciální rozložení kláves zohledňující ergonomii (Dvorak, Colemak, XPeRT). Tato rozložení, která nejsou moc rozšířena, byla navržena pro psaní v angličtině a příliš se nehodí pro psaní v jiných jazycích, neboť jsou ještě více než QWERTY závislá na národním jazyce. Proto například Dvorak pro psaní českého textu nemá zásadnější význam, neboť, jak uvádí publikace „Profesionálem v administrativě“, produktivitu práce zvýší pouze o 1% a se stejným úspěchem sníží zatížení prstů a rukou.

Optimalizace rozložení kláves českého standardu nebyla dosud provedena. Přitom, pokud by došlo k rozmístění znaků v závislosti na jejich výskytu v textu, došlo by k zvýšení produktivity práce přibližně o 12,2 %. Pokud by navíc došlo i k dalším úpravám klávesnice, produktivita práce by mohla být zvýšena o další 2 %. To by umožňovalo psát 59,5 % obsahu textu přímo v základní poloze, tedy z kláves na nichž jsou umístěny prsty při využívání hmatové metody (přibližně stejně jako při psaní anglického textu na klávesnici Dvorak). To by však znamenalo ještě větší rozdíly nejen od QWERTZ, ale i od QWERTY než dnes.

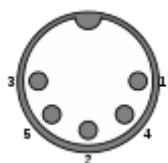
Rozložení jednotlivých kláves má z hlediska efektivity význam pouze pro osoby ovládající klávesnici deseti prsty nebo hmatovou metodou (slepecké písmo).

Standardní klávesnice je poměrně velká, protože každá klávesa musí být dost velká na to, aby se dala snadno stisknout prsty. Pro přenosná zařízení, kde by standardní klávesnice byla příliš velká, byly navrženy redukované

typy klávesnic, případně se používá jiný způsob komunikace. V poslední době se vyskytují ultramoderní typy klávesnic a kláves, např. gelové nebo obalované měkkými materiály; bývají též ergonomicky tvarovány pro lepší dosah na klávesy. Nezapomínejme, též na interaktivní klávesnice, například u mobilních telefonů, interaktivní tabule či interaktivní monitory.

Připojení k počítači

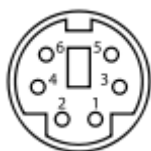
V dřívějších letech se klávesnice připojovala k počítači konektorem DIN-5, který byl později nahrazen poněkud menším konektorem Mini-DIN, častěji nazývaným PS/2, přičemž způsob komunikace klávesnice s počítačem zůstal zachován. Starší klávesnice s konektorem DIN bývají nazývány „AT klávesnice“ (podle osobního počítače IBM PC/AT), stejný konektor však používaly i ještě starší nekompatibilní „XT klávesnice“ určené pro historický IBM PC/XT.



Zapojení konektoru DIN-5 (samice):

- (1) CLOCK,
- (2) DATA,
- (3) RESET*,
- (4) GND,
- (5) +5V DC.

* Vývod RESET slouží k inicializaci klávesnice, ale u novějších klávesnic nebývá zapojen.



Zapojení konektoru PS/2 (samice):

- (1) DATA,
- (2) nezapojeno*,
- (3) GND,
- (4) +5V DC,
- (5) CLOCK,
- (6) nezapojeno*.

* U některých typů notebooků mohou vývody (2) a (6) sloužit jako DATA a CLOCK pro připojení druhého zařízení.

Mezi další způsoby připojení v současnosti patří **USB, dnes nejrozšířenější**. V takovém případě se již jedná o **výrazně komplikovanější způsob komunikace** umožňující například připojit ke klávesnici různá další zařízení (myš, USB flash paměť atd.), která pak přes ni komunikují s počítačem.

Myš

Počítačová myš je malé polohovací zařízení, které převádí informace o svém pohybu po povrchu plochy (např. desce stolu) do počítače, což se obvykle projevuje na monitoru jako pohyb kurzoru. Nachází se na ní jedno či více tlačítek a může obsahovat jedno nebo více koleček pro usnadnění pohybu v dokumentu. Na spodní straně se nachází zařízení snímající pohyb.

Historie

Myš byla vynalezena Douglasem Engelbartem ve Stanfordském výzkumném institutu v roce 1963. Veřejnosti byla představena 9. prosince 1968 jejím vynálezcem. Douglas Engelbart si ji nechal patentovat (patent US3541541) dne 17. listopadu v roce 1970 jako „X-Y Position Indicator For A Display System“ (Indikátor X-Y pozice pro zobrazovací systém). V komerčním prostředí pak myš prosadila jako první californská firma Apple v roce 1982. William English, stavitel Engelbartovy původní myši vynalezl tak zvanou **kuličkovou myš** v roce 1972 ve vývojovém centru Xerox PARC. Ta se stala součástí počítače Xerox Alto a sloužila k ovládní grafického uživatelského prostředí WIMP. Jednalo se o **čistě mechanické myši využívající kolečka nebo kuličku, které otáčely kruhem s kontakty**. Když byla **kolečka byla nahrazena kuličkou**, která umožnila pohyb myši v jakémkoliv směru. Pohyb kuličky snímaly dvě navzájem kolmé hřídele, které se kuličky dotýkají. Kulička obě hřídele při svém pohybu roztáčí a přenáší pohyb na otočnou clonku ve tvaru kruhu s okénky. Na obou hřídelkách je po jedné clonce. Světlo senzoru prosvěcuje clonku a přerušovaný paprsek je snímán optoelektronickým čidlem, které jej mění na elektrické impulzy. Směr otáčení je rozpoznán pomocí Grayova kódu: Myš totiž obsahuje na každé clonce dva snímače, přičemž ty jsou umístěny tak, aby jejich pulzy byly úhlově posunuty. V jeden okamžik může být osvětlen jeden, oba, nebo i žádný snímač. Impulzy pohybu celé myši pak tvoří dva a dva sledy bitů, ty jsou detekovány v počítači. Ovladač myši v počítači signály dekoduje a načítává, a převádí je na pohyb kurzoru na obrazovce monitoru (v osách X a Y). Rekonstruuje tak rychlost i směr pohybu myši.

Počítačové myši pocházejí ze švýcarského technologického institutu (École polytechnique fédérale de Lausanne, EPFL) z inspirace profesora Jean-Daniel Nicouda a vytvořil je inženýr a hodinář André Guignard. Nový design zahrnuje jednu kuličku z hrubé gumy a tři tlačítka. Prostřední tlačítko bylo nahrazeno rolovacím kolečkem po roce 1990.

Po myši s optomechanickými senzory, kterými pohybovala kulička, vycházející z původního Engelbartova vynálezu, přišla myš optická s LED technologií. Optická myš spatřila světlo světa kolem roku 1980. Vynalezl jí Steve Kirsch. Vyžadovala však speciální kovovou podložku s natištěnou mřížkou, bez níž nefungovala.

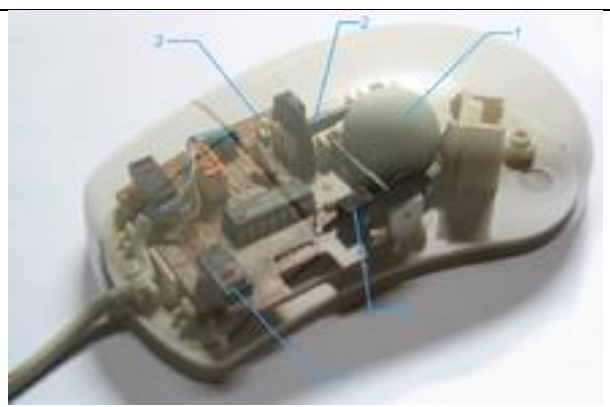
První myši byly hranaté a nepohodlné. **Ty novější jsou ergonomicky tvarovány pro pohodlné držení, ale ani to není dostatečná obrana před nemocemi, které při nadměrném používání myši hrozí.**

Typy počítačových myší:

Mechanická a optomechanická myš

Vnitřní pohled do optomechanické myši:

1. Kulička myši
2. Válcový snímač s kruhovou clonou
3. LED (prosvěcuje clonu se zářezy)
4. Mikrospínač pro tlačítka myši
5. Optický senzor (za clonou)



- Mechanismus optomechanické myši:
- 1: Posuv myši způsobí rotaci kuličky
 - 2: Přenos rotace kuličky na osy X a Y
 - 3: Zdroj infračerveného světla (LED)
 - 4: Světlo prochází otvory v otáčející se cloně
 - 5: Senzory přijímají pulzy světla za clonou



Z počátku se vyráběly Mechanické snímání pohybu bylo nahrazeno bezkontaktním řešením založeným na výše popsaném optickém snímání, které je mnohem přesnější a spolehlivější.

Optická myš

Optická myš využívá LED jako zdroj světla, které je snímáno fotodiodami nebo dokonalejším optickým snímačem (CCD či CMOS prvek s maticí o velikosti několik desítek bodů). První optické myši využívaly pro snímání pohybu speciálně potišťený podklad (podložku pod myš).

Moderní optické myši periodicky snímají obraz podkladu osvětlený pomocí LED nebo laserové diody a vyhodnocují posuv obrazu vůči předchozímu snímku. Využívají k tomu speciální čipy pro zpracování obrazu v

reálném čase a převodu pohybu do osy X a Y. Například optická myš Avago Technologies ADNS-2610 zpracovává 1512 snímků za sekundu o velikosti 18×18 bodů, přičemž každý vyhodnocuje 64 různých úrovní šedi.

Osvětlení a podklad

Pro osvětlení podkladu se tradičně využívají červené LED, protože v době vzniku optických myši byly nejlevnější. Na barvě osvětlení nezáleží, avšak při použití člověku neviditelného infračerveného světla může být dosaženo vyšší přesnosti snímání a nižší spotřeby elektrické energie. Optická myš pracuje spolehlivě na strukturovaném povrchu, kde je možné snadno rozpoznat pohyb podkladu. Z tohoto důvodu je nevhodným podkladem sklo, zrcadlo nebo jiný povrch, který způsobuje vznik falešných odrazů. Kvalitnější myši zpracovávají za sekundu více snímků, aby byl pohyb myši přesnější a správně reagoval i na rychlé pohyby.

Bezpečnost optické myši

I přes články o možném poškození lidského zraku optickou myší, není žádný důvod se obávat, protože se jedná o laserové zařízení třídy I, které má tak malý výkon, že žádné poškození nemůže způsobit.

Způsoby připojení k počítači

Zpočátku se myš k počítači připojovala pomocí sériového portu (RS-232) a u počítačů firmy Apple pomocí linky ADB. Kolem roku 2000 se prosadil konektor PS/2 a posléze USB. Některé myši jsou označovány jako *combo*, což znamená, že se mohou pomocí jednoduché redukce připojit do zásuvky USB i PS/2 (viz obrázek vpravo). Pro bezdrátové myši se využívá infračervené záření (IrDA) nebo rádiové vlny (včetně Bluetooth), přičemž samotný vysílač/přijímač může být připojen k počítači pomocí sériového rozhraní PS/2 nebo USB.



Redukce USB na PS/2

Alternativní zařízení

Pro ovládání kurzoru slouží také tzv. **tablet**. Je to **podložka citlivá na dotyk, přes kterou se přejíždí perem**. Vyrábí se také tablety citlivé na přitlak. Tablety jsou nejvíce používány počítačovými grafiky.

U přenosných zařízení jsou tři nejběžnější typy náhrady myši:

- **Trackball** – větší kulička je zabudována v zařízení a pohybuje se s ní přímo prstem,
- **Trackpoint** – tlustší malá tyčinka uprostřed klávesnice, která naklánění přenáší na pohyb kurzoru,
- **Touchpad** – destička měřící elektrickou kapacitu, kterou ovlivňuje posunování prstu.

Trackball

je vstupní počítačové zařízení podobné myši. Jde jednoduše o kuličku umístěnou v podložce, již se dá pohybem prstů pohybovat - kulička je navrchu, nikoliv zespodu jako v případě myši. Bývá buď samostatně nebo zabudován v notebooku.

Trackball je nasazován v případě, kdy standardní myš není vhodná (průmyslové použití, veřejné informační stánky), nebo pro odvětví, kde **je potřeba velmi přesné polohování kurzoru**. Například pro použití v počítačové grafice, aplikacích typu CAD, nebo DTP. Naopak se příliš nehodí pro rychlý pohyb s vysokou přesností, který je požadován například v počítačových hrách.

Také je nezbytnou pomůckou pro mnoho postižených lidí, kteří nemohou pro dysfunkci motoriky používat běžnější polohovací zařízení, jakým je myš.



Tablet (polohovací zařízení)

Tablet je polohovací zařízení skládající se z pevné **podložky s aktivní, zpravidla obdélníkovou či čtvercovou plochou a z pohyblivého snímacího zařízení** v podobě **bezdrátového pera** nebo tak zvaného **puku (obdoba myši s nitkovým křížem a tlačítka)**. Tato počítačová vstupní periferie umožňuje ovládat počítač podobným způsobem jako počítačová myš (ovládání kurzoru), v případě pera je použitelná i ke kreslení volnou rukou, s pukem pak může sloužit i k digitalizaci výkresové předlohy. **Používá se zejména v CAD či grafických programech**. Moderní tablety jsou citlivé i na tlak a je možné měnit tloušťku a charakter čáry v závislosti na tlaku na hrot pera.



Tablety můžeme členit na profesionální, zpravidla s rozměrem aktivní plochy formátu A4 a větším, a na tablety pro domácí či hobby použití s aktivní plochou i jen formátu A6. Existuje i řada tabletů určených pro děti.

Digitizéry

Zařízení podobné jako tablet, které poskytuje větší přesnost souřadného systému (řádově 0.001 mm).

Trackpoint

Trackpoint (obchodní značka IBM) je polohovací zařízení přenosných počítačů (alternativa k touchpadu). Jeho otcem je Ted Selker. Poprvé se objevil v roce 1992 na notebooku IBM ThinkPad 700. V současnosti se nachází jen u některých modelů převážně Lenovo ThinkPad. Můžete ho najít také na některých výrobcích firem Dell, HP, Acer nebo SONY.

Popis

V podstatě se jedná o malý joystick, který je na klasické QWERTY klávesnici umístěn mezi klávesami "G", "H", "B". Samotný trackpoint nemá funkci tlačítek. Ta jsou tři a jsou umístěna zvlášť, dole pod mezerníkem. Většina lidí ovládá trackpoint ukazováčkem a tlačítka palcem. Čepička trackpointu je vyrobena obvykle z gumy a je vyměnitelná (U řady ThinkPad se standardně dodávají 3 různé čepičky). Nakláněním trackpointu do směrů ovládáte pohyb kurzoru po obrazovce. Rychlost pohybu závisí na množství použité síly. Citlivost trackpointu je softwarově nastavitelná. Levé a pravé tlačítko mají funkci stejnou jako na myši. Stisknuté prostřední tlačítko zároveň s nakláněním trackpointu umožňuje scrollování.

Porovnání s touchpadem

Na rozdíl od touchpadu je trackpoint nyní na ústupu, přestože jsou stále uživatelé, kterým vyhovuje více. Oproti touchpadu můžete s trackpointem přejet celou obrazovku aniž z něj zvednete prst. Problémem trackpointu je nutnost občasné kalibrace, když se kurzor trochu pohybuje do stran, aniž ho uživatel používá. Rekalibrace proběhne automaticky, stačí aby ho uživatel asi 1s nepoužíval.

Touchpad (trackpad)

Touchpad je vstupní zařízení běžně používané u notebooků. Jeho účelem je pohybovat kurzorem po obrazovce podle pohybů uživatele prstu. Jde o náhradu za počítačovou myš. Touchpady se vyrábějí v různých velikostech, ale jen zřídka větší než 50 cm².

Touchpady většinou pracují na principu snímání elektrické kapacity prstu nebo kapacity mezi senzory. Kapacitní senzory obvykle leží podél horizontální a vertikální osy touchpadu. Poloha prstu je pak zjištěna ze vzorků kapacity z těchto senzorů. To je důvod, proč touchpad nereaguje na špičku tužky nebo dokonce na prst s rukavicí. Také vlhký prst může být pro touchpad problematický, protože se nelze spolehnout na výsledky měření ze snímačů.

U touchpadu se obvykle nacházejí tlačítka podobně jako na počítačové myši. U některých touchpadů (v závislosti na modelu a ovladači) je možné také kliknout klepnutím prstu na touchpad a přesouvat objekty stejně jako kurzor myši plynulým pohybem, pokud toto posouvání následuje ihned po klepnutí.

Některé touchpady také mají „hotspoty“, tedy místa, která mohou mít jiný účel než kliknutí. Například posouvání podél pravého okraje může ovládat svislý posuvník neboli vertikálně rolovat aktivní okno. Pohyb v dolní části touchpadu pak může rolovat okno horizontálně. Některé touchpady také mohou emulovat více tlačítek myši klikáním do rohů nebo klikáním více prsty naráz.

Touchpady se používají zejména v přenosných zařízeních, protože klasická myš potřebuje stabilní rovnou plochu, která není všude k dispozici. Touchpady mají oproti myši některé výhody, zejména že pozice touchpadu oproti klávesnici je vždy stejná a k pohybu kurzoru po obra-



Trackpoint (vlevo červený) a touchpad



iPod video

zovce stačí jen malé pohyby prstů. Někteří uživatelé počítačů jim z těchto i jiných důvodů dávají přednost. Klávesnice s vestavěnými touchpady jsou k dispozici u specializovaných výrobců.

Touchpad ve tvaru mezikruží je použit také u série hudebních přehrávačů iPod od společnosti Apple. Hlavní ovládací rozhraní pro pohyb v menu ve všech dosavadních výrobcích iPod s výjimkou modelu Shuffle je touchpad (nejprve vyráběný firmou Synaptics, později přímo Applem). Také Creative Labs používají touchpad pro svou řadu Nomad Jukebox Zen.

Touchpad je však možné také najít v externím provedení, které lze připojit pomocí standardního rozhraní USB k většině osobních počítačů.

Vícedotykové ovládání

Vícedotykové ovládání (anglicky **Multi-touch**) je založeno na schopnosti snímacího zařízení vnímat více dotyků najednou. Například klasický touchpad u většiny notebooků je schopen vnímat pouze jeden položený prst, zatímco modernější zařízení, jako některé Tablet PC či např. iPhone nebo iPad, umí zpracovat více dotyků najednou.



Ovládání displeje třemi prsty

Dotyková obrazovka

Dotyková obrazovka (anglicky **touchscreen**) je v informatice označení pro elektronický vizuální displej, který dokáže detekovat přítomnost a místo doteku na zobrazovací ploše. Termín zpravidla označuje dotýkání se prstem nebo rukou. Dotekové obrazovky dokáží rozpoznat i další pasivní objekty, například stylus.

Stylus je předmět obdobný popisovači nebo kuličkové tužce avšak s nepíšícím hrotem, nejčastěji vyrobeným z plastu. Stylus je používán jako nástroj pro ovládání a psaní na dotykových plochách obrazovek, tabletech a IWB. Pro potřeby některých technologií obsahuje stylus pasivní či aktivní elektrický obvod interagující s pracovní plochou za účelem zjištění jeho přesné polohy. Tento vestavěný obvod může být



Dotykový displej u PDA od firmy Acer.

aktivován stlačením hrotu/stylusu o pracovní plochu. Stylus s pasivními obvody je používán např. společností Wacom u jejich tabletů. V dnešní době se stylusy používají převážně na dotykové displeje mobilních telefonů. Rozlišujeme základní dva druhy displejů. A to buď 1. rezistivní (odporový), nebo 2. kapacitní. U kapacitního displeje je vyžadován speciální typ stylusu, který svým způsobem simuluje svou strukturou prst. Kapacitní stylusy jsou také dražší.



Různé stylusy

Dotykové obrazovky mají dva hlavní atributy. Za prvé lepší možnost interakce přímo s tím, co je zobrazeno, než nepřímá interakce pomocí kurzoru ovládaného myši nebo touchpadem. Za druhé je to možnost ovládání bez nutnosti držet v ruce jakékoliv zprostředkující zařízení. Dotykové displeje mohou být připojeny k počítači nebo do sítí jako terminály. Též hrají významnou roli v designu digitálních zařízení, jako jsou osobní digitální asistent (PDA), zařízení pro satelitní navigace, mobilní telefony a videohry.

Dotykové obrazovky se postupně stávají běžnými v každodenním životě. Společnosti používají dotykové obrazovky pro kioskové systémy v maloobchodech, systémy pokladních míst, bankomaty a PDA, kde je někdy používán stylus pro manipulaci s grafickým uživatelským prostředím (GUI) a k zadávání dat. Popularita smart tele-

fonů, PDA, přenosných herních konzolí a mnoha typů informačních přístrojů iniciuje poptávku po dotykových obrazovkách i jejich přijetí.

Dotykové obrazovky jsou populární v pohostinství a v těžkém průmyslu, stejně jako v kioscích či jako displeje v muzeích nebo v automatizovaných místnostech, kde klávesnice a myš neumožňují vhodnou intuitivní, rychlou či přesnou interakci uživatele se zobrazovaným obsahem displeje.

V minulosti byly senzory dotykových obrazovek dodávány jako doplňky klasických na trhu dostupných zařízení. Teprve později byly tyto doplňky integrovány přímo výrobcí displejů a elektroniky, čímž byl potvrzeno jejich přijetí jako běžnou součástí uživatelského rozhraní různých výrobků.

Technologie dotykových obrazovek

Existují různé technologie dotykových obrazovek.

1. Rezistivní

Rezistivní (odporový) panel dotykové obrazovky se skládá z několika vrstev, z nichž nejdůležitější jsou dvě tenké elektricky vodivé vrstvy, odděleny úzkou mezerou. Když objekt, jako je prst, stlačí místo na vnějším povrchu panelu, dvě kovové vrstvy se v tomto místě spojí: panel se pak chová jako pár napěťových děličů s připojenými výstupy. To vede ke změně v elektrickém proudu, který je registrován jako událost doteku a poslán k řadiči pro zpracování.

2. Povrchová akustická vlna (SAW)

SAW technologie využívá ultrazvukové vlny, které projdou přes dotykový displej. Když se dotknete panelu, je absorbována část vlny. Ta se změní v ultrazvukové vlny, které jsou registrovány jako událost doteku a tato informace je poslána do řadiče pro zpracování. SAW dotykové displeje mohou být poškozeny vnějšími prvky. Kontaminanty na povrchu dotykového displeje mohou též narušit jeho funkčnost.

3. Kapacitní

Například kapacitní dotyková obrazovka mobilního telefonu. Kapacitní dotykový panel se skládá z izolantu, jako je sklo potažené transparentním vodičem, jako je indium tin oxid (ITO). Vzhledem k tomu, že lidské tělo je také vodič, dotýkání se povrchu obrazovky má za následek narušování elektrostatického pole obrazovky, jenž je měřitelné jako změna v kapacitním odporu. K určení místa dotyku mohou být použité různé technologie. Lokace tohoto místa je pak poslána k řadiči pro zpracování.



4. Infračervené záření

Dotyková obrazovka pracující s infračerveným zářením používá řadu X-Y infračervených LED a pár detektorů záření kolem okrajů obrazovky pro detekci narušení ve struktuře LED paprsků. Tyto LED paprsky se vzájemně kříží vertikálně i horizontálně. To pomáhá senzorům přesné určení místa doteku. Hlavní výhodou takového systému je, že může detekovat v podstatě jakýkoli vstup, včetně prstů, prstu v rukavici, stylus nebo pero. Obecně se tato technologie používá u venkovních aplikací a systémů pokladních míst, které se nemohou spoléhat na vodič (např. holé prsty) pro aktivaci dotykové obrazovky. Na rozdíl od kapacitní dotykové obrazovky, infračervené dotykové obrazovky nevyžadují žádné vzory na skle, které zvyšují odolnost a optickou průzračnost celého systému.

5. Optické zobrazování

Jedná se o relativně moderní vývoj v technologii dotykové obrazovky, ve které jsou dva nebo více zobrazovacích senzorů umístěných na okrajích (převážně rohy) obrazovky. Infračervená zadní světla jsou umístěna v zorném poli kamery na druhé straně obrazovky. Dotek se ukáže jako stín a každou dvojici kamer lze pak najít triangulací pro zjištění místa doteku nebo dokonce i pro změření velikosti doteku objektu. Tato technologie narůstá na popularitě, kvůli své rozšířenosti, univerzálnosti a cenové dostupnosti, zejména pro větší přístroje.

6. Disperzní signál

Byl představen v roce 2002 společností 3M. Tento systém používá senzory pro detekci mechanické energie ve skle, ke které dochází v důsledku doteku. Komplexní algoritmy pak interpretují tyto informace a poskytují aktuální polohu doteku. O technologii se tvrdí, že je neovlivnitelná prachem a jinými vnějšími elementy, včetně poškrábání. Vzhledem k tomu, že není potřeba dodatečných elementů na obrazovce, tvrdí se o technologii, že po-

skytuje vynikající optickou průzračnost. Rovněž jelikož jsou mechanické vibrace využívány k detekci události doteku, tak může být každý předmět použit k vytvoření těchto událostí, včetně prstů a stylusu. Nevýhodou je, že po počátečním doteku systém nemůže rozpoznat prst bez hnutí.

7. Rozpoznání akustického pulzu

Tento systém, představený Elo divizí společnosti Tyco International v roce 2006, používá piezoelektrické snímače umístěné na různých místech okolo obrazovky pro přeměnu mechanické energie doteku (vibrací) v elektrický signál. Hardware obrazovky pak používá algoritmus pro určení místa doteku na základě těchto snímaných signálů. Dotyková obrazovka je vyrobena z běžného skla, což ji dává dobrou odolnost i optickou průzračnost. Je obvykle schopna fungovat se škrábanci a prachem na obrazovce a to s dobrou přesností. Tato technologie se také dobře hodí pro displeje, které jsou fyzicky větší. Tak jako technologie využívající disperzní signál, tak i zde po počátečním doteku nemůže být prst bez hnutí rozpoznán. Avšak, z téhož důvodu, rozpoznání doteku není rušeno žádnými opírajícími se objekty.

Porovnání technologií dotykových obrazovek

Následující informace je poskytnuta společností Mass Multimedia inc., Coloradskou společností prodávající techniku s dotykovými displeji.

Technologie	4-drátová rezistivní	Povrchová akustická vlna (SAW)	5-drátová rezistivní	Infračervené záření	Kapacitní
Životnost	3 roky	5 let	5 let	5 let	2 roky
Odolnost	Vysoká	Vyšší	Vysoká	Vysoká	Vyhovující
Průzračnost	Špatná	Dobrá	Špatná	Dobrá	Vyhovující
Montáž	Vestavěný/Nástěnný	Vestavěný/Nástěnný	Vestavěný/Nástěnný	Nástěnný	Vestavěný
Dotyk	Čímkoliv	Prstem/Perem	Čímkoliv	Prstem/Perem	Vodivý
Odolnost vůči intenzivnímu světlu	Dobrá	Dobrá	Dobrá	Špatná	Špatná
Odezva	<10ms	10ms	<15ms	<20ms	<15ms
Následující rychlost	Dobrá	Nízká	Dobrá	Dobrá	Dobrá
Výchylky	Ne	Malé	Velké	Velké	Velké
Varianta monitoru	CRT nebo LCD	CRT nebo LCD	CRT nebo LCD	CRT nebo LCD	CRT nebo LCD nebo LED
Voděodolnost	Dobrá	Vyhovující	Dobrá	Vyhovující	Dobrá

Tablet PC

Tablet PC je **mezistupněm mezi notebookem a kapesním počítačem**. Podle původních představ se mělo jednat o jednoúčelový přenosný počítač s vysokou výdrží baterií a s dotykovým displejem. Původní představy se však postupem času vytratily a současné Tablet PC jsou v podstatě klasické notebooky se všemi výhodami i nevýhodami. Jediné, co z původní představy zůstalo, je dotykový displej. **Tablet PC je tedy označení pro přenosný počítač ve tvaru desky s integrovanou dotykovou obrazovkou, která se používá jako hlavní způsob ovládní.** Místo fyzické klávesnice se často používá virtuální klávesnice na obrazovce nebo psaní pomocí stylusu.

Tablety PC jsou převážně založeny na x86 architektuře IBM-PC a jsou plně funkčními osobními počítači, používajícími **mírně upravený operační systém osobního počítače** (např. Windows nebo Linux Ubuntu) tak, aby podporovaly jejich dotykové obrazovky namísto tradičních displejů, myši a klávesnic. Typický tablet PC musí být řízen stylusem, protože ovládní na ploše OS vyžaduje vysokou přesnost pro výběr ovládacích prvků, jako je například tlačítko zavřít okno.

V dubnu 2010 firma Apple vydala iPad, který znamenal posun v účelu a spolu se zvýšenou použitelností, životností baterie, jednoduchostí, nižší hmotností, cenou a celkovou kvalitou byl s ohledem na předchozí tablety vnímán jako nová třída spotřební elektroniky a vytvaroval komerční trh pro tablety v následujících letech. V důsledku toho se od roku 2011 na trhu objevily dva zřetelně odlišné druhy tabletů, a to Tablet PC a Post-PC tablet, jejichž operační systémy jsou jiného původu.

Dotykové uživatelské rozhraní

Běžnou součástí mezi PC tablety je dotykové ovládní. To **umožňuje uživateli používat třeba virtuální klávesnici a procházet snadno a intuitivně virtuálním prostředím na obrazovce.**

Zpracování operačních systémů **musí více reagovat na somatosenzorické systémy** (doteky, teplota, pozice těla...) než na klávesnici nebo myš. Ačkoli se zařízení implementací liší od tradičních počítačů a notebooků, je tablet konkurencí pro běžné notebooky a to ve prospěch současných tabletů, a to hlavně díky **vícedytkovému ovládní** („multi-touch“ rozhraní), které často napodobuje skutečné objekty tak, jak se reálně chovají.

Rozpoznávání rukopisu

Čínské znaky jako tento (osoba) mohou být psány za pomoci rozpoznávání rukopisu(人, čínsky: rén, korejsky: in, japonsky: jin, nin; hito, kantonsky: jan4). Znak je tvořen dvěma tahy - první je zde tmavě, druhý světle. Černé místo označuje výchozí pozici psacího nástroje.

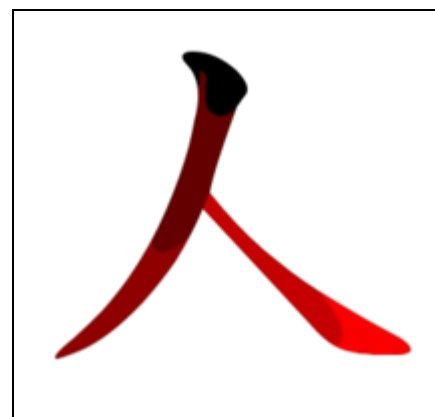
Protože tablet PC normálně používá stylus, má často implementované tzv. rozpoznávání rukopisu, zatímco tablety s prstem řízenými obrazovkami ho zpravidla nemají. Prstem řízené obrazovky jsou však potenciálně vhodnější pro vkládání kódových tabulek se znaky pro psaní třeba v čínštině, japonštině, korejštině a to hlavně díky jejich schopnosti snímání tlaku. Nicméně v tuto chvíli není možné většinu těchto možností využít. V důsledku toho čínští uživatelé často používají na tabletech pro vstup virtuální klávesnice.



Tablet PC od společnosti HP



Samsung Galaxy Tab



Hardware pro rozpoznání dotyků

Snímače dotyku mají obvykle jednu ze dvou forem:

- **Odporové dotykové obrazovky** jsou pasivní a můžou reagovat na jakýkoliv druh tlaku na obrazovce. Umožňují vysokou přesnost (což může být nezbytné, když se snažíte na dotykové obrazovce napodobit ukazatel pro přesné ukazování, (což je v Tablet PC běžné), ale vyžaduje to přesnou kalibraci. Vzhledem k vysoké rozlišovací detekci, je často používán pro odporové displeje stylus nebo nehet, i když existují možnosti pro realizaci vícedotykového ovládání na odporovou dotykovou obrazovku, možnosti jsou dost omezené. Jak mají moderní tablety PC tendenci se silně opírat o využití vícedotykového ovládání, tato technologie se zmenšuje na úzce specializovaná zařízení, u kterých by nebyla možnost odporové dotykové obrazovky nahradit kapacitními.
- **Kapacitní dotykové obrazovky** mají tendenci být méně přesné, ale citlivější než odporové displeje, protože vyžadují vodivý materiál pro vstup, jako jsou prsty, které nejsou tak přesné (oproti stylusu). Od moderního „Post-PC“ Tabletů se ale očekává práce s mnohem menší plochou než u zařízení tradičních „tablet PC“ a tak se kvůli snadnému použití zpravidla nepoužívá stylus, a spíše potřebují funkci vícedotykového ovládání.

Rozdělení:

Booklet

Tato kategorie Tablet PC se u nás vyskytuje pouze výjimečně. Na první pohled vypadá jako kniha, uvnitř se však skrývá PC. Booklety se používají jako plánovací kalendáře, čtečky elektronických knih či k prohlížení fotoalb.

Slate

Charakteristické jsou kompaktní rozměry. Zařízení vypadá jako tenká placka, bez hardwarové klávesnice. Klávesnice je emulována softwarově na dotykový displej, případně pokud zařízení disponuje odpovídajícím rozhraním, je možné připojit klávesnici externí.

Konvertibilní

Konstrukčně se velmi podobají běžným notebookům. Mají stejnou klávesnici, ale navíc obsahují dotykový displej a kloub, který umožňuje víko s displejem, kromě vyklápění, také otočit kolem své vertikální osy až o 180°. Toto otočení umožní používání zařízení i v zavřeném stavu. Typický zástupce je např.: Lenovo ThinkPad X41 Tablet.

Hybridní

U této kategorie se spojují výhody konvertibilních a slate Tablet PC. Mají odpojitelnou dedikovanou klávesnici. Pokud je připojena patří mezi konvertibilní Tablet PC. Pokud klávesnici odpojíme tak se zařadí mezi slate Tablet PC. Veškerá elektronika musí být proto v části s displejem. Tuto kategorii proslavily především řady TC1000 a TC1100 od HP/Compaq.

„Post-PC“ tablet

Od poloviny roku 2010, byly zavedeny nové tablety s mobilními operačními systémy, které již nepodporují procesory Intel x86 a OS Microsoft Windows (někdy taky zvaný Wintel). Ty mají jiné rozhraní a na místo tradičních desktopových OS, představují nový typ počítačového zařízení. Tyto „post-PC“ tablety (mobilní tablety s operačním systémem) nejčastěji používají kapacitní dotykové obrazovky s podporou vícedotykového ovládání, na místo jednoduchých odporových dotykových obrazovek typických řízených stylusem.

Jedním z nejúspěšnějších byl iPad Apple s operačním systémem iOS. Samsung Galaxy Tab a další následovaly v návaznosti na dnes zaběhlé trendy s vícedotykovým ovládáním a dalšími prvky uživatelského rozhraní, jako například flash paměti, SSD úložištěm a "warm-boot times" (funkce umožňující rychlejší startování bez předešlého úplného vypnutí operačního systému jako je např. hibernace, reset...), navíc je možné standardní připojení externí USB, nebo nejčastěji lze i připojit Bluetooth klávesnici. Nejčastější operační systémy používané na tabletech, které nejsou založeny na tradiční PC architektuře, jsou založeny na unixových operačních systémech jako je Darwin, Linux, nebo QNX. Některé mají kompatibilitu s 3G mobilními telefony.

Tiskárna

Tiskárny jsou **výstupní zařízení sloužící pro výstup údajů z počítače**. Prostřednictvím tiskárny je možné data uchovaná doposud v elektronické formě vytisknout (nejčastěji na papír).

Základní parametry tiskárny jsou:

Parametr	Vysvětlení	Rozsah
Typ tisku	Způsob použitý k tisku jednotlivých znaků	Jehličková, tepelná, inkoustová, laserová
Rychlost tisku	Počet znaků vytištěných za jednotku času	řádově 100 zn/s - ? stránek/min
Kvalita tisku	Počet bodů, které je tiskárna schopna vytisknout na jeden palec (bpi - <u>b</u> its <u>p</u> er <u>i</u> nch)	120 - 1200 bpi
Barevnost	Schopnost tisknout pouze černobíle nebo i barevně.	Černobílé, barevné
Pořizovací náklady	Cena, za kterou je možné tiskárnu pořídit	řádově 1000 Kč - 100000 Kč
Cena za vytištěnou stránkou	Cena, kterou uživatel zaplatí za vytištěnou stránku. Je dána cenou listu požadovaného papíru, cenou a životností tiskové náplně (páska, inkoust, toner)	

V případě barevného tisku je nutné pracovat se **subtraktivním modelem** mísení barev (na rozdíl od obrazovky, kde pracujeme s aditivním mísením). Tento model označovaný také jako **CMYK** používá pro tisk **tři až čtyř základních barev**, jejichž mísením se dostávají barvy ostatní:

- Cyan - indigově modrá
- Magenta - fialová
- Yellow - žlutá
- Black - černá

V případě levnějších tiskáren bývá vynechána černá barva, která se nahrazuje smísením tří zbývajících barev. Tyto barvy však neposkytují čistě černou barvu, a proto jejich tisk bývá co do barevného podání méně kvalitní.

Tiskárna se k počítači připojuje většinou přes **USB port**, dříve přes **paralelní port** pomocí rozhraní **Centronics**, popř. **Bitronics**. Některé tiskárny dovolují i připojení přes sériový COM port, ale tento způsob propojení počítače s tiskárnou bývá méně častý.

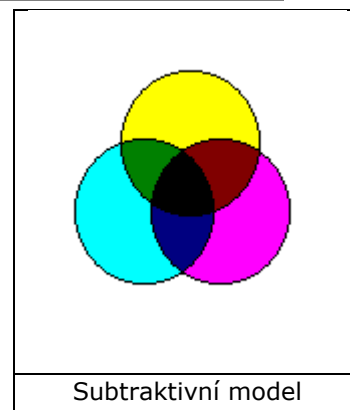
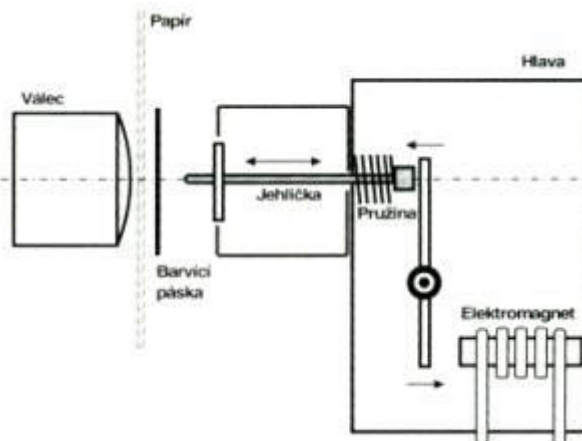
Typy tiskáren

Jehličková tiskárna

U jehličkové tiskárny se k tisku využívá **tisková hlava, která obsahuje sadu pod sebou umístěných jehliček**.

Vzhledem k tomu, že se při tisku **využívá mechanického tlaku**, tak tyto tiskárny **mohou vytvářet kopie** pomocí uhlového papíru (tzv. kopíráku).

Každý bod je vykreslen malou kovovou jehlou, řízenou elektromagnetem a to buď přímo nebo pomocí malých vahadel. Pohyblivá část tiskárny se nazývá hlava a při přejetí listu papíru z jedné strany na druhou listu papíru vytiskne jeden řádek textu. Většina jehličkových tiskáren má uložené jehličky vertikálně a v případě většího množství jehliček se zvyšuje hustota dopadu jehliček a tím i kvalita tisku.



V závislosti na počtu těchto jehliček se dále jehličkové tiskárny rozlišují na:

- **1 jehličkové** a **2 jehličkové**: technické rarity vyráběné svého času v ČSSR
- **7 jehličkové**: poskytují tisk s velmi nízkou kvalitou a jsou používány pouze ve speciálních případech, jako jsou např. pokladny v prodejně, kde na kvalitu tisku nejsou kladeny téměř žádné nároky.
- **9 jehličkové**: dovolují tisk v tzv. **NLQ (Near Letter Quality - blízký dopisní kvalitě) režimu**. Tento režim svou kvalitou tisku odpovídá přibližně kvalitě elektrického psacího stroje. Tyto tiskárny jsou vhodné pro tisky výpisů programů a pro tisk dokumentů, na jejichž kvalitě příliš nezáleží.
- **24 jehličkové**: umožňují kvalitnější tzv. **LQ (Letter Quality - dopisní kvalita) režim** tisku. Oproti 9 jehličkovým tiskárnám poskytují také větší rychlost tisku. Jsou používány opět zejména pro dokumenty, na jejichž kvalitu jsou kladeny nižší nároky.

Jednotlivé jehličky jsou připojeny k elektromagnetům, které je při práci (tisku) vystřelují proti barvicí pásce. Tato barvicí páska dopadne v daném bodě pak na papír, kde způsobí malý barevný bod. Obecně platí, že jehličkové tiskárny jsou poměrně hlučná zařízení, která nejsou vhodná pro tisk grafických dokumentů a neposkytují příliš velkou rychlost tisku (řádově 100 zn/s). Barevný tisk je u jehličkových tiskáren možný použitím vícebarevné pásky. Vzhledem k výše popsanému principu tisku nevyžadují tyto tiskárny žádný speciální papír. Jejich pořizovací cena i cena za vytištěnou stránku jsou poměrně nízké.



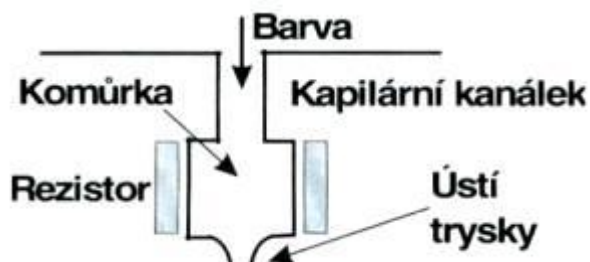
Tepelná tiskárna

Tepelné tiskárny tisknou na podobném principu jako tiskárny jehličkové. Jsou opět vybaveny tiskovou hlavou, která obsahuje sadu jehliček připevněných k elektromagnetům. Jednotlivé jehličky jsou však na rozdíl od jehličkové tiskárny zahřáté na vyšší teplotu, která poté, co se jehlička přiblíží ke speciálnímu papíru citlivému na teplo, způsobí jeho zbarvení.

Tepelné tiskárny poskytují podobnou kvalitu a rychlost tisku jako tiskárny jehličkové. Jejich velkou nevýhodou je nutnost použít speciální papír a tím i vyšší cena za vytištěnou stránku. V dnešní době se tyto tiskárny používají jen výjimečně.

Inkoustová tiskárna

Inkoustová tiskárna tiskne pomocí inkoustu, který je stříkán na papír. Inkoust bývá umístěn v malé nádržce, jež se pohybuje společně s tiskovou hlavou.



Kvalita tisku inkoustové tiskárny je silně závislá na použitém papíru. V případě kvalitního papíru je možné dosáhnout velmi kvalitního tisku (za cenu vyšších nákladů na tuto vytištěnou stránku). Barevný tisk bývá prováděn pomocí různobarevných inkoustů.

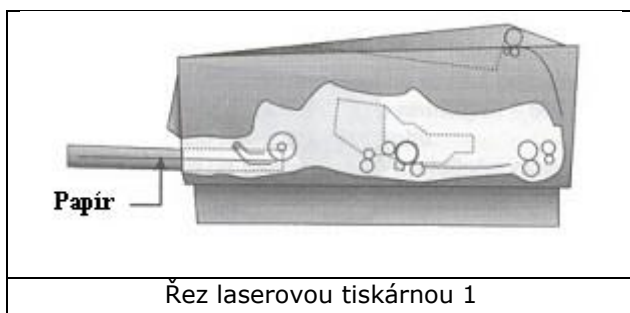
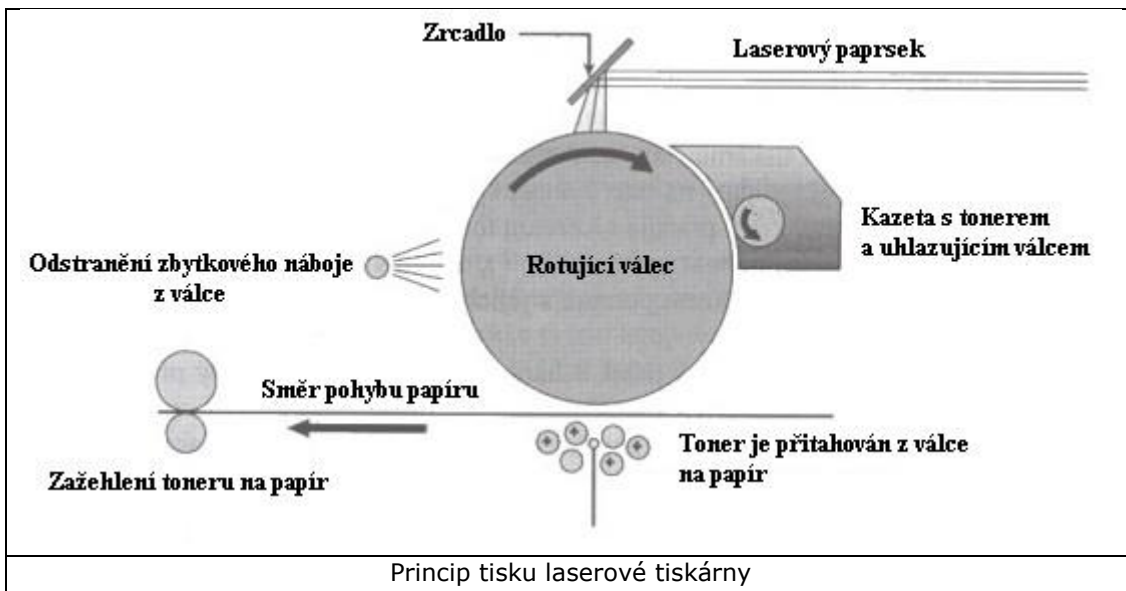
Inkoustové tiskárny poskytují vyšší rychlost tisku než tiskárny jehličkové. Jedná se o zařízení vhodná pro tisk běžných textových i grafických dokumentů. Jejich pořizovací cena dnes již není příliš vysoká. Jejich nevýhodou je však poměrně vysoká cena za vytištěnou stránku, která je dána cenou inkoustu a vyšší cenou kvalitního papíru.



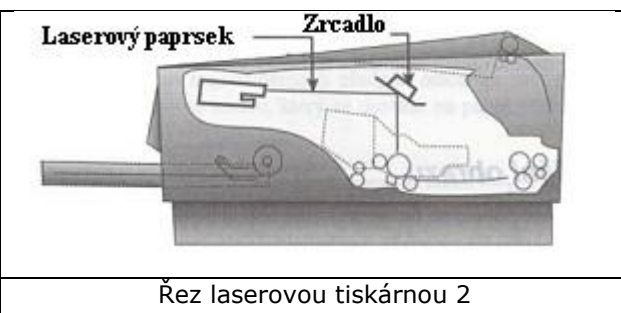
Inkoustová tiskárna firmy Hewlett Packard

Laserová tiskárna

Laserová tiskárna je zařízení určené zejména pro profesionální použití. Poskytuje velmi vysokou kvalitu (300 dpi - 1200 dpi) i rychlost tisku (desítky stránek za minutu). Jedná se o poměrně drahé zařízení - ale cena za vytištěnou stránku bývá většinou nižší než u inkoustových tiskáren.



Řez laserovou tiskárnou 1



Řez laserovou tiskárnou 2

Při tisku laserové tiskárny jsou nejdříve **znaková data** zasílaná počítačem převáděna řadičem na videodata. Ta jsou zasílána na vstup polovodičovému laseru. Polovodičový laser vysílá laserový **paprsek, který je vychylován** soustavou zrcadel na rotující válec. V **místech, kam tento paprsek na válec dopadne, dojde k jeho nabití statickou elektřinou na potenciál řádově 1000 V**. Rotující **válec dále prochází kolem kazety s barvicím práškem (tonerem)**, který je **vlivem statické elektřiny přitažen k nabitým místům na povrchu válce**. **Papír, který vstoupí do tiskárny ze vstupního podavače, je nejdříve nabit statickou elektřinou na potenciál vyšší než jsou nabitá místa na válci (cca 2000 V)**. V okamžiku, kdy tento papír prochází kolem válce, **dojde k přitažení toneru z nabitých míst válce na papír**. **Toner je do papíru dále zažehlen a celý papír je na závěr zbaven elektrostatického náboje a umístěn na výstupní zásobník**. Rotující válec po otištění na papír prochází dále kolem sběrače elektrostatického náboje a čističe od toneru.

Barevný tisk je u laserových tiskáren možné docílit použitím různobarevných tonerů.



Laserová tiskárna firmy Hewlet Packard

PLOTTER

Plotter je grafické výstupní zařízení počítače.

Klasický plotter kreslí obraz pomocí tužky nebo pera. Existují ale i varianty s inkoustovou tiskovou hlavou podobnou klasické tiskárně, případně řezací plottery, kde **místo pera je nástroj na řezání** (reklamní folie na auta). Medium (papír) může být pohyblivé v jedné ose nebo je pevně umístěno a pohybuje se pouze pero. Použití je převážně na technické výkresy, které kvůli rozměrům nelze na běžné tiskárně vytisknout. Plottery (CNC stroje) jsou také často využívány při gravírování.

Plotter byl dříve základním výstupním zařízením pro typické CAD aplikace (AutoCAD apod.), neboť je uzpůsoben především pro kreslení vektorové grafiky, která je pro použití těchto programů typická. Naopak dnešní plottery jsou schopné zpracovávat jak vektorový, tak bitmapový popis stránky.

V současné době se můžeme setkat s několika různými technologiemi činnosti plotterů, které se od sebe navzájem odlišují jak cenově, tak i oblastí nasazení. Zatímco např. *perové plottery* jsou určeny především pro výstup z klasických CAD aplikací, *plottery inkoustové* nebo *laserové* je možno využívat i jako velkoplošnou tiskárnu. Oblast nasazení plotterů vyřezávacích se od ostatních technologií odlišuje velmi významně a tyto plottery jsou určeny především pro nasazení v oblasti reklamy.



Typy plotterů

Podle mechanismu posuvu po kreslicí ploše lze plottery rozdělit do dvou skupin.

- První skupinou jsou tzv. **deskové, nebo též stolní plottery**, u nichž **se papír umísťuje celý na kreslicí plochu**. Nad touto plochou je umístěna jakási obdoba portálového jeřábu s kreslicí hlavou, která se pohybuje jednak po kolejničce uvnitř ramene napříč kreslicí plochou a jednak s celým kreslicím ramenem po kolejničce podél kreslicí plochy. Upevnění papíru je zabezpečované téměř výhradně elektrostaticky, u některých starších plotterů se proto vyskytovaly problémy s nedostatečným vybitím po ukončení kreslení. Od deskových plotterů se v poslední době upouští (především u plotterů větších rozměrů), neboť jimi zastavěná plocha bývá neúnosně velká. Také je u nich limitován rozměr obou směrů obrazu velikostí kreslicí plochy.
- **Stojanový plotter** posunuje kreslicí hlavu pouze v jednom směru - napříč papírem. Celá kreslicí plocha také není umístěna na desce, ale **papír volně visí po obou stranách plotteru**. **Pohyb papíru bývá zajišťován přítlačnými válečky** podobně jako u mandlu. Vypnutí papíru je zabezpečováno podtlakem pod kreslicí plochou, který je vyvolán pomocí otvorů mimo prostoru, v němž se pohybuje kreslicí hlava nebo u modernějších plotterů též **elektrostaticky**. Stojanový plotter odstraňuje obě zásadní nevýhody deskových plotterů, velkou zastavěnou plochu a omezení délky obrazu, proto je v současné době více rozšířen. Hlavním záporům je poměrně **složitý mechanismus pro posun papíru, který musí zabezpečit, že i při několikerém posuvu se papír nepohne a bod s určitými souřadnicemi bude ležet na stále stejném místě papíru**.

Podle mechanismu kreslení se dělí na:

Perový plotter

Nejstarší, klasickou, technologií jsou *perové plottery*. Proto jsou také v současnosti nejvíce rozšířeny. Jádrem technologie perového plotteru je **využití kreslicího pera, které se pohybuje ve dvou směrech nad papírem** (deskový plotter), **popř. jeho pohyb v jednom směru nahrazuje pohyb papíru** (stojanový plotter). **Barevné kresby** se dosahuje díky tomu, že kreslicí hlava může být vybavena několika kreslicími pery, popř. disponuje **několika kreslicími pery v kruhovém zásobníku** (tzv. karuselu), z něhož si vždy jedno pero vybírá a používá ke kreslení.

Tužkový plotter

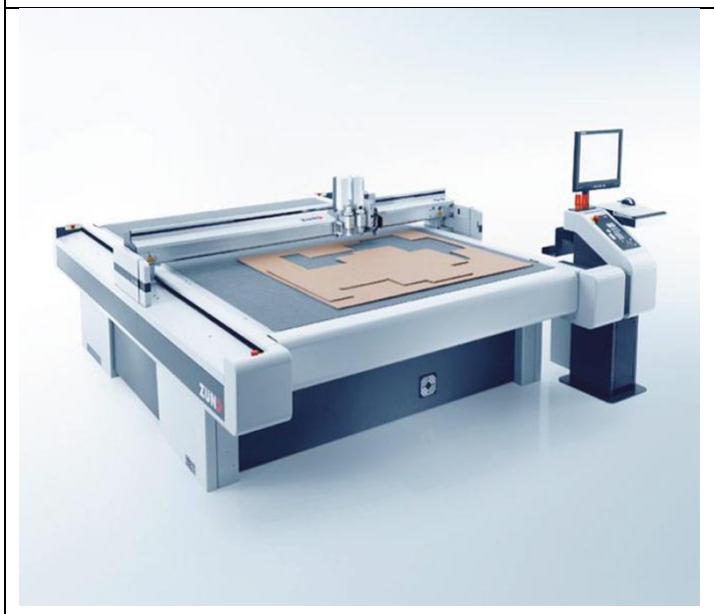
Můžeme se setkat s *plottery tužkovými* využívající různé speciální barevné tužky (jejich významnou výhodou je možnost použít tužky s různě širokou tuhou a tím jednoduše kreslit čáry různé šířky), popř. s plottery, jejichž kreslicí "pero" spíše připomíná známý popisovač (fix).

Vyřezávací plotter

V každodenním životě se velice často setkáváme s výstupem zvláštní třídy plotterů označovaných jako *vyřezávací plottery*. Tyto plottery jsou v zásadě pouze **variací na téma perový plotter**, od kterých se odlišují pouze tím, že **místo pera jsou vybaveny speciálním vyřezávacím nožem**.

Inkoustový plotter

Inkoustové plottery (někdy též označované jako tryskové) **jsou zvětšenou variantou inkoustové tiskárny**. Jejich technologie tisku je téměř totožná s technologií tisku inkoustových tiskáren. Inkoustové plottery jsou často také schopny emulovat jazyk PCL nebo PostScript a pracovat jako tiskárna. Naopak některé kvalitnější inkoustové



tiskárny jsou schopné emulovat i jazyk HPGL/2 a pracovat jako plottery. Je možno říci, že **mezi inkoustovými plottery a tiskárnami se vytvořila určitá hranice odpovídající formátu A3.**

Velkou výhodou inkoustových plotterů je možnost kreslit nejen vektorovou grafiku, ale i grafiku bitovou, popř. smíšenou, neboť jsou technicky řešeny obdobně jako tiskárna. Barevné spektrum je omezeno na pouhých osm barev (smísením tří základních barev CMY), popř. 16 barev v případě použití čtyřbarevné kreslicí hlavy (CMYK). Některé dokonalejší inkoustové plottery jsou navíc vybaveny možností několikastupňového řízení dávkování inkoustu (zpravidla čtyři úrovně), čímž je možno dosáhnout širšího spektra barev (64 barev při inkoustech CMY, popř. 256 barev při použití čtveřice inkoustů CMYK). Podobně jako u inkoustových tiskáren je možno optimální kvality dosáhnout při použití speciálního papíru, vyhoví však jakýkoli papír, který neobsahuje papírový prach a na němž se inkoust nerozpívá.

Dataprojektor

Dataprojektor (nebo také datový projektor) je zařízení umožňující zprostředkovat prezentaci všem přítomným tím, že obraz, jehož zdrojem může být osobní počítač, notebook, přehrávač DVD a jiná videozařízení, **projektuje (promítá) na plátno či zeď.**

Existuje ještě videoprojektor, který má jiné zaměření.

Parametry dataprojektorů

K parametrům určujícím kvalitu dataprojektoru patří:

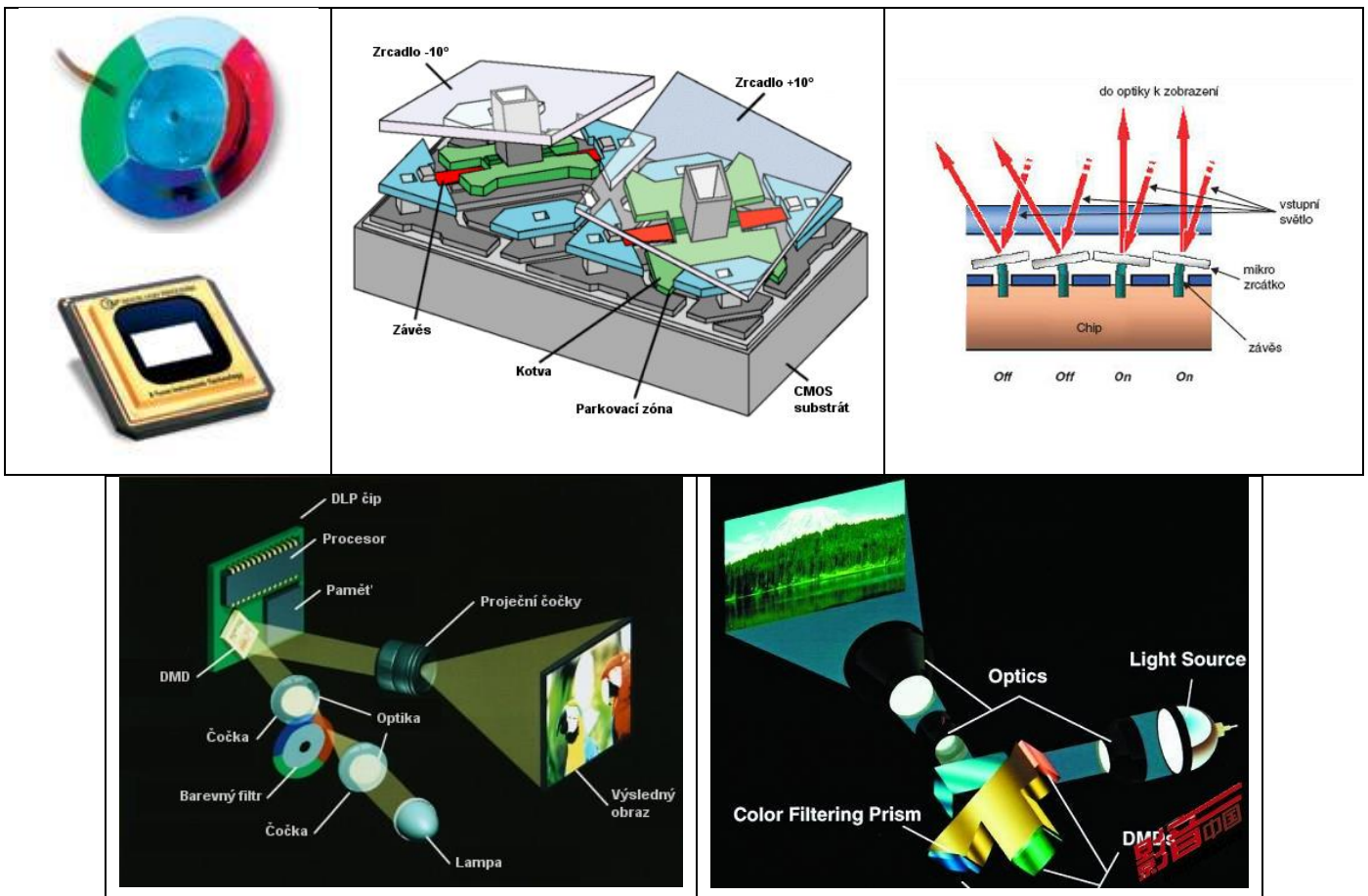
- **Rozlišení** - V současnosti patří mezi **nejběžněji používaná rozlišení: SVGA (800×600), XGA (1024×768), SXGA (1280×1024), UXGA (1600×1200)**
- **Světelný výkon** (udává se v ANSI lumenech) - čím je vyšší, tím je promítaný obraz jasnější a kvalitnější.
- **Kontrast** - poměr nejsvětlejšího a nejtmašího bodu. Dnes jsou běžné projektory s kontrastem 1000:1 (nejsvětlejší bod je 1000-krát světlejší, než bod nejtmaší).
- **Rozměry a hmotnost**
- **Životnost lampy**
- **Rozhraní** - konektory pro připojení zdrojů videosignálu: CANON, DVI, CINCH, BNC, mini-DIN. Dnes se postupně stává standardem připojení přes LAN (RJ-45), HDMI a Wi-fi (802.11 b/g).
- **Funkce a doplňky** - S většinou projektorů se dnes dodává dálkové ovládání nebo interaktivní ovládání (USB). Oblíbená funkce je například PiP (obraz v obraze).

Pro projekci se jako **zdroj světla používá halogenová lampa, metalhalidová plynová výbojka a speciální lampa vyvinutá pro LCD projektory (UHP/NSH).**

Dělení podle výrobní technologie

DLP

Srdcem DLP (Digital Light Processing) projektorů je jeden případně více DMD čipů. Je to čip, na kterém jsou malá zrcátka. Nazývá se také DLP čip. Poté, co lampa vyrobí světlo, projde světlo přes optickou čočku a dopadne na **rotující barevný kotouč, který změní vlnovou délku světla.** Na kotouči bývají **tři základní barvy (RGB) a jedna průhledná část pro zvýšení jasu.** Na kotouči může být i více barev (např. žlutá či azurová). Obarvené světlo z kotouče putuje do další čočky, která je nasměruje na DLP čip. Pohyb kotouče a zrcadel na čipu je velmi přesně synchronizován. DLP čip vytvoří obraz pootočením zrcátek. Jedná se o reflektivní, tj. odrazovou technologii. Texas Instruments uvádí až 1024 pohybů zrcátek za sekundu. Právě takto vzniká šedá a všechny barevné odstíny. Čím déle je zrcadlo vystaveno světlu, tím světlejší odstín je.



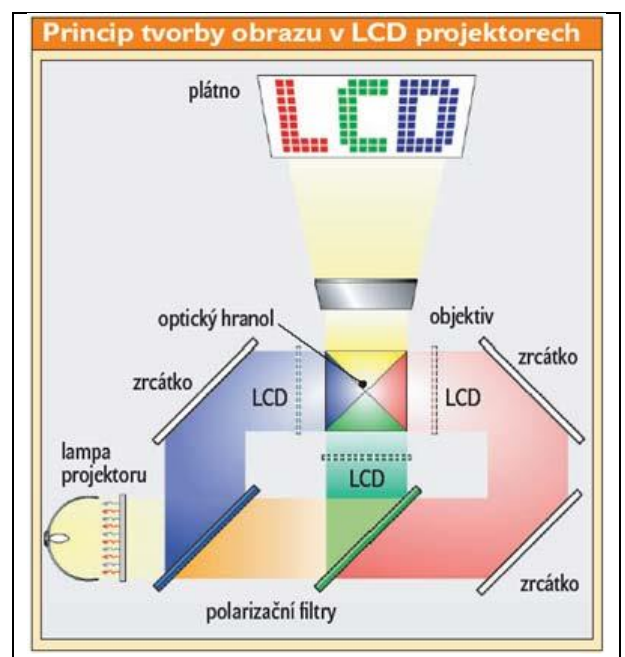
LED

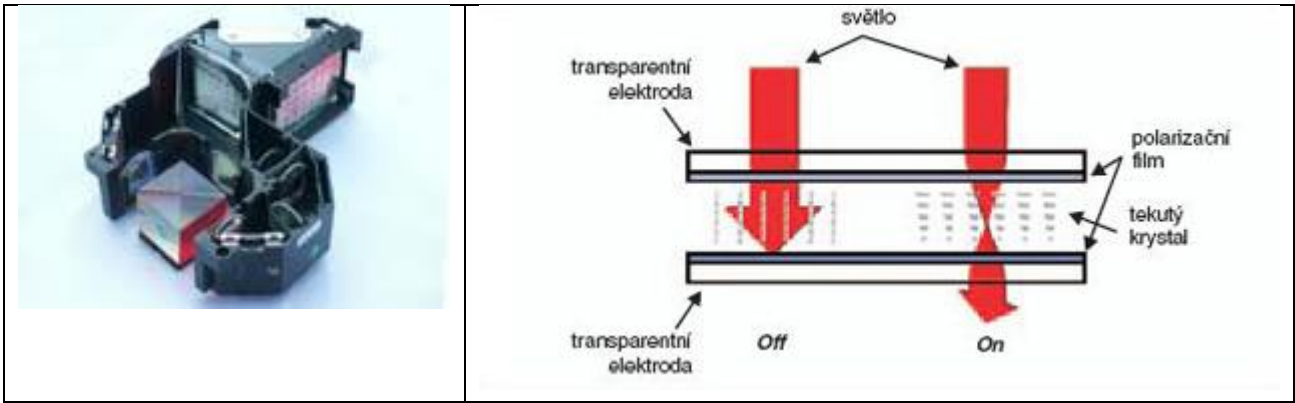
LED projektory jsou vlastně DLP projektory, ve kterých je lampa nahrazena LED diodami. Největšími výhodami této technologie je nízká spotřeba, absence lampy a především malé rozměry. Zásadní nevýhodou je nízká světelnost. To je mnohonásobně méně než běžné DLP projektory (v tisících lumenů).

LCD

LCD (Liquid Crystal Display) projektory pracují na odlišném principu než DLP. Srdcem LCD projektorů jsou tzv. dichroická zrcadla a LCD panely. Hlavní výhodou dichroického zrcadla je schopnost odrážet a propouštět světlo v závislosti na vlnové délce. Světlo z lampy dopadne na první zrcadlo, to propustí červenou složku a odrazí zbylé světlo. Následuje zrcadlo pro zelenou složku a nakonec pro modrou. Odražené paprsky světla pokračují samostatně do přiděleného LCD. Pro zobrazení se využívá tekutých krystalů a jedná se o transmisní technologii. LCD projektory mají několik nevýhod. Jako první to je stárnutí a vypalování LCD displejů.

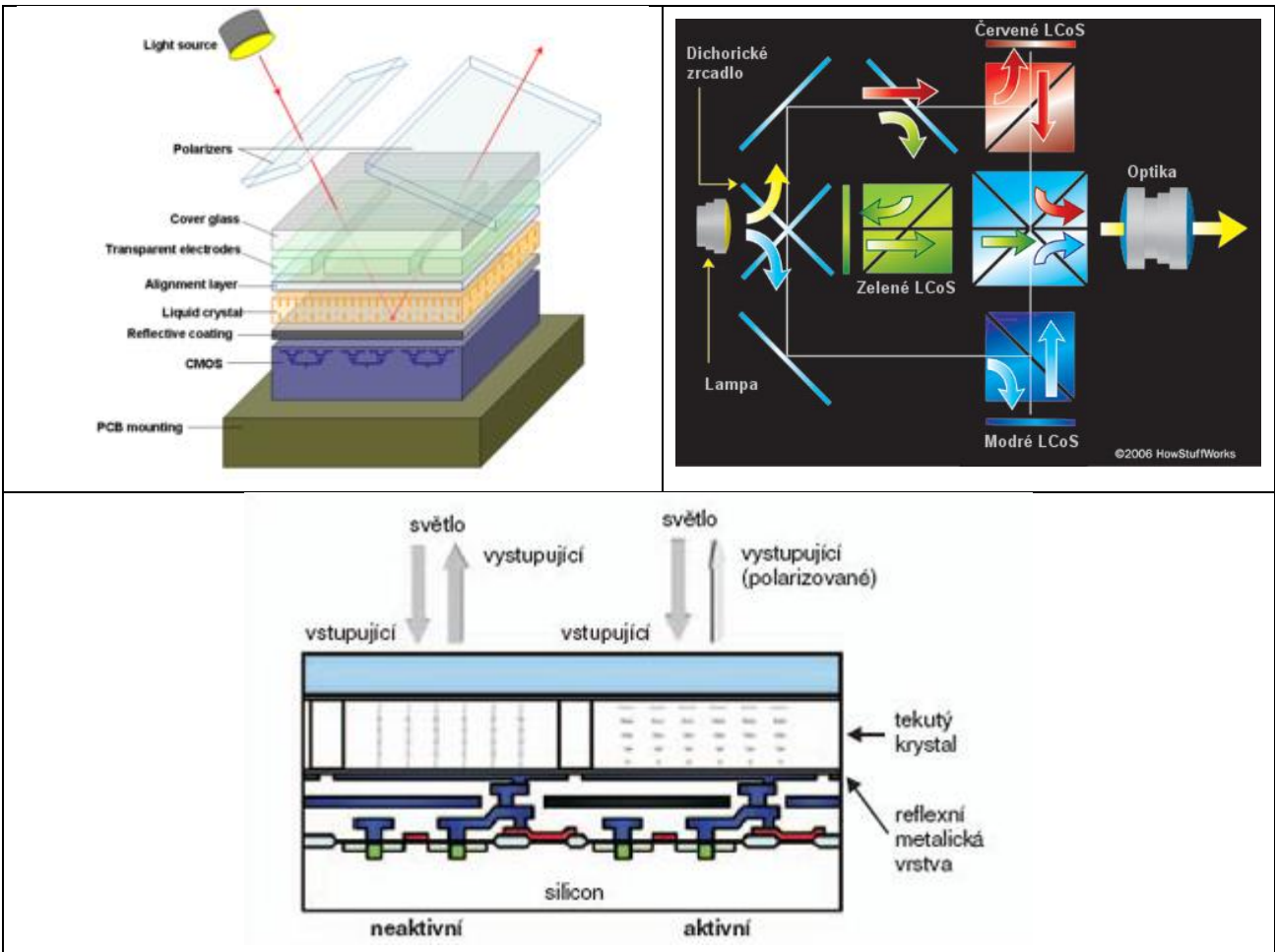
S přibývajícím počtem vysvícených hodin klesá kvalita zobrazení. Rastr u LCD panelů je z principu znatelně viditelnější než u DLP nebo LCoS projektorů. Dále je tu náchylnost na prašné prostředí. Vniknutí prachu brání pouze prachový filtr. Výhodou LCD projektorů je v průměru nižší hluchnost, mají ostrý a jasný obraz a netrpí duhovým efektem.





LCoS

LCoS (Liquid Crystal on Semiconductor) je poměrně **nová technologie projektorů**.



Princip je kombinací LCD a DLP projektoru. Lampa vyrobí světlo, hranol rozdělí světlo z lampy na tři základní barvy, tyto světelné paprsky dopadnou na LCoS displej a od toho se, podobně jako u DLP projektorů, odrazí. Obraz na displeji je v odstínech šedi. V případě černé barvy se světlo neodrazí, čím světlejší barva, tím více světla se od displeje odrazí. Odražené světlo putuje opět do hranolu, kde se spojí všechny barevné složky a nakonec zamíří přes optiku na plátno. Výhodou LCoS projektoru je vysoké rozlišení, disponuje vynikajícím barevným podáním, vysokým kontrastem a nemá duhový efekt. Jedná se především o JVC a jejich technologii D-ILA (Direct-Drive Image Light Amplifier), dále Canon a Sony s SXR (Silicon X-tal Reflective Display). Nevýhodou je především vysoká cena.

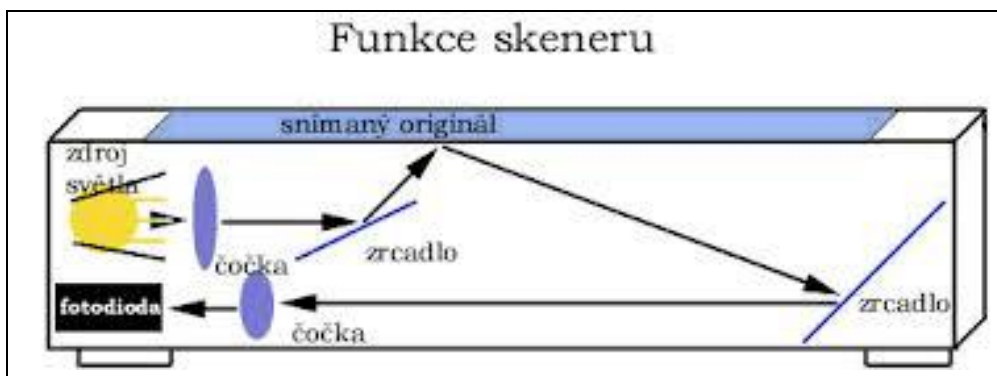
CRT

Základem CRT (Cathod Ray Tube) projektorů jsou tři projekční obrazovky principiálně podobné těm v běžných televizních přijímačích či počítačových monitorech. Každá z nich promítá v jedné ze základních barev (červené, modré a zelené) a výsledný obraz je potom složen na projekční ploše. Tato technika patří k nejstarším a používá se dnes pouze výjimečně, a to u pevných instalací. Výhody - Výborná kvalita reprodukce barev, vysoké rozlišení i kontrast, spolehlivost, dlouhodobý provoz. Nevýhody - Omezená oblast použití, překonaná technologie, větší rozměry a hmotnost.



Scanner

Scanner je zařízení, které slouží ke snímání 2D nebo 3D předlohy do počítače. Pracuje na principu **digitalizace** (převodu na číselnou hodnotu) odstínu barvy na předloze, odrazem paprsku procházejícího snímacím prvkem.



Scanner se k počítači připojuje pomocí:

- USB
- (vlastní karty)
- (SCSI rozhraní)

Rozlišení: počet bodů na palec, které dokáže scanner rozlišit. U dnešních běžných scannerů se pohybuje od 300 x 300 dpi až po 600 x 1200 dpi. Pomocí softwarové interpolace je možné dosáhnout rozlišení až 2400 x 2400 dpi. U profesionálních scannerů je možné vidět i rozlišení 5000 x 5000 dpi.

Barevná hloubka: Udává množství odstínů barev, které je schopen skener nasnímat. Dříve obvyklou barevnou hloubkou je 24 bitů (8 bitů na každý barevný kanál), což znamená možnost záznamu v 16 777 216 odstínech. U současných přístrojů dosahuje barevná hloubka nejčastěji 48 bitů (16 bitů na kanál) (281 474 976 710 655 odstínů).

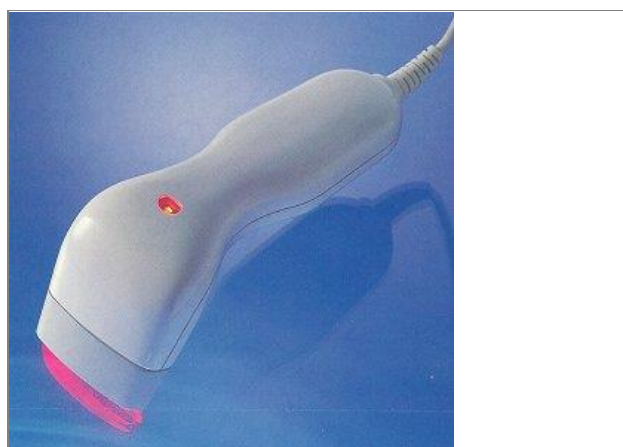
Scanery je možné rozdělit podle následujících kritérií:

Podle typu provozu:

- **černobílý scanner:** umožňuje snímat pouze v odstínech šedi, barevné odstíny jsou do nich převedeny
- **barevný scanner:** dovoluje snímat nejen v odstínech šedi, ale i v barvách. Většina dnešních scannerů má možnost snímat v TrueColor (tj. 16.7 mil barev).

Podle použití:

- **čtečky čárových kódů:** snímání 1D nebo 2D podle typu kódu, zdrojem světla je laserová dioda.
- **ruční scanner (hand-held):** vyžaduje, aby uživatel při snímání předlohy sám pohyboval scannerem. Při práci tedy velmi záleží na zkušenosti a zručnosti uživatele, který musí scannerem pohybovat rovnoměrně, správnou rychlostí a rovně. Jedná se o levnější zařízení, které dává méně kvalitní výsledek. Nevýhodou těchto scannerů bývá také bývá to, že většinou nedokáží obsáhnout celou širší strany formátu A4.

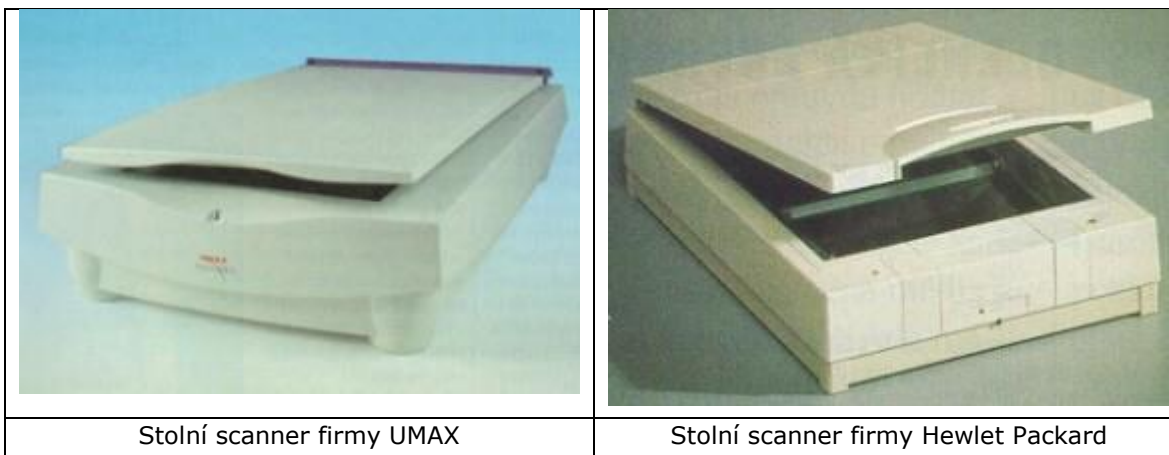


Snímač čarového kódu



Ruční scanner

- **stolní scanner (flatbed):** zařízení, které samo pohybuje snímacím ramenem a díky tomu poskytuje podstatně lepší výsledek oproti ručnímu scanneru. Nevýhodou je jeho vyšší cena a možnost snímání relativně tenkých předloh. Dražší modely mívají **nástavce pro snímání diapositivů a negativů.**



- **bubnové (drum):** Předloha je nalepena na rotujícím válci a je snímána paprskem. Jejich nevýhodou je vysoká cena, a proto jsou využívány zejména pro **snímání velmi velkých předloh**, případně tam, kde je potřeba **velice vysoká kvalita výsledku** (např. z předlohy – diapositivu je potřeba vytisknout plakát rozměru A2). Tato technologie je zároveň nejstarší.
- **Filmové:** slouží pro snímání jednotlivých políček filmu. Vzhledem ke svému specifickému účelu jsou ve směs používány pouze profesionálně. Např. systém Flextight a High-End skener Hasselblad Flextight X5.

Principy digitalizace 3D

Výstupní veličinou z prostorové digitalizace je soubor 3D bodů, nazývaný *cloud of points* či jinak mrak bodů. Takový soubor může být dnes generován řadou 3D digitizérů a skenerů, které lze členit z několika hledisek. Základním rozdělením je, zda zařízení **snímají 3D data kontaktním nebo bezkontaktním způsobem**. V prvním případě jde o 3D digitizéry a stacionární souřadnicové měřicí systémy CMM (Control Measuring Machine). Zde jsou nabízeny zařízení pro digitalizaci od 3D desktop (stolní) až po systémy pro měření objektů až několik metrů velkých. **Bezkontaktní systémy měření označované jako skenery pracují nejčastěji na laserovém nebo optickém principu**. Tyto přístroje mají značnou produktivitu a vytváří hustou síť bodů. **Všechny uvedené typy přístrojů jsou vhodné pro snímání vnější geometrie**. Existují i systémy pro snímání geometrie vnitřní.

Další členění zařízení je podle toho, zda jde o stacionární (skenované těleso se musí dopravit k zařízení) nebo mobilní systém (zařízení lze přenášet).

Zařízení se dají **rozdělit také podle stupně dosahované přesnosti, a to na zařízení použitelná např. pro Rapid Prototyping nebo Rapid Inspection** (požadujeme vysokou přesnost skenování) a na ostatní zařízení, která se uplatní např. v reklamě, filmu nebo videohrách.

Mechanické 3D skenery

Princip toho zařízení spočívá v tom, že **skenovaný objekt fyzicky "osaháme" hrotem**, který je zavěšený na mechanickém rameni. Rameno má v každém kloubu senzor zaznamenávající natočení ramene v tomto místě. Poloha skenovaného bodu se získá vyhodnocením údajů ze všech kloubů ramene.

Před vlastním skenováním je vhodné na objektu vyznačit body, které se musí nasnímat, abychom získali přesný digitální obraz fyzického objektu. Počet těchto bodů je závislý na složitosti tělesa a na požadované přesnosti.

Výstupem z tohoto zařízení je obrovské množství bodů definovaných 3 souřadnicemi (x, y, z). Touto metodou se nedají získat informace o textuře povrchu objektu.

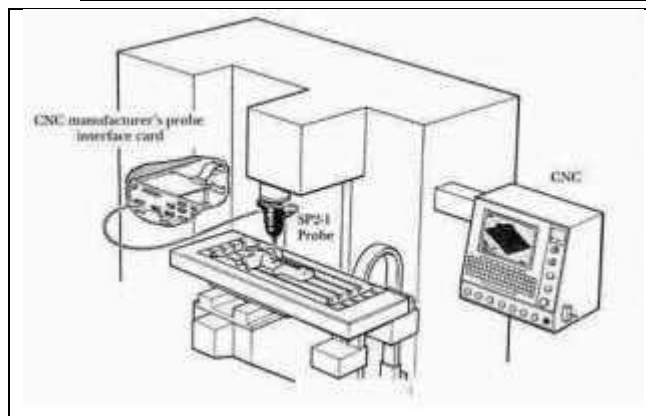
V České republice je dostupný mechanický skener Microscribe firmy Immersion Corporation. Zařízení se vyrábí ve 4 základních variantách rozlišujících se v technických parametrech, zejména v přesnosti získání polohy bodu a ve velikosti pracovního prostoru (akční koule).

Kontaktní skenování lze také provádět pomocí zařízení, které je konstrukčně založeno na principu frézky s inverzním tokem dat. Místo obráběcího nástroje je v zařízení upnuta snímací sonda. Tato sonda je v přímém kontaktu se snímanou plochou a její pohyb se přes přidruženou elektroniku převádí na prostorová data příslušného CAD systému. Někdy lze použít klasickou NC frézku, která má snímací sondu pouze jako přídatné zařízení, ale pro větší objemy dat je vhodnější samostatné zařízení určené speciálně pouze pro digitalizaci.

Nevýhoda zařízení je v tom, že objekt je nutné "osahávat" hrotem ručně. Proto je tento způsob získávání 3D modelu nejvíce časově náročný. Mechanické skenery jsou vhodné pro digitalizaci poměrně složitých těles jak s dutinami tak i s nerovnoměrným povrchem.

Optické 3D skenery

Tyto skenery snímají skenovaný objekt z několika úhlů pomocí optického zařízení. Při každém natočení, které se provede buď ručně nebo pomocí polohovacího zařízení (krokový motorek řízený počítačem), se objekt v podstatě vyfotí a data se odešlou do počítače. Po získání snímků ze všech úhlů pohledu se data zpracují a digitalizovaný model se vytvoří metodou aproximace. Většina skenerů umožňuje vytvářet počítačové modely užitím sejmutých bodů, polygonů, křivek typu spline nebo jiných standardních geometrických entit. Kvalita zdigitalizovaného objektu se dá ovlivnit především počtem získaných snímků (čím jemnější vzorkování polohy, tím vyšší shoda s originálem). Aby byla naskenovaná data vůbec použitelná, musí být za skenovaným objektem jednobarevné pozadí (nejlépe ta barva, která je hodně kontrastní s objektem). Pokud by se tato zásada nedodržela, bylo by velmi složité, ne-li nemožné, oddělit objekt od prostředí (tzv. vymaskování). Před vlastním skenováním je vhodné na tělese vyznačit několik orientačních bodů pro přesnější "slepování" obrázků ve 3D těleso. Z toho, že jednotlivé snímky jsou obyčejné 2D fotografie, plynou určité výhody i nevýhody tohoto zařízení. Výhodou je, že informace o povrchu objektu (textuře), je obsažena již ve skenovaných datech, proto jí není nutné uměle dotvářet. Značná nevýhoda spočívá ve vytváření modelu aproximační metodou, protože ze 2D obrázků (profilů) systém nedokáže zreprodukovat prohlubně a díry, které nejsou průchozí. Jediné, co optický skener dokáže z obrysů rozpoznat, jsou nepatrné náznaky změny hloubky povrchu v kritických místech prohlubní.



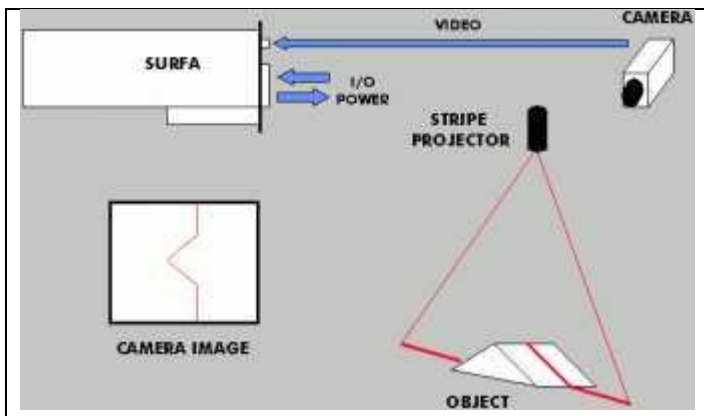
Laserové 3D skenery

Laserový skener pracuje na stejném principu jako např. sonar, využívá se vlastností laserového paprsku. Vlastní skenování spočívá v tom, že se **kolmo proti předmětu** vyšle laserový paprsek, který se od něho odrazí a vrátí se zpět do skenovacího zařízení, kde se vyhodnotí. Vyhodnocením doby, která uplyne od vyslání do vrácení paprsku, získáme informaci o rozměru předmětu ve směru letu paprsku. Informace o zakřivení povrchu plyne z úhlu pod jakým se paprsek vrátí zpět do zařízení. Spojením obou základních informací skener získá přesnou polohu bodu, kterou odešle do počítače. Tímto způsobem skener laserovým paprsek "obkrouží" celé těleso, popř. těleso se otáčí a skenovací zařízení stojí.

Spojujícím prvkem těchto produktů je **technologie triangulace (Laser Stripe Triangulation)**.

Plocha vytvořená laserovým světlem je promítána na snímáný povrch, na němž se objeví jako **tenká červená linka sledující povrch** skenovaného objektu. Tato linka je snímána pomocí CCD čidla, které umožňuje současně precizní snímání souřadnic mnoha bodů podél zmíněné prostorové křivky. Paralelním snímáním bodů povrchu je dosaženo velmi vysoké rychlosti digitalizace při z a chování dostatečné přesnosti. Kvalita zdigitalizovaného tělesa je dána hustotou, s jakou laserový paprsek pokrývá plochu reálného tělesa. Výstupem je soubor dat o polygonech definujících geometrii povrchu tělesa.

Obvykle bývá součástí zařízení i **barevná kamera, která rovnou při skenování snímá barevnou informaci** (stejný princip jako optické skenery). **Výsledný objekt tedy bude nejen přesnou geometrickou napodobeninou, ale bude mít i stejnou texturu.**



Na rozdíl od optických skenerů nemají tyto skenery problém s rozpoznáním neprůchozích otvorů, prohlubní a výstupků. **Výhodou laserových skenerů je jejich vysoká přesnost a nenáročnost na obsluhu během skenování.** Mají nejlepší předpoklady pro široké využití v praxi i když jejich cena je v porovnání s ostatními uvedenými typy několikanásobně vyšší.

Destruktivní 3D scannery.

Zařízení, které má schopnost digitalizovat jak vnější povrch součásti, tak i vnitřní geometrii. Digitalizovaný objekt bude při použití této metody zničen. Uplatnění nalezne zejména v oblasti Reverse Engineeringu při digitalizaci součástí se složitou vnitřní geometrií.

Před procesem digitalizace je skenovaná součást umístěna na nastavitelný rám a pokryta speciálním materiálem, který při zpracování naskenovaných snímků poskytne vysoký kontrast mezi součástí a výplňovým materiálem. Poté se z prostoru vyčerpá vzduch a vznikne vakuum, které způsobí, že se tento speciální materiál dostane do všech dutin součásti. Takto připravený blok se přemístí do skenovacího zařízení, kde se připevní ke frézovacímu stolu.



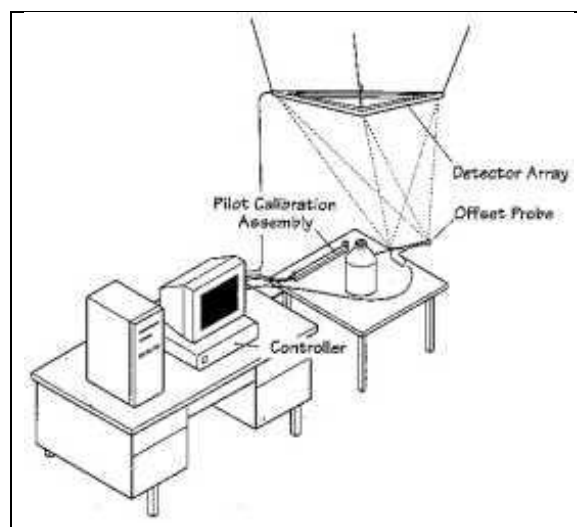
Vlastní skenování proběhne v okamžiku odfrézování ultratenké vrstvy materiálu z bloku. Každý takto nově vzniklý povrch se naskenuje použitím optického skeneru a získaná data se odešlou k dalšímu softwarovému zpracování.

Ultrazvukové 3D skenery.

Tento způsob 3D digitalizace funguje na principu bezkontaktního snímání povrchu objektu ultrazvukovou sondou. Jedná se o jedno z cenově nejméně náročných řešení problematiky prostorového snímání povrchů.

Skenování je prováděno manuálně ultrazvukovou sondou tvaru pistole s kovovým hrotem, který přikládáme ke skenovanému povrchu a stiskem spouště dojde k vyslání ultrazvukového signálu. Tento signál je pomocí speciální konstrukce s ultrazvukovými čidly dekodován do prostorových souřadnic, které je možno vkládat přímo do CAD systémů nebo do datových souborů.

Nevýhodou zařízení je jeho relativně malá přesnost, která se pohybuje v rozmezí 0,3 až 0,5mm. Tato přesnost je však pro mnoho oblastí zcela dostačující.



Rentgenové 3D skenery

Použití tohoto typu zařízení umožní získávání informací o vnitřní geometrii součástí použitím rentgenového záření. Jde o nedestruktivní metodu digitalizace.

Rentgenové skenery pracují na stejném principu jako klasické rentgeny používané ve zdravotnictví s tím rozdílem, že při tomto použití je intenzita záření vyšší. Zařízení jsou většinou mobilní a používají se např. ke kontrole potrubí, kotlů nebo jiných uzavřených nádob.

Další doplňková zařízení k PC.

Tato kapitola je věnována výčtu a stručnému popisu některých dalších zařízení, která je možné připojit k počítači, ale jejich rozšíření je již menší, než tomu bylo u zařízení uvedených dříve.

- **Faxmodemové karty:** karty pro příjem a odesílání faxových zpráv pomocí počítače. Tyto karty také dovolují propojení počítačů pomocí telefonní sítě.



Faxmodemová karta

- **Karty pro zpracování a stříhání videa:** zařízení určená ke zpracování videosekvencí v reálném čase.

Příklad1: Aver Live Gamer HD (C985)

Střihová karta Live Gamer HD nahrává video z her ve vysokém rozlišení 1080p bez zbytečné zátěže na procesor. S tímto zařízením proměníte počítač v multimediální nahrávací a herní zařízení. Díky passthrough funkci nedochází k žádnému zpoždění mezi nahrávkou a živým hraním a vše probíhá v reálném čase. Součástí balení 1080p střihové karty Live Gamer HD je i externí tlačítko pro okamžité spuštění nahrávání. Karta je postavená na základě vysokorychlostního PCI-Express rozhraní, jenž zaručuje maximální rychlost a stabilitu při přenášení dat.



Rozhraní: HDMI / DVI, 3,5 mm audio jack

Funkce a vlastnosti:

Zachytávání a nahrávání záznamů z hraní počítačových a konzolových her až do Full HD rozlišení 1080p@60, minimální zatížení CPU, podpora širokého spektra grafických rozlišení, součástí balení je i externí tlačítko pro okamžité spuštění nahrávání, možnost nahrávání doprovodného komentáře, živé streamování videa přes službu TwitchTV, zachytávání jednotlivých snímků obrazovky.

Příklad2: Aver Game Broadcaster HD

Tato střihová karta je ideálním nástrojem pro všechny, kteří chtějí nahrávat, nebo streamovat z počítačů i herních konzol a nechtějí dělat žádné kompromisy ve video kvalitě. Karta umožňuje nahrávání signálu z HDMI nebo VGA a komponentních vstupů ve FullHD rozlišení 1080p.

Kombinace digitálního HDMI a analogového VGA a komponentního vstupu spolu s dokonalým obrazem v rozlišení až 1080p dělá z této karty to nejlepší vybavení pro skutečné herní nadšence.

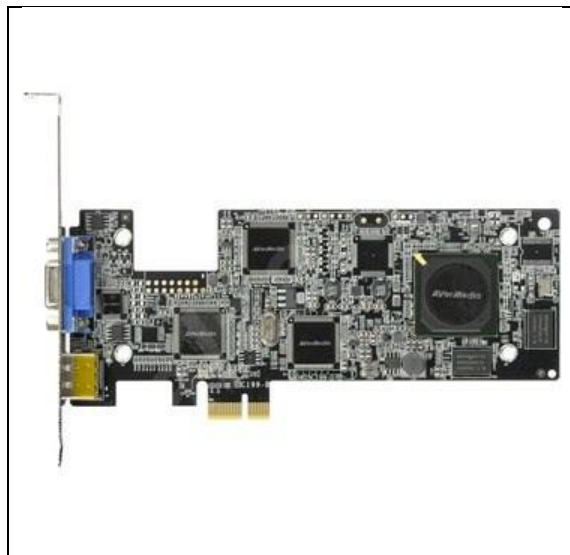
Rozhraní:

VGA (D-sub)/komponentní

HDMI

Formát videa:

MPEG-2



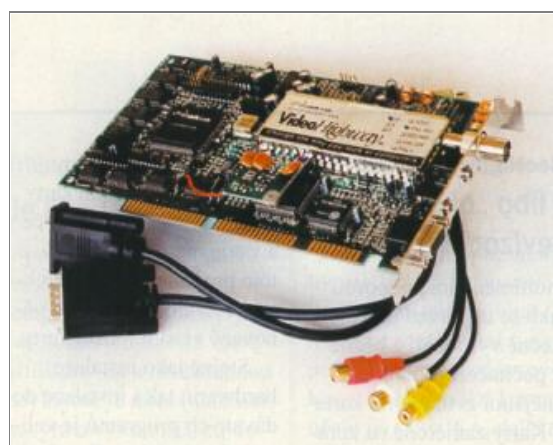
- **(Karty pro příjem teletextu:** historie - karty umožňující na počítači přijímat teletext.)

- **Karty pro příjem rádia a televize:** karty sloužící k příjmu televizního a rádiového signálu na počítači. V případě televizního signálu tyto karty většinou signál pouze zobrazují, ale buď jej nedovedou v reálném čase zaznamenávat, nebo jej zaznamenávají v poměrně nízké (pro profesionální účely nedostačující) kvalitě.

- **Karty pro připojení měřicích přístrojů:** většinou poměrně specializované karty určené k připojení různých měřicích přístrojů (osciloskopy, multimetry, ...), jimiž naměřené hodnoty je možné dále za pomoci počítače zpracovávat.

- **Bezpečnostní karty:** mají za úkol omezit nebo úplně znemožnit přístup cizí osoby k datům v počítači tím, že po uživateli je vyžadováno uživatelské jméno a heslo.

Některé tyto karty dovolují i zakódování veškerých dat na pevném disku počítače, čímž je znemožněn přístup neoprávněné osoby k datům i poté, co bezpečnostní kartu z počítače vyjmeme.



Karta pro příjem rádia a televize
VideoHighway