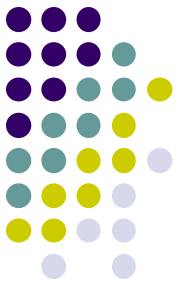


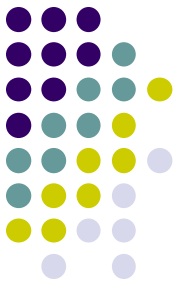
Paměti nezávislé na napájení

- Dosud jsme se seznámili s principem statických pamětí s náhodným přístupem (**SRAM**) a pamětí dynamických (**DRAM**)
- Obě tyto paměti po vypnutí napájecího napětí nenávratně ztrácí svůj obsah – jsou **závislé na napájení** neboli **volatilní**
- V moderních počítačích jsou tyto paměti využívány v roli operační paměti (DRAM) a vyrovnávací paměti cache (SRAM)
- Po zapnutí počítače v nich nejsou uloženy žádné informace, tzn. ani strojový kód instrukcí, které by mohl mikroprocesor po zapnutí počítače začít zpracovávat
- Všechny počítače musí obsahovat i paměť, jejíž obsah není závislý na napájení – jinak by to byl po zapnutí „mrtvý hardware“
- V této paměti je uložen BIOS, který řídí činnost počítače po jeho zapnutí a umožní načtení operačního systému z disku a základní vstupní a výstupní funkce počítače



Paměti ROM

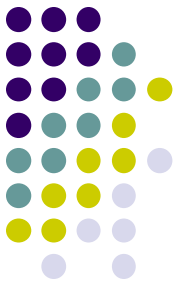
- Vývojově nejstarší jsou paměti **ROM (Read-Only Memory)**, do kterých jsou informace zapsány již při výrobě čipu
- Paměti ROM jsou „vyrobeny s daty uvnitř“
- Jednou zapsanou hodnotu již nelze změnit
- Jedná se pravděpodobně o nejodolnější způsob uložení dat (chip nelze nijak smazat a data přežijí i silné elektromagnetické pole, vysokou či nízkou teplotu, pád a náraz, radiaci, dlouhodobé ponoření do kapaliny.... – všechny ostatní typy pamětí a úložišť by s tím měly problém)
- Výroba ROM může být velmi **levná**, pokud se vyrobí **velký počet stejných kusů** (například desetitisíce). Nákladné je prvotní vytvoření masky pro výrobu čipů
- Cena je prakticky nezávislá na kapacitě. Paměť s velkou i malou kapacitou mají přibližně stejnou cenu. **Cena** je závislá především **na počtu vyrobených kusů** (čím víc, tím je jeden kus levnější)
- Rychlost přístupu k datům je cca 10-20 ns
- Paměť ROM je vlastně **kombinační logický obvod**
- V současné době se používají například k uložení pevného firmware (bez možnosti aktualizace) u sériově vyráběných zařízení



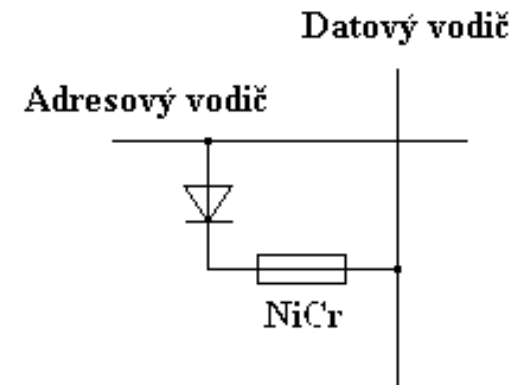
Paměti ROM

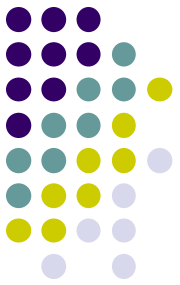
- **Připomenutí učiva z číslicové techniky:**
 - **Kombinační logický obvod** - výstup závisí pouze na okamžité kombinaci vstupních signálů a nezávisí na jejich předchozích stavech
 - **Sekvenční logický obvod** - jeho výstup nezávisí pouze na okamžité hodnotě vstupních signálů, ale také na posloupnosti minulých vstupů, historii, vnitřním stavu
-
- Většina pamětí jsou **sekvenční logické obvody** – jejich výstup se mění podle toho, jak se mění data, která jsou uvnitř uložena. Pamatují si „minulé stavy“
 - Jedinou výjimkou jsou paměti **ROM** – ty fungují jako **kombinační logický obvod**
 - Na kombinaci stavů na vstupu (tím vstupem jsou adresační vývody) reagují vždy stejným výstupem (tím výstupem jsou data čtená z vybrané adresy) – Z vybrané adresy jsou přečtena vždy stejná data, chování chipu se nemění, uvnitř chipu je pevná struktura

Paměti PROM



- Programable **ROM**
- Zápis je možné provést **pouze jednou** a poté již paměť slouží stejně jako paměť ROM.
- V současné době se již nepoužívají
- Existovalo více možných variant
- Jedna z možných podob: je vyrobena matice obsahující spojené adresové vodiče s datovými vodiči přes polovodičovou diodu a **tavnou pojistku z NiCr**
- Takto vyrobená paměť obsahuje na začátku samé bity ve stavu 1
- programování, které se provádí ve speciálním přípravku (programátor PROM pamětí), je založeno na **destruktivním** přerušení spojů v těch místech, kde má být zapsána logická nula
- Zápis informace se provádí vyšším proudem (přes 10 mA), který způsobí přepálení tavné pojistky a tím i definitivně zápis hodnoty 0 do příslušné paměťové buňky – spojení mezi adresovým a datovým vodičem se přeruší, takže pokud bude buňka vybrána signálem z adresového dekodéru, nemůže tato „jednička“ projít na datový vodič

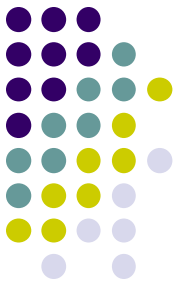




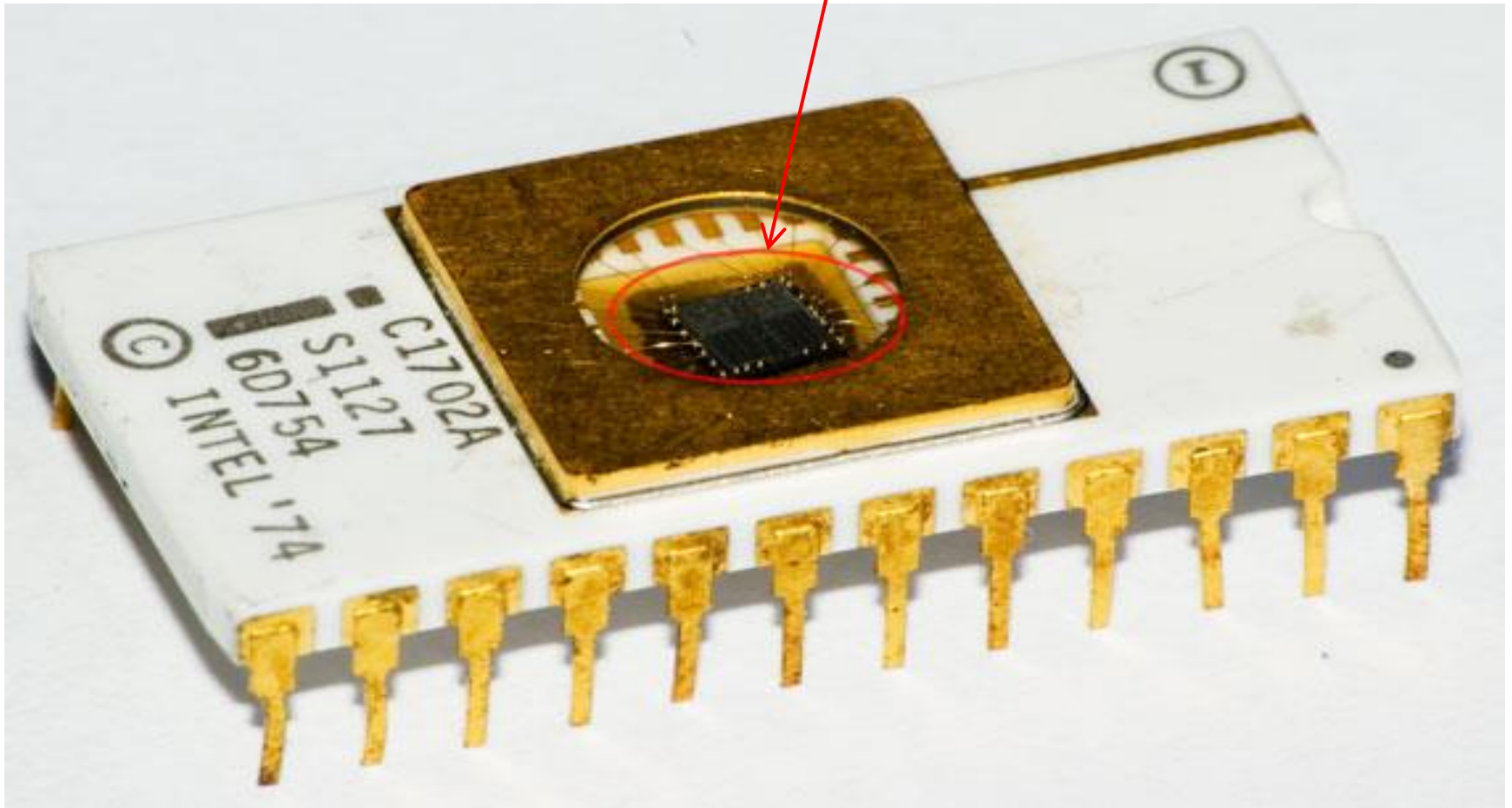
Paměti EPROM

- **E**rasable **P**rogramable **R**ead **O**nly **M**emory
- Obsah paměti lze několikrát zapsat a smazat
- Mazání se však u těchto pamětí neprovádí elektrickým signálem, ale ultrafialovým zářením
- Obsah lze zapsat jen v programátoru pamětí EPROM
- Paměťové buňky jsou tvořeny tranzistory MOSFET s nábojem zanechaným na izolovaném hradle (udrží se v ní elektrický náboj po velmi dlouhou dobu, řádově desítky let)
- Tento náboj lze smazat ve všech buňkách současně delším působením UV záření - tím se paměť uvede zpět do výchozího stavu
- Paměti jsou vybaveny okénkem, které UV propustí
- Levnější paměti okénko nemají - lze je tedy ale naprogramovat jen jednou (OTP – One Time Programmable) - jde pak o jednu z variant PROM pamětí, kde buňka není tvořena tavnou pojistkou, ale svou strukturou odpovídá EPROM paměti

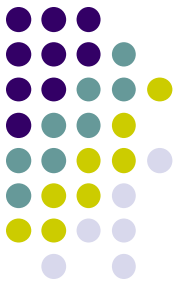
EPROM

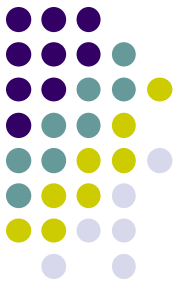


Okénko



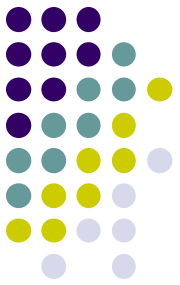
Programátor EPROM paměť





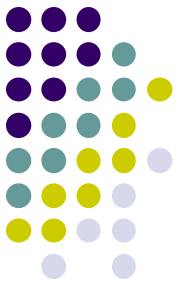
Paměti EPROM - zápis

- **Výchozí stav paměti:** Tranzistory ve všech paměťových buňkách jsou **zavřené**
- Zápis se provádí vyšším elektrickým napětím přivedeným na tranzistor, kde elektron překoná nevodivou vrstvičku, která elektrodu izoluje od substrátu a nemá již dostatečnou energii k tomu, aby přeskočil zpět
- Tranzistor se otevře a zůstává otevřený - elektrický náboj v izolované elektrodě otevírá kanál tranzistoru, který se stává vodivým
- Zapsaná informace je zapamatována a může být následně čtena tak, že se zjišťuje, zda je příslušný tranzistor otevřený nebo zavřený – přes **otevřený tranzistor** se datový vodič propojí se zemí a je detekována **nula**
- Tímto způsobem je tedy možné, za použití vyššího programovacího napětí (cca 20V) zapsat do libovolného místa paměti *EPROM* bit s hodnotou **nula**
- **Zápis jedničky není možný**, tranzistor nelze jednoduše opět zavřít
- Paměti EPROM obvykle mají napájecí vývod pro přivedení běžného nízkého provozního napětí a ještě druhý napájecí vývod pro přívod vyššího napětí při programování (zápisu dat)



Paměti EPROM

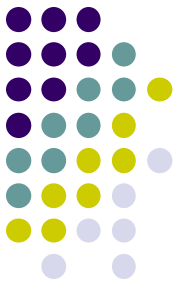
- Zápis jedničky do paměťové buňky není možný
- Jediným řešením je smazání paměti
- Smazáním paměti se zapíše jednička do všech buněk (výchozí stav po smazání = všechny tranzistory zavřené = všechny bity ve stavu 1)
- Paměť se maže **UV zářením** – fotony s krátkou vlnovou délkou a vysokou energií umí „vyrazit náboj“ zachycený na izolovaném hradle
- Mažou se všechny buňky naráz (není možné něco smazat a něco ne)
- Mazání obvykle trvá několik minut
- Mazání je možné několikrát opakovat, ovšem s tím, že se postupně vlastnosti čipu degradují a spolehlivost paměti klesá
- Po smazání je třeba zkontrolovat, zda se všechny bity nacházejí ve stavu 1 – pokud ne, je potřeba pokračovat v mazání
- EPROM obvody mají vývody pro napájení při běžném provozu a pro programovací napájení (vyšší)
- Režim programování se aktivuje vývodem PGM (u některých chipů není přítomen)
- Programovací postupy i napětí se u jednotlivých typů různých výrobců liší. Programátor musí identifikovat typ a výrobce chipu



Paměti EPROM

- Paměti EPROM se v současné době již téměř nepoužívají, protože mají řadu nevýhod
- EPROM čip musí být odstraněn z počítačového obvodu, aby se vymazal a přeprogramoval
- Mazání je zdlouhavé
- Nelze vybrat, co se má smazat – mažou se všechna data naráz
- Počet mazání je omezený – lze smazat a přepsat cca 1000x
- Životnost zapsaných dat je omezená – cca 10 až 35 let
- Data může nechtěně smazat i sluneční záření (za několik týdnů) nebo vnitřní zářivkové osvětlení (cca za rok)

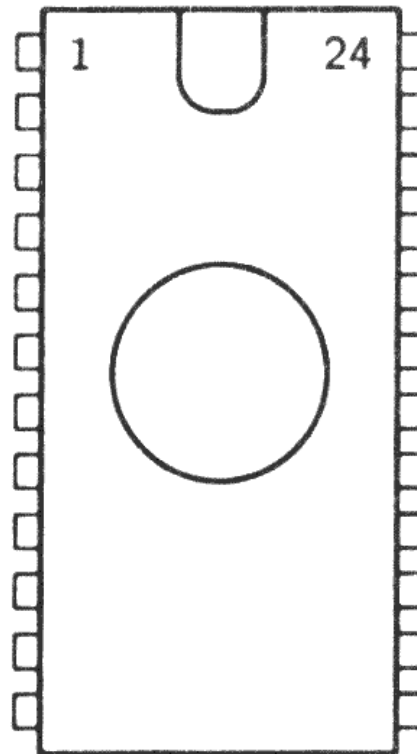
Paměti EPROM



2732

2716

A7	A7
A6	A6
A5	A5
A4	A4
A3	A3
A2	A2
A1	A1
A0	A0
D0	D0
D1	D1
D2	D2
GND	GND



2716

2732

V _{CC}	V _{CC}
A8	A8
A9	A9
V _{PP}	A11
\overline{OE}	\overline{OE}/V_{PP}
A10	A10
\overline{CE}	\overline{CE}
D7	D7
D6	D6
D5	D5
D4	D4
D3	D3

Paměti EPROM



Kapacita 128 kilobitů

$$128/8 = 16 \text{ kB}$$

27512	27256	27128	2764		2764	27128	27256	27512
A15	VPP	VPP	VPP		V _{CC}	V _{CC}	V _{CC}	V _{CC}
A12	A12	A12	A12		$\overline{\text{PGM}}$	$\overline{\text{PGM}}$	A14	A14
A7	A7	A7	A7		NC	A13	A13	A13
A6	A6	A6	A6		A8	A8	A8	A8
A5	A5	A5	A5		A9	A9	A9	A9
A4	A4	A4	A4		A11	A11	A11	A11
A3	A3	A3	A3		$\overline{\text{OE}}$	$\overline{\text{OE}}$	$\overline{\text{OE}}$	$\overline{\text{OE}}/\text{VPP}$
A2	A2	A2	A2		A10	A10	A10	A10
A1	A1	A1	A1		$\overline{\text{CE}}$	$\overline{\text{CE}}$	$\overline{\text{CE}}$	$\overline{\text{CE}}$
A0	A0	A0	A0		D7	D7	D7	D7
D0	D0	D0	D0		D6	D6	D6	D6
D1	D1	D1	D1		D5	D5	D5	D5
D2	D2	D2	D2		D4	D4	D4	D4
GND	GND	GND	GND		D3	D3	D3	D3

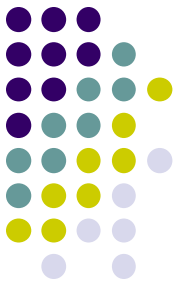


Paměti EEPROM

- **Electric Erasable Programmable Read Only Memory**
- elektricky mazatelná programovatelná paměť převážně pro čtení
- Mazání paměti EPROM vyžadovalo vyjmutí obvodu ze zařízení a působení UV záření (často na dlouhou dobu)
- Paměti EEPROM umožňují mazací/programovací cyklus radikálně zkrátit - jsou mazané elektricky a **nevyžadují speciální programátor** – lze do nich zapisovat přímo
- Je možné **mazání jednotlivých buněk** (EPROM nebo FLASH se naproti tomu maže vždy celá)
- Paměť EEPROM tedy umožňuje přepsat hodnotu bajtu na vybrané adrese
- Zapisuje se do ní tedy vlastně úplně stejně **jednoduše jako do paměti RAM** (RWM), s tím rozdílem, že zápis je pomalejší a počet přepisů stejné paměťové buňky je omezený (životnost 1000 – 100 000 přepisů)
- Zapsaná data na rozdíl od RAM zůstanou uložena i po odpojení napájení.
- RAM a paměť EEPROM má navenek i **stejně vývody**
- **Zápis do paměti může provádět přímo mikroprocesor, který jí využívá, bez nutnosti vyjmout paměť z obvodu, kde je zapojena – není potřeba používat žádný speciální programátor a zvýšené programovací napětí**

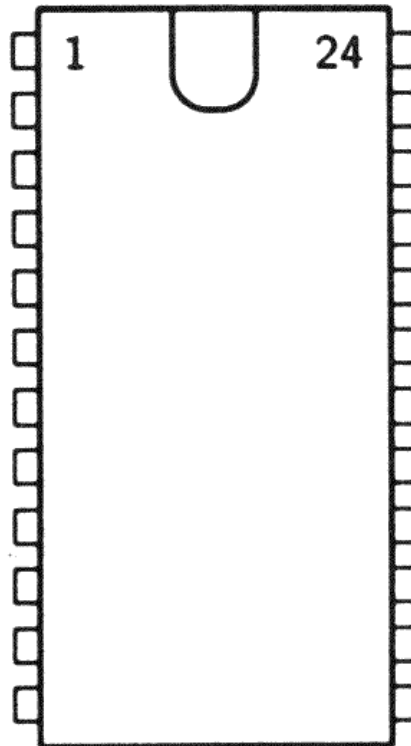
Paměti EEPROM

Kapacita 16 kb = 2 kB



2816

A7
A6
A5
A4
A3
A2
A1
A0
D0
D1
D2
GND



2816

V_{CC}
A8
A9
WE
OE
A10
CE
D7
D6
D5
D4
D3

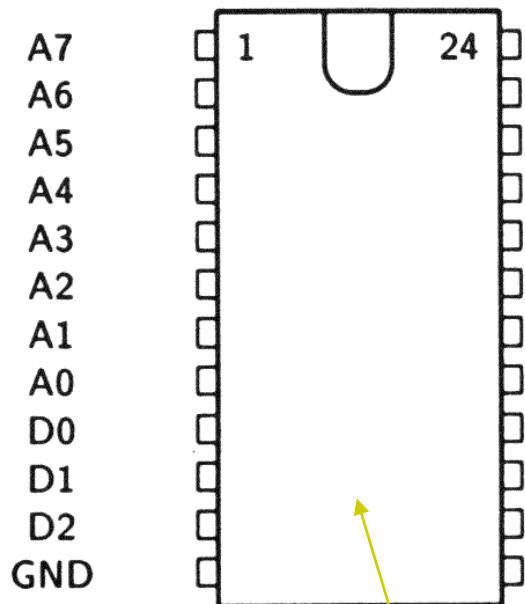
Řídící vývody
pro aktivaci
zápisu/čtení



Srovnání EEPROM a SRAM



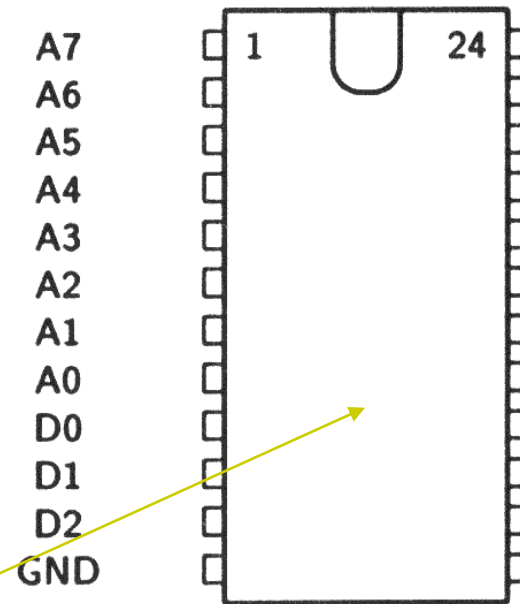
2816



2816

V_{CC}
A8
A9
 \overline{WE}
 \overline{OE}
A10
 \overline{CE}
D7
D6
D5
D4
D3

6116

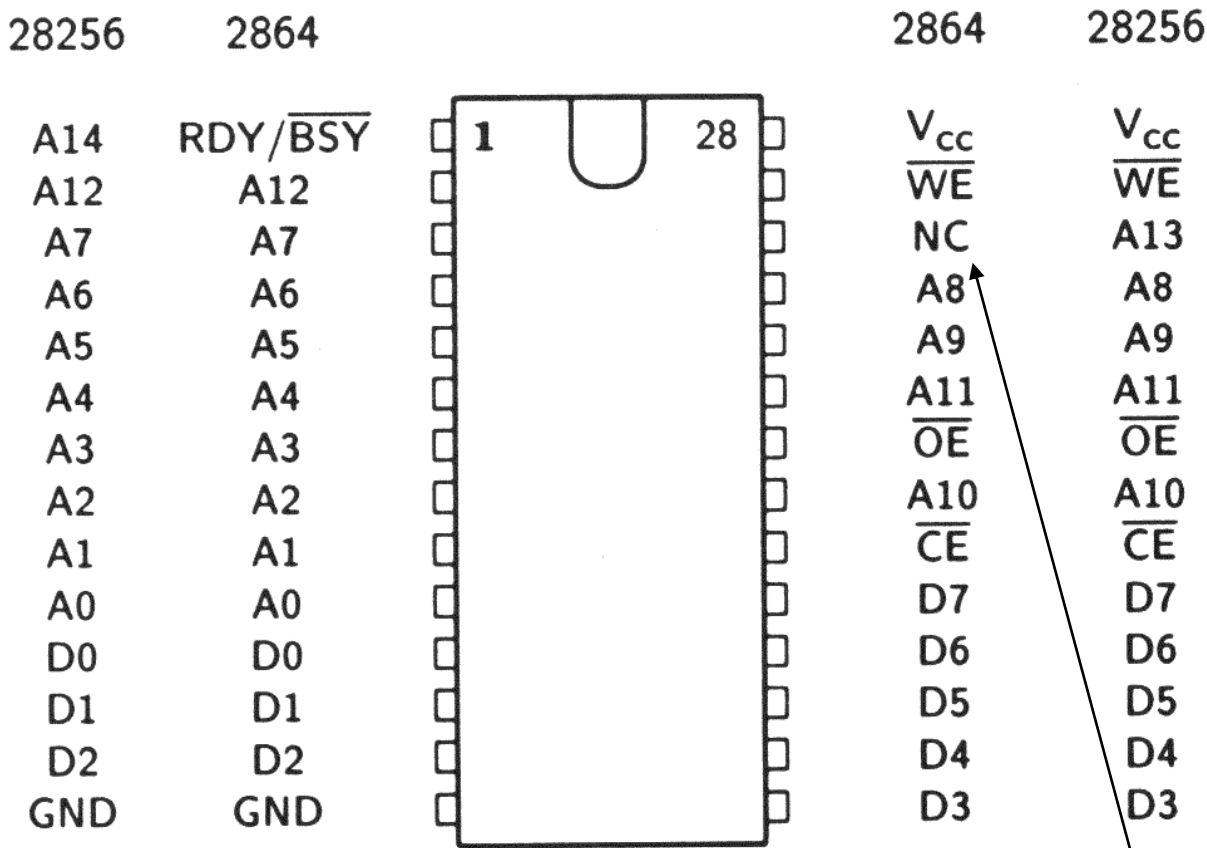


6116

V_{CC}
A8
A9
 \overline{WE}
 \overline{OE}
A10
 \overline{CE}
D7
D6
D5
D4
D3

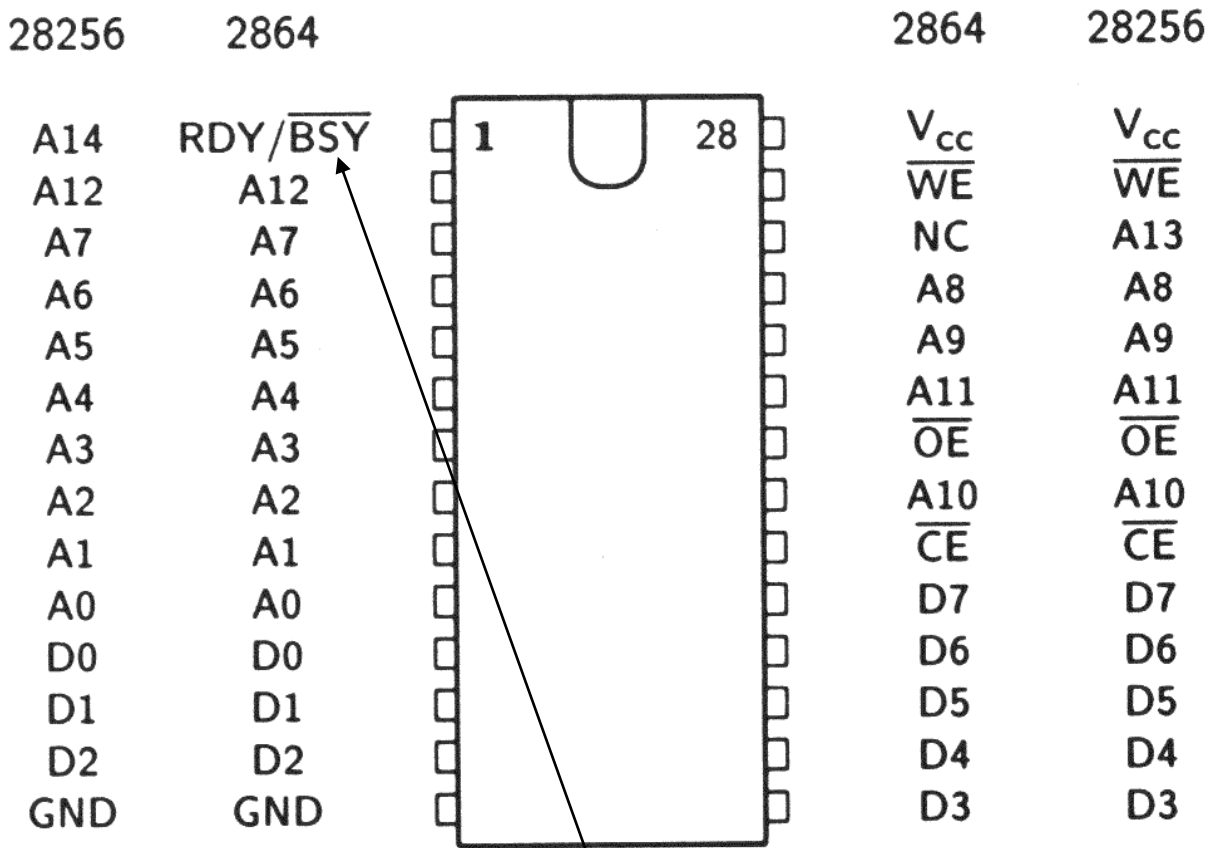
2 KB EEPROM a SRAM mají úplně stejné vývody. Bude se s nimi i úplně stejně pracovat s tím rozdílem, že data zapsaná do EEPROM zůstanou zachována i po odpojení napájení a počet zápisů je zde omezený, zápis je pomalejší

Paměti EEPROM



Některé chipy mají vývody, které nemají žádný význam. Bez těchto pinů by ale jinak byl počet vývodů lichý – jsou tu tedy vlastně jen do počtu. Takové vývody se obvykle označují NC - Not Connected nebo NU – Not Used.

Paměti EEPROM



Některé EEPROM paměti mají vývod Ready/Busy, kterým lze zjistit, jestli už proběhl zápis a tím pádem je možné zahájit zápis dalšího bajtu. Zápis je velmi pomalý a před zápisem dalšího bajtu je třeba dlouho čekat. Jednička na tomto vývodu znamená, že paměť je připravena pro zápis

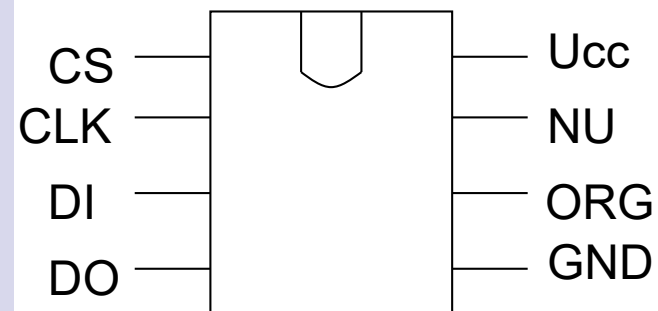
Sériové EEPROM



- Komunikace probíhá **sériově** – data jsou čtena nebo zapisována bit za bitem postupně po **jednom jediném vodiči**
- Pro úplnou komunikaci s mikropočítačem vyžadují pouze 2 nebo 3 signálové vodiče
- Jsou vyráběny v pouzdrech s **minimálním počtem vývodů** (typicky 8 vývodů)
- **Počet vývodů nezávisí na kapacitě paměti** – je stále stejný
- Jednotlivé bity bajtu a adresy nejsou při komunikaci rozloženy v prostoru (vedeny po více vodičích paralelně) ale v čase (po jednom vodiči v čase po sobě) - složitý komunikační protokol
- Mají **nižší kapacitu** (např. 512 B až 32 kB)
- **Malá datová propustnost** (čtení a zápis po jednom bitu je zdlouhavé)
- Obvykle se připojují k jednočipovým mikropočítačům a hlavní výhodou těchto je pak ušetření vývodů – K dalším vývodům jednočipu lze připojit tlačítka, LED, displeje čidla – jinak by skoro všechny vývody obsadila klasická paměť

Sériové EEPROM

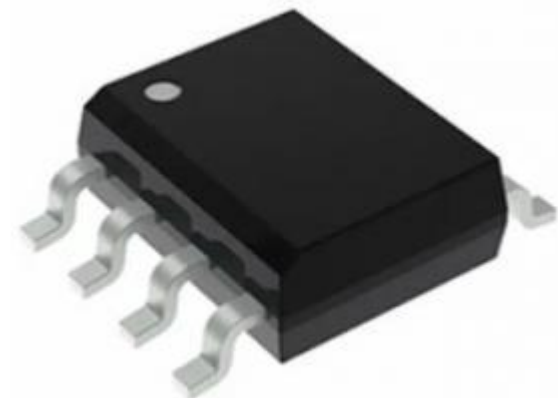
- Obvody pro sběrnici MicroWire se dají signálem ORG konfigurovat pro délku slova 8 nebo 16 bitů
- Pověly, adresy a data vstupují sériově po vodiči DI (Data IN)
- Čtená data vystupují po vodiči DO (Data OUT)
- Sériový přenos je řízen hodinami CLK (hrana hodinového signálu určí okamžik platnosti datového bitu. Bez tikajících hodin bychom se v signálu neorientovali)
- Sériové paměti obvykle dovolují funkce READ, WRITE, ERASE, ERASEALL

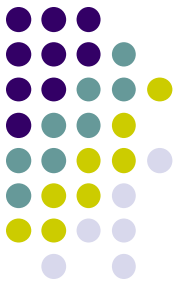


93C46 (128 B)

93C56 (256 B)

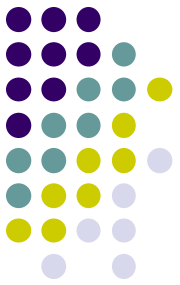
93C66 (512 B)





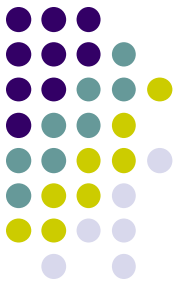
Paměti FLASH

- V současné době **nejpoužívanější typ energeticky nezávislé paměti**
- **velká kapacita** čipu a relativně **nízká cena**
- V případě varianty **FLASH NAND MLC** se cena pohybuje okolo **4 Kč/GB** a jde pak o **nejlevnější typ polovodičové paměti**
- Mazání je elektrické a využívá *Fowler-Nordheimova tunelového jevu*
- Původní staré FLASH paměti byly přeprogramovatelná přibližně 500 000 krát (moderní varianty MLC, TLC mohou mít výrazně nižší životnost)
- Pro mazání a programování je třeba přivést **zvýšené programovací napětí** na vývod Vpp
- Zápis dat do paměti FLASH není tak snadný jako do paměti EEPROM



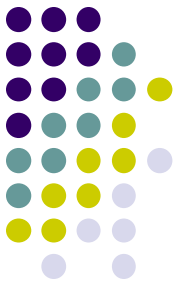
Paměti FLASH - mazání

- Smazaná paměť má všechny bity ve stavu 1, tedy na všech adresách bajt **FFh**
- Zápisem se pak vlastně nulují vybrané bity
- Zapsat **nulu** lze vždy (i do nesmazané paměti)
- Zapsat **bit 1** nelze (je třeba **celou** paměť smazat)
- Není možné mazat jednotlivé bajty, paměť se při mazání smaže celá
- Před mazáním se nejdříve paměť přepíše bity 0 (kvůli rovnoměrnému mazacímu proudu), pak teprve je dán povel k resetu všech paměťových buněk do stavu 1



Paměti flash - úložiště

- Paměti flash najdeme v zařízeních, která se **neadresují jako paměť**, ale přistupujeme k nim jako k **úložišti** (navenek se jeví jako disk)
- Jednotlivé malé flash paměti pak tvoří „sektor“ tohoto disku
- Není třeba mazat celé úložiště, ale maže se naráz cela flash paměť, která je ovšem pouze jedním sektorem úložiště.
- Data se ukládají formou souborů a je nutná jejich organizace nějakým souborovým systémem (např. NTFS, FAT32)
- Zápis jednotlivých bajtů na vybrané adresy v těchto úložištích není možný



Paměti FLASH

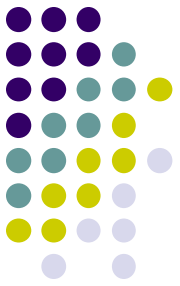
- V současné době flash jako „mass storage“ nalezneme:
 - V USB flash discích
 - SSD discích
 - Mobilních telefonech
 - Tabletech
 - MP3 přehrávačích
 - Paměťových kartách
- V těchto zařízeních jsou tedy **větší kapacity** úložiště dosaženy spojením několika tisíc **malých Flash** pamětí
- Tyto menší flash paměti tvoří tzv. **bloky** nebo **sektory**
- Při přístupu do paměti pak nelze adresovat jednotlivé bajty, ale je potřeba zapsat/přečíst celý blok – zařízení se chová podobně jako disk
- Při zápisu se nemusí nulovat a mazat celá velká paměť ale maže se pouze jeden **sektor** (blok)

FLASH životnost



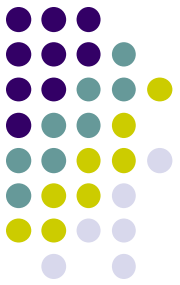
- Po cca 100 000 až 1 000 000 přepisech dochází ke smrti některých paměťových buněk
- Moderní flash paměti mají životnost ještě nižší (např. 1000 přepisů), ale jsou mnohem levnější než dříve (např. v roce 2004 cena 15000Kč/GB) – výrobci se zaměřili především na snižování ceny a na životnosti jim moc nezáleží
- Celý blok paměti, ve kterém je vadná buňka je následně nepoužitelný
- Paměť je vnitřně řízena vlastním řadičem, který ví, kolik pracovních cyklů který blok paměti absolvoval
- **Chybná buňka** se detekuje **již při zápisu**, nedojde tedy ke ztrátě dat
- Díky propracovanému algoritmu pravidelného „vytěžování“ jednotlivých bloků by nemělo dojít k tomu, aby došlo ke vzniku chybných bloků (obsahujících buňky, do nichž již nelze provádět zápisy) před morálním zastaráním paměti
- Detailně tyto záležitosti probereme později (4. ročník) v souvislosti s SSD

FLASH paměti

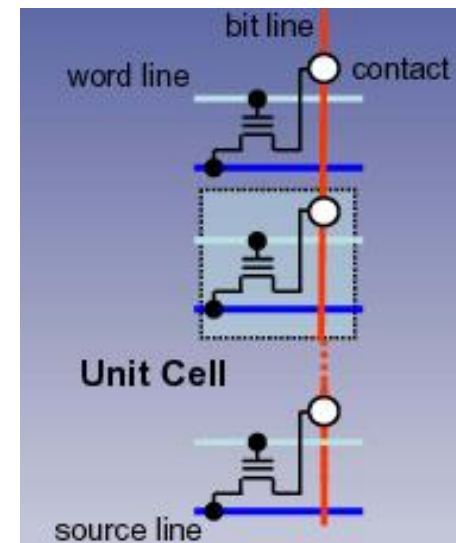


- Existují dva základní typy FLASH pamětí lišící se vnitřním zapojením paměťových buněk
 - **FLASH NAND** – těch je v současné době asi 99%. Ve velkých uložiscích se dnes zásadně používají paměti FLASH NAND
 - **FLASH NOR** – Starší typ. Mají své výhody, ale běžně se nepoužívají.

FLASH NOR

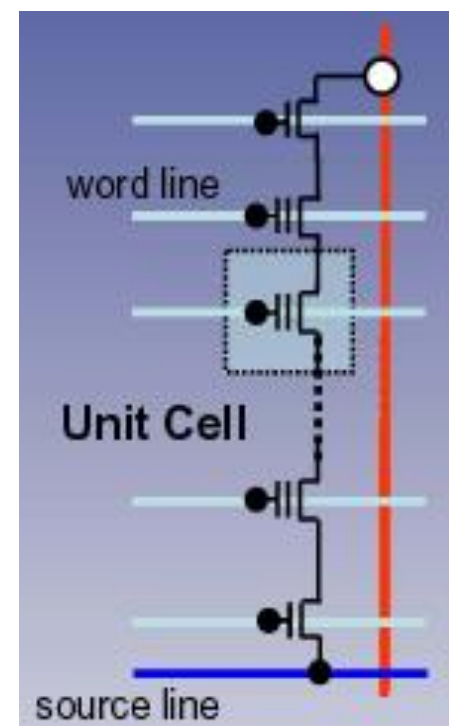


- První FLASH paměti ale používaly strukturu, která byla později nazvána NOR, protože svým tvůrcům připomínala zapojení hradla typu NOR sestaveného z unipolárních tranzistorů
- Tento typ paměťových buněk v současné době není běžný
- NOR flash má delší čtecí/zápisové cykly, ale má na druhou stranu interface umožňující **náhodný přístup** – data se dají číst po bajtech v náhodném pořadí z různých adres.
- Paměť se musí smazat celá naráz, ale **není třeba číst všechna data naráz** nebo po blocích
- Poznámka - Obrázek je pouze ilustrační, nehledejte v něm žádný princip

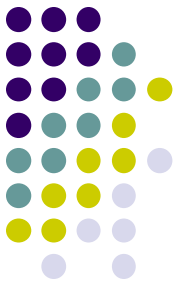


FLASH NAND

- Vždy několik paměťových buněk je zapojeno za sebou v sérii, což komplikuje čtení i zápisy, protože není možné přistupovat k jednotlivým bitovým buňkám samostatně – **vše se musí zapsat nebo přečíst naráz**
- Plocha čipu je lépe využita a je dosaženo větší hustoty uložené informace – je to levné
- Nejmenší adresovatelná jednotka se nazývá **stránka**, několik stránek je sdruženo do **bloku**
- Čtení a zápis dat je prováděn po stránkách, mazání po blocích, **adresace jednotlivých bajtů nebo bitů není možná**

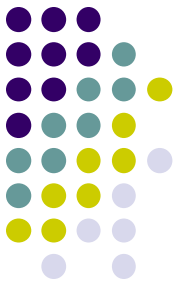


FLASH NAND



- U NAND flash pamětí je nemožné pracovat s jednotlivými adresami na přeskáčku
- Není tedy vhodná pro práci se jednotlivými samostatnými bajty
- Naopak velmi výhodné je použití NAND FLASH tam, kde se pracuje se souvislými bloky bajtů (soubory)
- NAND Flash paměti se proto používají pro ukládání **velkých souvislých bloků dat**
- Proto **NAND Flash** jsou přítomny v SSD, USB Flash, MP3 přehrávačích, paměťových kartách apod.
- Oproti tomu **NOR Flash** se použijí tam, kde je potřeba zapisovat na konkrétní adresy jednotlivé bajty (uložení parametrů zařízení, uložení proměnných, uložení naladěných kanálů v TV...)

NAND a NOR Flash paměti



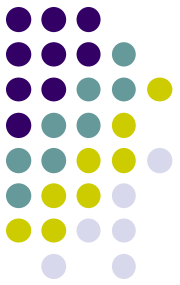
- **NOR flash** má delší čtecí/zápisové cykly, ale má na druhou stranu interface umožňující náhodný přístup
- **NAND flash** paměti mají rychlejší R/W cyklus, vyšší hustotu, nižší cenu za uložený bit a delší životnost
- I/O interface je ale vhodný spíše pro sekvenční přístup k datům, to znamená, že je to paměť vhodnější k „mass storage“ nasazení jako jsou např. paměťové karty

MLC FLASH

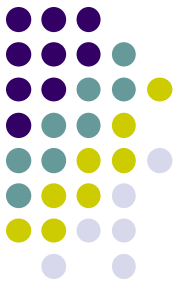


- Standardní paměťová buňka se označuje jako **SLC** – single level cell
- V paměti typu SLC je informace o **jednom bitu** uložena pomocí **jednoho tranzistoru** – ten je buď otevřený nebo zavřený
- Při čtení paměťové buňky SLC vyhodnotíme, jestli tranzistorem protéká nebo neprotéká proud – podle toho rozhodneme, jestli je zde uložen bit 1 nebo 0
- Většina moderních FLASH pamětí používá technologii označovanou **MLC** - Multi level cell
- V jedné paměťové buňce se ukládají informace o dvou či třech bitech (TLC) naráz pomocí jediného tranzistoru
- Čtecí zesilovač tedy nerozlišuje pouze **dva stavy** proudu (teče/neteče - 1/0), ale stavy **čtyři** či dokonce **osm stavů**
- Při čtení je detekována **konkrétní velikost proudu** a podle počtu úrovní, které dokážeme detekovat, lze ukládat do jedné paměťové buňky vícebitovou informaci
- Příklad: Jedním tranzistorem uložíme informaci o dvou bitech naráz
- Dva bity se mohou nacházet ve 4 různých stavech, které mohou být uloženy takto
 - 00 – tranzistor zavřený
 - 01 – tranzistor mírně otevřený (prochází malý proud)
 - 10 – tranzistor napůl otevřený (prochází více proudu)
 - 11 – tranzistor úplně otevřený (prochází maximální možný proud)

FLASH MLC



- Jak samotný zápis, tak i čtení musí být prováděno mnohem pečlivěji – nestačí rozlišovat, jestli proud teče nebo neteče, ale je třeba ho přesně změřit
- Do paměti lze uložit více bitů, než kolik obsahuje tranzistorů
- FLASH MLC používají nejefektivnější způsob uložení dat a proto jsou tak **levné**
- Již Flash NAND SLC má **nejjednodušší paměťovou buňku** (jediný tranzistor) ze všech typů pamětí a MLC technologie touto buňkou dokonce uloží dvojnásobnou nebo trojnásobnou informaci
- MLC FLASH paměti jsou bohužel vydrží nižší počet přepisovacích cyklů a mají vyšší chybovost
- TLC -3bit MLC – označení chipů, kde je jediným tranzistorem uložen stav trojice bitů, rozlišovat se musí 8 různých úrovní proudu
- QLC - ukládá čtyři bity v jediném tranzistoru. Rozlišovat se musí 16 různých úrovní proudu (používají například paměťové karty SanDisk X4)



Paměti NVRAM

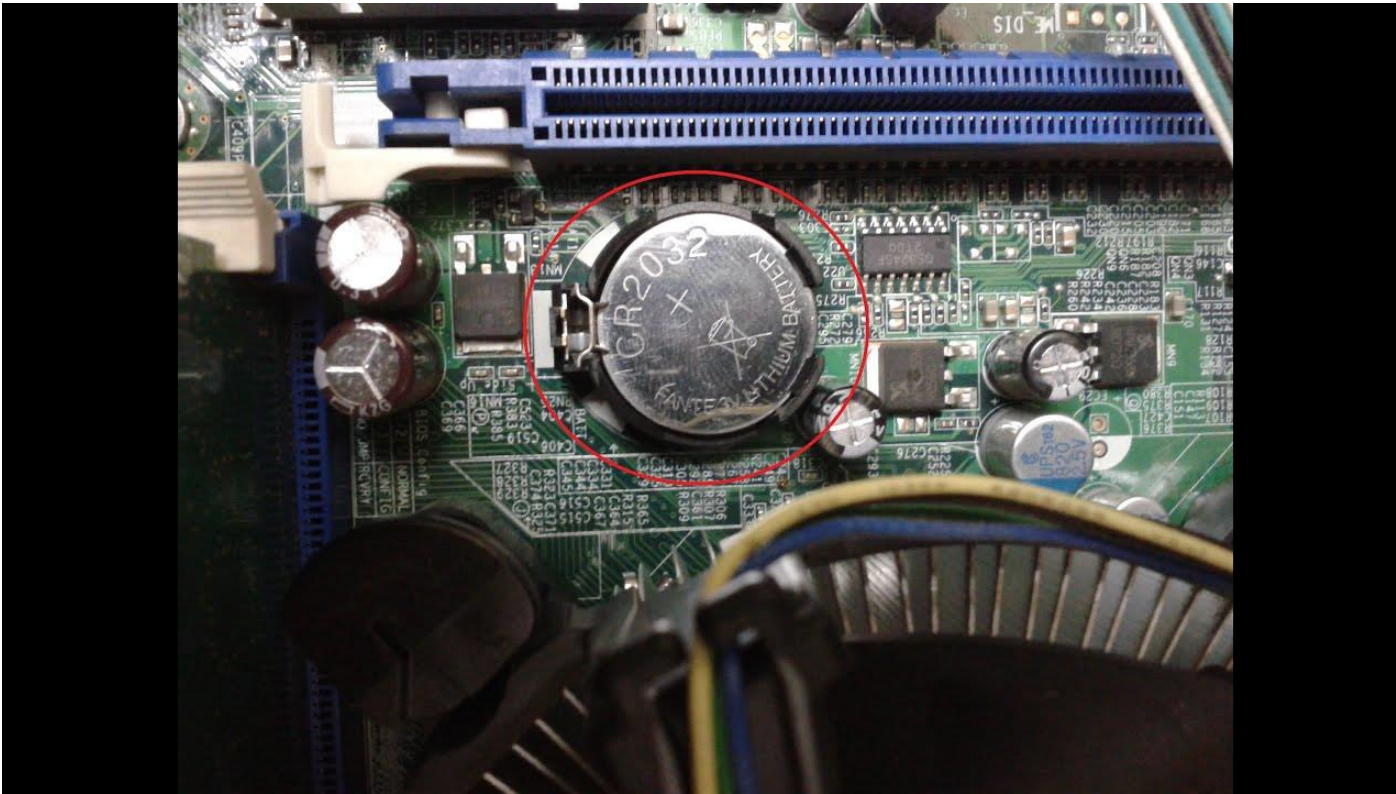
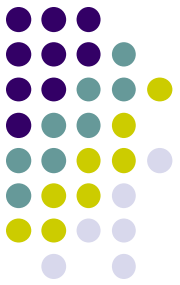
- NV=Non Volatile - nevolatilní (nezávislá na napětí) RAM
- Skládá se z paměťových buněk statické RAM a EEPROM
- Zvenku přístupná a adresovatelná je pouze paměť SRAM
- EEPROM je slouží k uložení obsahu RAM před odpojením napájení
- Každá buňka je tu fyzicky zdvojena a statické RAM buňky jsou přímo připojeny ke svému EPROM dvojčeti
- Tento typ paměti se používal v dávné minulosti u některých notebooků, do kterých se tehdy nevešel rozměrný pevný disk – data tak zůstávala zachována v operační paměti i po vypnutí notebooku

Zálohované paměti SRAM

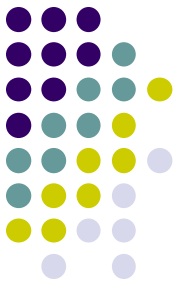


- Zálohují se pouze paměti **statické**, technologie CMOS (mají nejnižší příkon a nemusí se refreshovat)
- Po odpojení napájení se obsah paměti SRAM ztrácí
- Pokud není do paměti zapisováno nebo z ní čteno, je příkon SRAM minimální (skoro nulový)
- K paměti lze připojit akumulátor, který zálohuje obsah paměti i po odpojení systému od běžného zdroje napájení
- Zálohovací napětí může být obvykle nižší než napětí pracovní
- V PC se používá pro zápis parametrů BIOSu - Setup.
- Po vypnutí počítače je napájena z baterie (malá knoflíková baterie CR2032 3V)
- Několik hodin nebo dní dokáže obsah paměti SRAM udržet i velký kondenzátor
- Pozor v zálohované SRAM **není uložen BIOS**, ale **parametry** nastavené BIOSem (např. pořadí bootování z disků...)
- V této paměti tedy zůstává i po odpojení počítače od elektrické sítě zapamatováno, jestli má být po zapnutí počítače aktivní NumLock, odkud se má bootovat operační systém, případně heslo, které je třeba zadat, aby počítač nabootoval

Zálohovaná paměť SRAM



Po několika letech se tato lithiová baterie vybije a přestane držet obsah uložených BIOS-parametrů



Vícebranové paměti

- Jeden společný paměťový prostor, ke kterému existuje více „bran“
- V jednu chvíli je možné současně adresovat více paměťových míst a tak naráz číst nebo zapisovat na více místech v paměti
- Nejčastěji dvoubránová paměť - do paměti může být současně zapisováno a nezávisle na tom odjinud čteno
- Poskytuje vysoký výkon pro speciální aplikace
- Nejčastěji se používá u grafických adapterů - **VRAM** - jednou branou se zapisují někde do paměti obrazové informace a současně jinou branou jsou čteny a zobrazovány jiné dříve zapsané informace

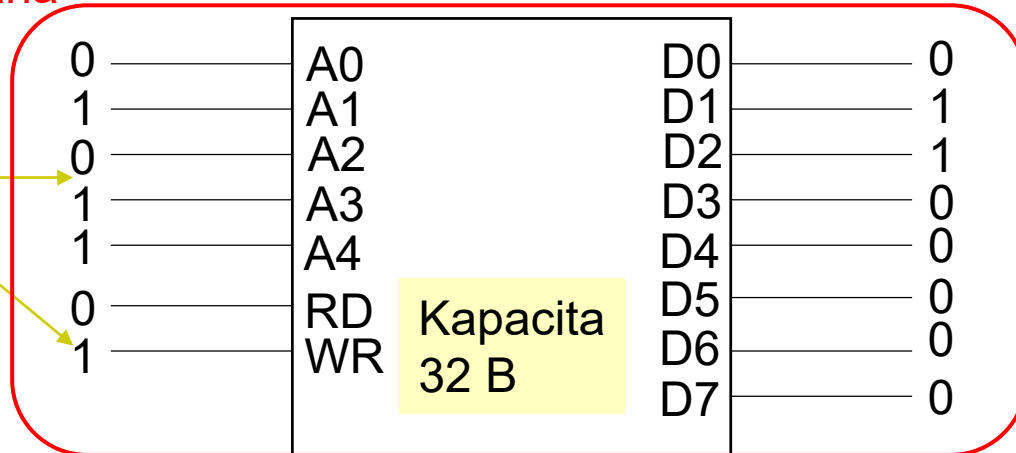


Vícebránov

Paměť má 2x5 adresačních vývodů. Jsou vybrány dvě různé adresy současně. Na adresu 26 se provádí zápis a ve stejnou chvíli probíhá čtení z adresy 10

1. brána

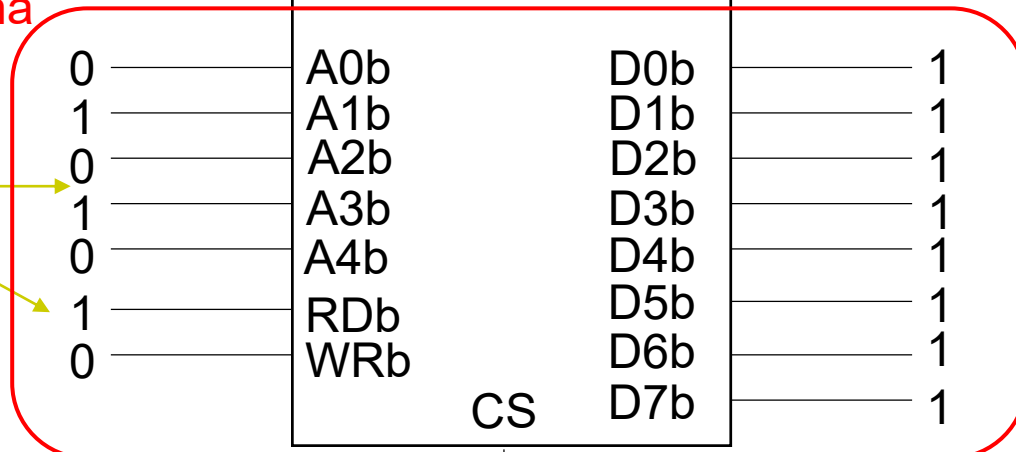
Vybraná adresa
11010b = 26
Aktivní **zápis**



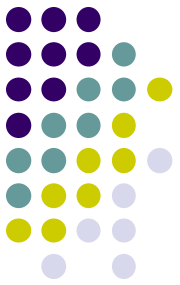
Na adresu 26 se právě zapisuje bajt
00000110b = 6

2. brána

Vybraná adresa
01010b = 10
Aktivní **čtení**

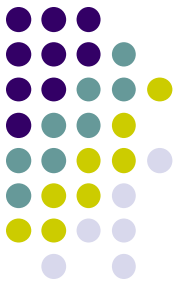


Z adresy 10 se právě čte bajt 255



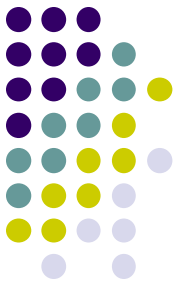
Kontrolní otázky

- Uved'te tři základní kritéria dle kterých rozdělujeme polovodičové paměti.
- Co je to přístupová doba ?
- Co je to paměť se sekvenčním přístupem ? Uved'te příklad
- Jak označujeme datové vývody paměťového obvodu ?
- Jak označujeme adresační vývody paměťového obvodu ?
- Jak bývají označovány a umístěny napájecí vývody paměťového obvodu ?
- Kolik adresačních vývodů a kolik datových vývodů bude mít paměť s kapacitou 32 kB ?
- Nakreslete paměť RAM (RWM) s kapacitou 128 kB se všemi typickými vývody
- K čemu slouží v paměti dekodér ?
- Popište činnost třístavového budiče
- Do paměti RWM s kapacitou 64 kB na adresu A2C1h má být zapsán bajt 8Eh. Nakreslete vývody a popište, jaké logické úrovně je potřeba nastavit a popište časový průběh zápisu
- Ze dvou pamětí s kapacitou 1 kB a šířkou slova 8b sestavte 2kB paměťový prostor. Nakreslete zapojení
- Ze dvou pamětí s kapacitou 512b a šířkou slova 1b sestavte paměťový prostor 512x2b. Nakreslete zapojení
- Ze čtyř pamětí s kapacitou 256b a šířkou slova 1b sestavte paměťový prostor 512x2b. Nakreslete zapojení
- K čemu slouží TLB ?



Kontrolní otázky

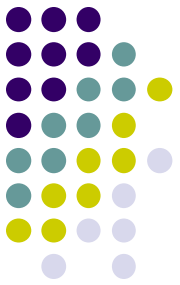
- Jak lze smazat paměť EPROM ? A jaký stav bitu obsahuje smazaná paměťová buňka ?
- V čem spočívá výhoda sériových pamětí EEPROM ?
- Kterého typu pamětí se týká pojem MLC a jak tato paměť funguje ?
- Lze v paměti flash disku adresovat jednotlivé bajty ? Odpověď zdůvodněte
- Jak označujeme adresачní vývody paměťového obvodu ?
- K čemu slouží ChipSelect ?
- Co je to vícebránová paměť ?
- Ze čtyř pamětí s kapacitou 256b a šířkou slova 1b sestavte paměťový prostor 512x2b. Nakreslete zapojení
- Který typ paměťových obvodů má nejlepší poměr cena/GB ?
- Který typ paměťových obvodů má nejhorší poměr cena/GB ?
- Jaký typ pamětí se používá jako operační paměť počítače PC ?



Kontrolní otázky

- Uved'te tři základní kritéria dle kterých rozdělujeme polovodičové paměti.
- Který typ paměti potřebuje refresh a proč ?
- Jaký typ pamětí se používá jako operační paměť počítače PC ?
- Který typ paměti považujeme za kombinační logický obvod a proč ?
- Jak lze smazat paměť EPROM ? A jaký stav bitu obsahuje smazaná paměťová buňka ?
- V čem spočívá výhoda sériových pamětí EEPROM ?
- Jak se liší EEPROM, EPROM a RWM paměť ?
- Kolik adresacních vodičů celkem má dvoubránová paměť s kapacitou 1 KB?

Kontrolní otázky



- Určete jaké typy pamětí jsou zobrazeny na obrázku.

