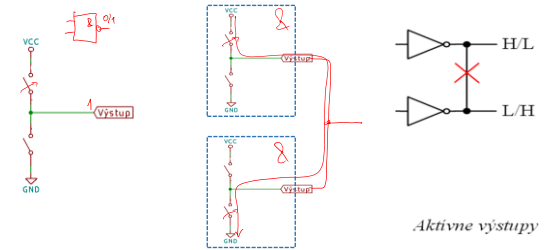




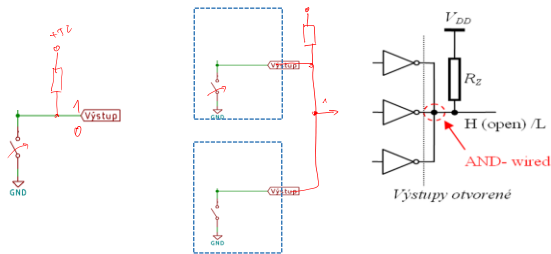
1

Vstupy a výstupy – spájanie



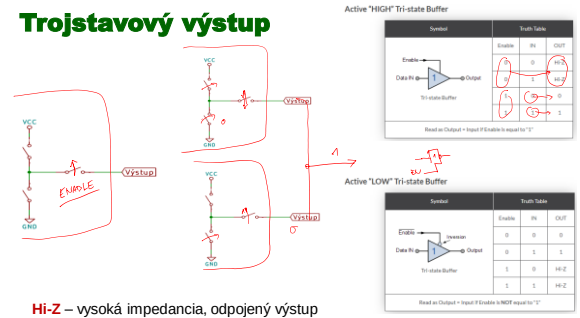
2

Vstupy a výstupy – otevřený kolektor



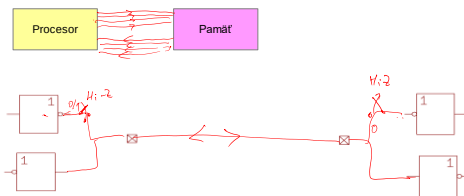
3

Trojstavový výstup



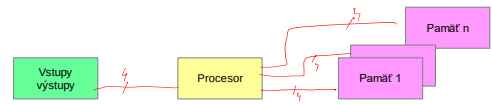
4

Zbernica – obojsmerný V/V



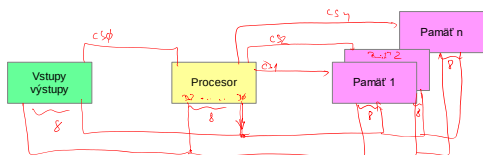
5

Zbernice – trojstavový výstup



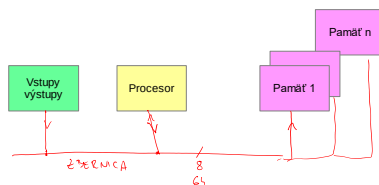
6

Zbernice – trojstavový výstup



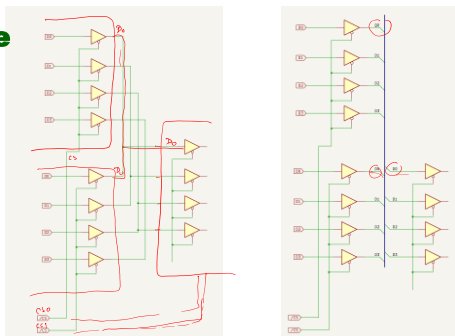
7

Zbernica – trojstavový výstup



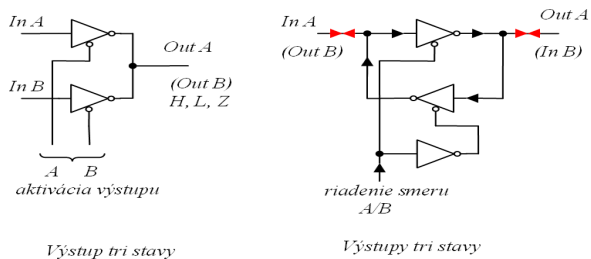
8

Zbernica



9

Zbernica



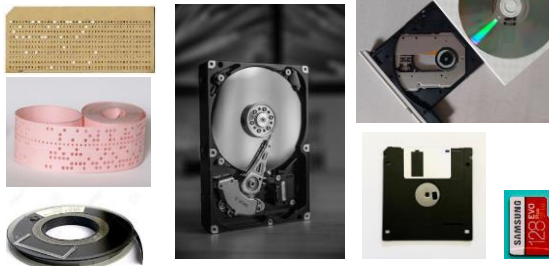
10

Dnešná téma



11

Sekundárne pamäte



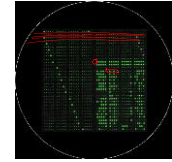
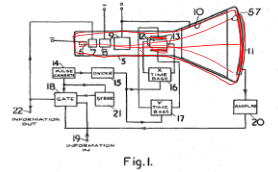
12



13

Prvé pamäte

Aug. 30, 1960 F. C. WILLIAMS 2,951,176
 Filed Dec. 10, 1947
 3 Sheets-Sheet 1



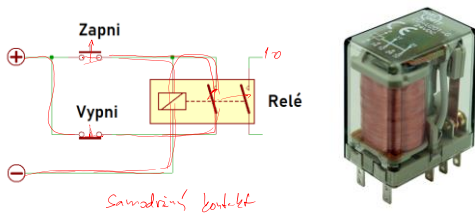
Mark I computer



IBM 701

14

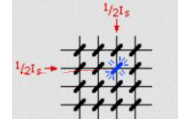
Reléové pamäte



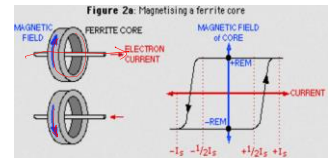
15

Feritové pamäte

Figure 2b: Coincident current addressing

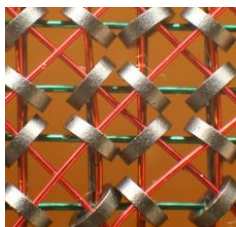


* 1952 na MIT, Jay Forrester



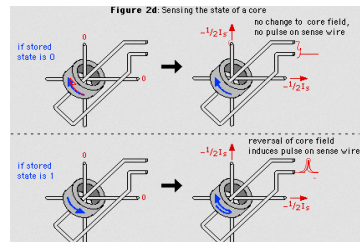
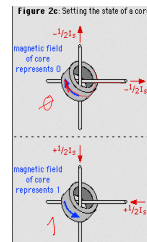
16

Feritové pamäte



17

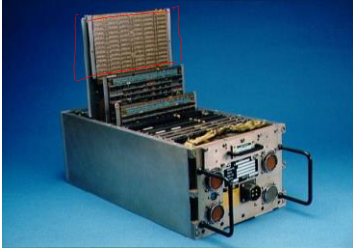
Feritové pamäte



<https://web.archive.org/web/20111118002956/http://www.cs.ubc.ca/~hilpert/e/cremem/index.html>

18

Feritové pamäte



Space Shuttle IBM AP-101B flight computers



19

Polovodičové pamäte

Capacity Speed (latency)
 Logic: 2x in 3 years 2x in 3 years
 DRAM: 4x in 3 years 2x in 10 years
 Disk: 4x in 3 years 2x in 10 years

Technology Trends

Year	Size	Cycle Time
1980	64 Kb	250 ns
1983	256 Kb	220 ns
1986	1 Mb	190 ns
1989	4 Mb	165 ns
1992	16 Mb	145 ns
1995	64 Mb	120 ns

1000:1! 2:1!

20

slido
#ZPOC

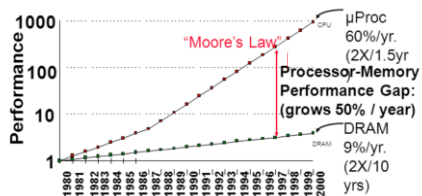
Aká je typická prístupová doba súčasnej DDR pamäte?

21

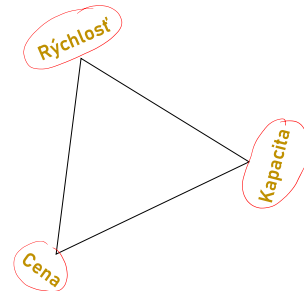


22

Polovodičové pamäte

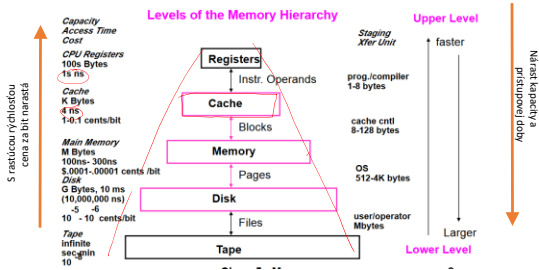


23



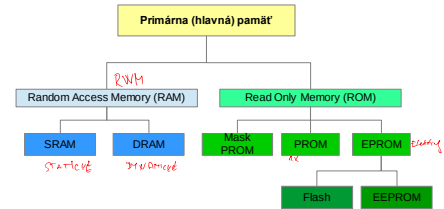
24

Polovodičové paměť



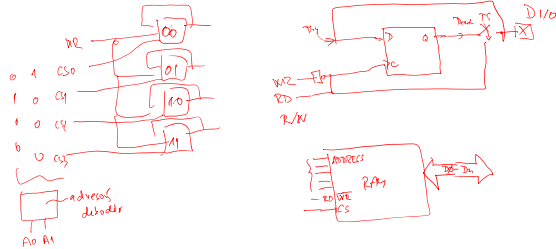
25

Polovodičové paměť



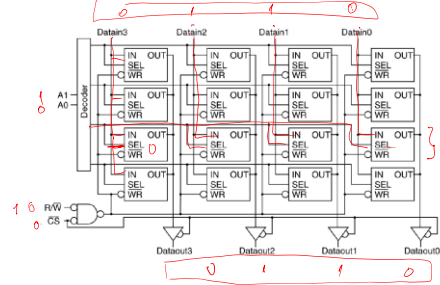
26

Paměť RAM (Random Access Memory)



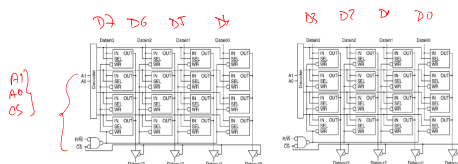
27

Statická RAM paměť



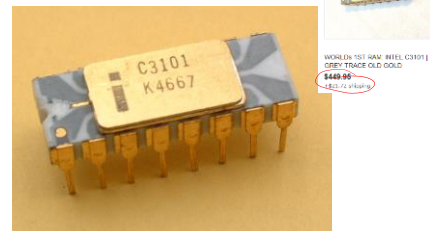
28

Statická RAM paměť

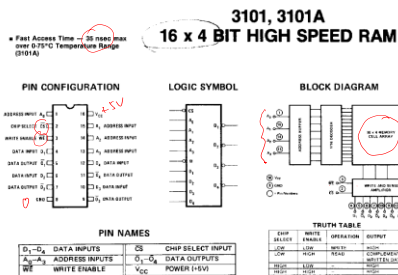


29

Statická RAM paměť

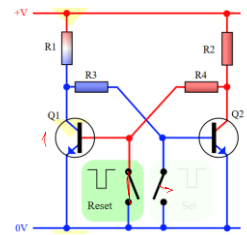


30



31

Statická RAM paměť



32

Statická RAM paměť

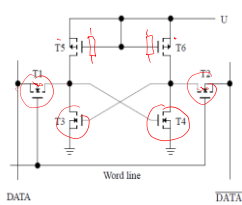
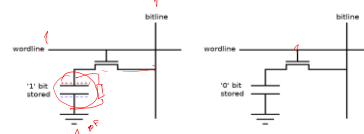


Figure 11: SRAM memory cell with 6 transistors [8]

- rýchlejšie ako ROM, prístupová doba cca 10ns (dnes 5ns)
- statická, volatile pamäť

33

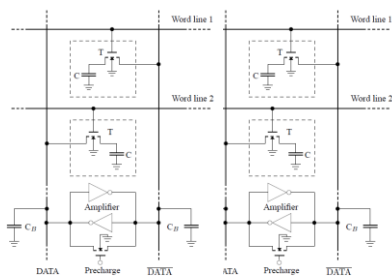
Dynamická RAM



Robert H. Dennard, IBM

34

Dynamická RAM

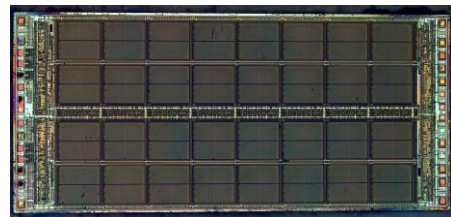


pravidelné obnovovanie informácie sa nazýva

REFRESH

35

Dynamická RAM paměť

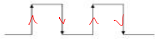


1 megabit: Micron Technology MT4C1024 DRAM

36

Dynamická RAM pamäť

- **SDRAM** (Synchronous Dynamic Random Access Memory) – pamäť používaná ako operačná pamäť počítača. Taktovanie je odvodné 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.

Direct Rambus DRAM (DDRDRAM)
Synchronous graphics RAM (SGRAM)

37



38

Dynamická RAM pamäť

DDR5 - 6400 CL32-39-39-102 1.40V

Maximum Transfer Rate = clock x number of bits / 8 = clock x 64 / 8 = clock x 8 = 6400MHz x 8 = 51 200 MB/s

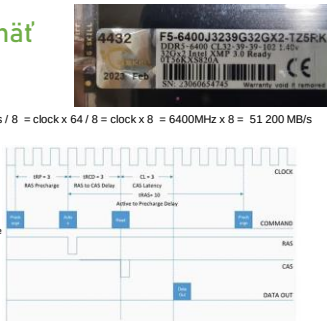
DDR5 1800...
CL 3 - 3 - 3 - 10 -> viď obr.
CL - tRCD - tRP - tRAS

CAS Latency (CL) = Column Access Strobe time
Oneskorenie, kým z daného sfica dostaneme data

RAS to CAS Delay (tRCD) = Row Address to Col Addr
Oneskorenie, kým zmeníme adresu riadku

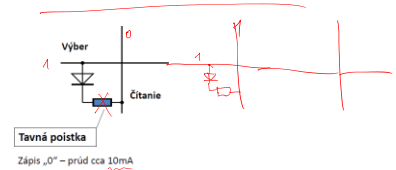
RAS Precharge (tRP) = Row Access Precharge
Oneskorenie, kým zatvoríme predobý riadok

Active to Precharge Delay (tRAS)
Oneskorenie pred začiatkom čítania z iného riadku



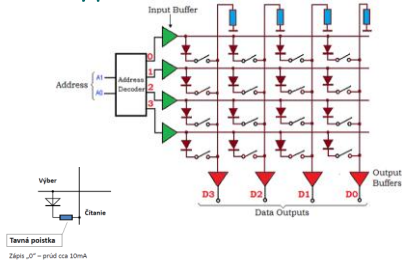
39

Read Only pamäť



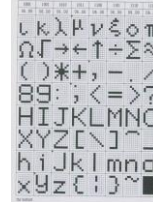
40

Read Only pamäť



41

ROM



Standard Microsystems CRT-7004-001 is an ASCII character generator, capable of generating 77-bit 7x11 bitmap characters or segment characters

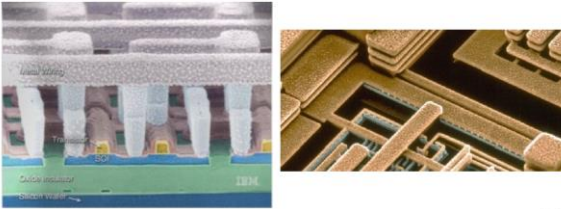


Titan 2 – Intercontinental ballistic missile

PROM was invented in 1956 by Wen Tsing Chow

42

Mask PROM



43

PROM

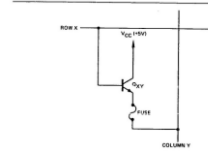


Figure 3. Typical Fuse Cell.

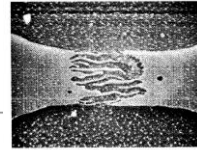
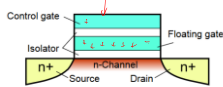


Figure 4. Blown Nishrome Fuse.

44

ROM Floating-gate MOSFET

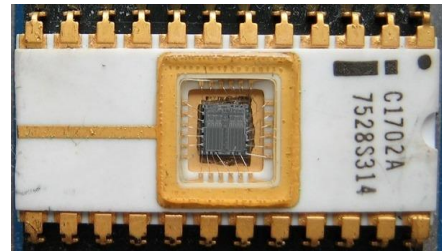
was made by Kahng and Sze, 1967



* EPROM was invented by Dov Frohman of Intel in 1971 -> US patent 3660819

45

EPROM – Intel 1702

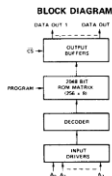
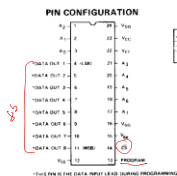


46

intel

1702A 2K (256 x 8) UV ERASABLE PROM

1702A-2	0.65 us Max.
1702A	1.0 us Max.
1702A-6	1.5 us Max.



EPROM -(Erasable PROM):

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



EEPROM, E2PROM - (Electrically EPROM):

- statická, nonvolatile pamäť, Podobná EPROM
- mazanie (elektrický, rádovo mSec)
- programovanie (elektricky) – užívateľ (cca 100 mSec), opakované, cca 100*

Informácia sa uchová cca 10 rokov.
Fuji Masuoka at Toshiba

Flash – EPROM:

Rýchlejšia ako predchádzajúce typy. Dá sa s ňou pracovať ako s RAM. Dá sa cca 10 000 krát prepísať. Dá sa prepisovať priamo v zariadení.

Toshiba developed flash memory from EEPROM in the early 1980s

47

48

Klasifikácia pamätí: Podľa spôsobu prístupu k informácii

- **Sekvenčné (SAM – Sequential Access Memory)** : Požadovanú inform. (blok, má vlastnú adresu zapísanú „neďaleko“) získame až po prečítaní predchádzajúcej. Prístupová doba je premenlivá. Sem patria: *Páskové pamäte*.
- **Príame (DAM – Direct Access Memory)** Informácia – blok má adresu danú fyzickou polohou. Informáciu získame v dvoch krokoch: Príbliženie sa a sekvenčné dohľadanie. Prístupová doba je opäť premenlivá. Sem patria: *Diskové pamäte*.
- **RAM (Random Access Memory)** – zvýraznený prvok náhodnosti v prístupe k informáciám. Každé pamäťové miesto má jedinečnú adresu danú adresnými vodičmi. Prístupová doba je nezávislá od pamäťového miesta. Takto je realizovaná *hlavná pamäť*. Dnes sa hlavná pamäť vyrába prevažne ako polovodičová dvoch základných typov:
 - **RWM (Read Write Memory)** – zvýrazňuje sa použitie na čítanie a zápis informácií
 - **ROM (Read Only Memory)** – permanentné pamäte umožňujúce len informáciu čítať
- **Asociatívne (CAM – Content Access Memory)**. Pamäť s náhodným prístupom. Požadovanú inform. získame pomocou kľúča. K dátam prístupujeme na základe ich obsahu a nie adresy. Sem patria: *Cache pamäte*.

Ak je pamäť typu: RAM – RWM prax používa označenie: RAM.

49

Charakteristické parametre pamätí

(1/2)

- **Vybavovacia doba** (1ns až 100ms). Udáva rýchlosť s akou pamäť zapíše alebo vyhľadá procesorom zadané dáta.
- **Prístupová doba** Pre pamäte RAM je to doba medzi zadaním operácie **read** alebo **write** až po jej vykonanie. Pre nie RAM pamäte je to čas, za ktorý čítač a zápisový mechanizmus dosiahne požadované miesto.
- **Prenosová rýchlosť** Množstvo dát, ktoré dokážeme z pamäte prečítať (resp. do nej zapísať) za jednotku času.
- **Kapacita pamäte** (organizácia): Počet bitov, bytov, slov.
- **Statičnosť / dynamičnosť**
 - statické pamäte** (SRAM – Static RAM)
 - dynamické pamäte** (DRAM – Dynamic RAM)
- **Deštruktivnosť pri čítaní** pamäte deštruktívne pri čítaní pamäte nedeštruktívne pri čítaní

50

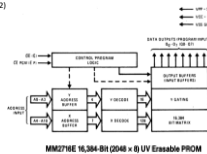
Charakteristické parametre pamätí

(2/2)

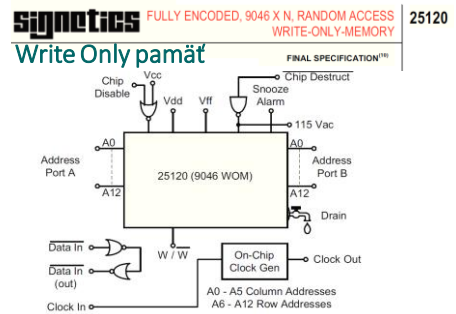
- **Energetická závislosť a nezávislosť** nonvolatile memory (trvalá pamäť) volatile memory
- **Spôľahlivosť**
- **Cena za bit**
- **Kapacita pamäte – organizácia**

Napr.

- EPROM 2716 = 16K bit => 2048 Byte
- EPROM 27256 = 256K bit => vnútorná organizácia 32 K x 8bitov, (32 KB).
- DRAM 4164 = 64Kb => má vnútornú organizáciu 64 K * 1bit.



51



52

slido
#ZPOC

Otázky?

Ohodnotte dnešnú prednášku, prosím.



53

Zhrnutie

- Trojstavový výstup, obojsmerný V/V, **zb**ernica
- Pamäťová bunka RAM **I**
- Statická a dynamická RAM
- Pamäť typu PROM, EPROM, EEPROM, FLASH
- Parametre: kapacita, organizácia, prístupová doba

54