

Polovodičové paměti

Vlastnosti:

- **vybavovací doba (rychlost čtení / rychlost zápisu - velikost v ns)**
- **kapacita paměti (velikost v KiB, MiB, GiB, TiB)**
- **možnost přepisu buňky (RWM / ROM)**
- **energetická závislost (zda se paměť po vypnutí počítače vymaže či nikoli)**

Polovodičové paměti

kapacita paměti

opakování

Jednotka	Značka	Velikost v B (bajtech)	Mocnina
Kibibajt	KiB	1 024	2^{10}
Mebibajt	MiB	1 048 576	2^{20}
Gibibajt	GiB	1 073 741 824	2^{30}
Tebibajt	TiB	1 099 511 627 776	2^{40}
Pebibajt	PiB	1 125 899 906 842 624	2^{50}
Exbibajt	EiB	1 152 921 504 606 846 976	2^{60}
Zebibajt	ZiB	1 180 591 620 717 411 303 424	2^{70}
Yobibajt	YiB	1 208 925 819 614 629 174 706 176	2^{80}

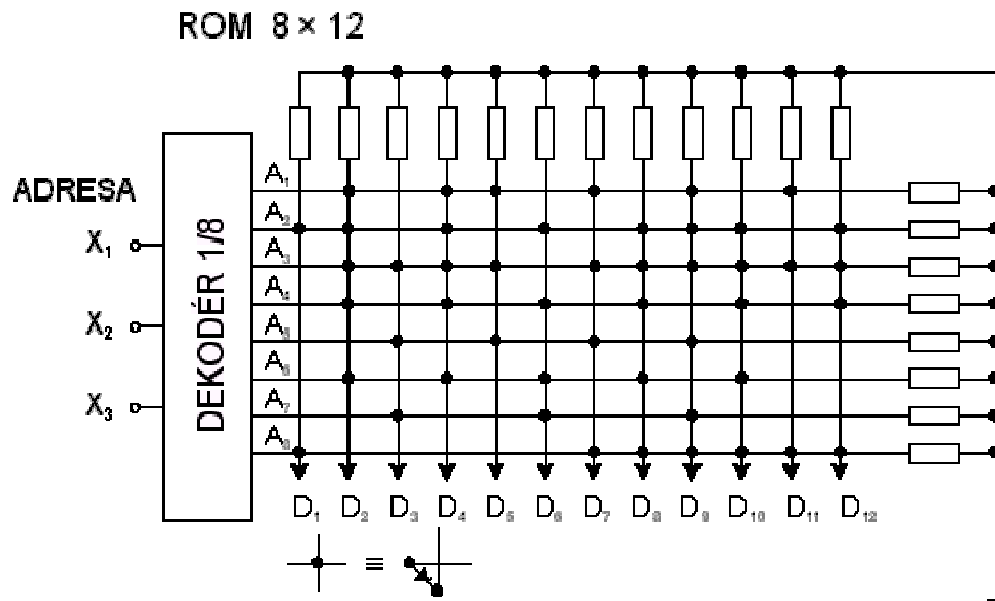
Polovodičové paměti

opakování

Podle možnosti zápisu/čtení mohou být paměti rozděleny na:

⇒ **ROM** (Read Only Memory) - paměti pouze pro čtení

⇒ **RWM** (Read Write Memory) - paměti pro zápis i čtení



⇒ **statické** hodně součástek - malé kapacity

⇒ **dynamické** jedna součástka = jeden bit - velké kapacity

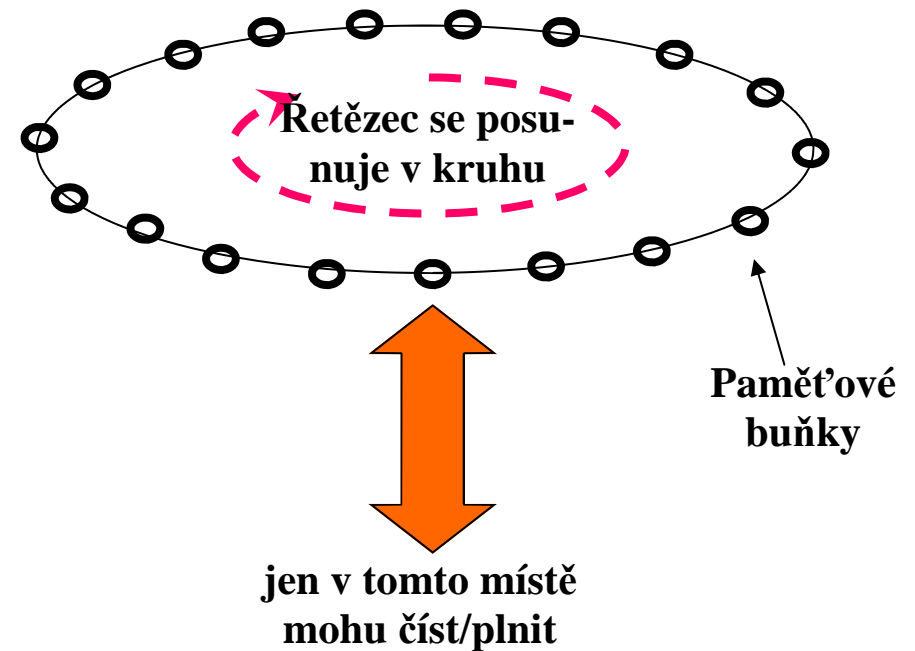
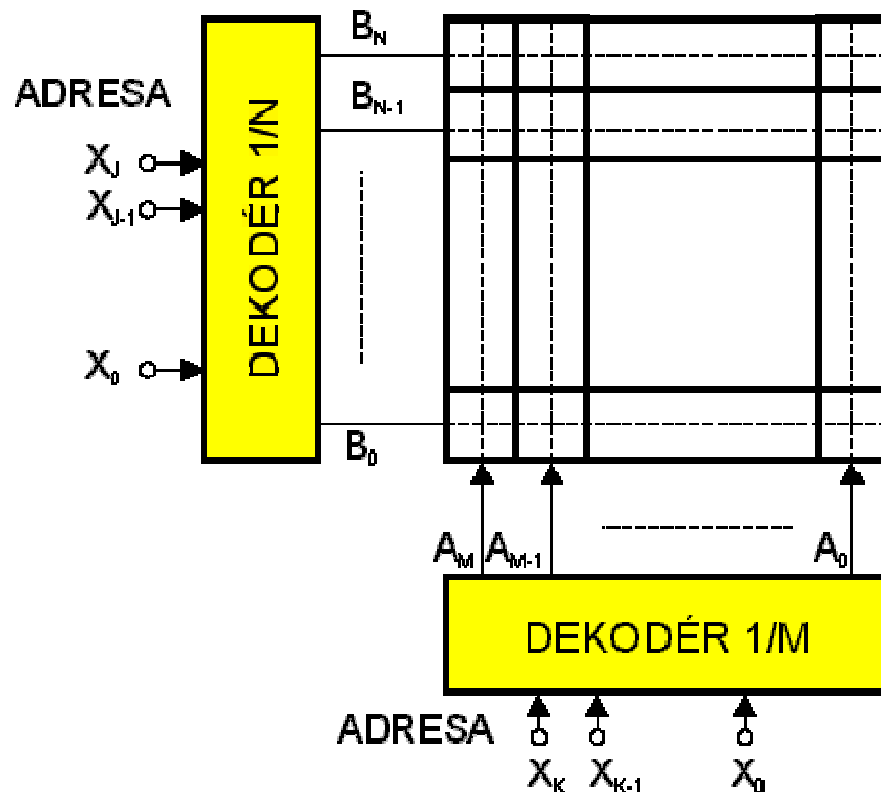
Polovodičové paměti

opakování

Podle typu přístupu mohou být paměti rozděleny na:

⇒ **RAM** (Random Access Memory) - paměti s libovolným přístupem

⇒ **SAM** (Serial Access Memory) - paměti se sériovým přístupem.

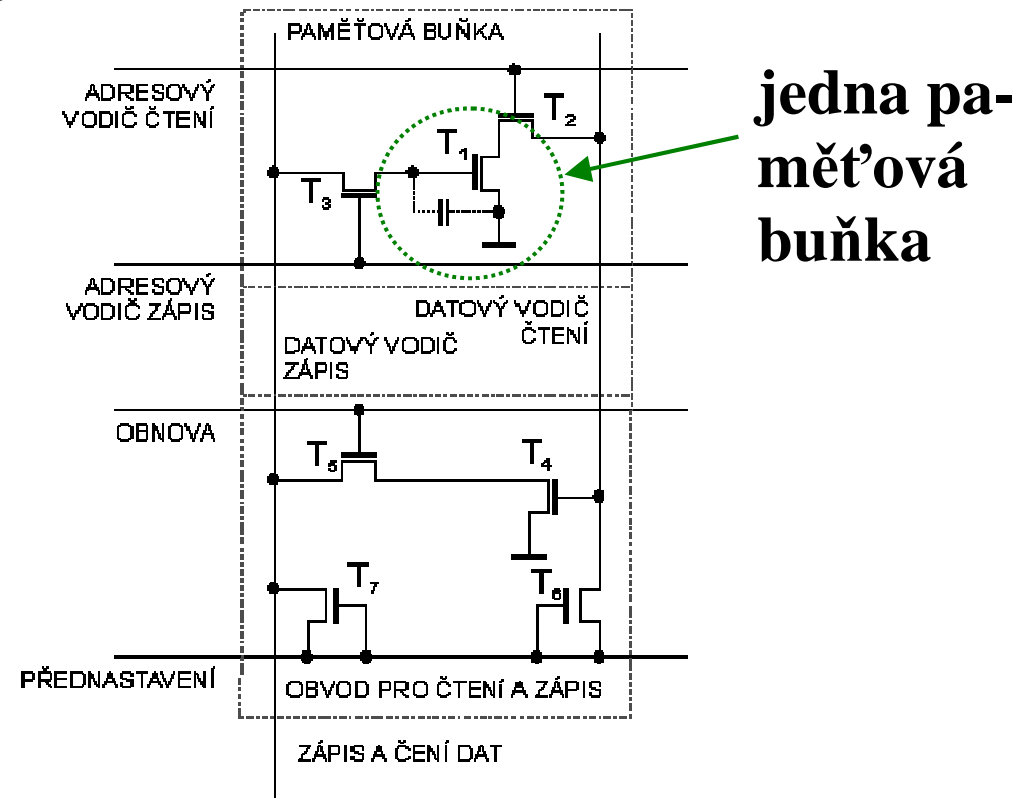
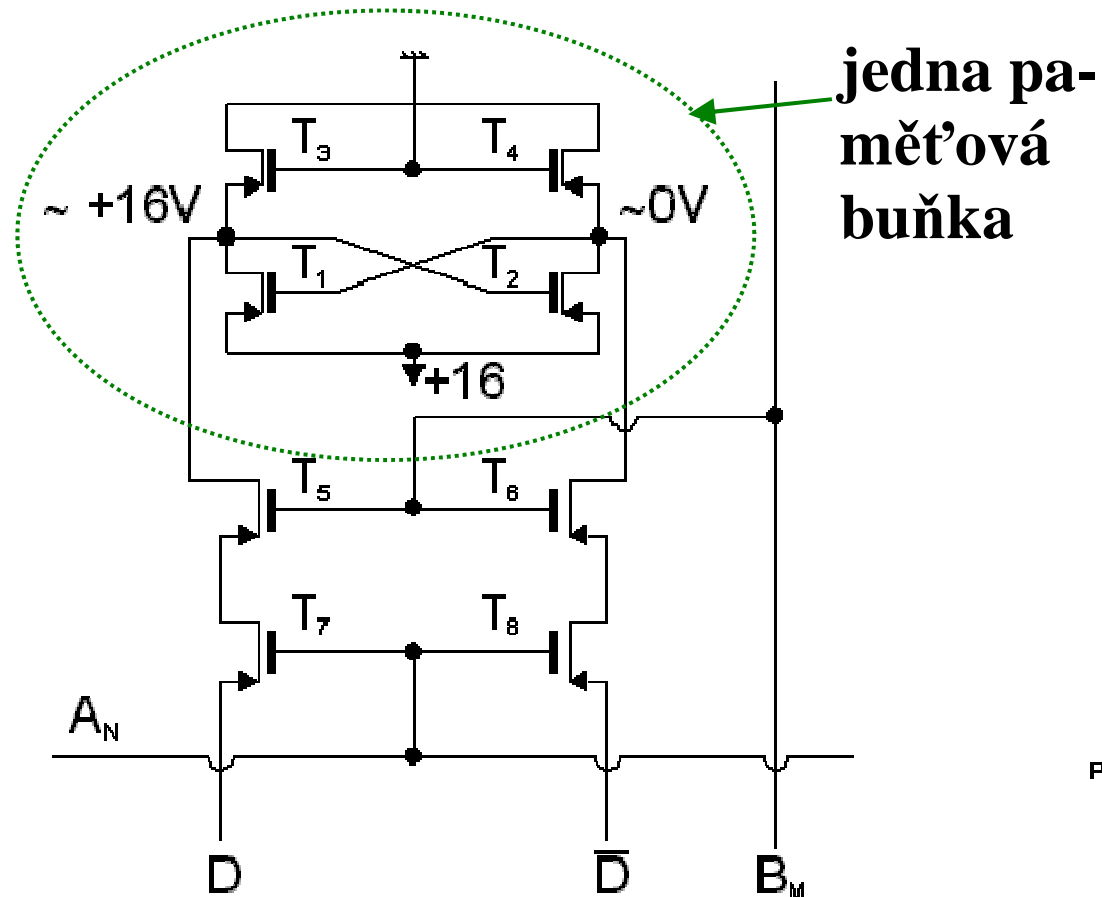


Polovodičové paměti

⇒ **RWM** (Read Write Memory) - paměti pro zápis i čtení

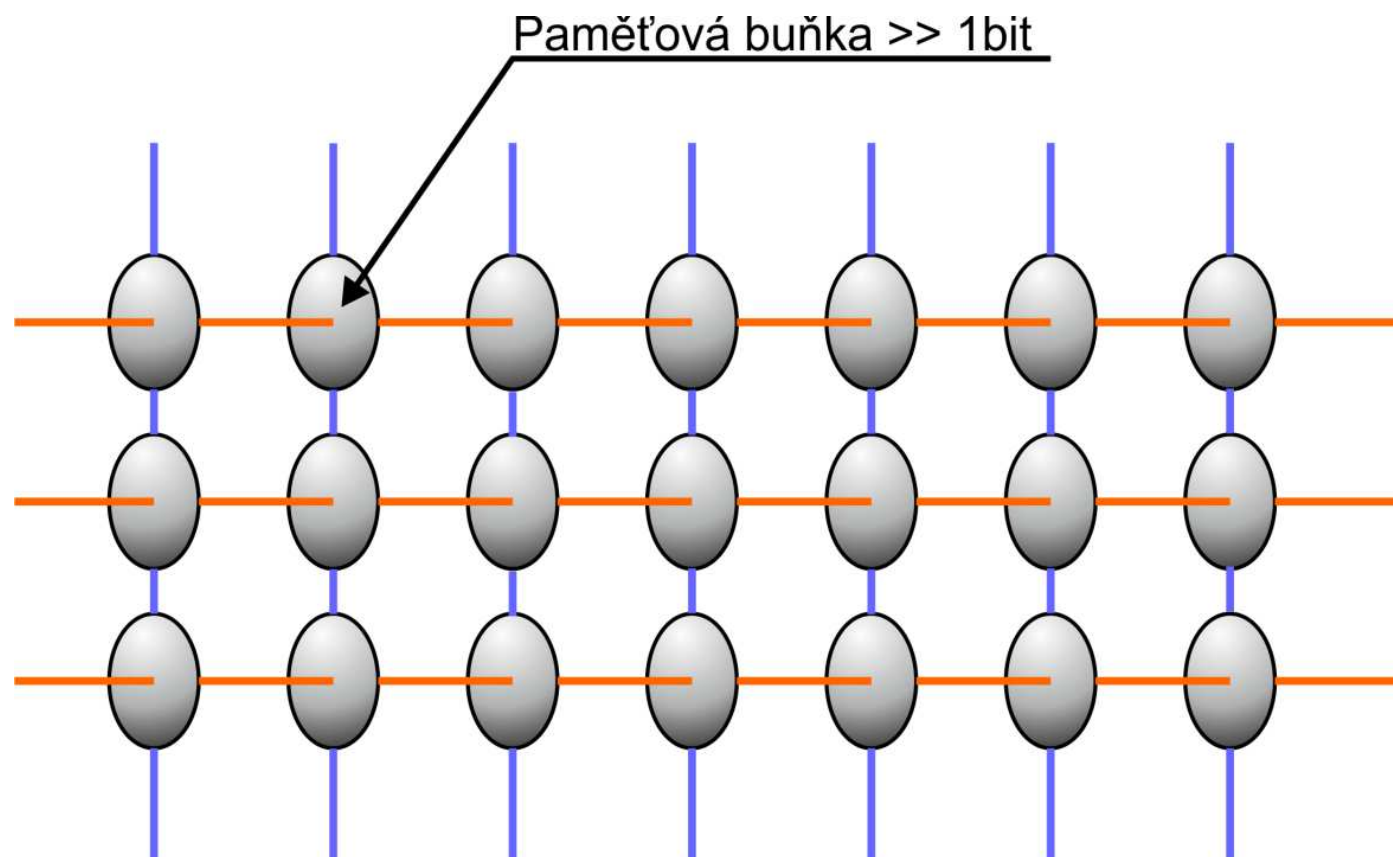
⇒ **Statické SRAM** hodně součástek - malé kapacity

⇒ **Dynamické DRAM** jedna součástka = jeden bit - velké kapacity
Informace = náboj kapacity tzn. musím obnovovat = **refresh**



Polovodičové paměti

- běžně je paměť typu RAM/ROM tvořena maticí elektronických prvků
- každý prvek nabývá stavu 0 nebo 1
- prvky jsou spojeny řádkovými a sloupcovými vodiči
- těmi lze prvky elektronicky ovládat (zapisovat a číst)



Polovodičové paměti

ROM

- buňka = el. pojistka. Výrobce některé buňky přepálí a jsou nositelem logické 1. Ostatní, které vedou proud jsou nositelem logické 0

PROM (Programmable ROM)

- podobné jako ROM, ale informace nezapisuje výrobce, ale uživatel pomocí programátoru ROM propojku přepálí

EPROM (Erasable PROM)

- lze do nich opakovaně zapisovat. Informace je kódována pomocí elektrického náboje. Smazání záznamu se provádí pomocí ultrafialového záření

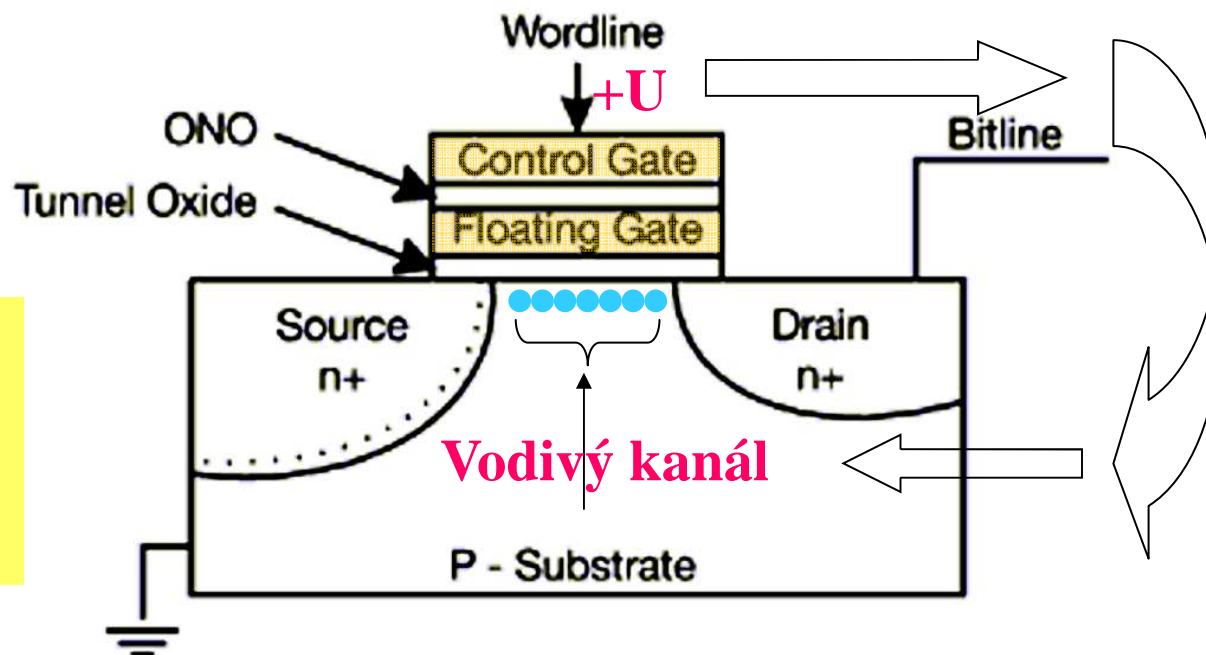
Polovodičové paměti

EEPROM (Electrically EPROM)

- jde o mazatelnou paměť. Vymazání se provádí elektrickými impulsy. Počet mazání a zápisů je omezen.

Flash-EEPROM

- nejrychlejší prepisovatelný typ. Obsahuje řízení, které slouží k rozkládání zápisu na celé flash médium. Jinak by došlo k znehodnocení flash paměti opakovanými zápis do jednoho místa, zatímco zbytek flash paměti by zůstal neopotřebován.

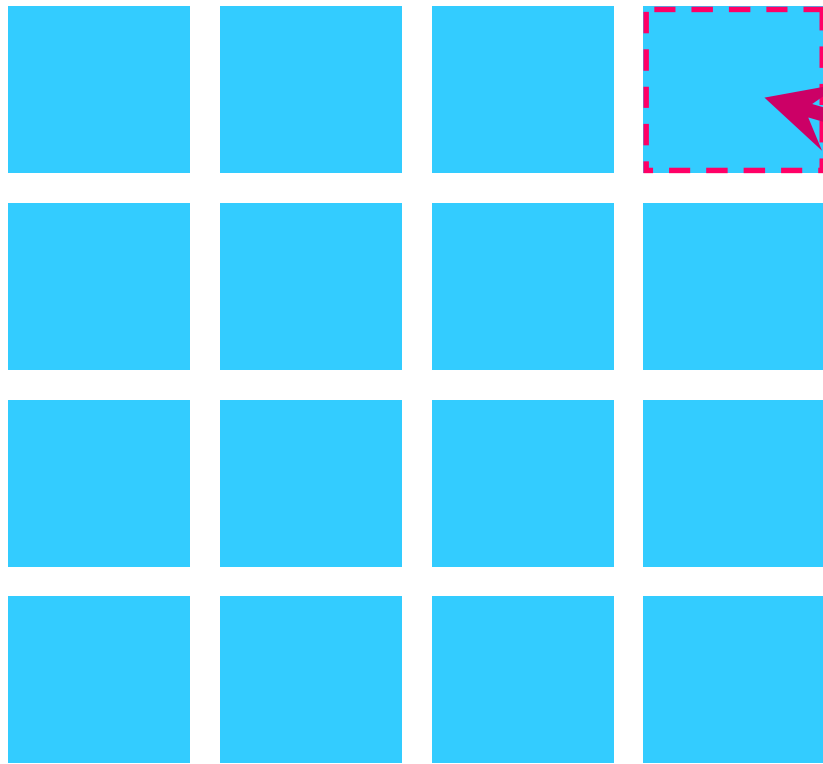


flash buňka
rychleji čte
než zapisuje

opakování

Memory Technology Device (MTD)

- pracují podobně jako paměť RAM
- rozdíl ukládání dat v blocích



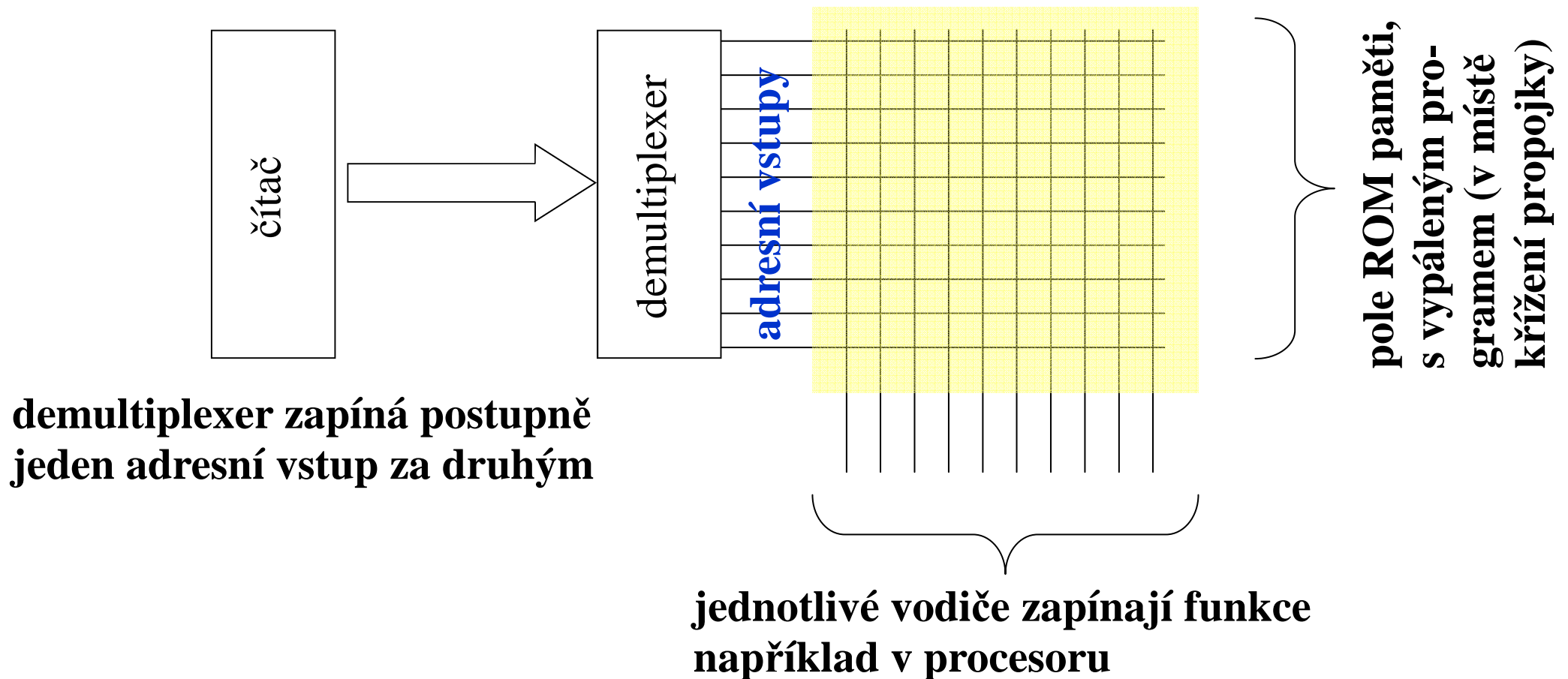
- blok paměťových buněk se zapisuje do operační paměti (OP)
- celý se smaže
- v OP se přepíše informace
- z RAM se zapisuje celý blok

Polovodičové paměti

řadič

Řadič je elektronická součástka, sloužící k řízení dle programu—například všech komponentů počítače.

Příklad řadiče tvořeného ROM pamětí v které je naprogramována činnost zařízení.

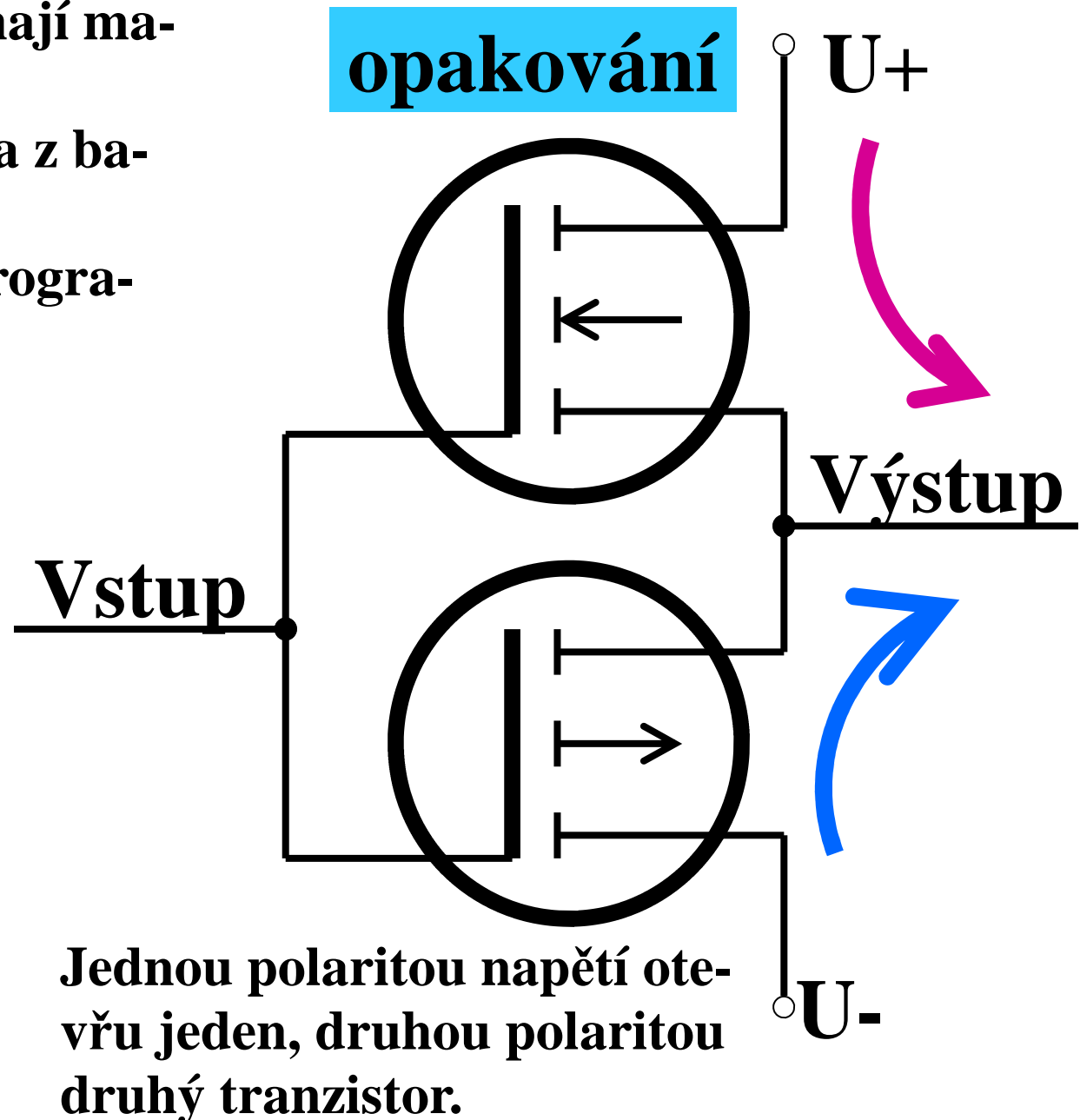


CMOS-RAM paměť

- vyrobená technologií CMOS mají malou spotřebu
- po vypnutí zařízení je napájena z baterie
- využití v PC pro zápis BIOS programem SETUP

MOSFET tranzistor je řízen napětím (nepotřebuje k udržení informace výkon)

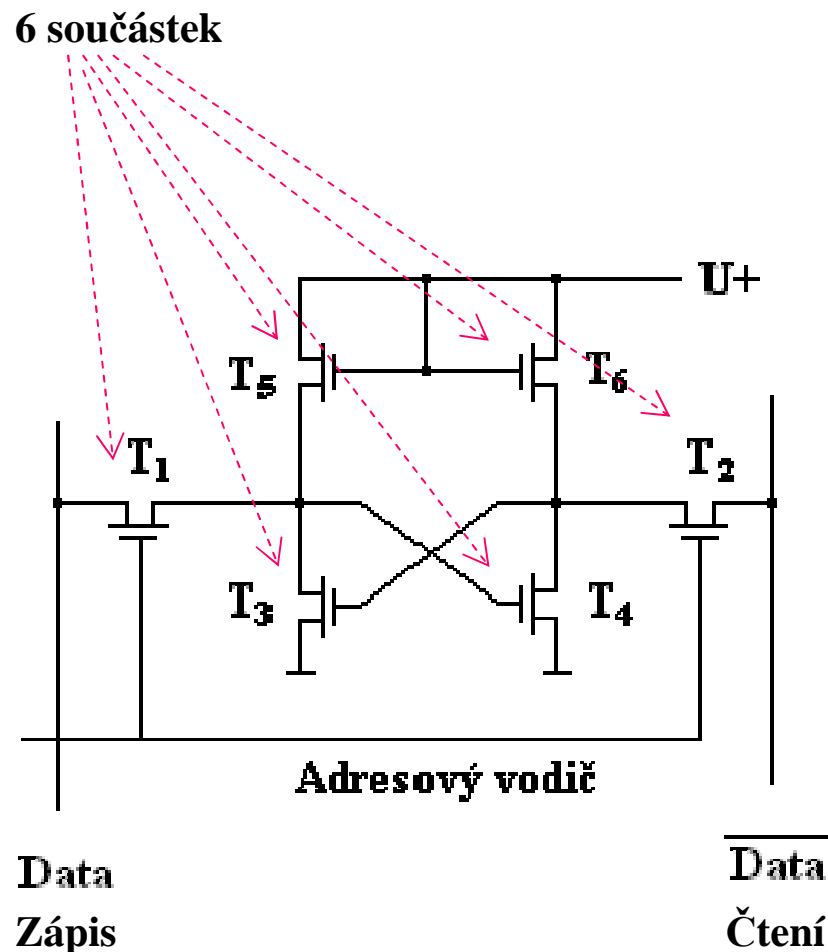
Complement (doplňují se)
= dva tranzistory opačné vodivosti



Polovodičové paměti

Statická RAM (SRAM)

- tvořena bistabilním klopným obvodem - rychlé s přístupovou dobou 7,5 – 15 ns
- více součástek (6) na jeden bit paměti než dynamická paměť
- používány především pro realizaci pamětí typu **cache**, jejichž kapacita je ve srovnání s operační pamětí mnohonásobně nižší.



Polovodičové paměti

Dynamické DRAM

Refresh = el. náboj na kapacitě musím obnovovat

Refresh znamená:

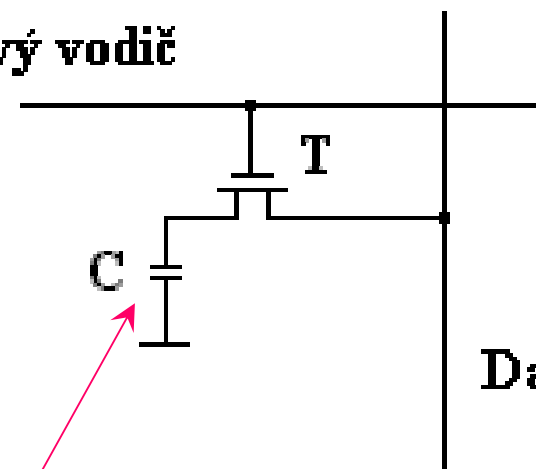
- obnovení náboje na C - aktivováním řádku
- nutno aktivovat všechny po určité době

Druhy pamětí dle refresh:

- ⇒ blokové (všechny buňky se obnoví zároveň)
- ⇒ rozložené (obnova po jednotlivých řádcích, třeba po 1ms/řádek)
- ⇒ transparentní (obnovuje se, když paměť není třeba, což řídí procesor)

Buňka paměti-na parazitní kapacitě přívodu tranzistoru je elektrický náboj, který otevře tranzistor.

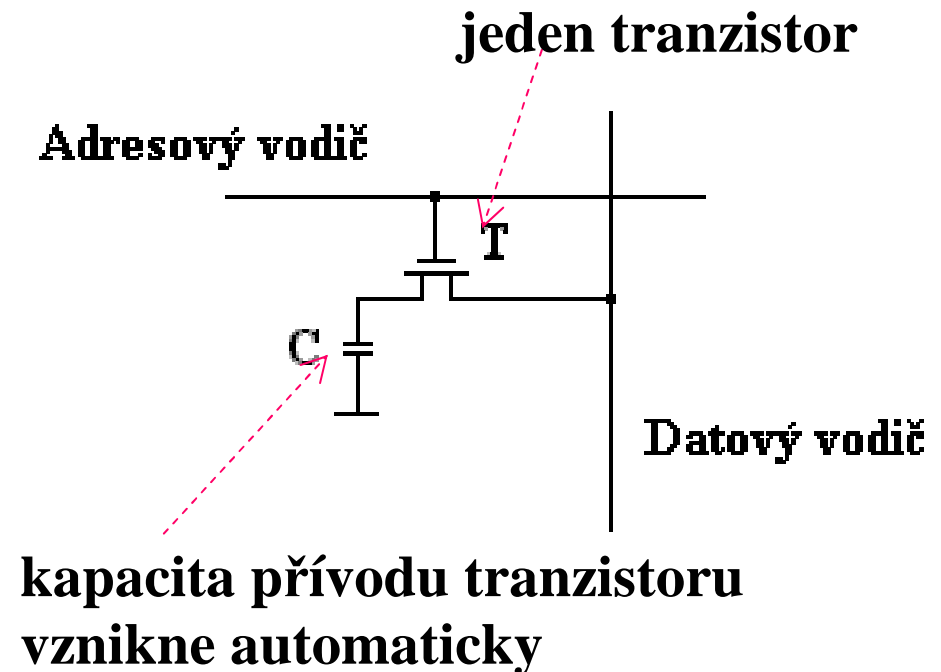
Adresový vodič



Kapacita přívodu tranzistoru vůči substrátu na kterém vše umístěno drží el. náboj Q.

Dynamická RAM (**DRAM**)

- paměť tvořena kondenzátory, které v nabitém stavu představují 1 a vybitém 0
- málo součástek znamená, že se jich vejde hodně na základní destičku v čipu-velké kapacity paměti
- refresh paměť zpomaluje + po přečtení se kapacita vybití-musím obnovit informaci



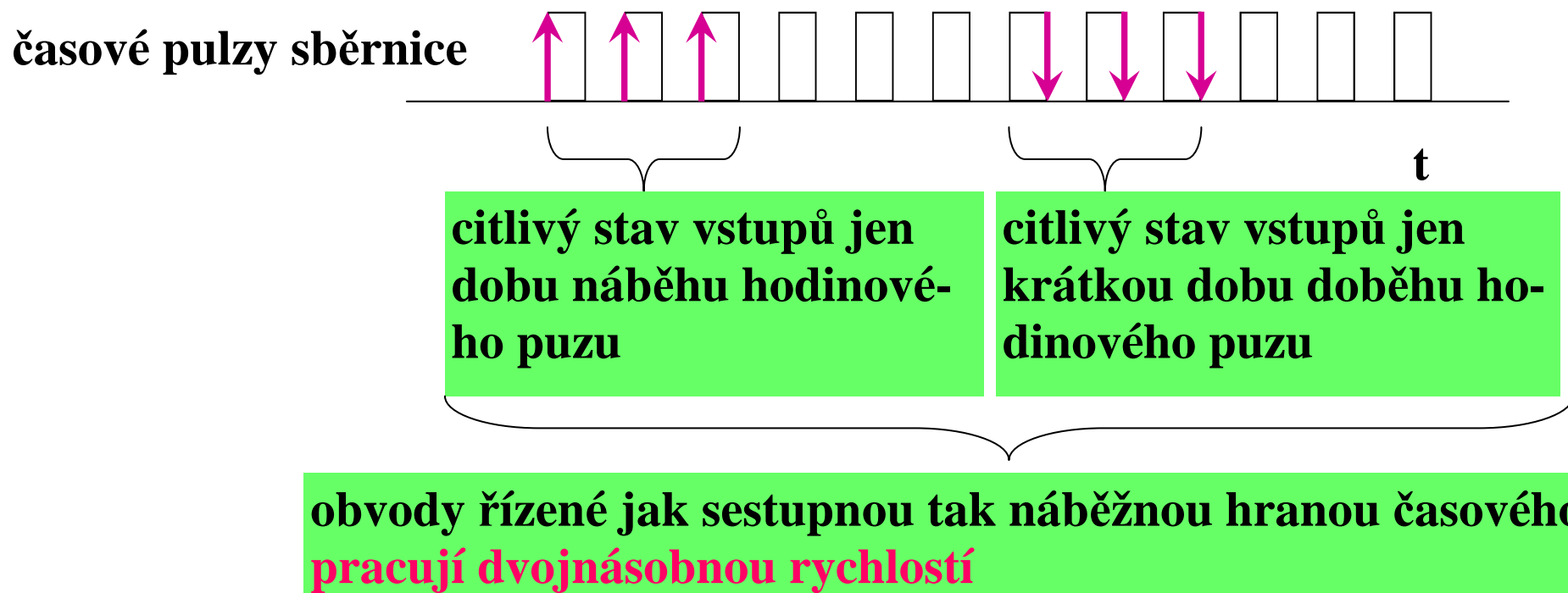
Synchronous dynamic RAM (**SDRAM**)

- pracuje ve stejném taktu jako paměťová sběrnice
- využívala se na starších základních deskách PC (dnes se již zde nevyužívají)
- přenosová rychlost při taktu FSB 133MHz se sběrnicí 32bitů $\square 133 \times 8 = 1\,064 \text{ MB/s}$

Polovodičové paměti

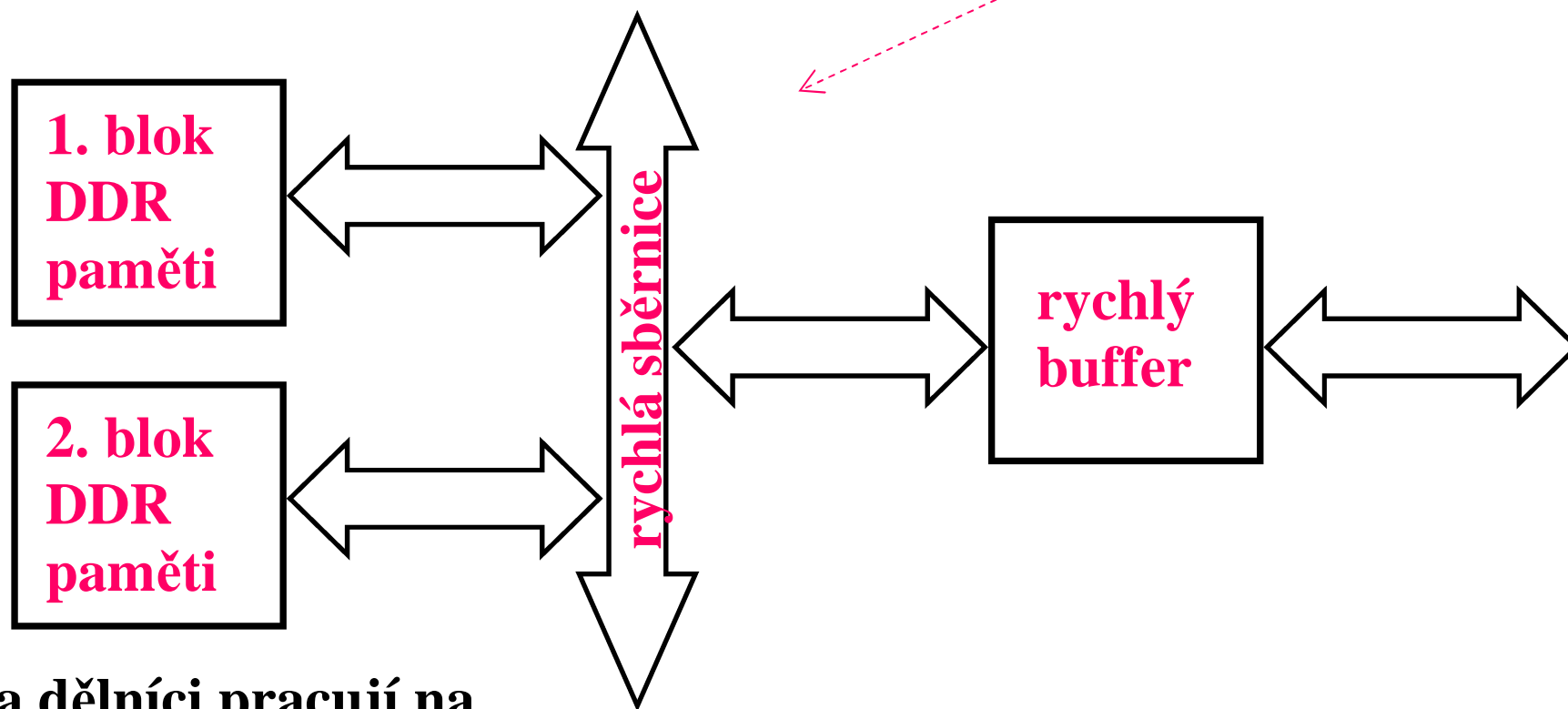
Double Data Rate SDRAM (DDR)

- rychlost prvků základní desky je odvozena od systémového časovače
- paměti DDR pracují tak, že přenášejí data **jak na náběžné tak sestupné hraně**
- během jednoho taktu tak provede dvě operace
- mají tedy dvojnásobnou datovou propustnost



DDR označované číslem

- snižuje se napájecí napětí (menší el. příkon znamená méně tepla)
- používají se čipy o rychlejším taktu
- spolupráce čtení/zápisů dvou/více čipů do jedné rychlé sběrnice



Princip-dva dělníci pracují na jednom úkolu

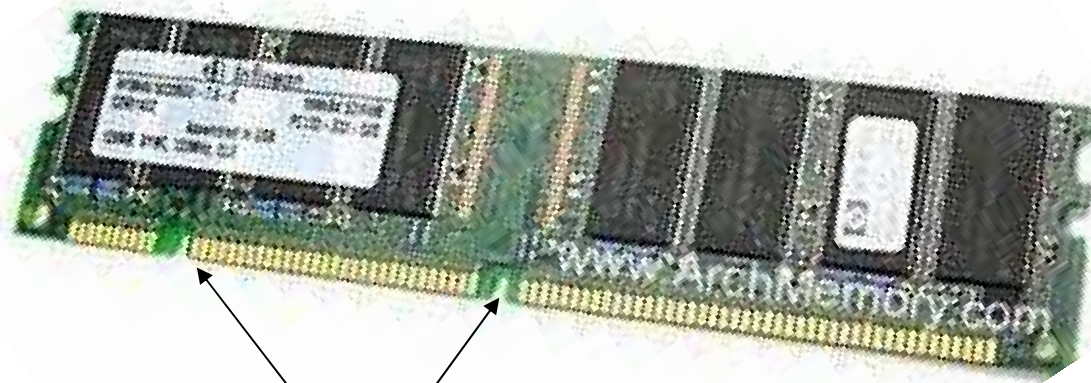
obvody paměti jsou uloženy na normované destičce (**DIMM**), která má na spodní straně vyleptány kontakty spolu s výřezem pro identifikaci umístění a typu modulu

DIMM (Dual In-line Memory Module)

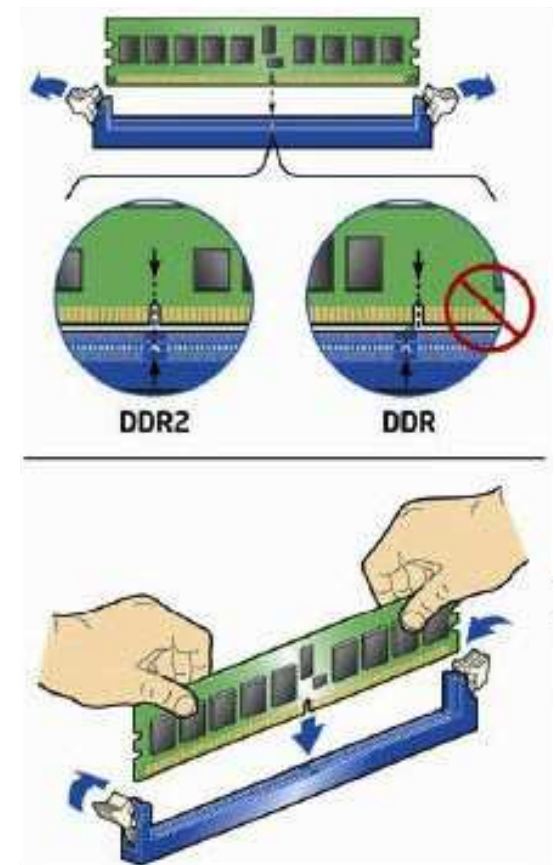
- kontakty po obou stranách destičky

Některé typy DIMM:

- 144 pinové
- 168 pinové
- 184 pinové
- 240 pinové



zářezy jsou pro každý typ desky jinde



Polovodičové paměti

CACHE-Rychlá vyrovnávací paměť

- zrychlení toku dat
- celé bloky dat řídí organizátor paměti-načítá bloky v okolí adresy s kterou se pracuje

požadavek načtení obsahu paměti na adrese 5

paměť

adresa	obsah buňky paměti
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

vyčtená informace

připraveno-kdyby
bylo třeba
k dispozici v rychlé
paměti k načtení



pokud tato konstrukce bude uvnitř paměťového modulu nazýváme tuto část paměti:

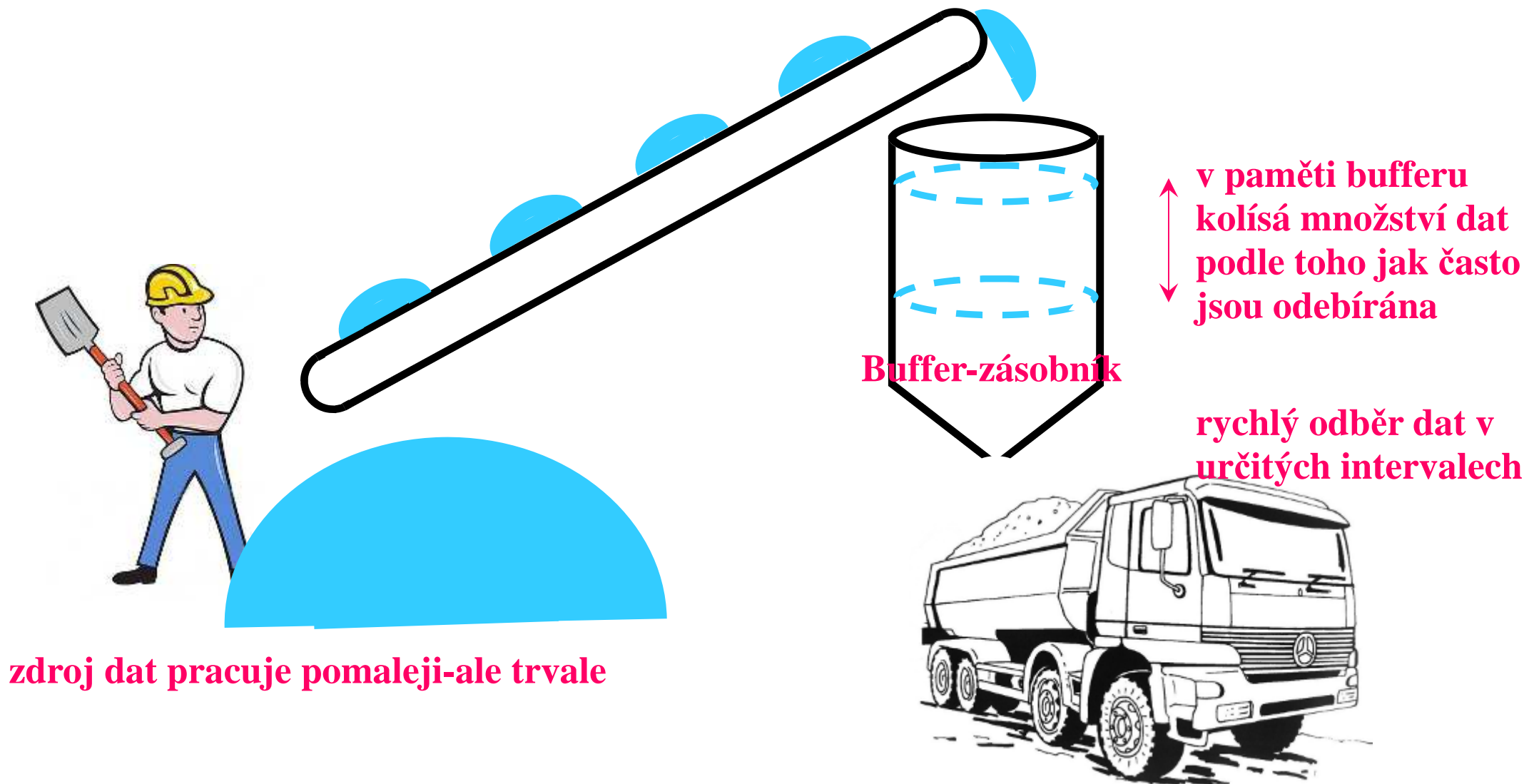
Zásobníková paměť

- část paměti je tvořena rychlejším typem paměti než zbytek (často statická paměť)

Polovodičové paměti

Buffer

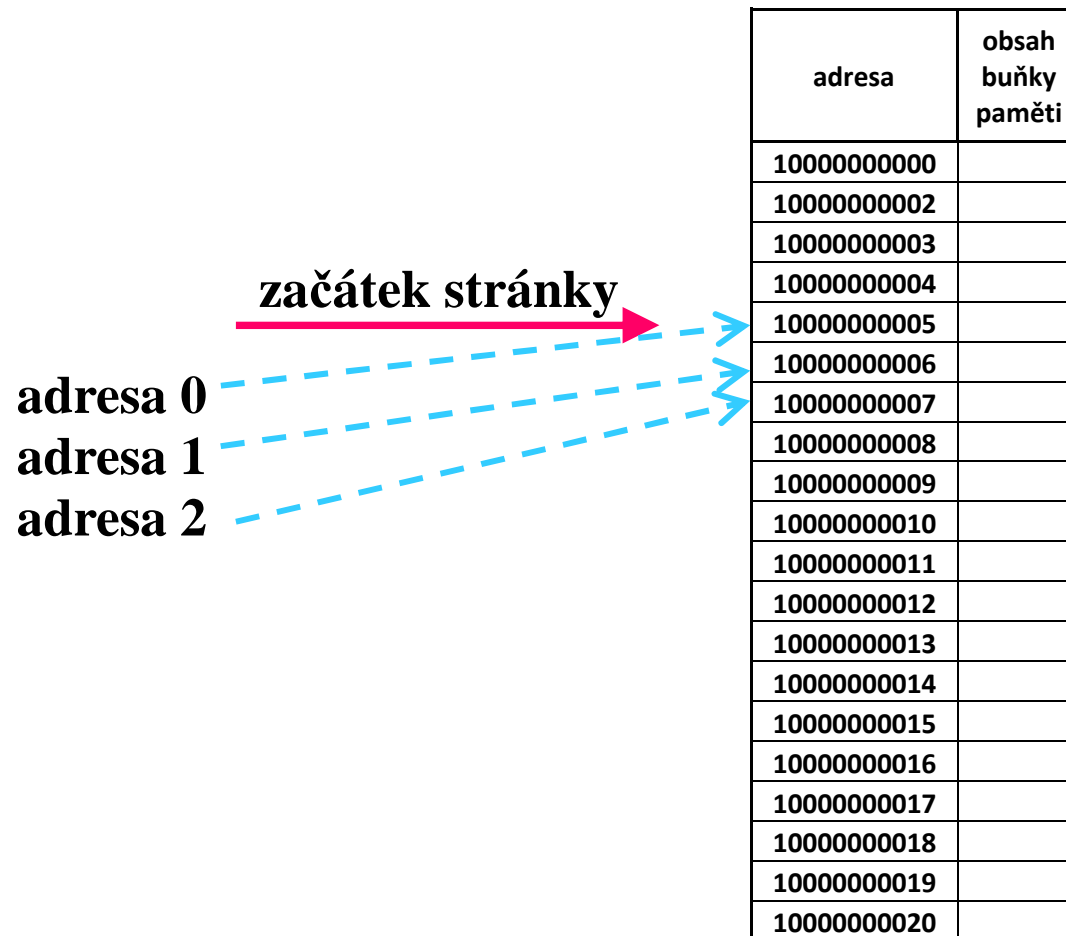
- usnadňuje komunikaci mezi zařízeními, které mají rozdílnou rychlost



Polovodičové paměti

Virtuální paměť

- adresní prostor se rozdělí na stránky(na části paměťového prostoru)-pak máme menší číslo, které potřebujeme k zaadresování buňky

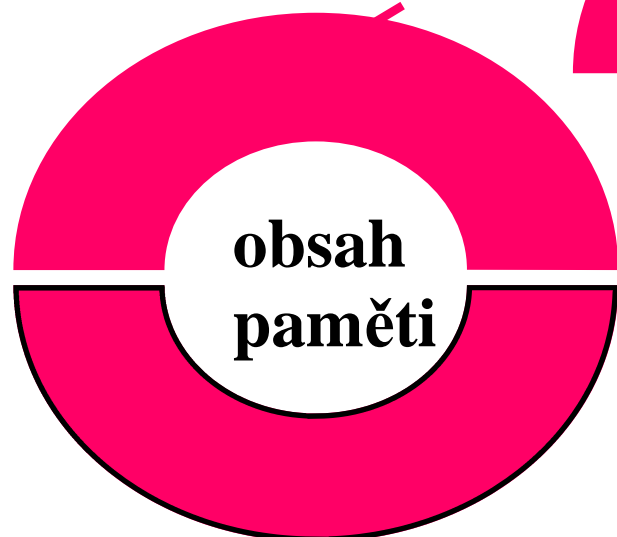


Polovodičové paměti

Stránkovací soubor

- technika práce s menší pamětí, než je nutná k běhu počítače-pokud v určité části paměti zařízení nepracuje, tak si obsah té části uloží například na pevný disk

**paměť je plná
programu s kte-
rým momentálně
nepracuje proce-
sor**



**potřebnou část odložím
na disk do stránkovací-
ho souboru**



Operační paměť

- **elektronický modul, jehož částí je součástka - paměťový čip (typ RWM, RAM)-adresové vstupy, datové vstupy/výstupy**
- **informaci udrží jen při zapnutém napájecím napětí**
- **nejmenší její část je paměťový prvek, kde je uložen bit**
- **nejmenší část adresovatelného místa je Byte**
- **v PC operační paměť je společná pro paměť dat i programů**
- **fyzicky vyrobena jako paměťový modul**

Operační paměť

Typ paměti fyzicky:

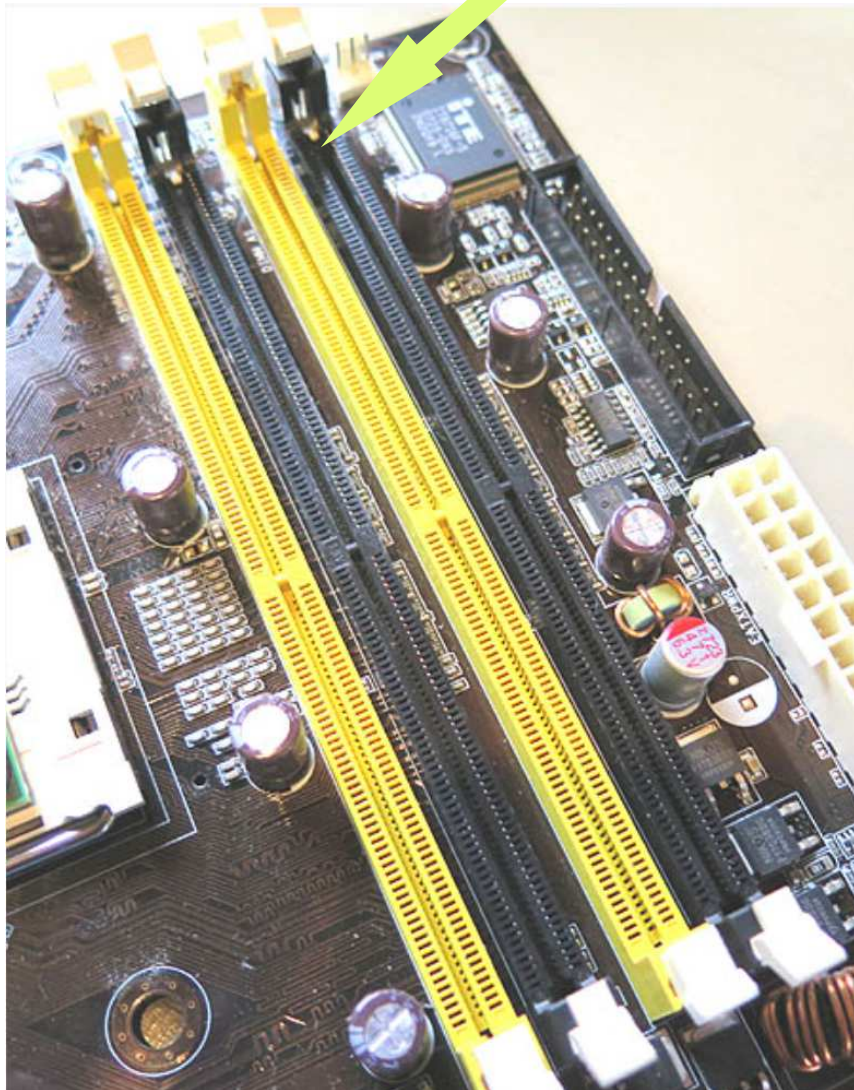
- **SRAM** - statická paměť (malé kapacity-rychlé)
- **DRAM**- dynamická paměť (pomalejší-velké kapacity)

Konstrukce:

- **SDRAM**-synchronní dynamická paměť - synchronizované obvody paměťového modulu s vnější sběrnici
- **DDR**-(Double Data Rate) pracují s dvojnásobnou datovou rychlostí (data na vzestupné i sestupné hraně hodinového signálu)
- **DDR x** - několik paměťových modulů zároveň pracují do jednoho bufferu
- **RD RAM** - (RAM fy Rambus) - předchůdce DDR

Operační paměť

- moduly se vkládají do banku na základové desce
- páry někdy označené - dual chanel - je nutné osadit paměť v párech



Pozor na moduly, které musí podporovat BIOS

- ECC - (Error Checking and Correcting) - má samoopravný kód (použití pro servery)
- Registered - použití pro vstup / výstup buffer zařízení - zvýšená spolehlivost dat

Operační paměť

Vlastnosti:

- vystavovací doba - jak rychle přečte, zapíše informaci [ns]
- latence - udává čas, který spotřebuje paměťový řadič, když vyšle příkaz k paměti RAM a načte data v počtech cyklů (Čím je nižší, tím je přístup k datům rychlejší. Tato doba je vyjádření v cyklech.)
- kapacita paměti - kolik informací lze uchovat
- frekvence paměti [MHz]
- frekvence sběrnice [MHz]

Typické hodnoty latence

Technologie	Rychlost modulu (MHz)	Čas cyklu (ns)	Latence CAS (CL)
DDR	333	6,00	2,5
DDR	400	5,00	3
DDR2	667	3,00	5
DDR2	800	2,50	6
DDR3	1333	1,50	9
DDR3	1600	1,25	11
DDR4	1866	1,07	13
DDR4	2133	0,94	15
DDR4	2400	0,83	17
DDR4	2666	0,75	18