# 4. Paměťová zařízení I.

Základní dělení:

Volatilita:

1. Volatilní – závislé na napájení – operační paměti, paměti typu NVRAM, cache paměti
2. Non-Volatilní – nezávislé na napájení – pevné disky, SSD disky, flash paměti

Přístup k datům:

1. S náhodným přístupem – RAM – Random Access – pevné disky, operační paměti, SSD disky, flash paměti atd.
2. Se sekvenčním/hybridním přístupem – CDR, DVD-R a varianty RW, Pásková zařízení

Čtení/zápis:

1. Pouze ke čtení – ROM(read only memory) paměti – CDR, DVDR, BDR, některé typy flash pamětí
2. S možností zápisu – RWM(Read/write memory) paměti – pevné disky, operační paměti, flash paměti, cache atd.

Technologie:

1. Magnetické – pásková zařízení, pevné disky
2. Optické – CD/DVD/BD
3. Elektronické – SSD, flash paměti, operační paměti, cache

Cílové určení:

1. Trvalé ukládání – pevné disky, pásková zařízení, CD-R, DVD-R, BD-R atd.
2. Dočasné ukládání – krátkodobé – cache, operační paměti
3. Dočasné ukládání – dlouhodobé – CD-RW, DVD-RW, BD-RW

Typy elektronických pamětí:

1. Dynamické (DRAM) – pomalejší, levnější, velikosti v řádech mega až gigabytů, příkladem operační paměť, některé cache paměti
2. Statické (SRAM) – ultrarychlá elektronická paměť, obvykle se využívá pro cache, velmi nákladná, kapacity v řádech desítek až stovek kilobytů

Pojmy:

* DRAM – dynamická paměť, pomalejší, levnější, používaná jako operační paměť, nebo videopaměť
* SRAM – statická paměť, rychlejší, podstatně dražší, používaná jako cache pro CPU.
* ROM – read only memory, paměť pouze pro čtení
* RWM – Read Write memory – paměť pro čtení i zápis
* RAM – Random access memory – paměť s náhodným přístupem
* DDR – Double Data Rate – paměti, které přenášejí data na obou koncích časového cyklu (v zásadě dvojnásobkem pracovní frekvence), jsou rychlejší. Evoluční typ pamětí je pak DDR2, DDR3, které přenášejí v rámci jednoho časového cyklu 4 resp. 8 operací (DDR3).
* CAS (časování) – zpoždění dat na výstupu z pamětí po jejich výběru, nebo zpoždění pro jejich zápis
* DIMM – double inline memory module – standardní podoba současných pamětí, je klíčována mechanickým zámkem podle konkrétního typu modulu (DDR2, DDR2). Vyráběny verze 168pin, 184pin, 240 pin. Existuje i verze SO-DIMM určená pro notebooky (144 pinů).
* SIMM – Single inline memory module – starší podoba paměťových modulů (vyráběny verze 30pin a 72pin)
* ECC – error correction control – technologie opravující jednobitové chyby v paměti
* Chipkill – Rozšířená forma ECC, patentovaná IBM, dovoluje opravovat chyby u více modulů
* L1 cache – u CPU, tvořená SRAM o velikosti několika desítek KB, je přímo v CPU
* L2 cache – u CPU, tvořená DRAM o velikosti několika set KB až megabytů, slouží jako provozní odkládací paměť procesoru, je mezi operační pamětí a CPU
* L3 cache – u CPU, tvořená DRAM, obvykle o velikosti několika MB, je mezi L2 cache a pamětí, slouží jako pomocná paměť a je společná pro všechna jádra CPU

Hlavní typy pamětí**:**

**Operační paměť** – používá se jako typ rychlé paměti mezi procesorem a zbytkem počítače, odkládají se do ní buď data, která je potřeba využívat nepřetržitě (soubory operačního systému), nebo data, která jsou potřeba pro aktuálně pro procesor. Operační paměť zajišťuje plynulé odbavování požadavků procesorem. Operační paměť je elektronická dynamická, volatilní paměť typu RAM-RWM určená pro krátkodobé dočasné ukládání.

Operační paměť je obvyklá u většiny architektur, její velikost se pohybuje dnes v řádech gigabytů u běžných počítačů a desítek až stovek gigabytů u serverů.

Současné operační paměti využívají standard SDRAM = Synchronous dynamic random access memory. To, že je paměť synchronní znamená, že se synchronizuje se systémovou sběrnicí tedy pracuje v jejím taktu. Čili čeká na cyklus a následně reaguje na požadavek.

Dynamický typ paměti se používá především kvůli ceně (statické paměti potřebují více součástek a tím pádem na shodnou plochu dostanou menší paměť, o to jsou ale rychlejší).

Operační paměti jsou paměti s náhodným přístupem – protože potřebujeme během práce s počítačem plynule a rychle, proto potřebujeme vždy ukázat do konkrétního místa paměti a nesmíme se zdržovat čekáním na to, než se ze začátku paměti dostaneme na její konec (např. princip magnetických pásek, kde se musíme vždy v sekvenci dostat na požadované místo).

Současné operační paměti využívají systém DDR – Double data rate – znamená, že paměť data přenáší na začátku i konci hodinového cyklu. (dnes platí, že se přenáší určitý počet slov na začátku i konci cyklu, u pamětí typu DDR3 to je 8 slov za cyklus).

Současné operační paměti využívají technologii dual, triple a quad channel – to znamená, že jedna linka k procesoru může obsahovat dva, tři, nebo čtyři moduly. Díky této technologii je optimalizována přenosová rychlost směrem k procesoru a zpět.

Současné operační paměti jsou vázány přímo na procesor, proto u víceprocesorových konfigurací musíme paměti osazovat shodně pro každý procesor zvlášť.

Při osazování pamětí typu DDR3 musíme brát v potaz u vícekanálových konfigurací snižování rychlosti (dané počtem modulů). Při rozložení dosažení vyššího výkonu (hl. servery). Při vysokém vytížení pamětí nutnost správné konfigurace.

Standard JEDEC – udává jednotlivé typy operačních pamětí ve vztahu k jejich rychlostem a nastavení. Na trhu však existují i paměti, které se tímto standardem neřídí.

* Kouká se na: takt paměti, dobu cyklu, I/0 takt sběrnice, počet přenesených dat během sekundy, časování, propustnost
* DDR3-1333 – 8x takt paměti (8x166)
* Standartní typy: DDR3-800, DDR3-1066, DDR3-1333, DDR3-1600

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Standardní označení | Takt paměti | Doba cyklu | I/O takt sběrnice | Počet přenesených dat během sekundy | Časování | Označení modulu | Propustnost |
| DDR3-800 | 100 [MHz](http://cs.wikipedia.org/wiki/Hertz) | 10 [ns](http://cs.wikipedia.org/wiki/Sekunda) | 400 MHz | 800 milionů | CL5-6 | PC3-6400 | 6,4 [GB/s](http://cs.wikipedia.org/wiki/Bajt_za_sekundu) |
| DDR3-1066 | 133 MHz | 7,5 ns | 533 MHz | 1,066 miliard (=1066 milionu) | CL6-8 | PC3-8500 | 8,533 GB/s |
| DDR3-1333 | 166 MHz | 6 ns | 667 MHz | 1,333 miliard | CL7-10 | PC3-10600 | 10,667 GB/s |
| DDR3-1600 | 200 MHz | 5 ns | 800 MHz | 1,6 miliard | CL8-11 | PC3-12800 | 12,8 GB/s |

**Nestandardní paměti**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Standardní označení | Takt paměti | Doba cyklu | I/O takt sběrnice | Počet přenesených dat během sekundy | Časování | Označení modulu | Propustnost |
| DDR3-1375 | 171,875 [MHz](http://cs.wikipedia.org/wiki/Hertz) | 5,82 [ns](http://cs.wikipedia.org/wiki/Sekunda) | 687,5 MHz | 1,375 miliard |  | PC3-11000 | 11 [GB/s](http://cs.wikipedia.org/wiki/Bajt_za_sekundu) |
| DDR3-1625 | 203,125 MHz | 4,92 ns | 812,5 MHz | 1,625 miliard |  | PC3-13000 | 13 GB/s |
| DDR3-1866 | 233,25 MHz | 4,29 ns | 933 MHz | 1,866 miliard |  | PC3-15000 | 15 GB/s |
| DDR3-1900 | 237,5 MHz | 4,21 ns | 950 MHz | 1,9 miliard |  | PC3-15200 | 15,2 GB/s |
| DDR3-2000 | 250 MHz | 4 ns | 1 [GHz](http://cs.wikipedia.org/wiki/GHz) | 2 miliard |  | PC3-16000 | 16 GB/s |
| DDR3-2133 | 266,625 MHz | 3,75 ns | 1,067 GHz | 2,133 miliard |  | PC3-17000 | 17 GB/s |

Paměti typu flash **–** obecný typ pamětí zahrnující všemožné druhy a typy různých zařízení počínají USB stick řešeními, přes paměťové karty do zařízení typu fotoaparát, kamera, mobilní telefon, dále pro různá průmyslová zařízení, servery, disková pole atd.

Jedná se o elektronickou, non-volatilní paměť typu RAM-RWM určenou pro trvalé i dočasné ukládání. Skládá se ze samotné paměti a kontroleru (řadiče), ten zajišťuje komunikaci paměti s okolím, tj. převádí surová data na nějaký ze standardů (např. USB, nebo SATA, eSATA atd.) Paměť se skládá z tzv. buněk do kterých se zapisují či mažou data pomocí elektrických signálů (omezený počet zápisových cyklů!). Paměti se vyvinuly z pamětí typu EEPROM (programovatelná ROM paměť), které se používali a používají v určité podobě dodnes například pro uložení různých firmware, BIOSů atd.

V současné době se paměti typu flash vyskytují v podobách:

1. USB klíčenky (USB sticks) – k přenášení, kapacita až 512GB, na standardu USB2.0/3.0, omezená životnost, pozor na omezení počtu zápisových cyklů
2. Paměťové karty – mnoho typů a standardů, kapacity různé dle technologie, obvykle však kolem 32-64GB (maxima sahají na hranici 128 GB), příklady: CompactFlash (velká, ale rychlá a univerzální), SD Card (flexibilní rozměry, kapacita až 128GB, vhodné pro telefony), MemoryStick (Sony standard, různá provedení, nižší kapacity)
3. Cache paměti – používá se nově i pro vyrovnávací paměti typu cache, využívá se především u diskových řadičů, které využívají cache pro výpočty diskových polí.
4. Různá průmyslová provedení – flash paměti se používají na různé účely v integrované podobě např. pro startování operačních systémů malých jednoúčelových počítačů atd.

## Optické paměti

Poslední dobou spíše na ústupu. Fungují na principu snímání plochy pomocí laserového paprsku o různých vlnových délkách. Snímaná plocha obsahuje trasu směřující od středu k okrajům, na trase se vyskytují podle daných uložených dat speciální prohlubně tzv. pity na jejichž základě jsou pak interpretována příslušná data. (jako 1 a 0)

Zápis optických nosičů probíhá buď formou tzv. lisování, nebo formou vypalování. Lisování je průmyslová technologie, vypalování lze realizovat v domácích podmínkách. Vypalování probíhá formou tepelného působení na chemickou sloučeninu uzavřenou uprostřed speciálně upraveného obalu.

Standardy:

CD-ROM – 650MB – 74minut (standard ISO9660)

CD-R - 650MB – 74minut (mimo standard ISO9660 700MB, 80 minut), jednorázový zápis

CD-RW – 650MB – 74minut (mimo standard ISO9660 700MB, 80 minut), opakovaný zápis (cca 1000x)

DVD-ROM – 4,7GB, nebo 9,4GB (single, dual layer)

DVD-R/DVD+R – 4,7GB, nebo 9,4GB (standard DVD-R DL) -- komerční rozdíl (SONY, JVC x Philips, Toshiba)

DVD-RW – 4,7GB

BD-ROM – 25GB, 50GB

BD-R – 25GB

BD-RE – 25GB

## Magnetické paměti

Mezi klasické magnetické paměti patří pevné disky. Viz další kapitola

Dalším typem jsou páskové technologie. Využívají se především pro zálohování a archivaci. Jedná se o non-volatilní magnetické paměti typu sekvenční RWM. Zápis i čtení probíhá vždy od začátku pásky postupným přehráváním přes čtecí a zápisové hlavy. Proto paměť není vhodná na rychlé čtení, nebo zápis náhodných dat. Nicméně při správném použití je pásková technologie schopná velmi vysokých čtecích i zápisových rychlostí.

V současné době se na trhu etabluje jedna dominantní technologie sdružená pod standardem LTO.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| **Generace** |
| **Vlastnosti** | **LTO-1** | **LTO-2** | **LTO-3** | **LTO-4** | **LTO-5** | **LTO-6** |
| Vydáno dne | 2000 | 2003 | 2005 | 2007 | Plánováno | Plánováno |
| Skutečná kapacita (bez komprese) | 100 GB | 200 GB | 400 GB | 800 GB | 1,6 TB | 3,2 TB |
| Max. rychlost (MB/s) | 15 | 40 | 80 | 120 | 180 | 270 |
| [WORM](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=WORM&action=edit&redlink=1) (Write Once Read Many) | No | No | Yes | Yes | Plánováno | Plánováno |
| [Šifrování](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kryptografie) | No | No | No | Yes | Plánováno | Plánováno |
| Tloušťka pásky | 8.9 μm | 8.9 μm | 8 μm | 6.6 μm |  |  |
| Délka pásky | 609 m | 609 m | 680 m | 820 m |  |  |
| Počet stop | 384 | 512 | 704 | 896 |  |  |
| Zápisové prvky | 8 | 8 | 16 | 16 |  |  |
| Zapsaných stop na 1 průběh | 12 | 16 | 11 | 14 |  |  |
| Lineární hustota (bit/mm) | 4880 | 7398 | 9638 | 13300? |  |  |
| Kódování záznamu | [RLL 1,7](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Run_Length_Limited&action=edit&redlink=1) | [PRML](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=PRML&action=edit&redlink=1) | [PRML](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=PRML&action=edit&redlink=1) | [PRML](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=PRML&action=edit&redlink=1) |  |  |

 |  |