

# Paměti (polovodičové) – rozdělení, použití, časové diagramy, blokové schéma a jejich návaznost

## Paměti obecně

Paměť je médium (prostředí) umožňující uchovávat informaci. Paměť počítače je pak umožňující ukládání programů a dat, s nimiž počítač pracuje. Dělí se na registry a na vnitřní a vnější paměti.

## Polovodičové paměti

Skládají se z tzv. *paměťových buněk*. Ty jsou realizovány pomocí integrované součástky nebo obvodu umožňujícího trvale nebo dočasně vyvolat dva stavy (0/1). Každá základní paměťová buňka má kapacitu 1 bit. Podle toho, čím je buňka tvořena, se mění vlastnosti takové paměti. Paměťové buňky jsou uspořádány maticově (tvoří mřížku).

Polovodičové paměti jako takové jsou pak realizovány dvěma způsoby, pak mluvíme o pamětech bipolárních nebo unipolárních.

### Bipolární paměti

Paměťové buňky jsou tvořeny bipolárními tranzistory (TTL nebo ECL)

### Unipolární paměti

Paměťové buňky jsou tvořeny unipolárními tranzistory MOS (P-MOS, N-MOS, CMOS) – tvoří obvody LSI a VLSI, tj. (very-)large-scale integration – generace technologie výroby polovodičových integrovaných obvodů s vyšší (nebo velmi vysokou) mírou integrace.

## Rozdělení polovodičových pamětí z hlediska čtení/zápisu

### RWM (read-write memory)

Umožňují libovolné čtení i zápis dat. Jedná se o paměti energeticky závislé. Paměti s přímým přístupem (maticové uspořádání buněk) se označují jako paměti RAM (random access memory).

### ROM (read-only memory)

Jsou určeny především pro čtení zapsané informace. Jedná se o paměti energeticky nezávislé.

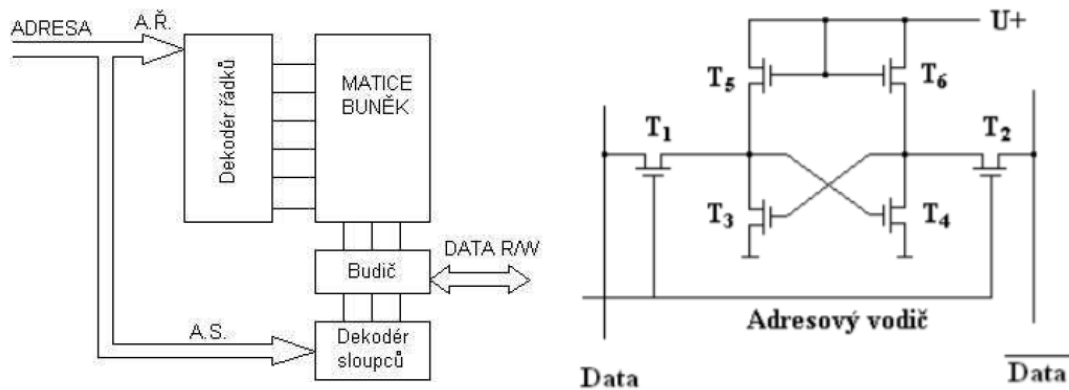
## Rozdělení pamětí polovodičových pamětí RAM

### SRAM (static random-access memory)

Paměťová buňka je tvořena bistabilním klopným obvodem (BKO). Stav klopného obvodu reprezentuje logickou hodnotu 0 nebo 1. Vyznačuje se nízkou přístupovou dobou (15–20 ns), mají však vyšší složitost a tedy vyšší výrobní náklady.

Po výběru příslušné paměťové buňky (dekódováním adresy) se řádkovým vodičem sepnou spínače, čímž dojde k připojení paměťové buňky na datové (sloupcové) vodiče. V takovou chvíli je možné z buňky číst nebo do ní zapisovat (změnit stav BKO). Při čtení se zkoumá, jak skutečná, tak inverzní hodnota (slouží ke kontrole správnosti čtení). Jedna paměťová buňka obsahuje minimálně čtyři tranzistory (2 tvoří samotný BKO, zbývající řídí proces R/W). SRAM buňka je velice rychlá a vyžaduje nižší proud než paměť dynamická (DRAM), avšak fyzicky zabírá na polovodičovém čipu paměti poměrně velký prostor. V realitě tedy jde o paměti malé kapacity.

Využití: registry, vyrovnávací paměť, cache.



## DRAM (dynamic random-access memory) (dynamická RAM)

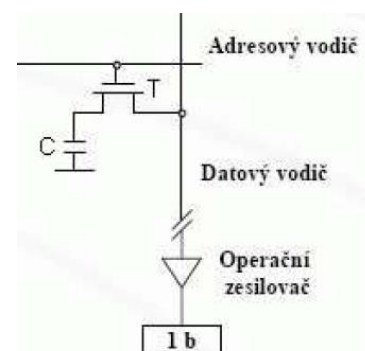
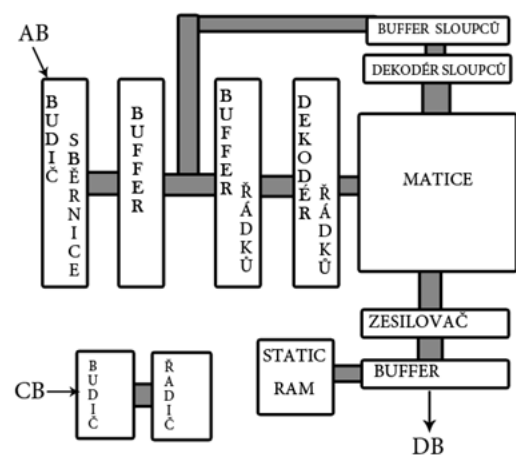
Paměťová buňka je tvořena kondenzátorem (využívána kapacita PN přechodu) a tranzistorem typu MOSFET, kterým se řídí nabíjení a vybíjení paměťového kondenzátoru. Logické hodnoty 0 a 1 odpovídají vybitému nebo nabitému kondenzátoru.

**DRAM refresh** – protože dochází k samovolnému vybíjení (ztrátě informace), musí se provádět periodická obnova dat, tzv. *refresh*. Ten se provádí vždy po celých řádcích. V okamžiku, kdy refresh probíhá, není možné provádět R/W operace.

**Destruktivní paměť při čtení** – při čtení je na adresový vodič přivedena hodnota log. 1, která způsobí otevření tranzistoru. Pokud byl kondenzátor nabitý, zapsaná hodnota přejde na datový vodič. Tímto čtením však zároveň dojde k vybití kondenzátoru, a tedy ke ztrátě uložené informace. Přčtenou hodnotu je nutné opět do paměti zapsat.

Z důvodu periodické obnovy informace a obnovy informace po jejím přečtení jsou paměti DRAM pomalejší při čtení/zápisu než paměti SRAM. Výhodou je menší velikost paměťové buňky na polovodičovém čipu – dosahují tedy vyšších kapacit než paměti SRAM.

Typy: SDRAM, DDR(-, 2, 3, 4), RDRAM.



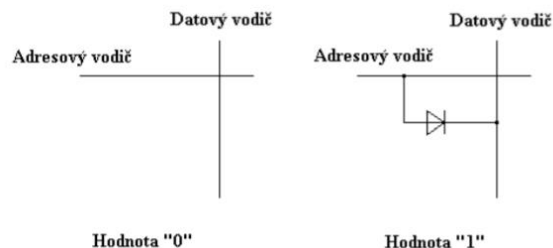
# Polovodičové paměti ROM (read-only memory)

Jde o paměti energeticky nezávislé, většinou určené pouze pro čtení zapsaného obsahu (programy a data), s přímým přístupem. Slouží především k uložení firmware v elektronických zařízeních, popřípadě BIOSu základní desky, rozdělujeme je do dvou hlavních skupin.

## Permanentní paměti ROM a PROM

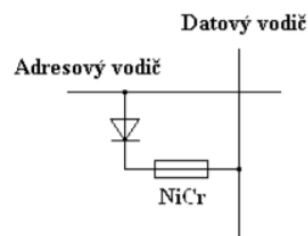
### ROM

Po naprogramování nelze změnit obsah paměti. Paměťová buňka může být realizována jako dvojice nespojených vodičů a vodičů propojených polovodičovou diodou (logická 0 a 1).



### PROM

Paměť, kterou si může uživatel naprogramovat sám – program se ukládá pomocí speciálního zařízení (programátoru). Při výrobě je vytvořena matice obsahující spojené adresové vodiče s datovými přes polovodičovou diodu a tavnou pojistku. Během programování se na příslušnou paměťovou buňku přivede takový proudový impuls, která způsobí přetavení pojistky, a tedy logickou nulu. Takový zápis je možné provést jen jednou.

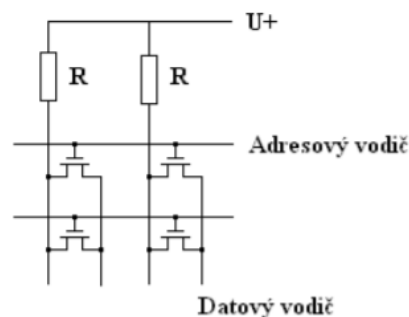


## Mazatelné paměti EPROM, EEPROM a Flash ROM

### EPROM (Erasable PROM)

Zapsaná data je možné vymazat působením UV záření (doba působení ~30 minut). Paměti jsou realizovány speciálními unipolárními tranzistory schopnými udržet el. náboj až několik let.

Paměti EPROM jsou charakteristické malým okénkem v pouzdře integrovaného obvodu. Pokud neprobíhá proces mazání paměti, bývá toto okénko přelepeno ochranným štítkem (UV záření ← sluneční záření).



### EEPROM (Electrically Erasable PROM)

Konstrukcí podobné EPROM pamětem, oproti nim se však EEPROM maže elektrickými impulsy, doba mazání se pohybuje v řádu milisekund. Pro velké paměti se nevyužívá z důvodu vysoké ceny (k tomuto je flash paměť) a čte se z ní pomaleji než z flash.

### Flash ROM

Rychlejší paměť než předešlé typy, dá se s ní pracovat jako s RAM (ale po odpojení se informace nevymaže). Mazání se provádí elektrickou cestou, jejich programování a mazání je možné přímo v PC. Jsou schopny odolat velkým otřesům bez ztráty dat, jsou malé, a tedy vhodné do různých druhů přenosné elektroniky, mají extrémně krátkou vybavovací dobu, avšak jejich životnost je omezena na ~100 000 cyklů výmaz/zápis.

Oproti EEPROM (mazatelná jen jako celek) je flash ROM mazatelná po blocích. EEPROM navíc zapisuje po bytech, zatímco flash po blocích (může mít i okolo 100 MB) – při zápisu se vybere blok, jeho aktuální obsah se uloží do cache flash paměti (samotný blok se vymaže), v cache se změní obsah dat a ta jsou poté do bloku zpět nahrána.

Využití zejména: flash disky, paměťové karty, SSD.

## Technologie paměťových čipů Flash ROM

### SLC (Single-Level Cell)

Jedna paměťová buňka dokáže uchovat 1 bit (0/1) – vysoká přenosová rychlost R/W, nižší spotřeba energie, vyšší trvanlivost buněk, nevýhodou jsou výrobní náklady na jeden MB, proto se SLC technologie používá pouze ve vysoce výkonných pamětech, kde je důležitá rychlost a spolehlivost.

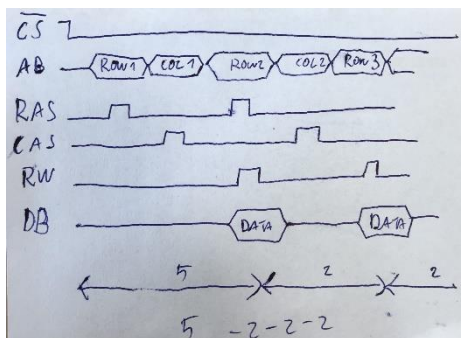
### MLC (Multi-Level Cell)

Jedna paměťová buňka dokáže uchovat 2 bity (00/01/10/11) – nižší přenosové rychlosti a nižší trvanlivost buněk než SLC, výhodou jsou nižší výrobní náklady. Technologie MLC se používá ve většině standardních paměťových zařízení (např. SSD).

### TLC (Triple-Level Cell)

Jedna paměťová buňka dokáže uchovat 3 bity – nižší přenosová rychlost, vyšší chybovost, nižší trvanlivost buněk než u SLC nebo MLC, paměťový čip je však pro určitou kapacitu paměti fyzicky menší než čipy SLC/MLC, spotřebuje méně energie a je levnější na výrobu. Používá se většinou v levných zařízeních, kde rychlost a spolehlivost není tak důležitá.

## Časový diagram DRAM



CS (Chip Select)	- zajišťuje výběr čipu (obvod, který bude reagovat) - negovaný kvůli bezpečnosti (po odpojení musí zůstat původní stejná hodnota)
AB	- adresová sběrnice - signál pro řádek, pro sloupec
RAS a CAS	- strobovací signály - RAS – potvrzuje platnost adresy řádku - CAS – potvrzuje platnost adresy sloupce
RW	- signál pro čtení a zápis
DB	- říká, že data na datové sběrnici jsou platná
5-2-2-2	- časování paměti - pro zpřístupnění dat je potřeba více taktů (kvůli refreshi) - jakmile jsou data zpřístupněna, tak pro další data jsou takty kratší (ale pak je zase refresh)