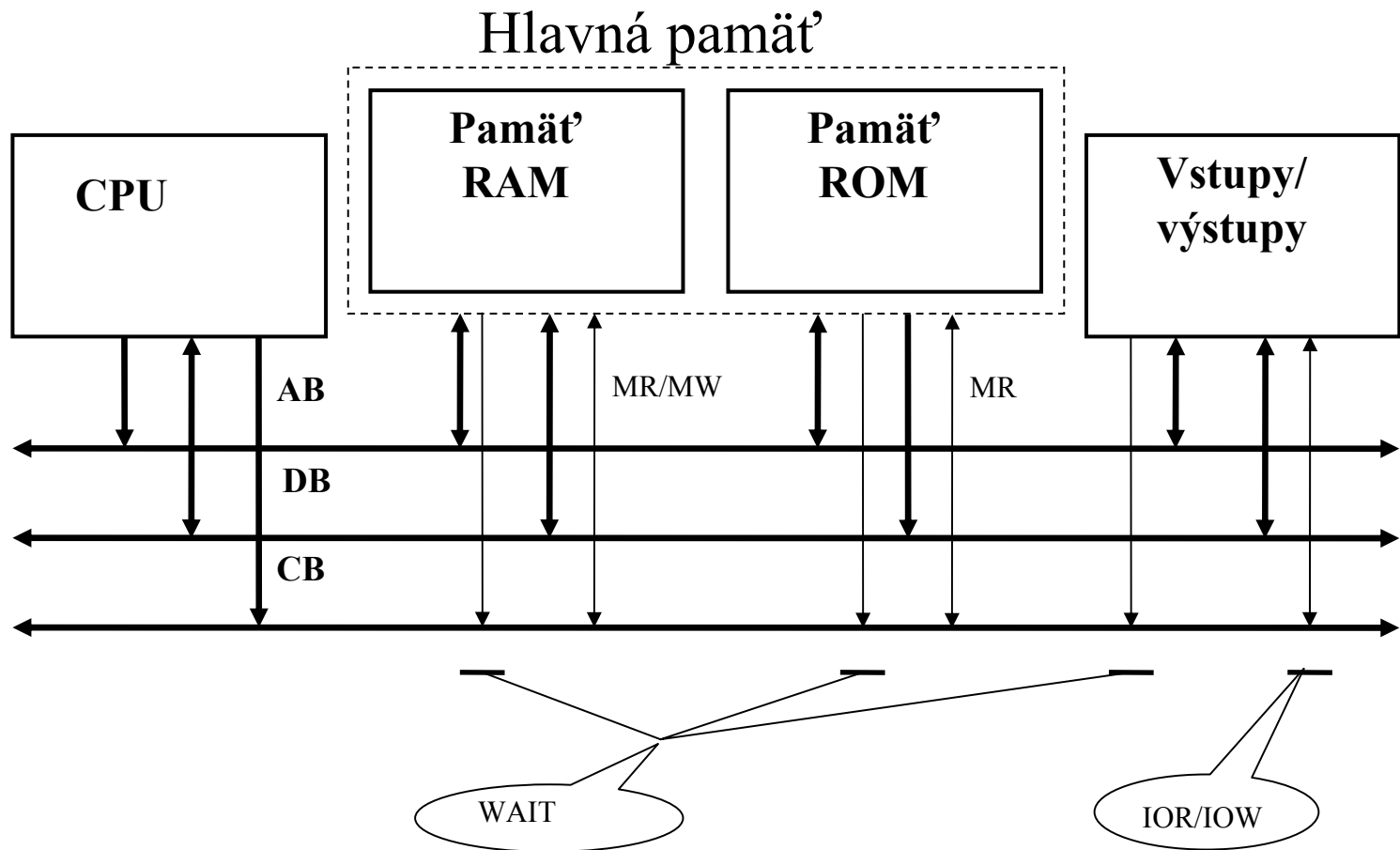


Pamäťový podsystem počítača

Pripojenie pamäťového podsystemu k procesoru

(1/2)



- Adresová zbernica (Address Bus - AB)
- Dátová zbernica (Data Bus - DB) (8 bitov, 16 bitov, 32 bitov)
- Riadiaca zbernica (Control Bus - CB), signály ako RD, WR, „žiadosti o prerušenie“, potvrdzovacie signály, signál čakacieho stavu, ...

Pamäťové miesta v počítači:

- Procesor má rozsahom obmedzenú pamäť, používa sa:
 - na adresovanie (**PC, SP, IR**)
 - príznakové bity
 - sada univerzálnych registrov
- Hlavná pamäť. Uchováva dáta a program.
- Blok I/O.
 - Vstupy a výstupy, ako aj riadiace a stavové informácie sú ukladané do registrov.
 - Ak sa pristupuje k I/O registrom podobne k ako hlavnej pamäti, hovoríme, že I/O podsystém je pamäťovo mapovaný.

Úlohou pamäťového pod systému je uchovať program a dáta.

Požadujeme veľkú pamäť, rýchlosťou porovnateľnú rýchlosti procesora.

Protirečenia: Kapacita – veľkosť pamäte, je nepriamo úmerná rýchlosti, vybavovacej dobe.

Okrem základného delenia: Na pamäť programu a pamäť dát sa stretneme sa s delením na:

Primárna pamäť: Hlavná pamäť, ktorá je rýchla, s náhodným prístupom, drahá, priestorovo umiestnená blízko, nie vo vnútri, procesora. Používa sa na uloženie dát a programu spracovávaných procesorom. Niekedy sa táto pamäť nazýva: **Operačná pamäť**.

Sekundárna pamäť: Sem si procesor odkladá programy, s ktorými práve nepracuje. Táto pamäť je: pomalá, lacná, umiestnená ďalej od procesora a hlavnej pamäte.

Ak poskladáme pamäť ako celok z rýchlej, ale malej pamäte a pomalej, ale kapacitou veľkou pamäťou vytvoríme pamäť, ktorá sa bude procesoru väčšinu času javiť ako veľká rýchla pamäť.

Toto rozdelenie pamätí do dvoch úrovní môžeme „zjemniť“. Použitím dvojíc slov: pomalšia – väčšia, rýchlejšia – menšia,
Na základe vyššie uvedeného rozdelíme pamäť počítača na bloky:

Registre: Súčasť procesora. Kapacita niekoľko bytov.
Prístupový čas: niekoľko nanosekúnd.

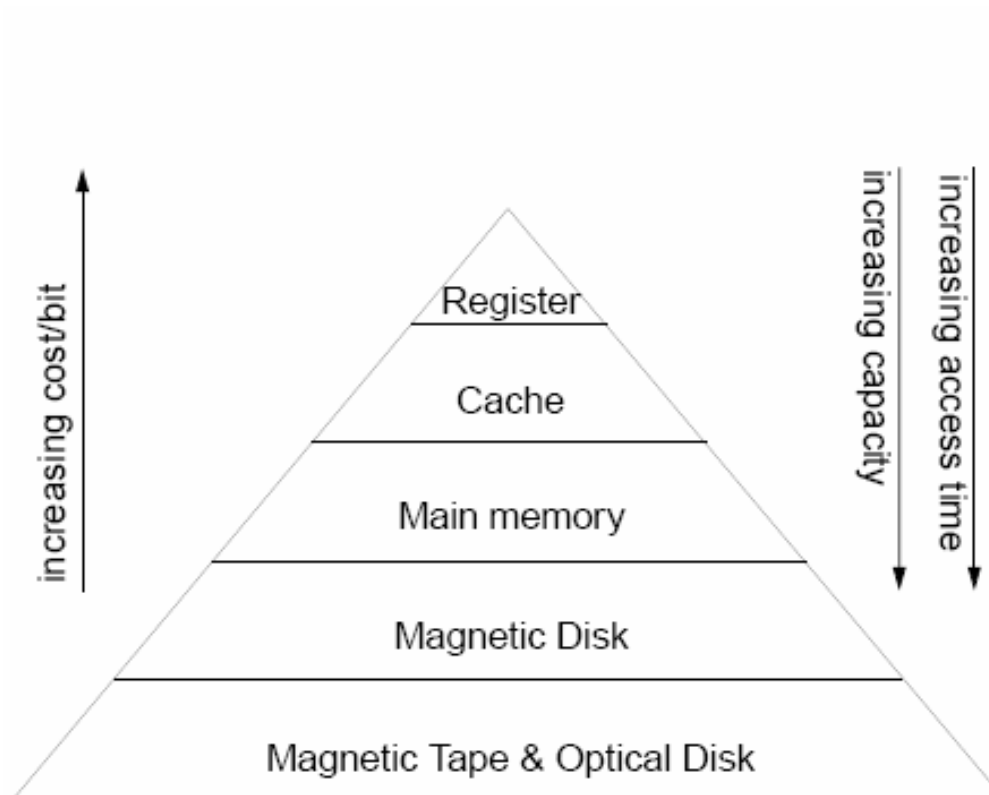
Cache pamäť: Umiestnená na čipe procesora. Kapacita rádovo kB (8, 32kB). Prístupový čas: cca 10 nanosekúnd.

Cache pamäť: Umiestnená mimo čipu procesora.
Kapacita 100-ky kB. Prístupový čas: 10-ky nanosekúnd.

Hlavná pamäť: Kapacita 10-ky MB.
Prístupový čas: cca 100 nanosekúnd.

Hard disk: Kapacita je udávaná v GB.
Prístupový čas: 10-ky milisekúnd.

Usporiadanie pamätí:



Klasifikácia pamätí (Podľa spôsobu prístupu k informácii):

- Sekvenčné (SAM – Sequential Access Memory)
(požadovanú inform. získame až po prečítaní predchádzajúcej)
- Asociatívne (CAM – Content Access Memory)
(požadovanú inform. získame pomocou kľúča) K dátam pristupujeme na základe ich obsahu a nie adresy.
- Priame (DAM – Direct Access Memory)
 - RAM (Random Access Memory) – zvýraznený prvok náhodnosti v prístupe k informáciám
 - RWM (Read Write Memory) – zvýrazňuje sa ich použitie na čítanie a zápis informácií
 - ROM (Read Only Memory) – permanentné pamäte umožňujúce len informáciu čítať

Charakteristické parametre pamätí sú: (1/2)

- Vybavovacia doba (10ns až 100ms). *Udáva rýchlosť s akou pamäť zapíše alebo vyhladá procesorom zadané dáta.*
- Prístupová doba. *Doba medzi zadaním požiadavky a objavením sa požadovanej informácie.*
- Prenosová rýchlosť. *Množstvo dát, ktoré dokážeme z pamäte prečítať (resp. do nej zapísať) za jednotku času.*
- Kapacita pamäte (organizácia). *Počet bitov, bytov, slov.*
- Staticnosť / dynamičnosť:
 - statické pamäte (SRAM –Static RAM)
 - dynamické pamäte (DRAM –Dynamic RAM)
- deštruktívnosť pri čítaní
 - pamäte deštruktívne pri čítaní
 - pamäte nedeštruktívne pri čítaní

- energetická závislosť a nezávislosť (volatile, nonvolatile)
 - nonvolatile memory (*trvalá pamäť*)
 - volatile memory
- spoľahlivosť
- cena za bit

Kapacita pamäte – organizácia

Pamäť EPROM typ.:

- 2716 má informačnú kapacitu 16K bitov.
- 27256 má informačnú kapacitu 256K bitov a vnútornú organizáciu 32 K * 8bitov.

Dynamická pamäť typ.:

- 4164 má vnútornú organizáciu 64 K * 1bit.

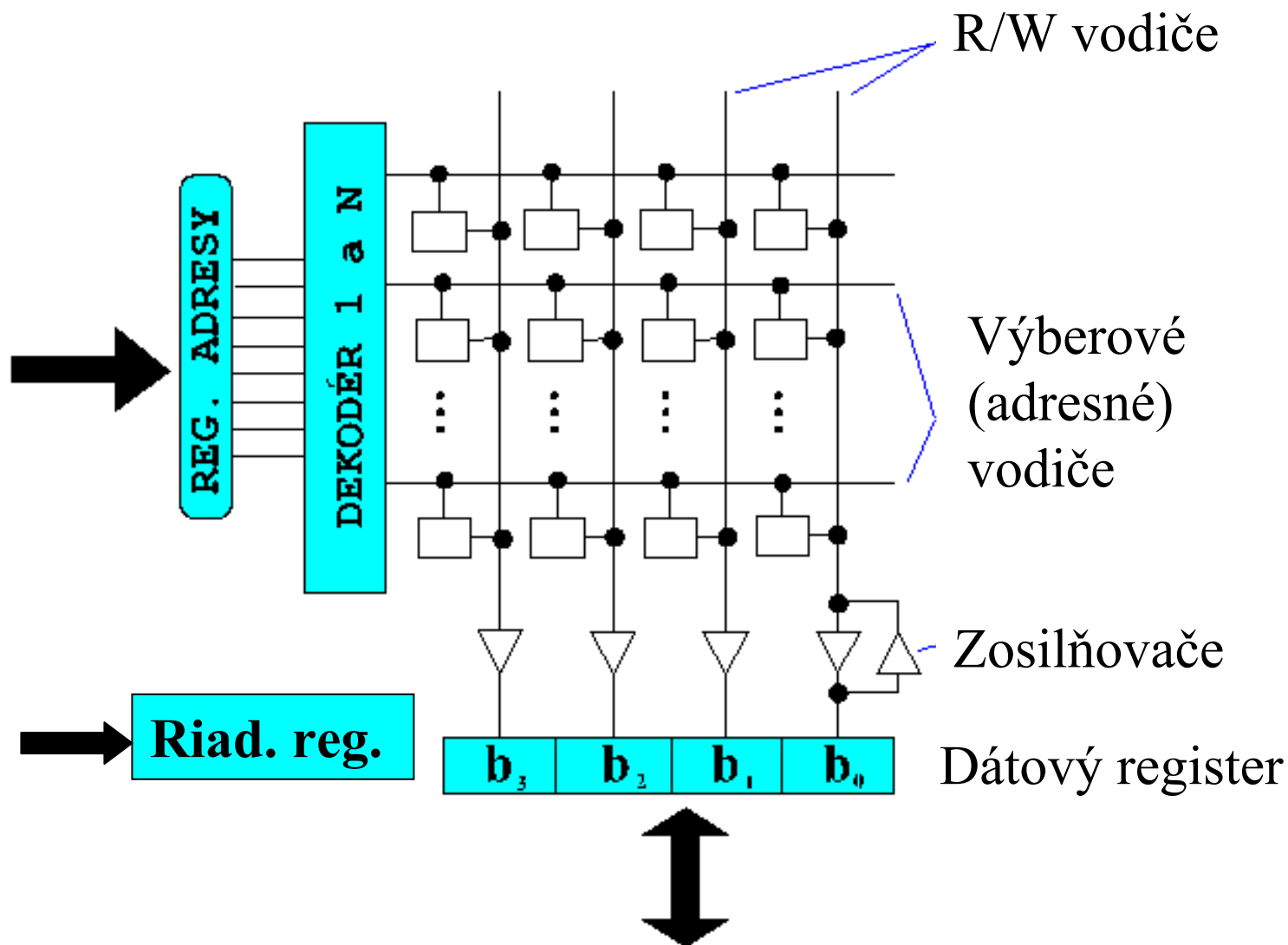
Veľkosť pamätí sa vyjadruje v bitoch [b], resp. bajtoch [B]. Tieto jednotky kapacity pamätí sú malé. V praxi sa používajú ich násobky.

Počítače pracujú v dvojkovej sústave, dva stavy, preto sú aj používané násobky odvodené od dvojkovej sústavy:

Kilo teda je $2^{10} = 1024$. Podobne vyjadríme mega: $2^{20} = 1\,048\,576$.

Symbol	Hodnota (presná)	Približný dekadický ekvivalent
K	$2^{10} = 1024$	kilo = 10^3
M	$2^{20} = 1\,048\,576$	mega = 10^6
G	$2^{30} = 1\,073\,741\,824$	giga = 10^9
T	$2^{40} = 1024 * 2^{30}$	tera = 10^{12}
P	$2^{50} = 1024 * 2^{40}$	peta = 10^{15}
E	$2^{60} = 1024 * 2^{50}$	exa = 10^{18}

Vnútorne pamäte počítača

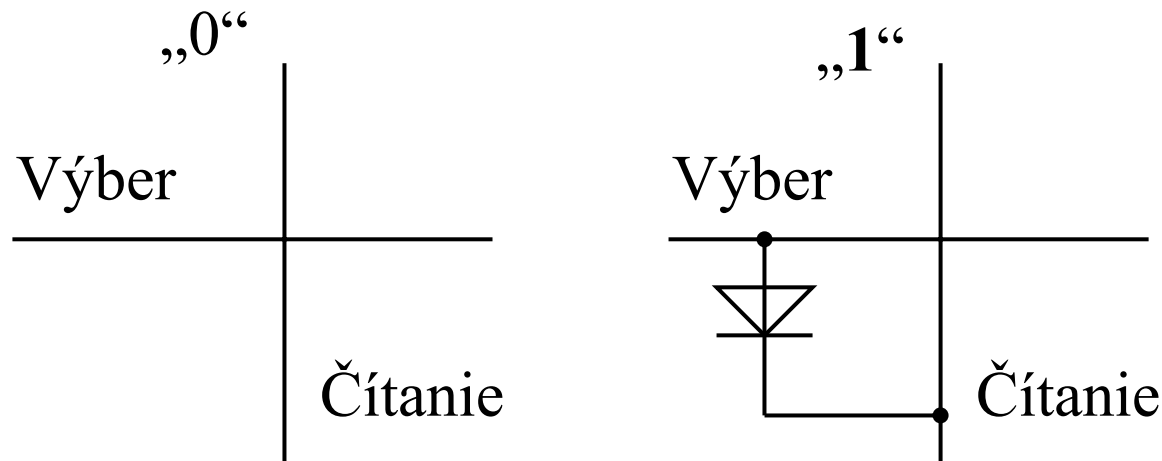


ROM - (Read Only Memory)

(1/3)

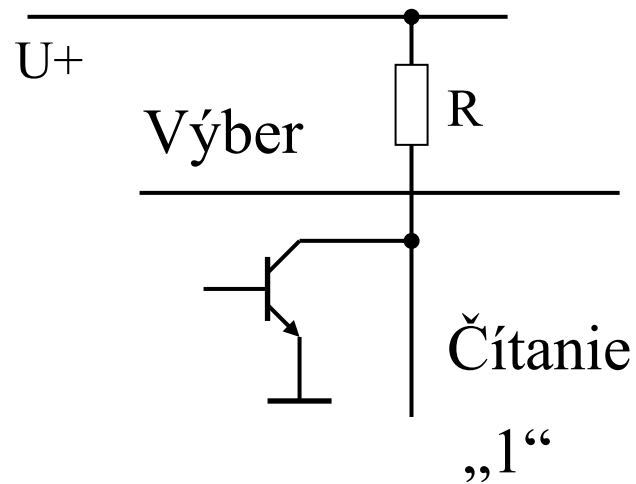
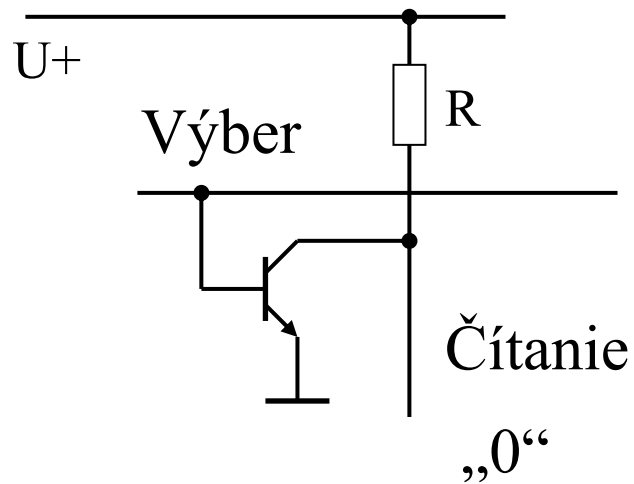
Určenie: uchovanie informácie aj po vypnutí napájania.

Do pamätí ROM sa ukladá napr.: BIOS. Pomocou BIOSu operačný systém pristupuje k hardwaru. Pamäte ROM sú v porovnaní s RAM pomalé, preto sa BIOS prekopíruje po zapnutí počítača do RAM. Tomuto sa hovorí tieňovanie (shadowing).



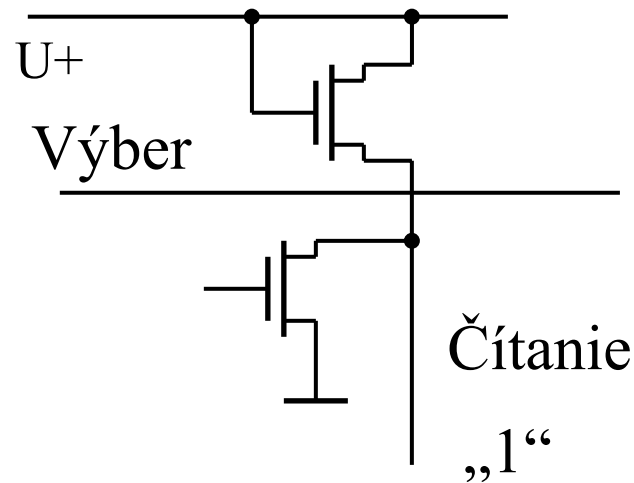
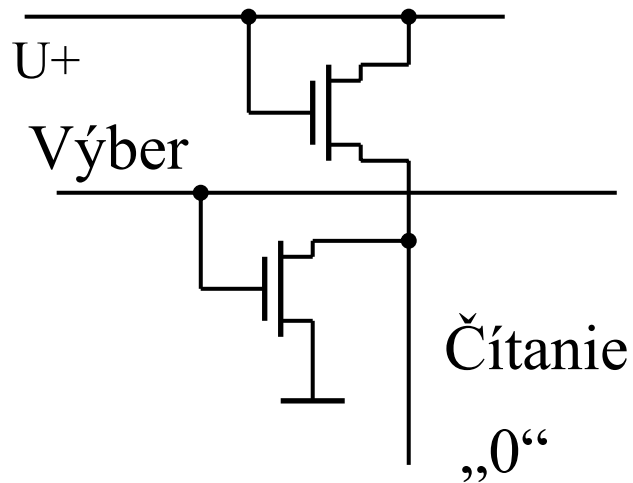
ROM - pamäťová bunka
realizácia: dióda

ROM - (Read Only Memory) (2/3)



ROM - pamäťová bunka
realizácia: TTL tranzistor

ROM - (Read Only Memory) (3/3)

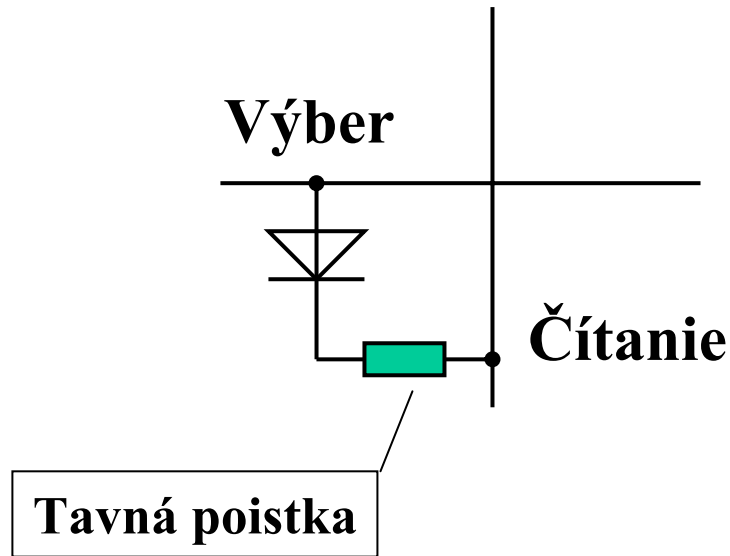


ROM - pamäťová bunka
realizácia: MOS tranzistor

Bunka pamäte ROM je realizovaná ako „odpor“. Výrobca ho nastaví na „nulovú“, resp. „nekonečnú“ hodnotu. Nulová hodnota, neporušený prvok, vedie prúd. Je na ňom nulový úbytok napätia. Takáto bunka je nositeľom informácie Logická nula. Porušené bunky nevedú prúd. Na ich výstupe sa objaví plné napätie. Takéto bunky nesú informáciu Logická jednotka.

Postupne bolo vyvinutých viacero typov pamätí ROM:

PROM - (Programmable ROM)



Zápis „0“ – prúd cca 10mA

Princíp podobný pamätiam ROM. Len informáciu nezapisuje výrobca a užívateľ pomocou *programátora*. Zápis sa dá vykonať len jeden raz.



EPROM -(Erasable PROM)

- statická, nonvolatile pamäť
- informácia –elektrický náboj
- mazanie (UV žiarenie – cca 20min)
- programovanie (elektricky) – užívateľ, opakovane, cca 20*

EEPROM, E2PROM - (Electrically EPROM).

- statická, nonvolatile pamäť, Podobná EPROM
- mazanie (elektrické, rádove mSec)
- programovanie (elektricky) – užívateľ (cca 100 mSec), opakovane, cca 100*

Informácia sa uchová cca 10 rokov.

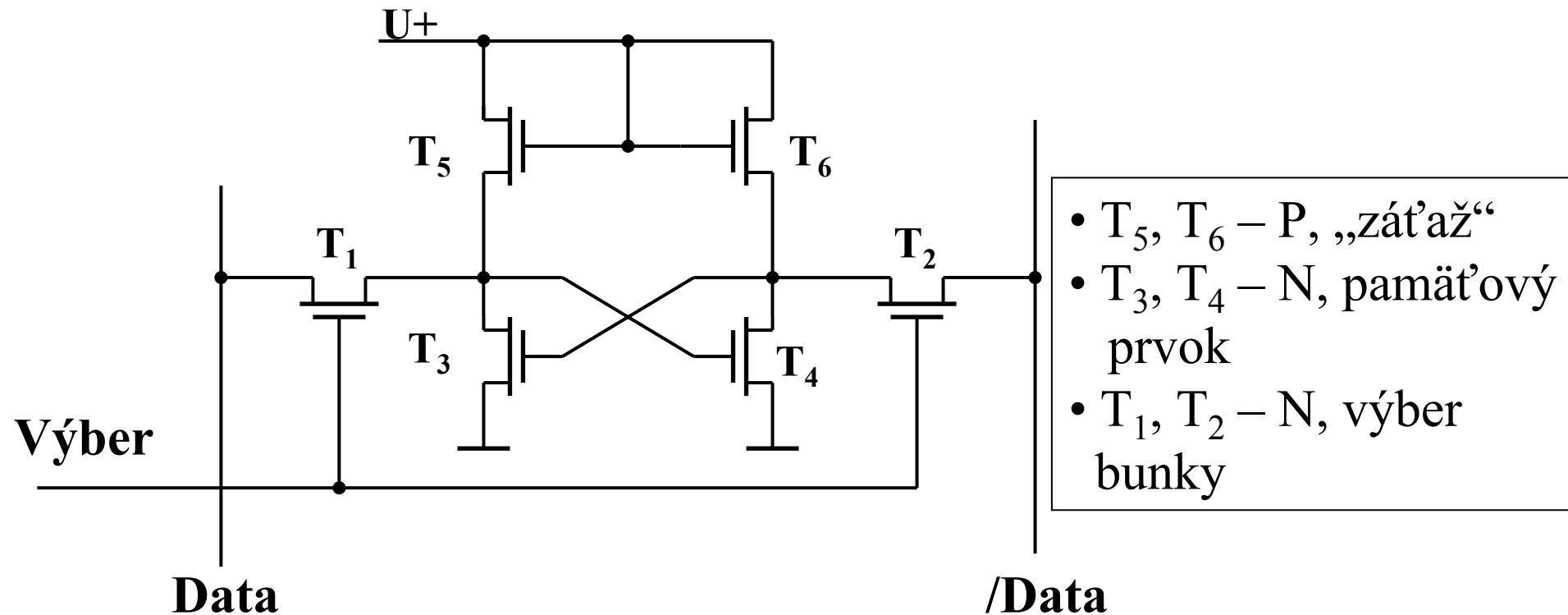
Flash - EPROM .

- Rýchlejšia ako predchádzajúce typy. Dá sa s ňou pracovať ako s RAM. Dá sa cca 10000 krát prepísať. Dá sa prepisovať priamo v zariadení.

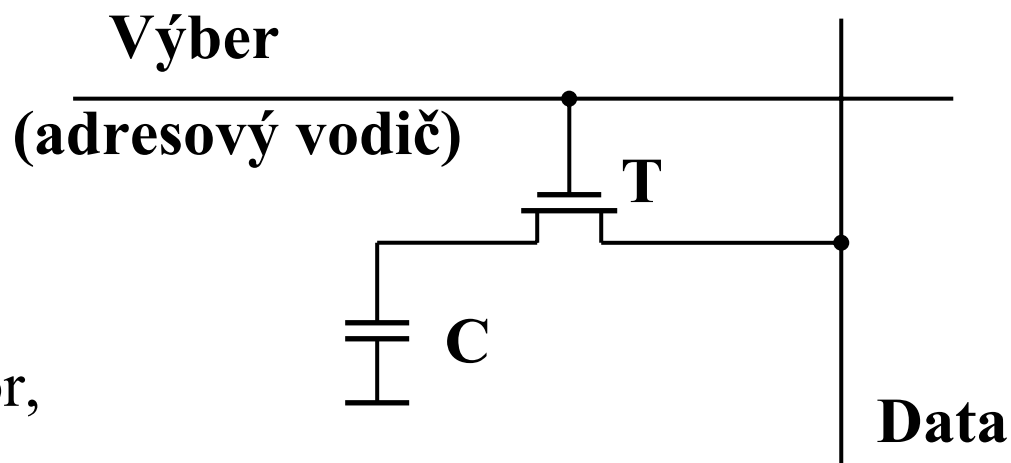
RAM (Random Access Memory)

- Statické RWM RAM (SRAM)

- rýchlejšie ako ROM, prístupová doba cca 10ns
- základom je bistabilný klopný obvod
- statická, volatile pamäť,
- základ - bistabilný klopný obvod



Dynamické RAM (DRAM)



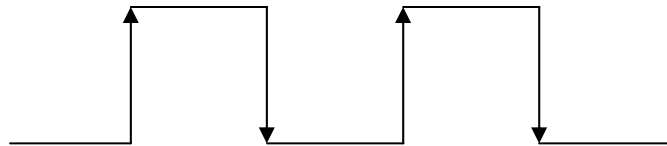
- základ – miniatúrny kondenzátor,
 - kondenzátor nabitý – log. 1
 - kondenzátor vybitý – log. 0
- vybíjanie kondenzátora je rýchle, dochádza k strate informácie
 - čas straty informácie cca 10ms
 - pravidelné obnovovanie informácie sa nazýva refresh.

Chip set

- riadenie DRAM
- riadenie zberníc
- komunikácia medzi zbernicami

Dynamické RAM (DRAM)

- SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory) – pamäť používaná ako operačná pamäť počítača. Taktovanie je odvodené od taktu zbernice. Informácia sa prenáša len na nábežnej hrane riadiaceho impulzu. Pamäť typu SDRAM vykoná na jeden impulz len jednu operáciu.
- DDR (Double Data Rate) tieto pamäte prenášajú informáciu na oboch hranách impulzu.

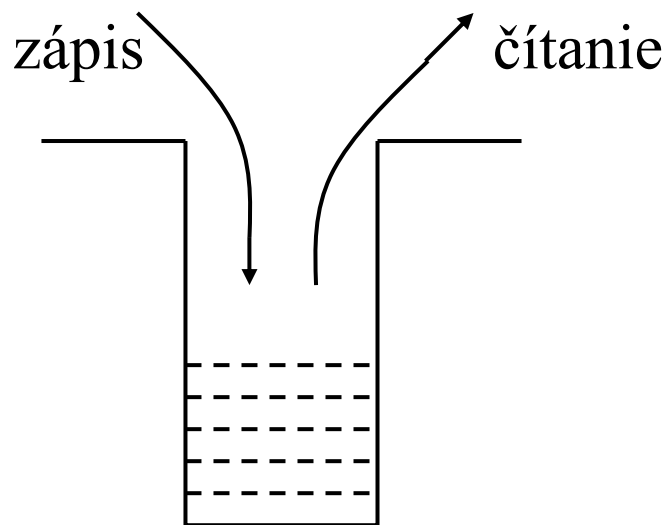


CMOS RAM – malá spotreba, (baterka)

Pamäť vyrobená technológiou CMOS. Má malú spotrebu. Používa sa na uloženie parametrov BIOSu. Po vypnutí býva napájaná z baterky. Často sa CMOS vyrába ako súčasť RTC.

Pamäte so sekvenčným prístupom (1/2)

- **Zásobníková pamäť – LIFO** (Last In First Out)
 - Informácia uložená ako posledná sa vyberá ako prvá. Adresovanie sa realizuje ako vratný čítač s predvol'bou.
 - Zápis do zásobníkovej pamäte: PUSH. Čítanie zo zápisníkovej pamäte: POP.
 - Hlavné použitie: Automatické ukladanie a vyberanie návratových adries pri volaní podprogramov. Inštrukcie CALL a RET.



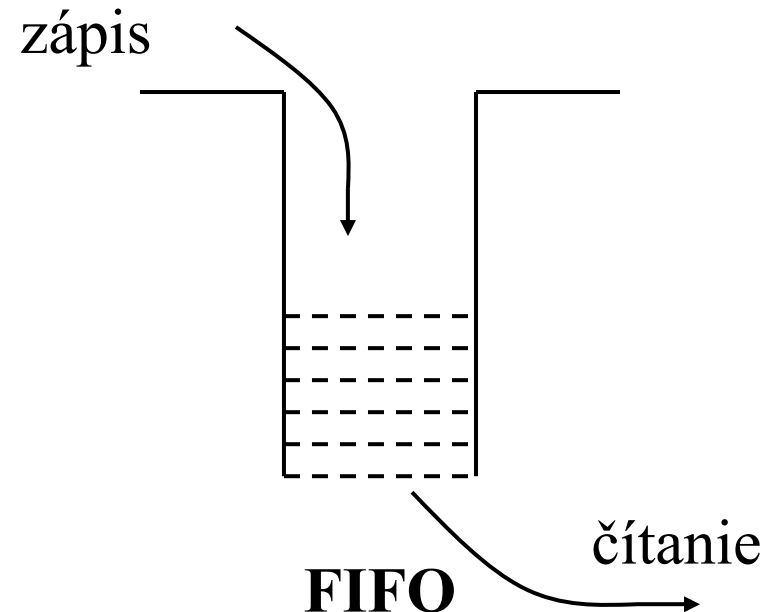
**Adresovanie – SP
(vratný čítač)**

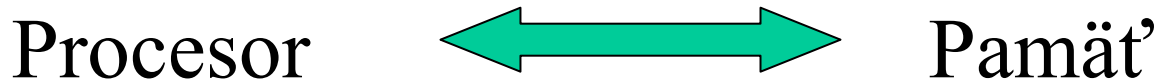
LIFO

Pamäte so sekvenčným prístupom (2/2)

• **Pamäť typu fronta - FIFO** (First In First Out)

- Údaje sa ukladajú tak, že sa zapisuje na prvé neobsadené miesto. Na začiatku je to „dno“.
- Údaje sa odoberajú, čítajú zdola, a obsah sa posunie smerom ku dnu.
- Táto pamäť sa nedá realizovať ako jednoduchý posuvný register so sériovým vstupom a výstupom.
- Realizuje sa ako pamäť RWM-RAM riadená pomocou dvoch čítačov.
- Táto štruktúra našla uplatnenie aj v zreťazených procesoroch.





Požadujeme:

- Procesor – rýchly
- Pamäť - veľka (čím väčšia – tým pomalšia)
=> veľká vybavovacia doba

Riešenie:

- Vkladanie čakacích stavov
- Osadenie OP obvodmi SRAM s dob. prístupu (10 ns a <)
- Použitie pamäte cache

Procesor Pamäť

Stav čakania – (Wait State) :
Odozva pamäte za 2SC

Pr.: Majme Procesor 66MHz $\Rightarrow$ 1SC = 15ns

2SC = 30ns $\Rightarrow$ potrebujeme DRAM, 30ns

- Máme Pamäť DRAM typ: 60ns
- $\Rightarrow$ treba vložiť 2SC na čakanie pomalej pamäte
- $\Rightarrow$ procesor sa správa ako $1/60\text{ns} = 16.6\text{MHz}$

Riešenie:

- V danom čase nemáme rýchlejšie DRAM
- Použitie SRAM s dob. prístupu (10 ns a $<$) – príliš drahé
- $\Rightarrow$ Dnes sa používajú pamäte cache

Organizácia pamätí v PC

(1/3)

Prvé PC – 8088, DB – 8bitov

OP – samostatné IO,

Organizácia 1b, 4b

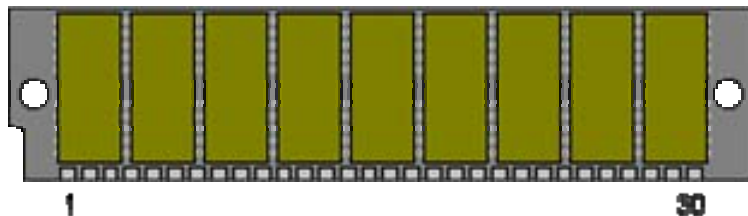
Podľa typu základnej dosky. Dve realizácie: bezparitná

paritná

Narastala kapacita OP: Pamäte sa začali osadzovať na pl. spoje:

30 SIMM (Single Incline Memory Module)

- šírka dát –8bitov (bezparity)
- šírka dát –9bitov (s paritou)
- Vyrábali sa: 256kB, 1MB a 4MB

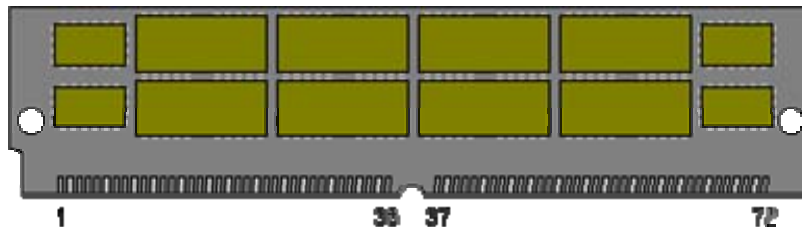


Počítače: 286,386, (486)

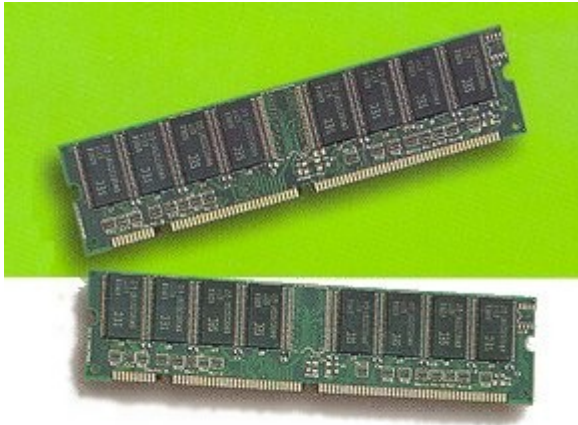
Narastala kapacita OP

Pamäte sa začali osadzovať na pl. spoje:

- 72-pin SIMM (PS/2 SIMM)
- šírka dát – 32 bitov (bez parity)
- šírka dát – 36 bitov (s paritou (1b + 1B))
- Vyrábali sa:
 - 4 MB, 8 MB, 16 MB, 32 MB.



- DIMM (Dual Incline Memory Module) 168 vývodov
- šírka dát –64bitov
- Vyrábali sa:
 - 16MB, 32MB , 64MB



Atd'.

Značenie pamäťových obvodov

Napr. : MSM41256A-10

256Kb ($256 \cdot 1024 = 262144$ b) vybavovacia doba 100ns

Značenie obsahuje dve informácie:

- Kapacitu
- Vybavovaciu dobu.

Pamäťové banky (Memory banks) (1/2)

Bank – súbor päťíc pre SIMM a DIMM moduly

Bank pre 8088: 8 (9) 1bit IO, resp. 2 „nible“IO + 1bit IO

Ak osadzujeme SIMM moduly, musíme rešpektovať šírku dátovej zbernice.

Procesor	Šírka dátovej zbernice	Veľkosť banku pre 30-pin SIMM	Veľkosť banku pre 72-pin SIMM	Veľkosť banku pre DIMM
80286	16 b	2 moduly	X	X
80386SX	16 b	2 moduly	X	X
80386	32 b	4 moduly	X	X
80486	32 b	4 moduly	1 modul	X
Pentium	64 b	X	2 moduly	1 modul
Pentium Pro	64 b	X	2 moduly	1 modul
Pentium II	64 b	X	2 moduly	1 modul

Vonkajšie pamäte

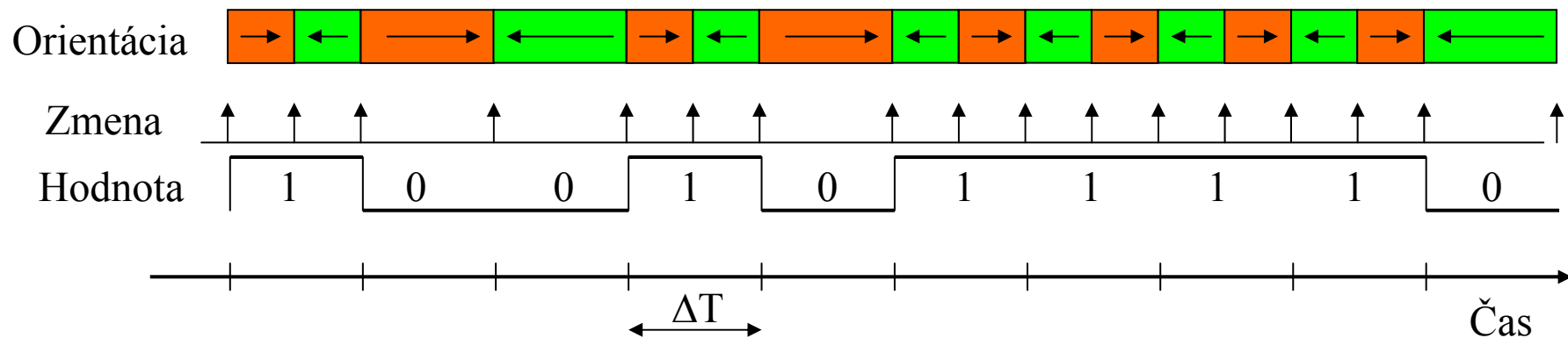
Pružné disky (floppy disk)

Pevné disky (hard disk)

Informácia sa zapisuje na magnetický materiál, tak že sa nejaká malá oblasť zmagnetuje v jednom, respektíve druhom smere. Je prirodzené, priradiť jednému smeru hodnotu log.1 a druhému smeru log. 0.

Problém nastane ak chceme takto zaznamenanú informáciu prečítať. Vyhodnocovacie zariadenie neregistruje smer, ale zmenu orientácie. Problém sa znásobí, ak bude za sebou zaznamenaných niekoľko núl, resp. jednotiek. Základný princíp ukladania informácii možno popísať nasledovne:

Je zadefinované „taktovanie“ a vyhodnocovací obvod sleduje ako sa mení magnetické pole vzhľadom na taktovanie. Jeden takt potom odpovedá jednému bitu. Základ kódovanie zadefinovaný tak, aby sa magnetické pole zmenilo na začiatku taktu. Ak sa zmení aj v strede, odpovedá to logickej jednotke. Ak sa nezmení odpovedá takýto úsek logickej nule. Takéto kódovanie sa nazýva: **Frekvenčná modulácia**.



Ak by sme vyhodnocovali nie na začiatku a v strede taktu, ale len v strede, dosiahli by sme „zahustenie“ uložených informácií. Takéto kódovanie sa nazýva: **Modifikovaná frekvenčná metóda**.

Pružné disky: 8'', 5.25'', 3.5'' (floppy disky, diskety) (1/2)

Záznam magnetiský

Rýchlosť otáčania: cca 300ot/min.

(DD-double density , HD-high density)

Rozmer	Hustota	Počet stôp	Počet sektorov	Počet strán	Kapacita sektoru	Kapacita diskety
5¹/₄''	DD	0-39	1-9	0-1	512 B	360kB
5¹/₄''	HD	0-79	1-15	0-1	512 B	1,2MB
3¹/₂''	DD	0-79	1-9	0-1	512 B	720kB
3¹/₂''	HD	0-79	1-18	0-1	512 B	1,44MB

Pružné disky : 8'', 5.25'', 3.5'' (floppy disky, diskety) (2/2)

Geometria pružného disku: floppy disk $5\frac{1}{4}$ " DD

Disketa má dve vrstvy – povrchy, t.j. má aj dve hlavy.

Dáta sú uložené na oboch stranách.

Každá strana je rozdelená do 40 sústredných kružníc – stop - tracks.

Každá stopa je rozdelená do 9 sektorov .

V každom sektore je uložených 512 B informácie.

Kapacita = $NP \cdot NT \cdot NS \cdot NB$

NB – počet bajtov na jeden sektor

NS – počet sektorov na stopu

NT – počet stop na jednom povrchu

NP – počet povrchov

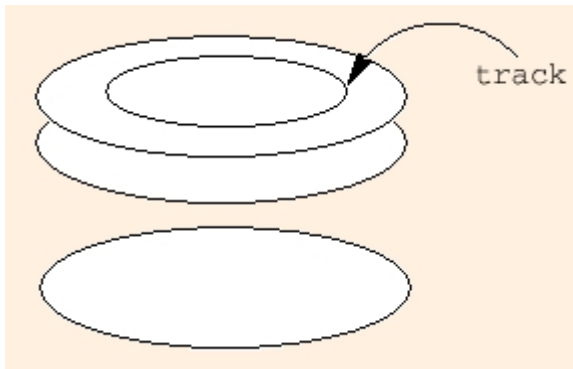
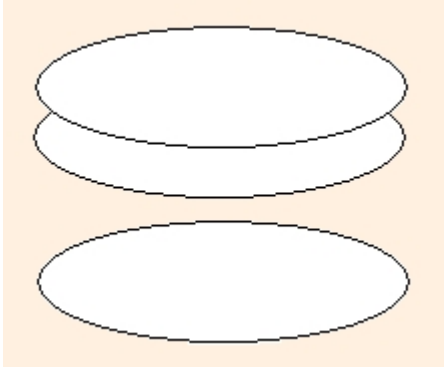
Disketa o kapacite 360kB je tvorená:

$(2 \text{ strany} - \text{povrchy}) \cdot (40 \text{ stôp/strana}) \cdot (9 \text{ sektorov/stopa}) \cdot (512 \text{ B/sektor}) = 360\text{kB}$ na disketu.

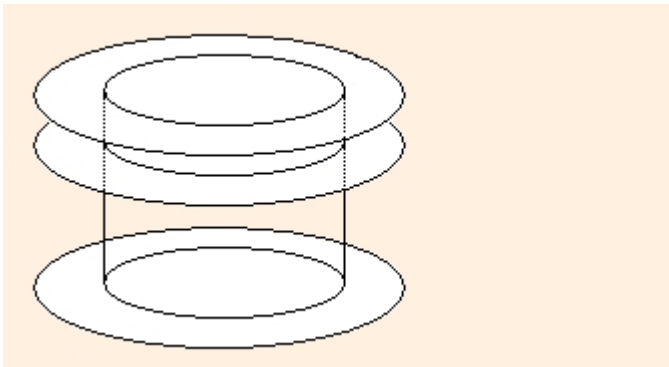
Pevný disk

(1/6)

Pevné disky sú organizované do nad seba uložených súborov platní.



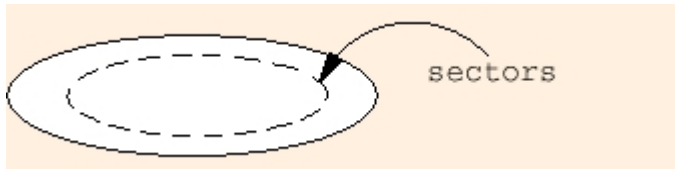
Data sú uložené v sústredných kružniciach stopách - **tracks**:



Stopy ležiace nad sebou tvoria **cylinder**:

Pevný disk

(2/6)



Najmenšou samostatnou záznamovou jednotkou na disku je jeden **sector**.

Radič IDE disku môže adresovať bloky ako postupnosť do série zaradených blokov číslovaných od 0 do n.
=> geometria disku nie je dôležitá.

Prečo treba uvažovať geometriu disku?

Dôvody :

1. Staršie BIOSy adresovali cylindre s číslom ≤ 1023 .
(Na adresu cylindra bolo vyhradených 10 bitov, tj. $2^{10} - 1$, or 1023.)
2. Minimalizovanie pohybu hláv.

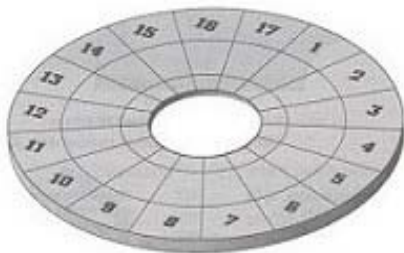
Pevný disk

(3/6)

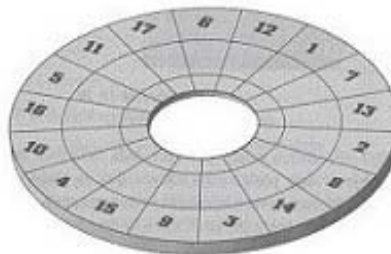
Zápis (čítanie) na (z) pevného disku prebieha podobne ako u pružného disku v troch krokoch:

- vystavenie zapisovacích (čítacích) hláv na cylinder (elektromechanicky)
- pootočeniu disku na odpovedajúci sektor
- zápis (čítanie) dát

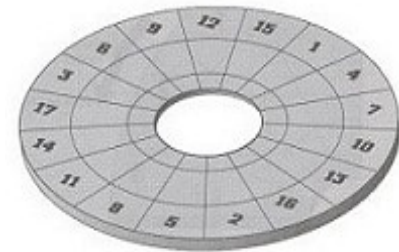
Rýchlosť otáčania je veľká (3600ot/min a viac) => zavádza sa tzv. **faktor prekládania pevného disku**



Prekládanie 1:1



Prekládanie 1:3



Prekládanie 1:6

Pevný disk

(4/6)

Uvažujme disk, ktorý má

16,384 cylinders, 80 heads a 63 sectors per track.

1 sektor = 512 B

(staršie OS mali pridelených práve 9 bitov na sector.

$512 = 2^9$ rôznych adries).

Aká je kapacita takéhoto disku? **? bytes = 1 disk**

Prevody „vhodné pre náš disk“:

- 16,384 cylinders / disk ($16,384 = 2^{14}$)
- 80 heads / cylinder
- 63 sectors / track ($63 = 2^6 - 1$)
- 512 bytes / sector

Pevný disk

(5/6)

? bytes = 1 disk

* (16,384 cylinders / disk)

* (80 heads / cylinder)

* (1 track / head)

*(63 sectors / track)

* (512 bytes / sector) = **42,278,584,320 bytes**

1 **KiloB (KB)** = 2^{10} bytes = 1,024 bytes

1 **MegaB (MB)** = 2^{20} bytes = 1,048,576 B = 1,024 KB

1 **GigaB (GB)** = 2^{30} B = 1,073,741,824 B = 1,048,576 KB = 1,024 MB

1 **TeraB (TB)** = 2^{40} B = 1,099,511,627,776 bytes = 1,073,741,824 KB = 1,048,576 MB = 1,024 GB

42,278,584,320 bytes / (1,073,741,824 bytes / GB) = 39.375 GB

Pevný disk

(6/6)

„Veda“:

- K = 1,000
- M = 1,000,000
- G = 1,000,000,000
- T = 1,000,000,000,000

$$42,278,584,320 \text{ bytes} / (1,073,741,824 \text{ bytes} / \text{GB}) = 39.375 \text{ GB}$$

42.279 GB

! Staršie disky bolo treba zaparkovať !

Literatúra:

[1] Valášek, P Loskot R.: Polovodičové pameti, BEN 1998