

## 5. Paměti – rozdělení pamětí dle: přístupu, schopnosti zápisu, určení, provedení, závislosti na napětí, organizace paměťových buněk, realizace paměti.

### HARDWARE A APLIKAČNÍ SOFTWARE

#### Druhy pamětí

##### RAM (Random Access Memory)

###### Přístup

- Přímý

###### Schopnost zápisu

- Ano

###### Určení

- Operační paměť

###### Provedení

- Elektronická polovodičová paměť. Tranzistory MOS.

###### Závislosti na napětí

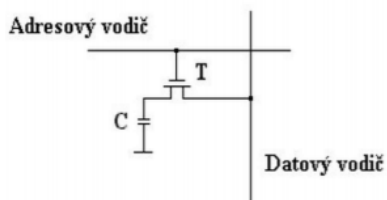
- Volatilní – napěťově závislá

###### Organizace paměťových buněk

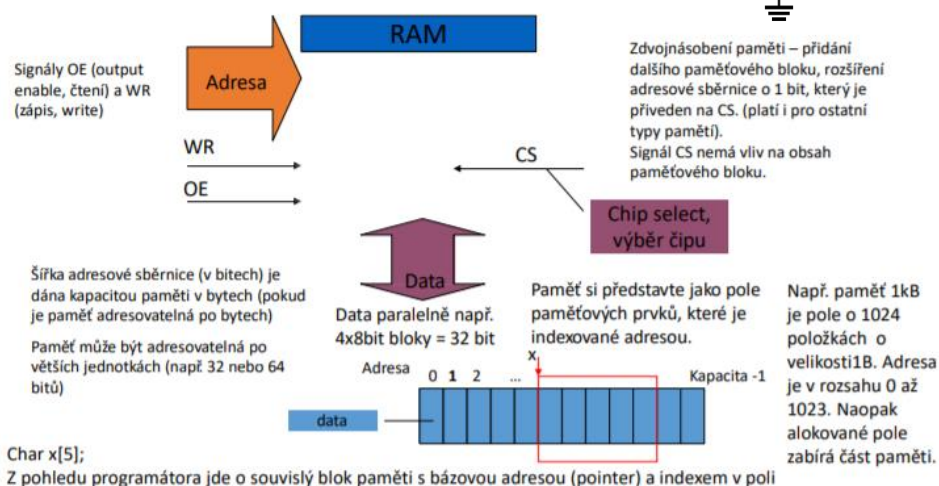
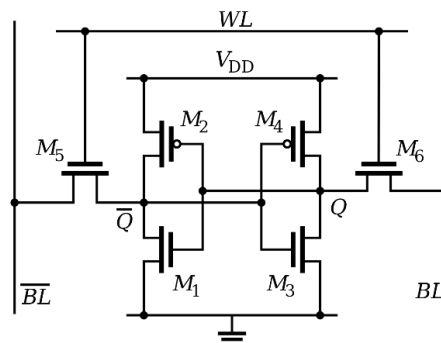
- DRAM – Dvojice nespojených vodičů a vodičů propojených přes tranzistor technologii TTL.
- SRAM – Organizace jako bistabilní klopný obvod (může se nacházet v jednom ze dvou stavů).

###### Realizace pamětí

###### DRAM



###### SRAM



## ROM (Read Only Memory)

### Přístup

- Čtení

### Schopnost zápisu

- Ne

### Určení

- Uložení firmware v elektronických přístrojích.

### Provedení

- Polovodičová dioda, Tranzistory TTL nebo MOS

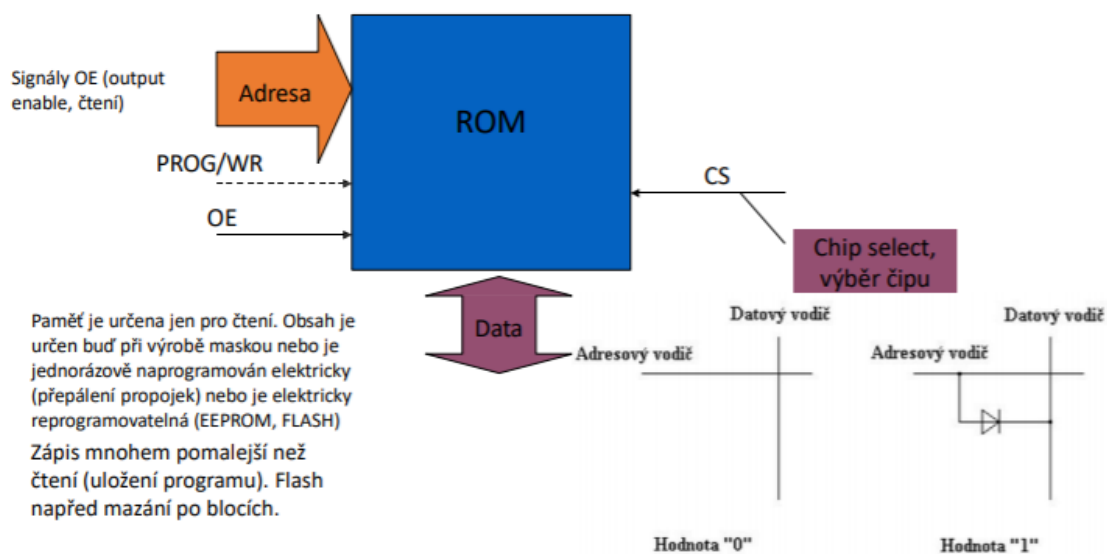
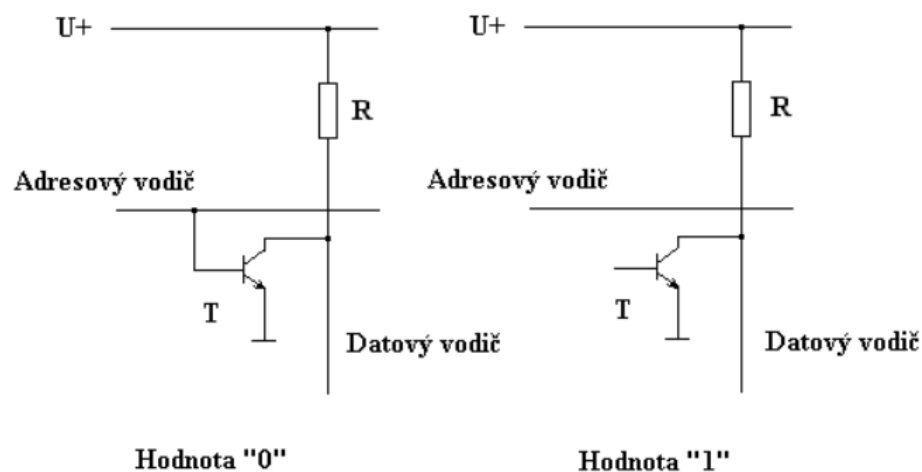
### Závislosti na napětí

- Non-volatile – napěťově nezávislé

### Organizace paměťových buněk

- Dvojice nespojených vodičů a vodičů propojených přes polovodičovou diodu.

### Realizace pamětí



## PROM (Programmable Read-Only Memory)

### Přístup:

- Jeden zápis, Čtení

### Schopnost zápisu

- Umožňuje pouze jeden zápis do každé paměťové buňky

### Určení

- Záznam sériového čísla, servisní záznamy, ...

### Provedení

- Polovodičová dioda. Tavná pojistka z niklu a chromu (NiCr).

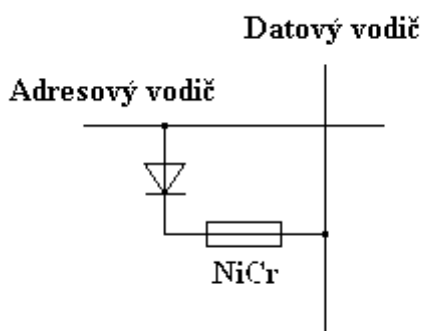
### Závislosti na napětí

- Non-volatile – napěťově nezávislé

### Organizace paměťových buněk

- Dvojice nespojených vodičů a vodičů propojených přes polovodičovou diodu.

### Realizace paměti



## EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory)

### Přístup

- Zápis, čtení

### Schopnost zápisu

- Ano, možné vymazat působením ultrafialového záření (celý obsah).

### Určení

- Uložení dat (firmware), malosériové výroby.

### Provedení

- Tranzistor MNOS (Metal Nitrid Oxide Semiconductor).

### Závislosti na napětí

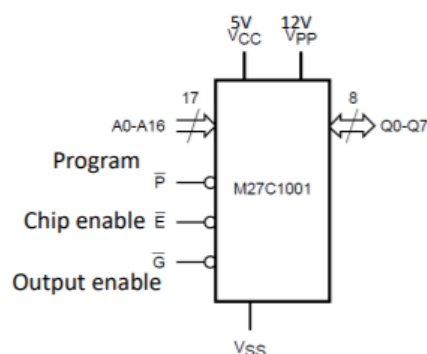
- Non-volatile – napěťově nezávislé

### Organizace paměťových buněk

- Dvojice nespojených vodičů a vodičů propojených přes tranzistory MOS.

### Realizace paměti

- Podobné, jak u EEPROM



## EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)

### Přístup

- Zápis, čtení

### Schopnost zápisu

- Ano, možné vymazat elektricky (celý obsah).

### Určení

- Hodiny v reálném čase, digitální potenciometry, digitální snímače tepla, ...

### Provedení

- Unipolární tranzistor

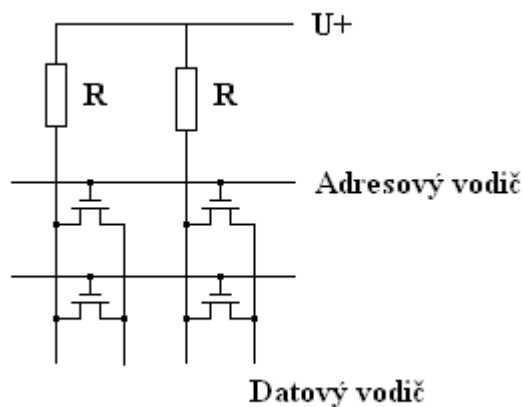
### Závislosti na napětí

- Non-volatile – napětově nezávislé

### Organizace paměťových buněk

- Dvojice nespojených vodičů a vodičů propojených přes tranzistory MNOS.

### Realizace paměti



## Flash paměť

### Přístup

- Libovolný přístup

### Schopnost zápisu

- Ano, zápis po blocích.

### Určení

- Jako ROM, uložení firmware, USB flash disk, ...

### Provedení

- Unipolární tranzistor

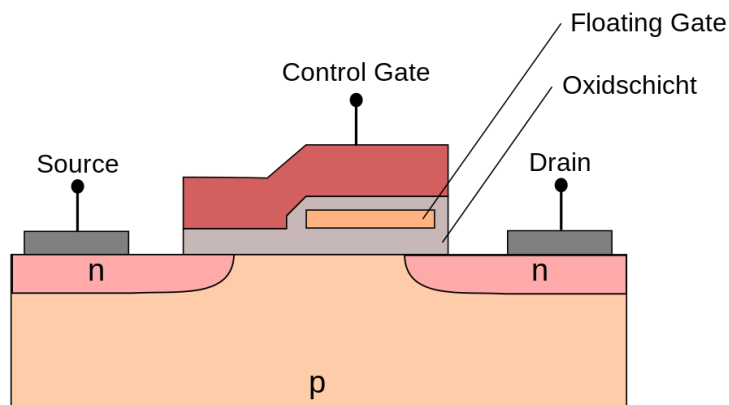
### Závislosti na napětí

- Non-volatile – napětově nezávislé

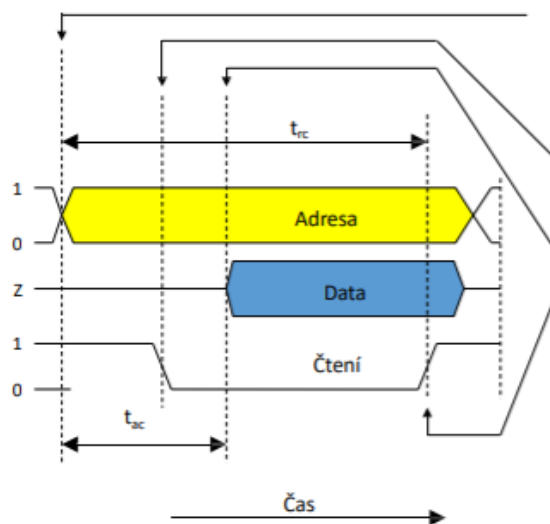
### Organizace paměťových buněk

- Organizace po blocích.

### Realizace paměti



## Čtení z paměti

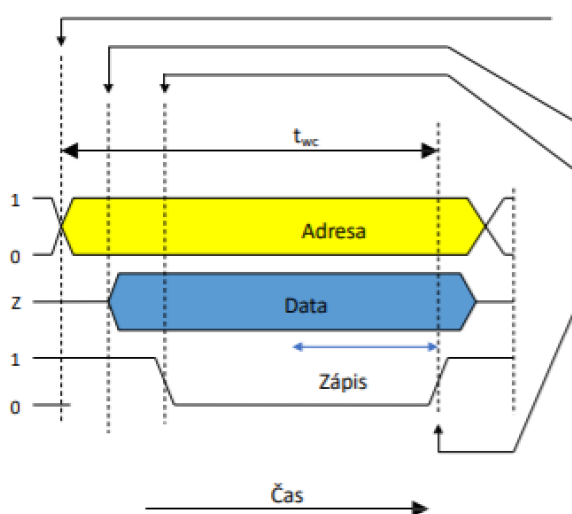


- Vystavení adresy na adresovou sběrnici (s časovým předstihem access time –  $t_{ac}$ , doba od změny adresy do platnosti dat na datové sběrnici).
- Aktivace čtecího impulsu (připojení výstupních budičů na datovou sběrnici).
- Na datové sběrnici se objeví data.
- Ukončení čtecího impulsu (odpojení od datové sběrnice, předtím se musí zajistit přečtení dat ze sběrnice).

$t_{rc}$  – read cycle time, celková přístupová doba do paměti

$t_{ac}$  – přístupová doba od změny adresy

## Zápis do paměti



- Vystavení adresy na adresovou sběrnici.

- Vystavení dat na datovou sběrnici.
- Aktivace zápisového impulsu.

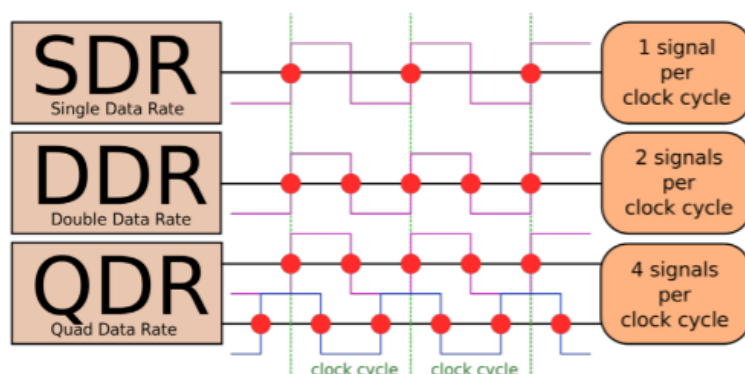
- Ukončení zápisového impulsu – rozhodná hrana pro zápis, je dán předstih platnosti dat před touto hranou.

$t_{wc}$  – write cycle time (celková přístupová doba do paměti)

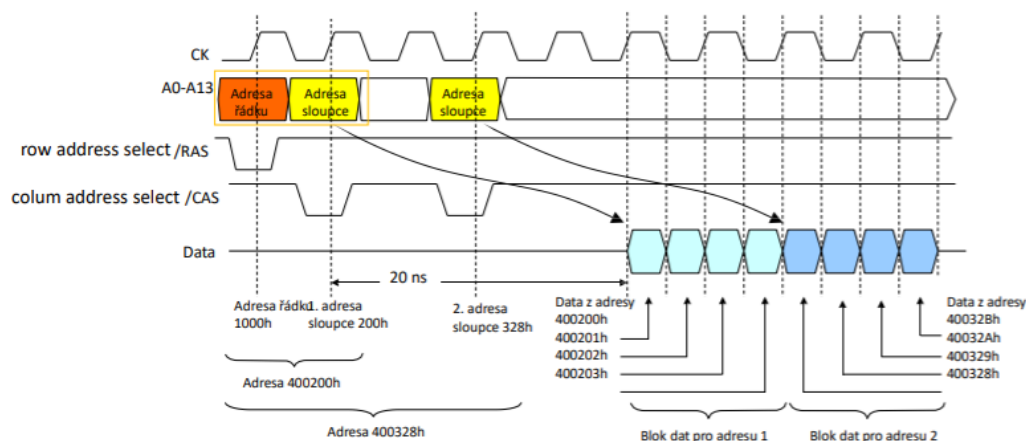
## Paměti Double data rate – DDR

DDR – operační RAM v PC (číslo udává generaci rychlosti, např. DDR4)

QR – InfiniBand a PCI Express

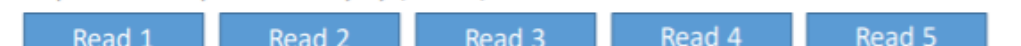


## Čtení z paměti – synchronní

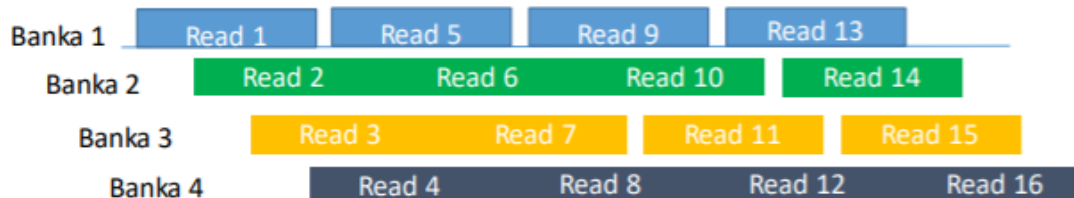


## Prokládání paměťových cyklů

### Neprokládané paměťové cykly (SRAM)



### Prokládané paměťové cykly (DDR3, DDR4)



Prokládaná paměť má svoji kapacitu rozdělenou do stejně velkých částí (bank), které pracují nezávisle (paralelně). Všechny banky sdílejí jedno rozhraní (adresa, data, řízení), takže jednotlivé cykly se musí startovat postupně. Protože přístupová doba do paměti je podstatně větší, než odpovídá přenosu dat, lze díky nezávislosti startovat jednotlivé přenosy s překryvem, a tak zvýšit množství dat přenesených za jednotku času a vytížit tak datovou sběrnici, která dostatečnou přenosovou rychlost (dnes 3.2G datových přenosů/s)