

Hardware

Jiří Zaccpal



DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE
PALACKÝ UNIVERSITY, OLOMOUC

KMI/YUDIT Úvod do informačních technologií

Osnova



- Kontrolní kódy
- Hardware
 - Skříň
 - Sběrnice
 - Základní deska
 - Procesor
 - Paměť
 - Vstupní a výstupní zařízení

Literatura



1. J. Hronek: Struktura počítačů
2. P. Tišnovský: Seriál Co se děje v počítači (<http://www.root.cz/serialy/co-se-deje-v-pocitaci/>)

Kontrolní kódy

Kontrolní kódy

- kódy, které s příslušnou pravděpodobností zajišťují kontrolu přenášených informací
- metody:
 - Grayův kód
 - Kódy p z n
 - Kontrola paritou

Grayův kód

- **Zrcadlový binární kód**, známý také jako Grayův kód podle Franka Graye, je binární číselná soustava, ve které se každá dvě po sobě jdoucí čísla liší v jediné číslici.
- Zrcadlový binární kód byl původně navržen pro zabránění rušivého výstupu z elektromechanických přepínačů (hazardy relé).
- Dnes je Grayův kód používán pro podporu opravy chyb v digitální komunikaci jako je digitální pozemní televize a některé systémy kabelové televize.

Dekadicky	Binárně	Grayův kód
0	...0	...0
1	...1	...1
2	...10	...11
3	...11	...10
4	...100	...110
5	...101	...111
6	...110	...101
7	...111	...100
8	...1000	...1100
9	...1001	...1101
10	...1010	...1111
11	...1011	...1110
12	...1100	...1010
13	...1101	...1011
14	...1110	...1001
15	...1111	...1000

Kódy p z n

- mají kódové slovo s délkou n bitů, z nichž p bitů jsou jedničky a je jich konstantní počet, ostatní bity jsou nuly
- tyto kódy jsou kontrolní, protože je v nich možno detekovat chybu

Dekadicky	Kód 2 z 5				
	8	4	2	1	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	1
5	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0
7	1	0	1	0	0
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	0

- Nejpoužívanějším způsobem kontroly správnosti přenášených dat po sběrnici nebo při záznamu a čtení z paměti je kontrola paritou.
- Při této kontrole se používá detekční kód vytvořený tak, že se k bitům zobrazujícím data připojí další, paritní bit.
 - Když počet jedniček v takto vzniklém kódu je sudý, jde o **sudou paritu**.
 - Při lichém počtu jedniček jde o **lichou paritu**.
- Paritní bit ***p***, označovaný také jako příčná parita (VRC), umožňuje detekovat v každém kódovém slově lichý počet chyb.
- Při přenosu bloku slov je možno na konci bloku vytvořit další kontrolní znak, znak podélné parity (LRC).
- V LRC je hodnota každého bitu vypočtena jako parita všech bitů v příslušném sloupci bloku.
- Kontrola příčnou a podélnou paritou umožňuje lokalizaci a opravu jedné chyby v bloku a detekci všech dvojic a trojic chyb.

Hammingův kód

- Samoopravný kód
- Hammingův kód (n,d)
 - n bitů ve slově
 - d bitů nese informace
 - $n - d$ paritních bitů
- Platí vztahy:
 - Detekce k chyb: $d \geq k+1$
 - Oprava k chyb: $d \geq 2*k+1$

d	detekce	oprava
1	0	0
2	1	0
3	2	1
4	3	1
5	4	2

Algoritmus Hammingova kódu



- Algoritmus pro generování Hammingova kódu:
 1. Všechny bitové pozice, jejichž číslo je rovné mocnině 2, jsou použity pro paritní bit (1, 2, 4, 8, 16, 32, ...).
 2. Všechny ostatní bitové pozice náleží kódovanému informačnímu slovu (3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, ...).
 3. Každý paritní bit je vypočítán z některých bitů informačního slova. Pozice paritního bitu udává sekvenci bitů, které jsou v kódovém slově zjišťovány a které přeskočeny.
- Pro paritní bit p1 (pozice 1) se ve zbylém kódovém slově 1 bit přeskočí, 1 zkontroluje, 1 bit přeskočí, 1 zkontroluje, atd.
- Pro paritní bit p2 (pozice 2) se přeskočí první bit, 2 zkontrolují, 2 přeskočí, 2 zkontrolují, atd.
- Pro p3 (pozice 4) se přeskočí první 3 bity, 4 zkontrolují, 4 přeskočí, 4 zkontrolují, atd.

Složení počítače

Součásti počítače

- Skříň
- Zdroj
- Základní deska
- Procesor
- Paměť
- Sběrnice
- Periférie
 - Monitor
 - Tiskárna
 - Klávesnice a myš

- provedení: desktop, (mini/midi/big)tower, rackové,
- laptop/notebook, palmtop, embedded, atd.
- korespondence s rozměry základní desky (otvory pro zdroj, konektory, lišty pro přídatné karty)
- šachty pro mechaniky výměnných médií a karet (5,25", 3,5", PCMCIA) aj., tlačítka pro zapnutí a reset, signalizace a indikátory (detekce otevření, LED), konektory pro USB, audio aj.
- výrobci: Antec, AOpen, ASUS, Chieftec, Cooler Master, DFI, Ever Case, Foxconn a další

Zdroj napájení

- zajišťuje el. napájení stejnosměrným proudem všech (vnitřních) součástí počítače
- typicky +3; 3,+5,+12 V, 300-800 W pro osobní počítače, 25-100 W pro laptopy, více zdrojů (redundantních) pro servery a pracovní stanice, efektivita od 75 do 90 %
- korespondence s rozměry základní desky (konektory) a skříně, AT nebo ATX
- výrobci: Antec, Enermax, Foxconn a další

Základní deska

- základní součást, ke které (na kterou) se připojují další zařízení, které propojuje: procesor(y), paměti, přídatné karty, disková zařízení, periferie a další
- vícevrstvý obdélníkový plošný spoj s obvody propojujícími zařízení pomocí vnitřních sběrnic
- formáty (form factor):
 - PC/XT (IBM) - první pro osobní počítače, de facto standard
 - AT (IBM) – 305x 350 mm, varianta Baby
 - ATX (Intel, 1995) - 244x305 mm, nejpoužívanější, varianty micro (244x244 mm), Extended, Flex, Ultra
- odpovídající skříň, různé konektory pro napájení od zdroje, různě rozmístění konektorů pro periferie
- výrobci: Aopen, ASRock, ASUS, Biostar, EPoX, Foxconn, Gigabyte Technology, Intel, Jetway, Micro-Star, Palit, Soyo, VIA a další

- soustava vodičů, která umožňuje přenos signálů mezi jednotlivými částmi počítače
- části sběrnice:
 - **Adresová**
 - slouží k výběru určité paměťové buňky nebo I/O zařízení
 - většinou má šířku 16 – 40 bitů (určuje velikost paměti, s jakou je procesor schopen pracovat)
 - **Datová**
 - šířka určuje, kolik bitů lze najednou přenést mezi procesorem a pamětí
 - většinou 8 až 64 bitů
 - obvykle vnitřní i vnější datová sběrnice má stejnou délku
 - podle šířky se mluví o osmibitových procesorech, šestnáctibitových procesorech, ...
 - **Řídící**
 - jejím prostřednictvím předává procesor povely ostatním zařízením a přijímá stavové a řídicí informace z okolí
 - počet řídicích signálů bývá pro různé procesory různý (10 až 100)

Dělení sběrnic

- dle umístění:
 - vnitřní: na základní desce (součást jejích obvodů),
 - vnější (rozhraní): k diskovým zařízením a periferiím,
- dle funkce
 - adresová - výběr adresy v paměti nebo zařízení na sběrnici, šířka 8 až 64 bitů - určuje, s jak velkou pamětí nebo s kolika zařízeními lze (přímo) pracovat
 - datová - přenos dat po sběrnici, šířka 1 až 128 bitů, udává „bitovost“ sběrnice
 - řídicí - řízení zařízení na sběrnici pomocí řídicích a stavových informací, šířka 1 až 8 bitů - určuje počet řídicích signálů a stavů
- dle způsobu přenosu
 - Paralelní
 - Sériová
- další dělení
 - Lokální
 - Universální

Standardy sběrnic

- **ISA** - starší typ pasivní sběrnice, šířka 8 nebo 16 bitů, přenosová rychlost < 8 MB/s
- **PCI** - novější typ „inteligentní“ sběrnice, šířka 32 nebo 64 bitů, burst režim, přenosová rychlost < 130 MB/s (260 MB/s)
- **AGP** - jednoúčelová sběrnice určená pro připojení grafického rozhraní (karty) k systému, přenosová rychlost 260 MB/s - 2 GB/s
- **PCI-Express (PCIe)** - nová sériová implementace sběrnice PCI
- **USB** - sériová polyfunkční sběrnice
 - 1.1 přenosová rychlost 12 Mb/s (~1,43 MB/s),
 - 2.0 přenosová rychlost 480 Mb/s (~57 MB/s),
 - 3.0 přenosová rychlost 4800 Mb/s (~572 MB/s)
- **FireWire** - sériová polyfunkční sběrnice, široké použití, 50 MB/s

Čipová sada (chipset)



- integrované obvody (s pasivním chladičem) na základní desce pro řízení pamětí a sběrnic, propojení procesoru, sběrnic a připojení dalších zařízení
- konstruované pro konkrétní typy a počty/množství procesorů a pamětí
- **severní můstek**, systémový řadič (north bridge, memory controller hub)
 - propojuje procesorovou sběrnici (procesor, paměti) s vnitřními sběrnici (AGP, PCI Express) a jižním můstkem (můstky, interní sběrnice)
 - obsahuje např. řadič operační paměti (dříve, dnes součást procesoru), řadič cache paměti = vyrovnávací paměti mezi různě rychlými zařízeními (na frekvenci rychlejšího), např. procesorem a operační pamětí

Čipová sada (chipset)



- jižní můstek, vstupně/výstupní řadič (south bridge, I/O controller hub)
 - propojuje severní můstek a vnitřní sběrnice (PCI, PCI Express) s vnějšími, příp. se sběrnici ISA
 - obsahuje např. řadič diskových zařízení a polí, řadič DMA (Direct Memory Access, umožnění přímého přístupu zařízení do operační paměti), řídicí obvody vnějších sběrnic a rozhraní a připojení BIOSu (sběrnice LPC k čipu Super I/O), integrované karty
- výrobci: Intel, AMD, NVidia, VIA Technologies, SiS a další

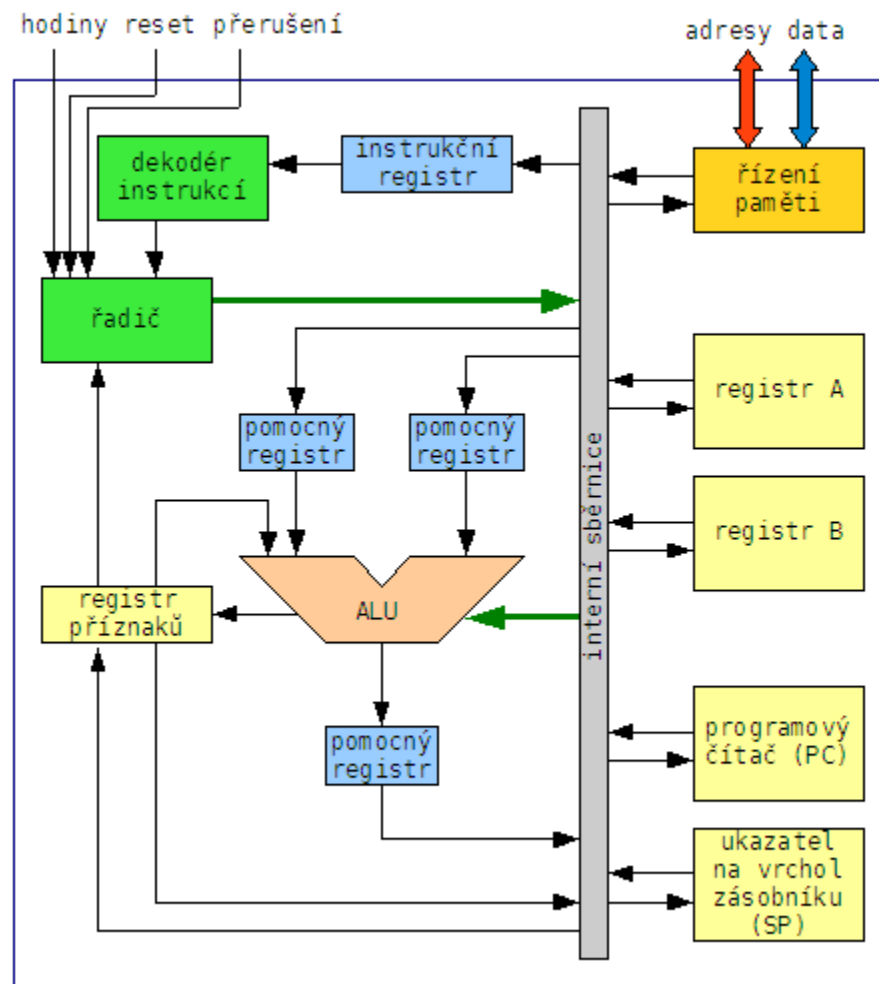
BIOS



- Basic Input Output System
- program poskytující základní nízkoúrovňové služby: start počítače, vstupní (obsluha klávesnice, myši), výstupní (text, graka), dále např. datum a čas, správa napájení, síťové
- rozhraní mezi hardwarem a operačním systémem
- umožňuje základní konfiguraci hardwaru počítače (tzv. SETUP): zapnutí/vypnutí zařízení, základní nastavení zařízení (parametrů, přiřazení zdrojů - přerušení, DMA kanály, vstupní/výstupní adresy, přiřazený paměťový rozsah aj.), zařízení pro zavedení operačního systému
- firmware uložený v paměti **ROM (Flash EEPROM)** na základní desce
- konfigurační data v paměti **CMOS RAM** zálohované baterií
- výrobci: Award, Phoenix, Ami

Mikroprocesor

Mikroprocesor



- paměťové buňky, které slouží procesoru pro ukládání mezivýsledků výpočtů
- druhy registrů:
 - **Univerzální registry**
 - lze je volně používat pro aritmetické a logické operace
 - Intel 8086: AX, BX, CX, DX
 - **Indexové a ukazatelové registry**
 - tyto registry se nejčastěji používají pro adresaci dat
 - Intel 8086: SP (ukazatel zásobníku), BP (ukazatel báze), SI (index zdrojové adresy), DI (index cílové adresy)
 - **Programový čítač**
 - tento registr obsahuje offsetovou část adresy následující programové instrukce
 - Intel 8086: IP (Instruction Pointer)
 - **Příznakový registr**
 - obsahuje jednobitové indikátory, které určují okamžitý stav mikroprocesoru.

- metoda pro asynchronní obsluhu událostí, kdy **procesor** přeruší vykonávání sledu instrukcí, vykoná obsluhu přerušeni a pak pokračuje v předchozí činnosti
- druhy:
 - **Vnější přerušeni** (též hardwarové přerušeni)
 - je označováno podle toho, že přichází ze vstupně-výstupních zařízení (tj. z pohledu procesoru přicházejí z vnějšku).
 - vstupně-výstupní zařízení tak má možnost si asynchronně vyžádat pozornost procesoru a zajistit tak svoji obsluhu ve chvíli, kdy to právě potřebuje bez ohledu na právě zpracovávanou úlohu.
 - **Vnitřní přerušeni**
 - vyvolává sám procesor, který tak signalizuje problémy při zpracování strojových instrukcí a umožňuje operačnímu systému na tyto události nejvhodnějším způsobem zareagovat
 - jedná se například o pokus dělení nulou, porušení ochrany paměti, nepřítomnost matematického koprocessoru, výpadek stránky a podobně.
 - **Softwarové přerušeni**
 - je speciální strojová instrukce
 - tento typ přerušeni je na rozdíl od druhých dvou typů **synchronní**, je tedy vyvoláno zcela záměrně umístěním příslušné strojové instrukce přímo do prováděného programu
 - instrukce softwarového přerušeni se proto využívá pro vyvolání služeb operačního systému z běžícího procesu (tzv. systémové volání).

Metody zvýšení výkonu procesoru

- zvýšení taktovacího kmitočtu procesoru,
- zvýšení bitové šířky dat,
- zavedení vyrovnávací paměti a front instrukcí,
- zřetězené zpracování instrukcí (pipelining),
- superskalární architektura

Paměť cache

- rychlá vyrovnávací paměť
- slouží k ukládání dat při přesunu mezi různě rychlými částmi počítače
- druhy:
 - L1 (First Level Cache)
 - je integrována přímo do procesoru
 - slouží k dočasnému ukládání dat ve směru ze sběrnice do procesoru
 - L2 (Second Level Cache)
 - pro zrychlení přesunů mezi mikroprocesorem a operační pamětí
 - zpravidla je uložena na základní desce nebo v pouzdře procesoru

Instrukční sada

- množina všech instrukcí procesoru, pevně zabudována (dnes upravitelná/rozšiřitelná)
- **CISC (Complete Instruction Set Computer)** - tzv. úplná instrukční sada, všechny možné délky trvající instrukce, u osobních počítačů navenek procesoru, např. Intel, AMD
- **RISC (Reduced ISC)** - redukováná instrukční sada, jen několik základních jednoduchých rychlých instrukcí, ostatní složitější jsou složeny ze základních, např. IBM Power PC, u osobních počítačů interně u novějších procesorů Intel, AMD
- instrukce přesunu (mezi registry, operační paměti), aritmetické, logické (log. operace, posuvy, rotace), skoku, vstupně/výstupní (pro práci s periferiemi), ostatní (řídící aj.), a další

Procesory Intel



- vedoucí výrobce procesorů pro osobní počítače, od 1972 i další (IBM, AMD, Cyrix)
- **4004** (1971) - první, 4-bitový, 108 kHz, 2 300 tranzistorů
- **8008** (1972), 8080 (1974), 8088 (1979) - 8-bitové, 2-5 MHz, 6-29 tis. tranzistorů
- **8086** (1978) - 1. 16-bitový
- **80286** (1982) - 16-bitový, 24-bitová adresová, až 12 MHz, 130 tis. tranzistorů
 - reálný režim - po inicializaci procesoru, podle 8086
 - chráněný režim - zapnutí instrukcí z reálného (bez možnosti zpět), stránkování paměti (stránky = kusy fyzické paměti) a virtuální paměť, adresace až 16 MB fyzické operační paměti a 1 GB virtuální, 4 úrovně ochrany programu (Ring 0 až 3)

- **80386** (1985) - 1. 32-bitový, vnější 16 MHz, 280 tis. tranzistorů,
- verze SX (do základních desek pro 16-bitový 80286), DX, segmentace paměti (segmenty = oblasti virtuální paměti programu s různými právy), 32-64 kB L2 cache na základní desce
- 8087, 80287, 80387SX, 80487SX - matematické koprocesory, na základní desce vedle procesoru
- **80486** (1989) - vnější 25 MHz, 1,2 mil. tranzistorů, verze SX (vylepšený 80386, 8 kB L1 cache), DX, DX/2 (dvojnásobná vnitřní frekvence), DX/4 (trojnásobná), integrovaný matematický koprocesor, **pipelining** = více rozpracovaných instrukcí zároveň
- **Pentium** (1993) - 64-bitový (vnitřně 32!), 32-bitová adresová, vnější 60 MHz, 3.1 mil. tranzistorů, 16 kB L1 (8 kB pro instrukce, 8 kB pro data, harvardská koncepce), rysy RISC instrukční sady, **superskalární architektura** = více (2) proudů vykonávání instrukcí, umožňuje provádět více (2) instrukcí současně, 2 ALU, „předvídání“, cílové adresy instrukcí podmíněných skoků, klony AMD K5, Cyrix M1



- **Pentium MMX** (MultiMedia eXtension), MMX2 - až 200 MHz, 57 a 70 instrukcí pro zpracování multimediálních dat (s opakujícími se smyčkami, paralelní vykonávání, s plovoucí řádovou čárkou, využití registrů FPU), architektura SIMD (Single Instruction Multiple Data, paralelní zpracování dat), data zpracovávána po 64 bitech
- **Pentium Pro** (P6, 1995) - 36-bitová adresní část sběrnice, druhý čip v pouzdře pro 256 kB až 1 MB L2 cache, RISC jádro, 5 paralelních jednotek (2 ALU, 2 sběrnice, 1 FPU)
- **Pentium II** (1997) - od 233 MHz, vnější 100 MHz, 7,5 mil. tranzistorů, nové pouzdro (S.E.C.) do slotu Slot 1, verze Xeon pro servery a pracovní stanice (vyšší výkon), Mobile (M) pro notebooky (nižší spotřeba)
- **Celeron** - vnější 66 MHz, bez L2 cache -> pomalý, od verze 300A 128 kB L2 cache, pouzdro (PPGA) do patice Socket 370 (existuje redukce na Slot 1)



- **Pentium III** (1999) - od 400 MHz, vnější až 133 MHz, 9,5 mil. tranzistorů, dvě výrobní technologie (0,25 a 0,18 mikrometru vyšší výkon, nižší spotřeba, 1,6 V místo 2 V), integrovaná 256kB L2 cache na čipu, 70 nových instrukcí SSE (Streaming SIMD Extensions) pro 3D
- **Pentium 4** (2000) - od 1,3 GHz, vnější 400 a 533 MHz (technologie DualBus - dvojice paměťových karet), 42 mil. tranzistorů, nové jádro, architektura NetBurst - vyšší frekvence, ale i spotřeba (potřeba zdroje ATX-P4 s přídatným konektorem), další cache (např. Execution Trace Cache pro dekódované makroinstrukce), dalších 144 instrukcí SSE2 pro plovoucí řádovou čárku, verze HT (HyperThreading) - zdvojené registry, simulace dvou procesorů
- **Itanium** (2001) - 1. plně 64-bitový, instrukční sada IA-64 (Itanium), pro servery a pracovní stanice
- **Core** (2006) - vícejádrové, sdílená až 2/6MB L2 cache, verze Solo, Duo (32-bitové), Core 2 (64-bitové), Duo, Quad (2 cache), Extreme, i3/5/7/9 (až 12 MB L3 cache)

Paměť

- **Vnitřní paměť** - k uchování informace používají tranzistory a kondenzátory, jedná se tedy o integrované obvody.
 - registry procesoru,
 - vyrovnávací paměť procesoru,
 - operační paměť
 - ROM
 - RAM
 - virtuální paměť
- **Vnější paměti** - jsou založeny na magnetickém nebo optickém principu
 - hard disk (HDD)
 - CD, DVD, Blu-ray disky

Vnitřní paměť

- typy:
 - ROM
 - pouze pro čtení
 - PROM – prázdné, lze je jednorázově naplnit
 - EPROM – lze je vymazat (např. působením ultrafialového záření)
 - Flash-ROM – programovatelné přímo v PC
 - RAM
 - paměti s náhodným přístupem

Paměti RAM

■ DRAM

- dynamická paměť RAM
- konstrukčně je tato paměť velmi jednoduchá, je složena z párů kondenzátor-tranzistor
- aby nedošlo ke ztrátě informace, musí být náboj periodicky obnovován

■ SRAM

- statická paměť
- vzájemného propojení až šesti tranzistorů
- rychlejší než DRAM, ale dražší

Pevný disk

- Parametry:
 - Technologie: HDD, SSD
 - Velikost: 2,5“, 3,5“
 - Kapacita
 - Počet otáček
 - Vyrovnávací paměť
 - Rozhraní: SATA, IDE

Geometrie pevných disků

- disk je rozdělen do soustředných kružnic – **stop (track)**
- každá stopa se dělí na **sektory**
- množina všech stop na všech discích se stejným číslem se označuje jako **válec (cylinder)**
- geometrie disku udává :
 - hlavy disku (heads) – počet čtecích hlav pevného disku
 - stopy disku (tracks) – počet stop na každé aktivní ploše disku
 - cylindry disku (cylinders) – počet cylindrů pevného disku

Řadiče pevných disků

- funkce:
 - zajišťuje čtení a zápis dat na pevný disk
 - se sběrnicí zajišťuje přenos dat mezi diskem a procesorem
- typy:
 - **IDE (PATA)**
 - navržen pro sběrnicí ISA
 - integrován přímo na mechanice disku
 - spojení se základní deskou pomocí karty ISA
 - na kartu lze připojit dvě zařízení (MASTER-SLAVE)
 - **SATA**
 - vyšší rychlost oproti IDE
 - možnost připojování disků za chodu systému (tzv. Hot Swap)
 - menší rozměry kabelů
 - **SCSI**
 - kvalitnější, ale dražší řešení
 - každá jednotka má vlastní řadič
 - používá se u serverů

Ostatní součásti počítače

Mechaniky



- CD/DVD:
 - Média: BlueRay, DVD+-, CD
 - Rychlost zápisu a čtení
 - Rozhraní
- Disketová
- Čtečka karet
 - Druh karet

Karty



- Grafická:
 - Rozhraní (AGP, PCIe)
 - Čip
 - Velikost paměti
- Zvuková
- Síťová
- TV

Vstupně výstupní zařízení

Vstupní zařízení

- polohovací zařízení (**počítačová myš**)
- **klávesnice**
- **scanner**
- ...

Monitor



- Parametry
 - Uhlopříčka: 15“-24“
 - Rozlišení
 - Jas a kontrast
 - Odezva
 - Rozhraní (VGA, DVI-I, HDMI, ...)

Tiskárna



- Druh
 - Jehličková
 - Inkoustová
 - multifunkční
 - připojení
 - Laserová
 - barevná, černobílá
 - multifunkční

Podrobnější informace

- J. Hronek: Struktura počítačů
- P. Tišnovský: Seriál Co se děje v počítači (<http://www.root.cz/serialy/co-se-deje-v-pocitaci/>)
- <http://phoenix.inf.upol.cz/~outrata/courses/udit/syllabus.html>



- Operační systém a jeho funkce při ovládání počítače, z uživatelského i administrátorského pohledu. Struktura a funkce operačního systému (správa procesů, paměti a disku) .
- **Studijní texty:**
 - A. Kepřt: Operační systémy (<http://phoenix.inf.upol.cz/esf/ucebni/OpSys.pdf>)
 - [uvt_2_kapitola_operacni_systemy.pdf](#) (Vyuka\KMI_UVT\vyukovy_text)
 - <http://phoenix.inf.upol.cz/~outrata/courses/udit/syllabus.html>