



1

Ciel'

Vyznať sa v pamätiach,
ich typoch a parametroch



2

Pamät' ako automat



3

Pamät' **slido**



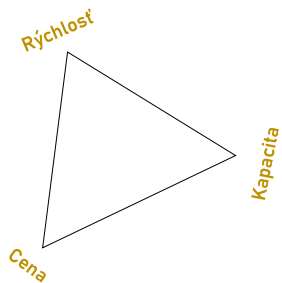
adresa	obsah
0	0000
1	0101
2	1111
3	1101

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



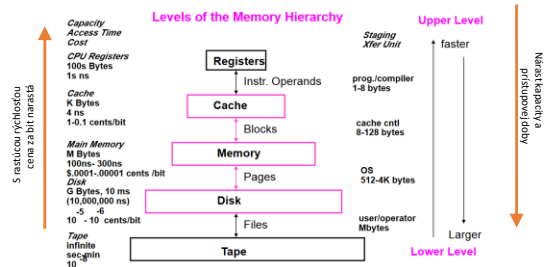
adresa	1	2	3	4	5
0	0000	0101	0000	0000	0101
+5	0101	1111	0101	0101	1111
+10	0000	1101	0000	1111	1101
+15	0101	0101	0101	1101	0101

4



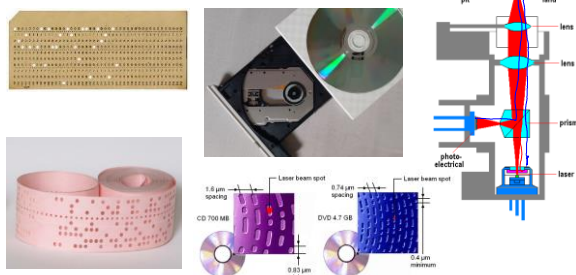
5

Hierarchia pamäti



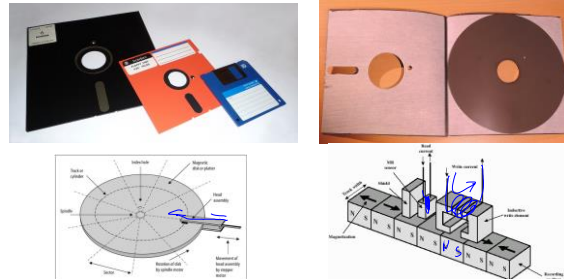
6

Sekundárne pamäte optické



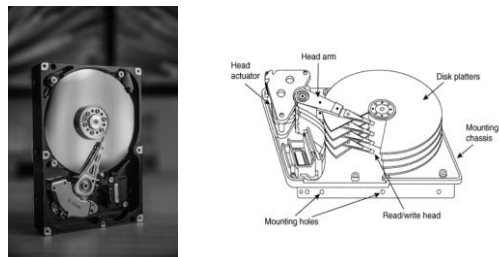
7

Sekundárne pamäte magnetické



8

Sekundárne pamäte magnetické



9

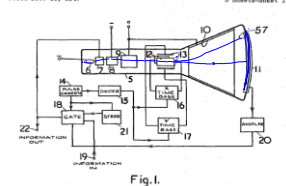


1980 - 2024

10

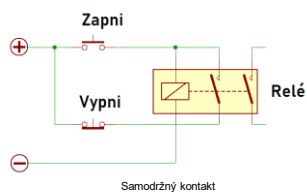
Prvé pamäte

Aug. 30, 1960 F. C. WILLIAMS 2,951,176
APPARATUS FOR STORING TRACES OF PULSES
Filed Dec. 10, 1947 5 Sheets-Sheet 1



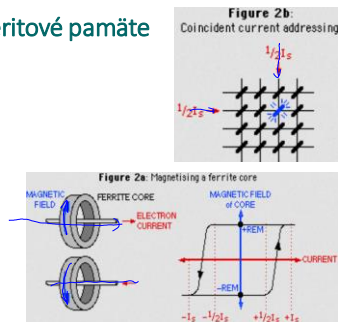
11

Reléové pamäte



12

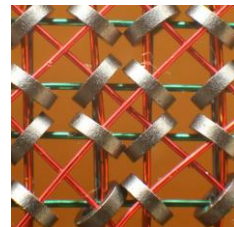
Feritové pamäte



* 1952 na MIT, Jay Forrester

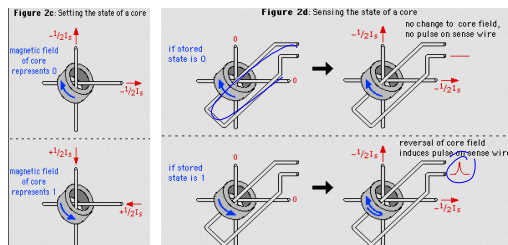
13

Feritové pamäte



14

Feritové pamäte



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

15

Feritové pamäte

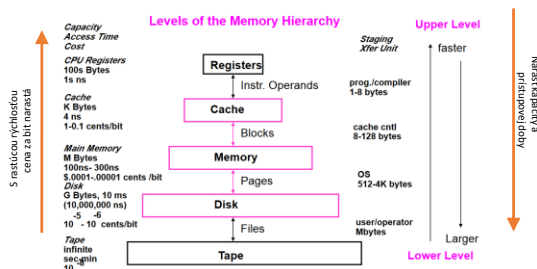


Space Shuttle IBM AP-101B flight computers



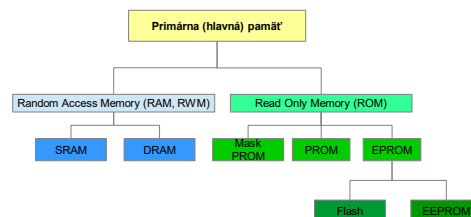
16

Polovodičové pamäte



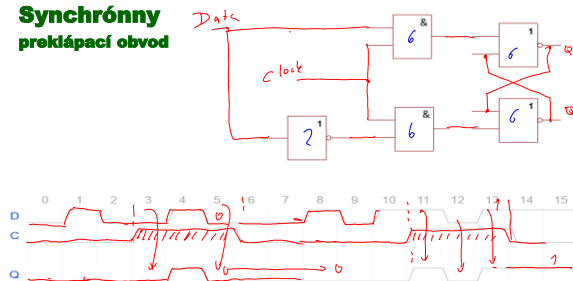
17

Polovodičové pamäte



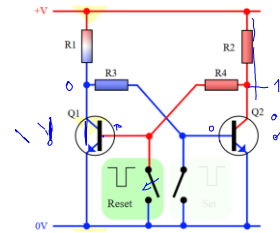
18

Synchrónny preklápačí obvod



19

Statická RAM paměť



20

Statická RAM paměť

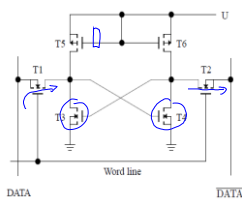
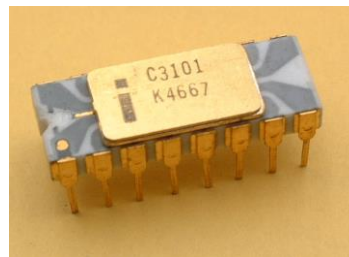


Figure 11: SRAM memory cell with 6 transistors [8]

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

21

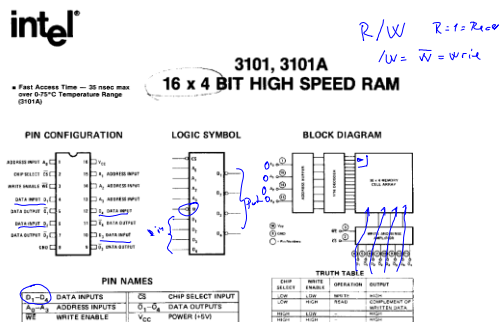
Statická RAM paměť



WORLD'S 1ST RAM INTEL C3101 |
GREY TRACE OLD GOLD
\$449.95
+ \$21.72 shipping

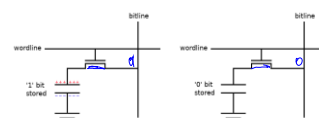
\$99.50	1969	Start of production
\$10	1970	Better chip 1k

22



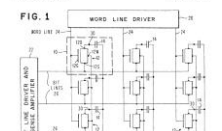
23

Dynamická RAM



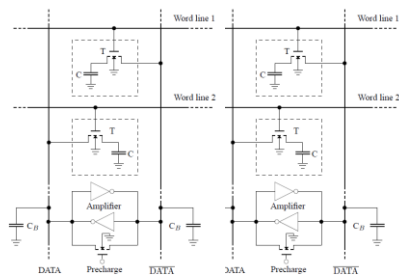
Robert H. Dennard, IBM

June 4, 1968 R. H. DENNARD 3,387,286
FIELD-EFFECT TRANSISTOR ROBOT
Filed July 14, 1967 2 Sheets-Sheet 1



24

Dynamická RAM

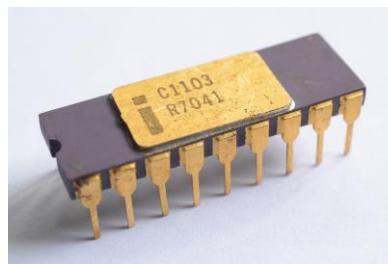


pravidelné obnovovanie informácie sa nazýva

REFRESH

25

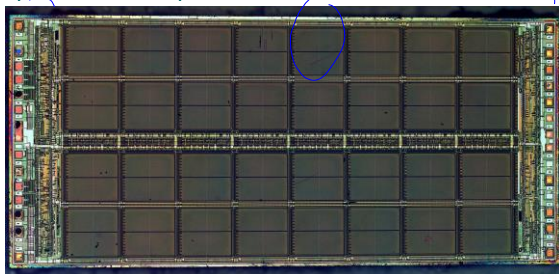
Dynamická RAM pamäť



	1966	Dennard
	1968	patent
\$60	1970	výroba Intel
\$21	1972	best selling chip
\$4	1974	

26

Dynamická RAM paměť



1 megabit: Micron Technology MT4C1024 DRAM

27

Dynamická RAM paměť

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

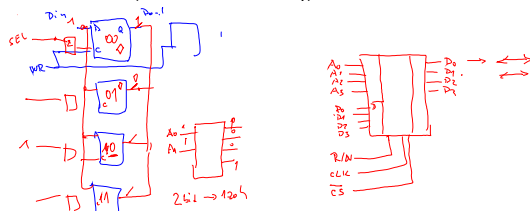


CMOS RAM – malá spotreba, (baterka)
Pamäť vyrobená technológiou CMOS. Má malú spotrebu. Používa sa na uloženie parametrov BIOSu. Po vypnutí býva napájaná z baterky. Často sa CMOS vyrába ako súčasť RTC.

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

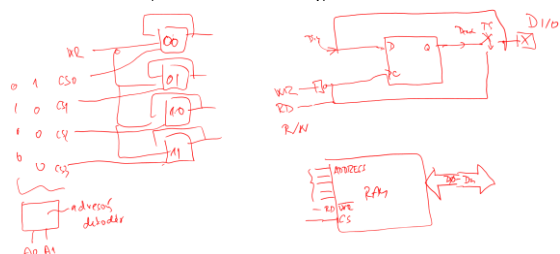
28

Pamät' RAM (Random Access Memory)



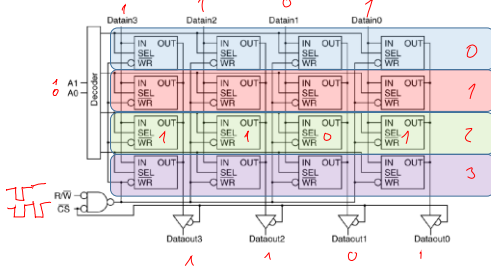
29

Pamäť RAM (Random Access Memory)



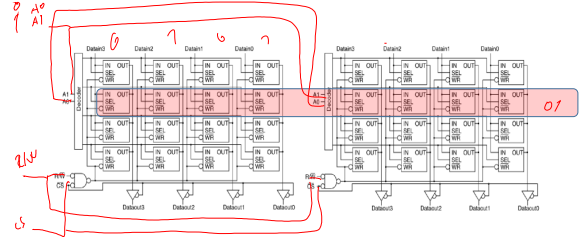
30

Statická RAM paměť 4x4



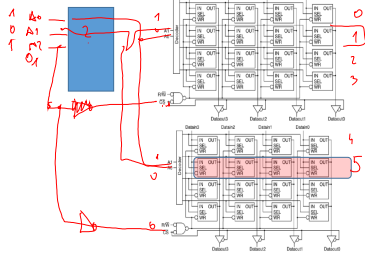
31

Statická RAM paměť 4x8



32

Statická RAM paměť 8x4



33

Polovodičové paměte – vývoj

Rok	Kapacita	Rychlost	Cena
1980	64 kB	250 ns	1,50 \$/kB
1990	1 MB	80 ns	0,10 \$/kB
2000	128 MB	40 ns	0,01 \$/kB
2010	1 GB	16 ns	?
2020	8 GB	10 ns	6 € / GB ?
2025	16 GB	sl. do 1 ns	0,4 € / GB ?

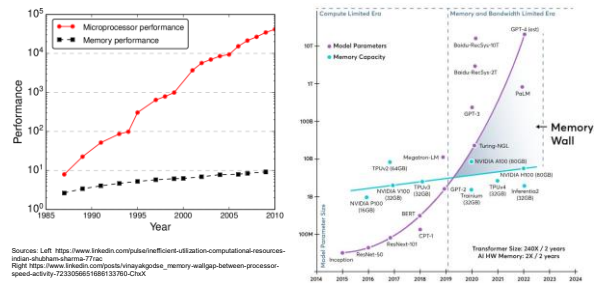
Aké typické paměte sa používali v danom období?

34



35

Polovodičové paměte – performance gap



36



37

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

DDR3 -1800... -> 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

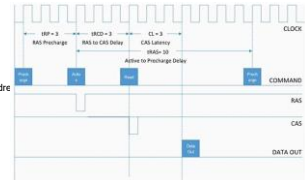
- Oneskorenie, kým zmeníme adresu riadku

RAS Precharge (tRP) = Row Access Precharge

- Oneskorenie, kým zatvoríme predchádzajúci riadok

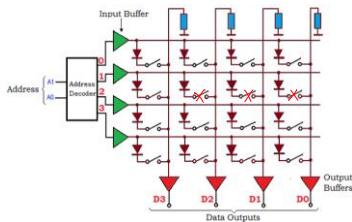
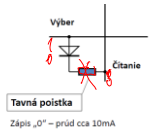
Active to Precharge Delay (tRAS)

- Oneskorenie pred začiatkom čítania z iného riadku



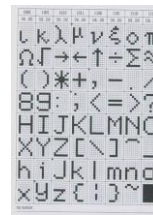
38

Read Only pamäť



39

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

40

PROM

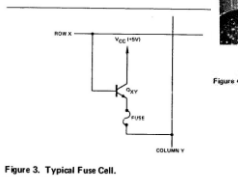


Figure 3. Typical Fuse Cell.

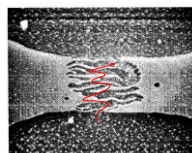
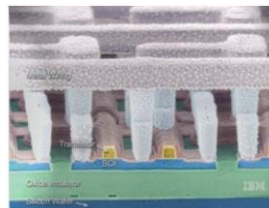


Figure 4. Blown Niobium Fuse.

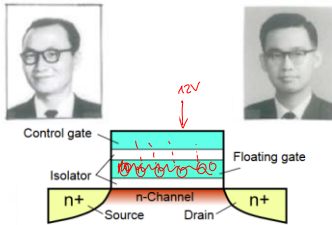
Mask PROM



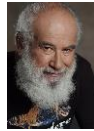
41

42

Reprogramovateľné pamäte ROM

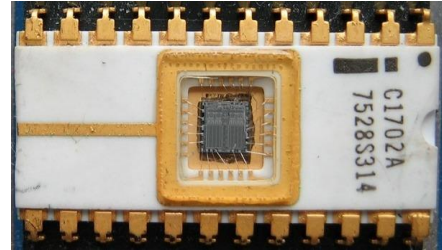


Floating-gate MOSFET was made by Dawon Kahng (left) and Martin Atalla (right), 1967 Bell Labs



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

EPROM – Intel 1702

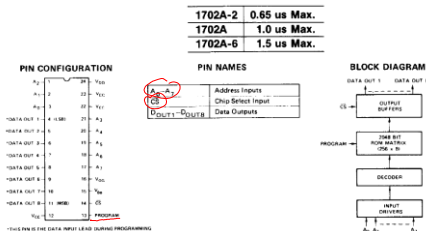


43

44



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



EPROM -(Erased PROM):

- statická, nonvolatila pamäť
- informácia – elektrický náboj
- mazanie (UV žiarenie – cca 20min)
- programovanie (elektrický) – užívateľ, opakovane - cca 20*



EEPROM, E2PROM - (Electrically EPROM):

- statická, nonvolatila pamäť, 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

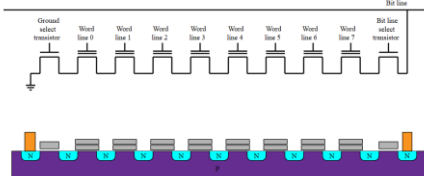
Flash – EPROM:

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

45

46

NAND FLASH Memory



舛岡 富士雄

Fujio Masuoka

1984 Toshiba Inc.
1986 NAND chips available
1993 Intel NOR FLASH
2000 First USB flash disks
2010 3D NAND FLASH

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*.
- **Prime (DAM – Direct Access Memory)** Informácia – blok má adresu danú fyzickou polohou. Informáciu získame v dvoch krokoch: Približenie sa a sekvenčné dohadzovanie. 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
- **Associative (CAM – Content Access Memory)**. Pamäť s náhodným prístupom. Požadovanú inform. získame pomocou kľúča. K dátam pristupujeme na základe ich obsahu a nie adresy. Sem patria: *Cache pamäte*.

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

47

48

Charakteristické parametre pamäti

(1/2)

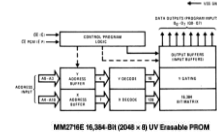
- Vybavovacia doba** (1ns až 100ms).
Udáva rýchlosť s akou pamäť zapíše alebo vyhľadá procesorom zadané dáta.
- Prístupová doba**
Pre pamäte RAM je to doba medzi zadaním operácie **read** alebo **write** až po jej vykonanie.
Pre nie RAM pamäte je to čas, za ktorý čítací a zápisový mechanizmus dosiahne 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

49

Charakteristické parametre pamäti

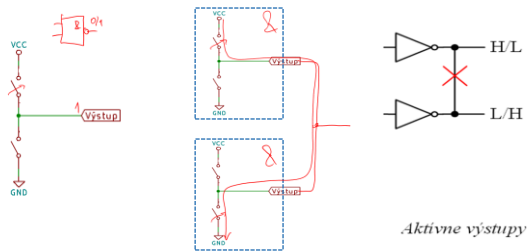
(2/2)

- Energetická závislosť a nezávislosť**
nonvolatile memory (trvalá pamäť)
volatile memory
- Spôľahlivosť**
- Cena za bit**
- Kapacita pamäte – organizácia**
Např.
EPROM 2716 = 16K bit => 2048 x 8 bit (2kB)
EPROM 27256 = 256K bit => vnútorná organizácia 32 K x 8bitov, (32 kB).
DRAM 4164 = 64Kb => má vnútornú organizáciu 64 K x 1bit.



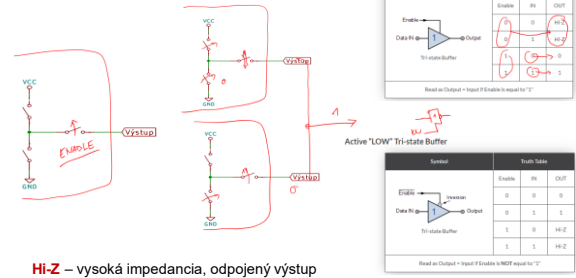
50

Výstupy – spájanie



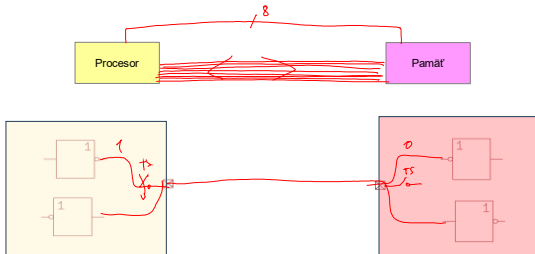
51

Trojstavový výstup



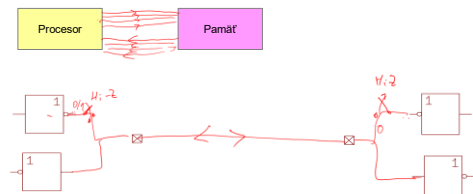
52

Zbernica – obojsmerný V/V



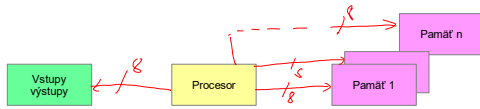
53

Zbernica – obojsmerný V/V



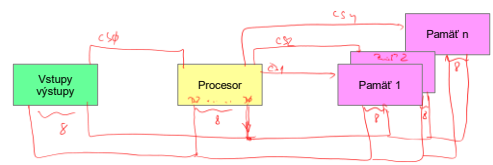
54

Zbernice



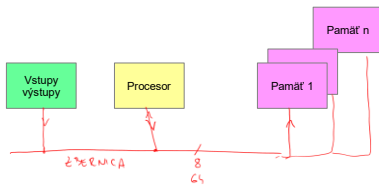
55

Zbernice – trojstavový výstup



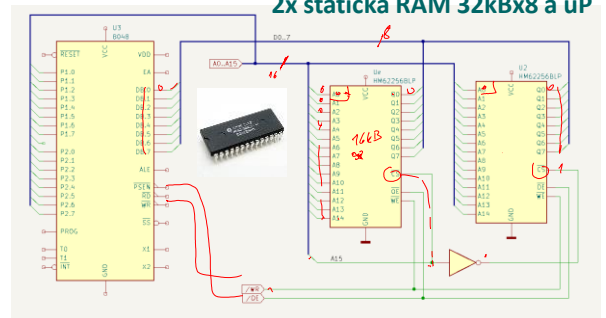
56

Zbernice – trojstavový výstup

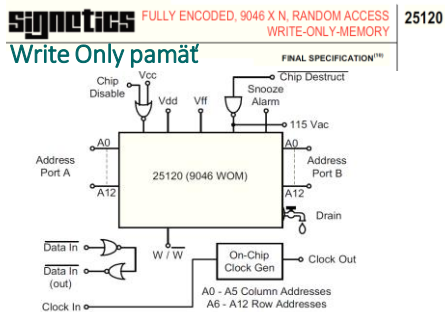


57

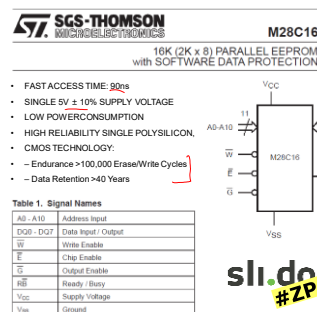
2x statická RAM 32kBx8 a uP



58



59



60

Ako ste pochopili pamäte? Rozumiete signálom na obrázku?

Skoro všetko, vedela by som to aj vysvetliť iným. 😊
 Väčšinu som pochopila, viem vysvetliť myšlienku. 😊
 V princípe rozumiem, ale niektoré časti sú mi nejasné. 😊
 Rozumiem len časti, väčšinu si ešte musím našťudovať. 😊
 Stratila som sa – bolo to príliš rýchle alebo nejasné. 😊

slido
#ZPOC
Spätná väzba

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*