



1

Ciel'

Vyznať sa v pamätiach,
ich typoch a parametroch



2

Pamät'

slido



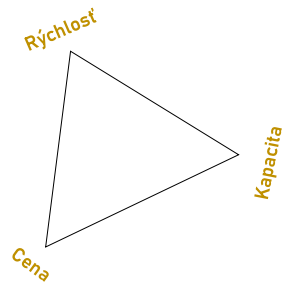
adresa	obsah
0	0000
1	0101
2	1111
3	1101

999 997	0000
999 999	0101
999 998	0000
1 000 000	0101



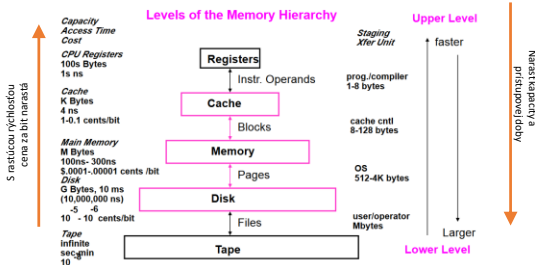
adresa	1	2	3	4	5
0	0000	0101	0000	0000	0101
+5	0101	1111	0101	0101	1111
+10	0000	1101	0000	1111	1101
+15	0101	0101	0101	1101	0101

3



4

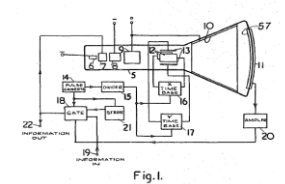
Hierarchia pamäti



5

Prvé pamäte

Aug. 30, 1960 F. C. WILLIAMS 2,951,176
APPARATUS FOR STORING TRADING OF PULSES
Filed Dec. 10, 1947 3 Sheets-Sheet 1



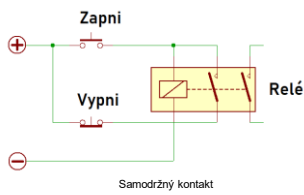
Mark I computer



IBM 701

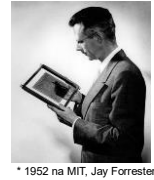
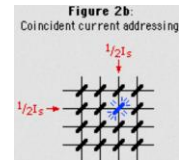
6

Reléové pamäte

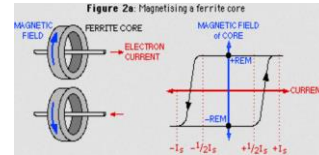


7

Feritové pamäte

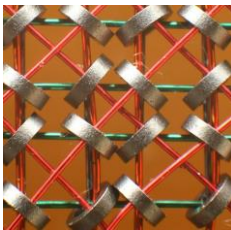


* 1952 na MIT, Jay Forrester



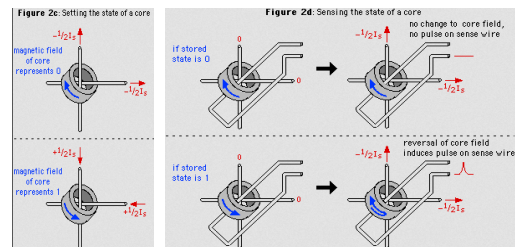
8

Feritové pamäte



9

Feritové pamäte



<https://web.archive.org/web/2011118002956/http://www.cs.ubc.ca/~hilpert/e/coremem/index.html>

10

Feritové pamäte

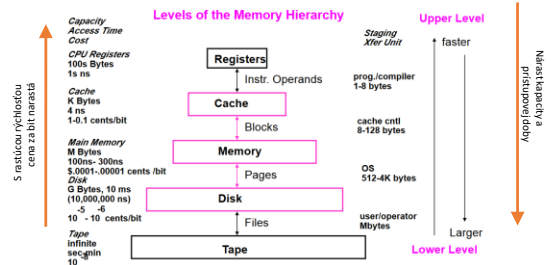


Space Shuttle IBM AP-101B flight computers



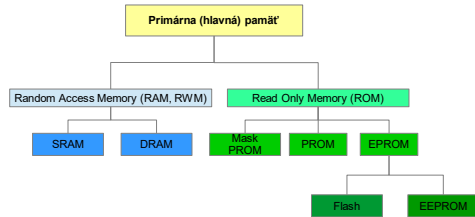
11

Polovodičové pamäte



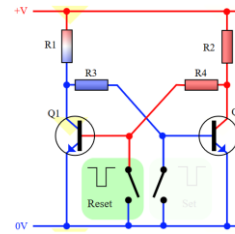
12

Polovodičové pamäte



13

Statická RAM pamäť



14

Statická RAM pamäť

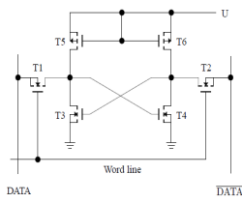
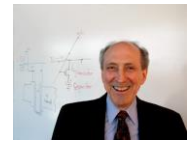
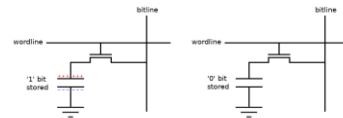


Figure 11: SRAM memory cell with 6 transistors [5]

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

15

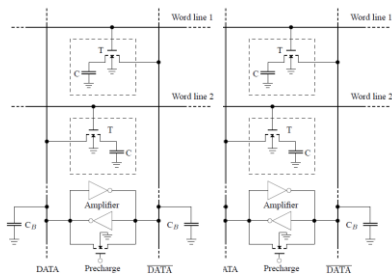
Dynamická RAM



Robert H. Dennard, IBM

16

Dynamická RAM

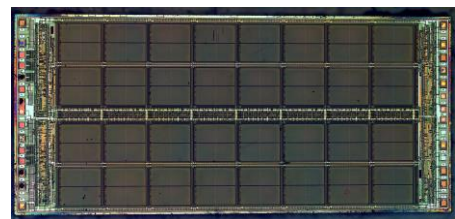


pravidelné obnovenie informácie sa nazýva

REFRESH

17

Dynamická RAM pamäť



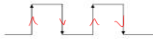
1 megabit: Micron Technology MT4C1024 DRAM

18

Dynamická RAM pamäť

• **SDRAM** (Synchronous Dynamic Random Access Memory) – pamäť používaná ako operačná pamäť počítača. Taktovanie je odvodnené od taktu zbernice. Informácia sa prenáša len na nábožnej 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)

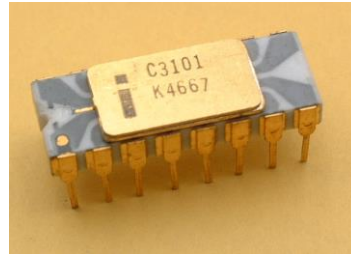
Pamäť vyrobená technológiou CMOS. Má malú spotrebu. Používa sa na uloženie parametrov BIOSu. Po vypnutí býva napájaná z baterky. Často sa CMOS vyrába ako súčasť RTC.

Direct Rambus DRAM (**DDRDRAM**)

Synchronous graphics RAM (**SGRAM**)

19

Statická RAM pamäť



WORK ON 15V RAM (INTEL C3101)
GREET TRACER OLD GOLD
\$449.95
160-24-0000

20



3101, 3101A

16 x 4 BIT HIGH SPEED RAM

• Fast Access Time — 30 nsec max
over 0-75°C Temperature Range
(3101A)

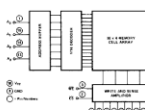
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL



BLOCK DIAGRAM



PIN NAMES

D_3-D_0	DATA INPUTS	$\overline{CS}$	CHIP SELECT INPUT
A_3-A_0	ADDRESS INPUTS	$\overline{O}_3-\overline{O}_0$	DATA OUTPUTS
$\overline{WE}$	WRITE ENABLE	V_{CC}	POWER (+5V)

TRUTH TABLE

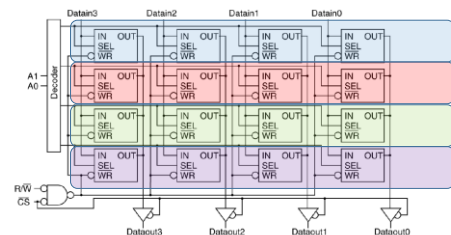
CEP	WE	ENABLE	OUTPUT
$\overline{CS}$	$\overline{WE}$	$\overline{O}_3$	$\overline{O}_2$
$\overline{CS}$	$\overline{WE}$	$\overline{O}_1$	$\overline{O}_0$
$\overline{CS}$	$\overline{WE}$	$\overline{O}_3$	$\overline{O}_2$
$\overline{CS}$	$\overline{WE}$	$\overline{O}_1$	$\overline{O}_0$

21

Pamäť RAM (Random Access Memory)

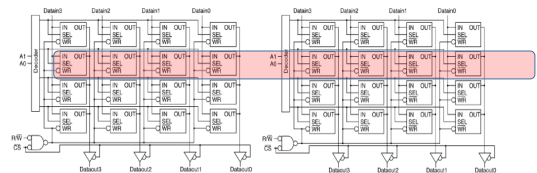
22

Statická RAM pamäť 4x4



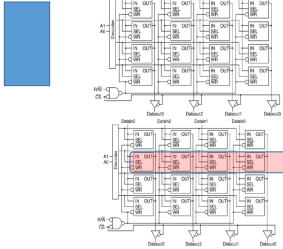
23

Statická RAM pamäť 4x8



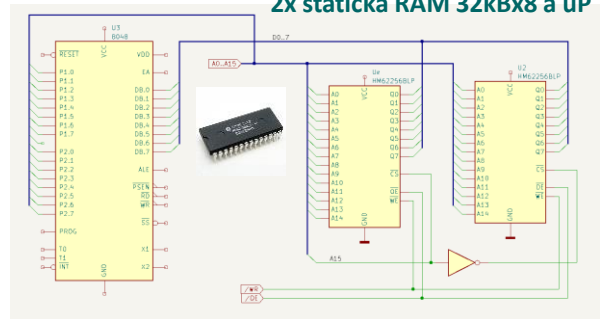
24

Statická RAM pamäť 8x4



25

2x statická RAM 32kBx8 a uP



26

Polovodičové pamäte

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

Technology Trends

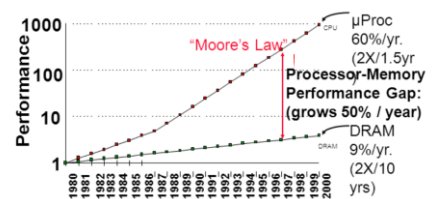
Year	Size	Cycle Time
1980	64 Kb	250 ns
1983	256 Kb	220 ns
1986	1 Mb	190 ns
1989	4 Mb	165 ns
1992	16 Mb	145 ns
1995	64 Mb	120 ns

1000:1!

2:1!

27

Polovodičové pamäte



28

Dynamická RAM pamäť



DDR5-6400 CL32-39-102 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

DDR3 1800...
CL 3 - 3 - 10 → viď obr.
CL - tRCD - tRP - tRAS

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

RAS to CAS Delay (tRCD) = Row Address to Col Address

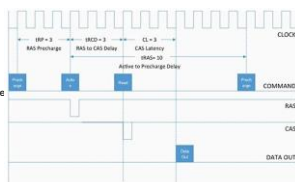
Oneskorenie, kým zmeníme adresu riadku

RAS Precharge (tRP) = Row Access Precharge

Oneskorenie, kým zatvoríme predchádzajúci riadok

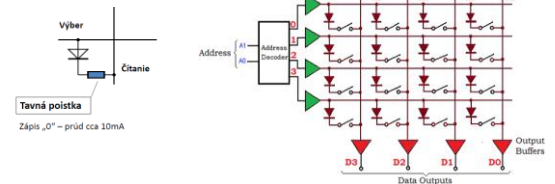
Active to Precharge Delay (tRAS)

Oneskorenie pred začiatkom čítania z iného riadku



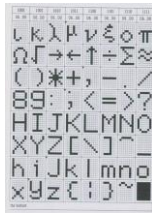
29

Read Only pamäť



30

ROM



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

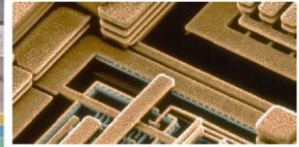
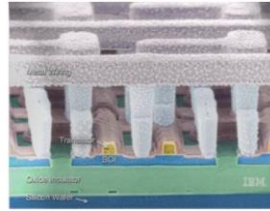


Titan 2 – Intercontinental ballistic missile

PROM was invented in 1956 by Wen Tsing Chow

31

Mask PROM



32

PROM

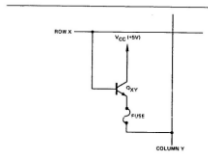


Figure 3. Typical Fuse Cell.

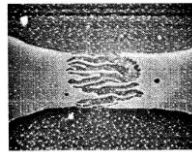
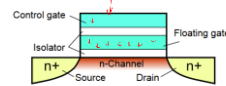


Figure 4. Blown Nidrome Fuse.

33

ROM Floating-gate MOSFET

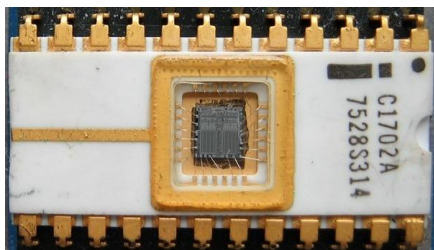
was made by Kahng and Sze, 1967



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

34

EPROM – Intel 1702

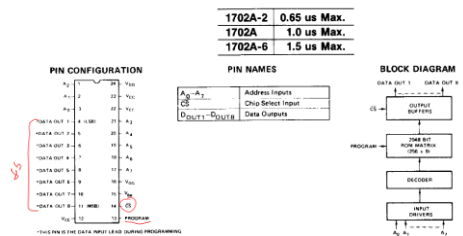


35

intel

1702A

2K (256 x 8) UV ERASABLE PROM



36

EPROM -(Erasable PROM):

- statická, nonvolatile paměť
- informace – elektrický náboj
- mazání (UV žiarlenie – cca 20min)
- programovanie (elektrický) – užívateľ, opakovane - cca 20*



EEPROM, E2PROM - (Electrically EPROM):

- statická, nonvolatile paměť, Podobná EPROM
 - mazanie (elektrické, rádovo mSec)
 - programovanie (elektrický) – užívateľ (cca 100 mSec), opakovane, cca 100*
- Informácia sa uchová cca 10 rokov.
Fujio 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

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*.
- **Priame (DAM – Direct Access Memory)** Informácia – blok má adresu danú fyzickou polohou. Informáciu získame v dvoch krokoch: Priblíženie 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)** – využíva 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.

37

38

Charakteristické parametre pamätí

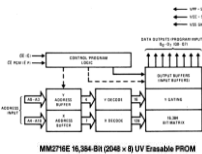
(1/2)

- **Vybavovacia doba** (1ns až 100ms).
Udáva rýchlosť s akou pamäť zapíše alebo vyčítá 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)
 - dynamicke pamäte (DRAM – Dynamic RAM)
- **Deštruktivnosť pri čítaní**
pamäte deštruktívne pri čítaní
pamäte nedeštruktívne pri čítaní

Charakteristické parametre pamätí

(2/2)

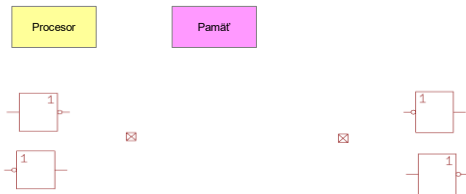
- **Energetická závislosť a nezávislosť**
nonvolatle memory (trvalá pamäť)
volatile memory
 - **Spoľahlivosť**
 - **Cena za bit**
 - **Kapacita pamäte – organizácia**
- Napr:**
EPROM 2716 = 16K bit => 2048 Byte
- EPROM 27256 = 256K bit => vnútorná organizácia 32 K x 8bitov, (32 KB).
 - DRAM 4164 = 64Kb => má vnútornú organizáciu 64 K * 1bit.



39

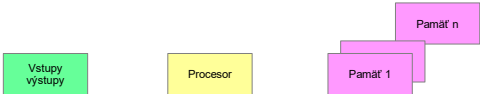
40

Zbernice – obojsmerný V/V



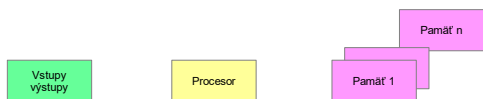
41

Zbernice



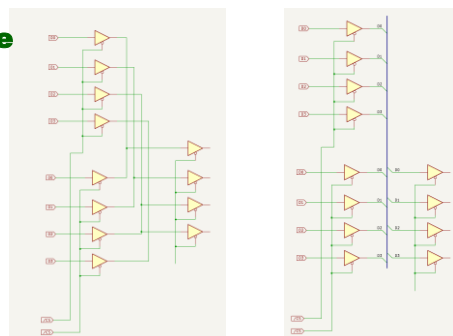
42

Zbernice



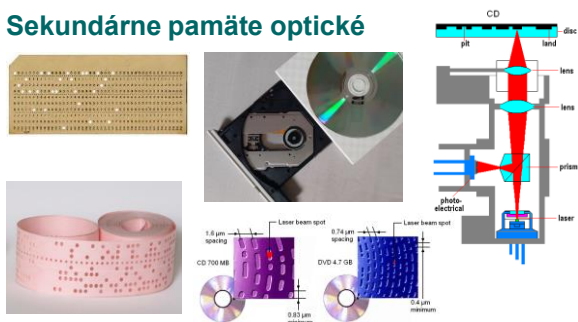
43

Zbernice



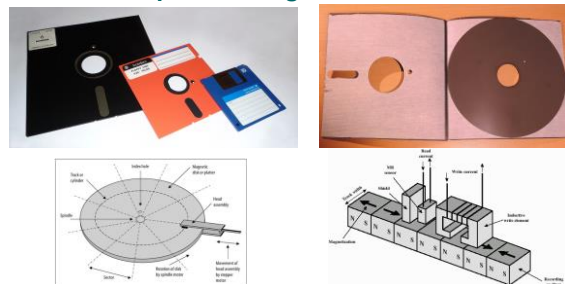
44

Sekundárne pamäte optické



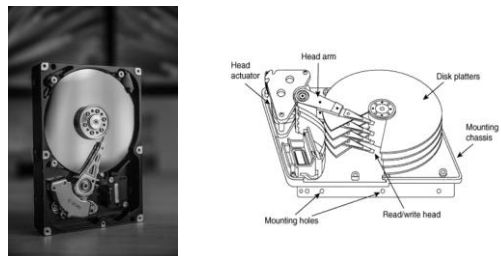
45

Sekundárne pamäte magnetické



46

Sekundárne pamäte magnetické



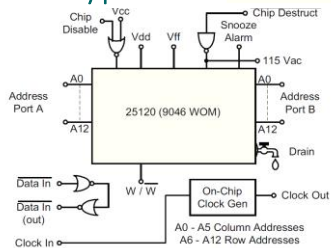
47



1980 - 2024



48



Zhrnutie

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