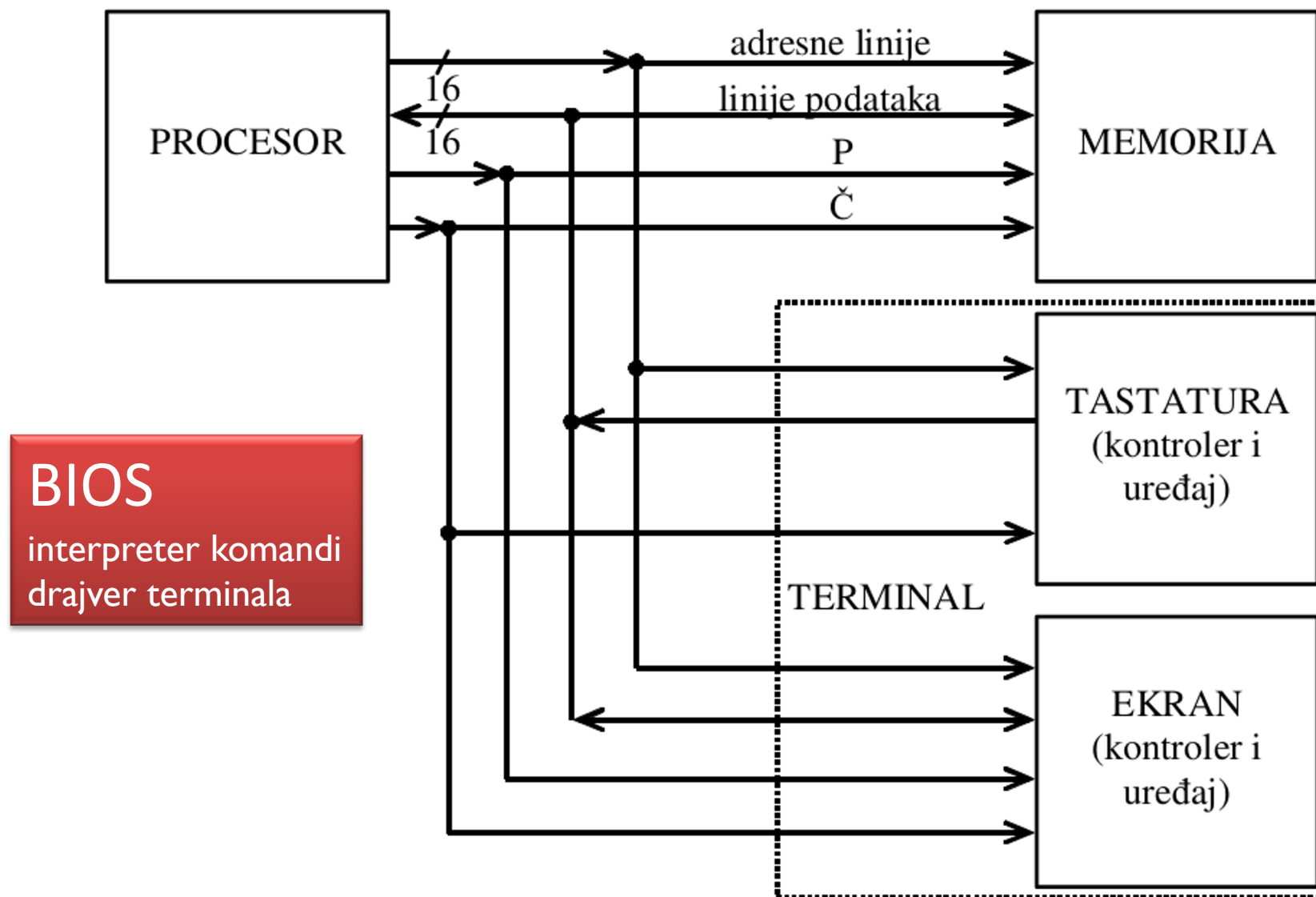


Vrste memorije

Računar Koncept sa terminalom



Vrste memorije

Poluprovodničke

- Narušive (engl. *volatile*) – RAM (Random Access Memory)
 - SRAM (tipično za keš), DRAM, DDR, GDDR...
- Nenarušive (engl. *non-volatile*) – ROM (Read-Only Memory)
 - PROM, EPROM, EEPROM, FLASH

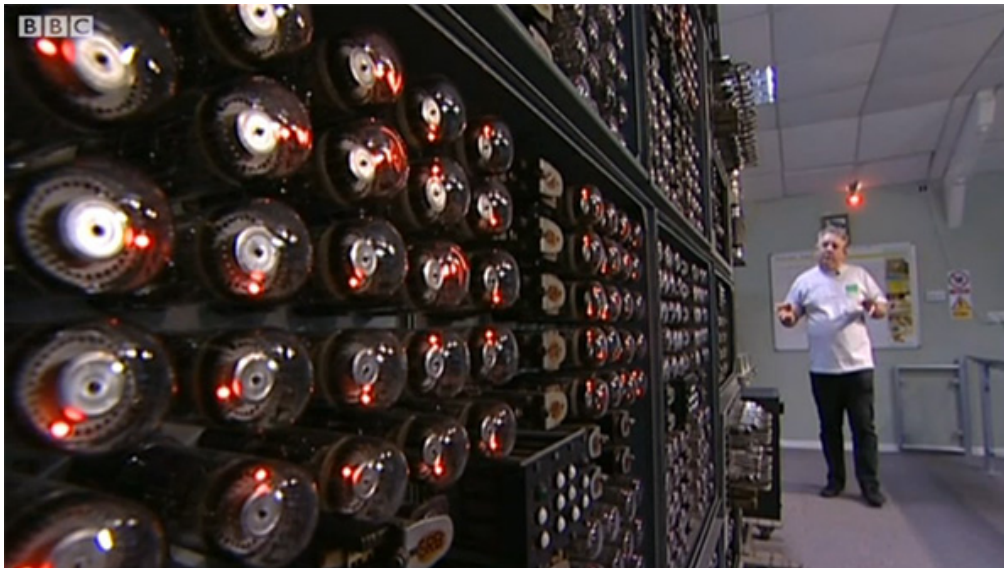
Magnetne

- Hard disk
- Floppy disk

Williams-ova cev, 1946

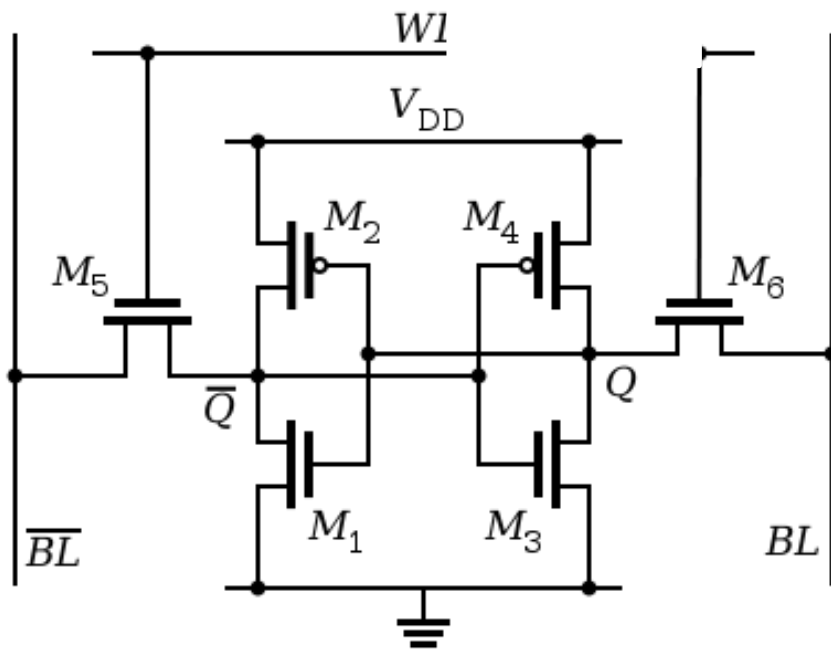


Dekatron cev, WITCH, 1949

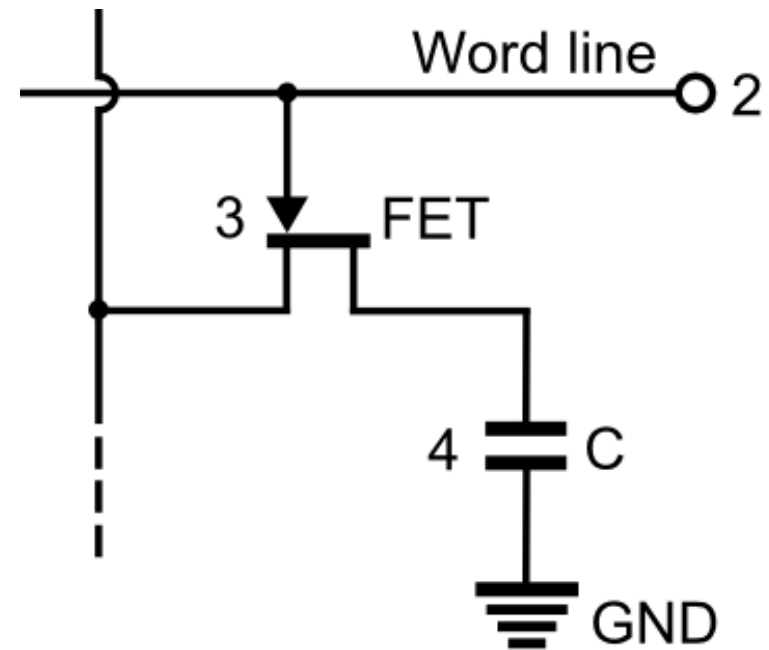


SRAM i DRAM

SRAM ćelija (6 tranzistora)



DRAM ćelija
(1 tranzistor i 1 kondenzator)



Hard disk

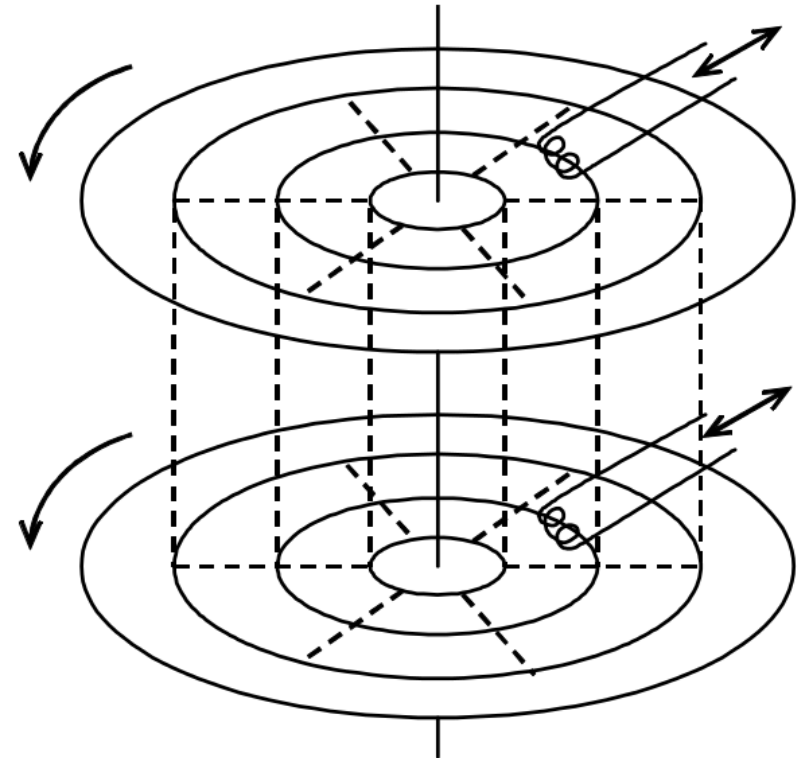
Jedna ili više **ploča**

- više koncentričnih **staza**
- staze se dele na **sektore**

Glava za čitanje i pisanje

Rad sa diskom

- jedinica čitanja i pisanja je **blok** sa jednim ili više sektora
- bafer za bar 1 blok



Poređenje memorija

Hard disk

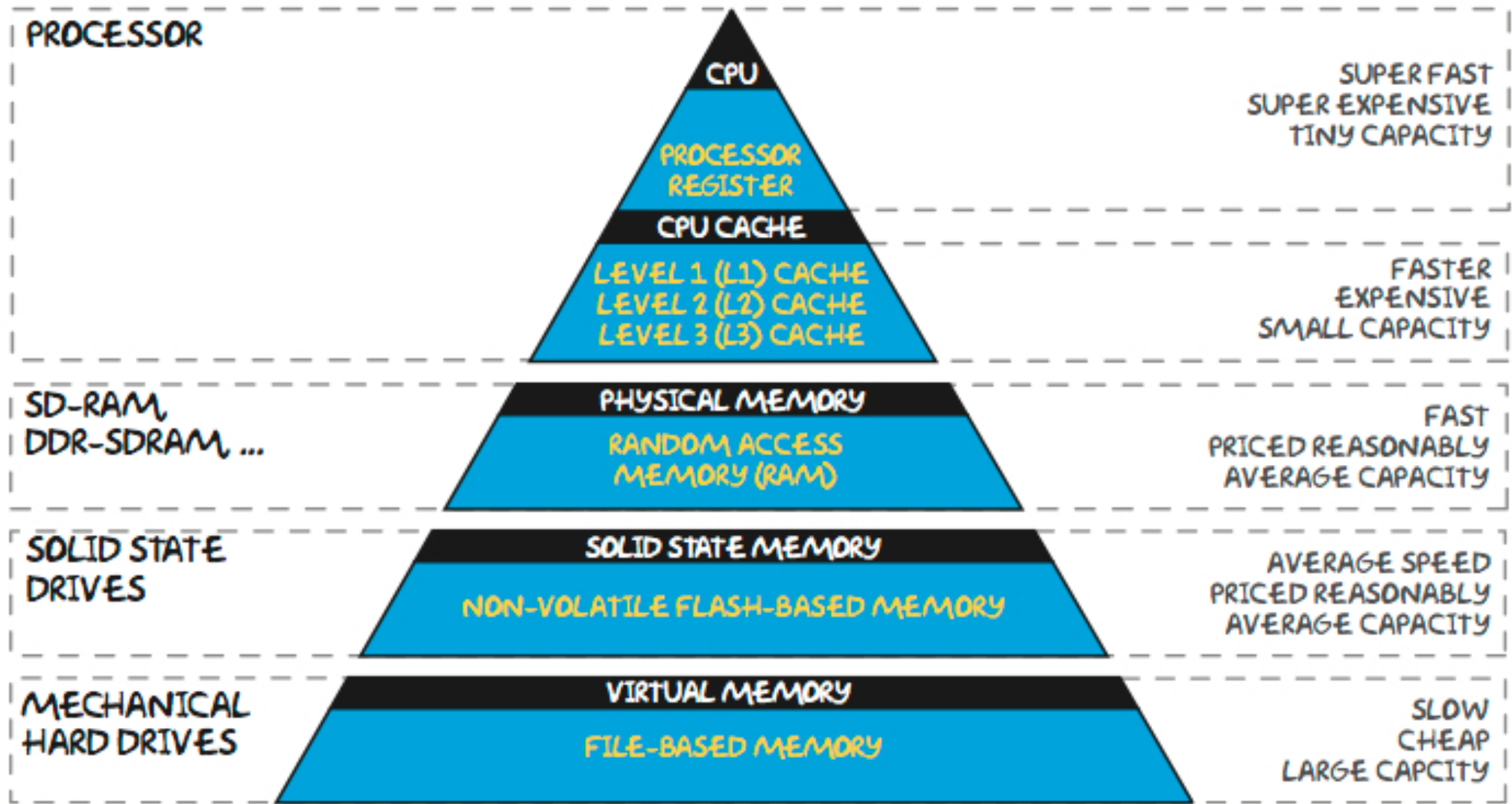
- veliki kapacitet
- mala brzina
- trajno pamćenje

RAM

- manji kapacitet
- velika brzina
- pamćenje dok ima napona

Radna (RAM) i masovna (HD) memorija

Hijerarhija memorije



Izvor: <http://computerscience.chemeketa.edu/cs160Reader/ComputerArchitecture/MemoryHierarchy.html>

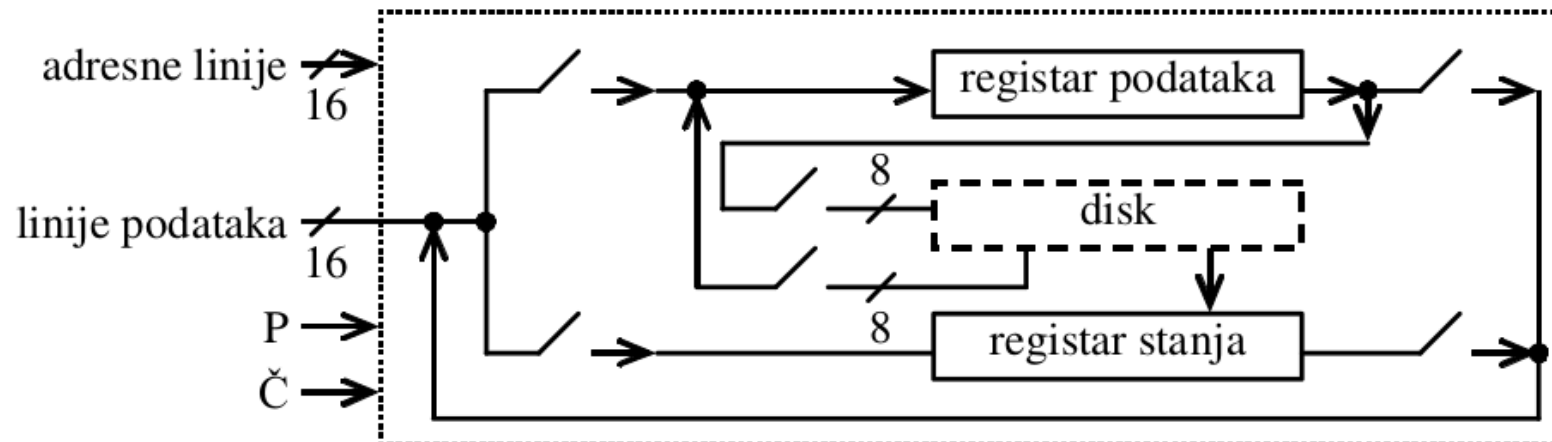
Kontroler diska

Prenos bajta ka disku i od diska

Prenos broja staze i broja sektora

Registar stanja

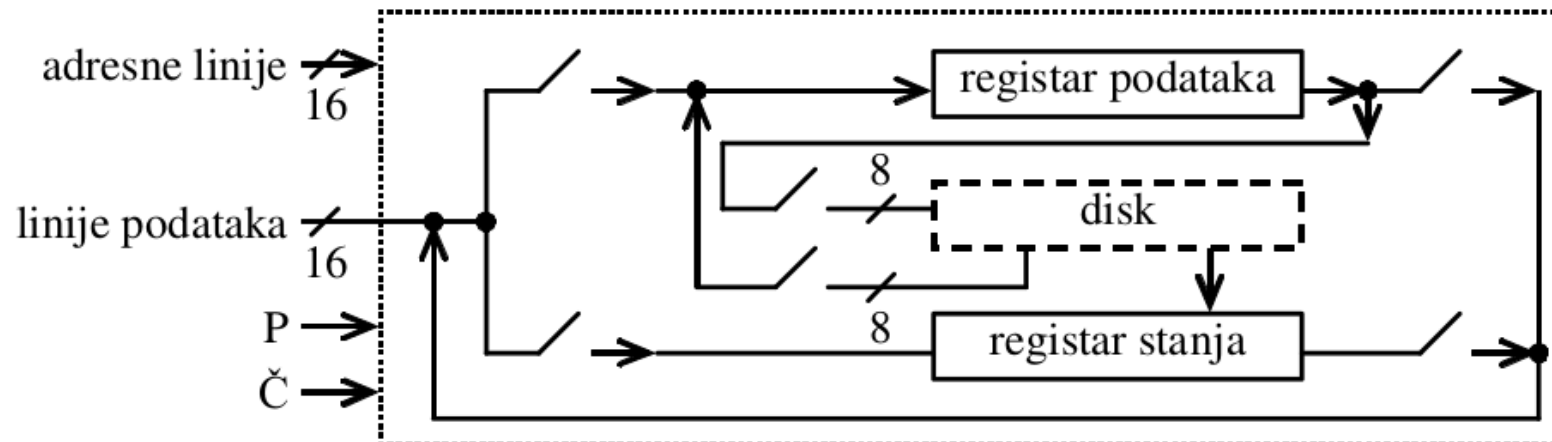
- bit 0 – komunikacija je moguća
- bit 1 i 2 – smer slanja podatka (na disk/sa diska)



Kontroler diska

Postupak:

1. Procesor postavlja smer prenosa
2. Prenos broja staze
3. Prenos broja sektora
4. Prenos bloka bajt po bajt



Drajver diska

Drajver diska brine da pristup registrima kontrolera diska bude u skladu sa pravilima upotrebe

Pretvara redni broj bloka u broj staze i sektora

Ima 2 potprograma:

- **ulazna operacija** (čitanje sadržaja bloka – adresa ulaznog bafera programa i broj bloka)
- **izlazna operacija** (pisanje sadržaja bloka – adresa izlaznog bafera programa i broj bloka)

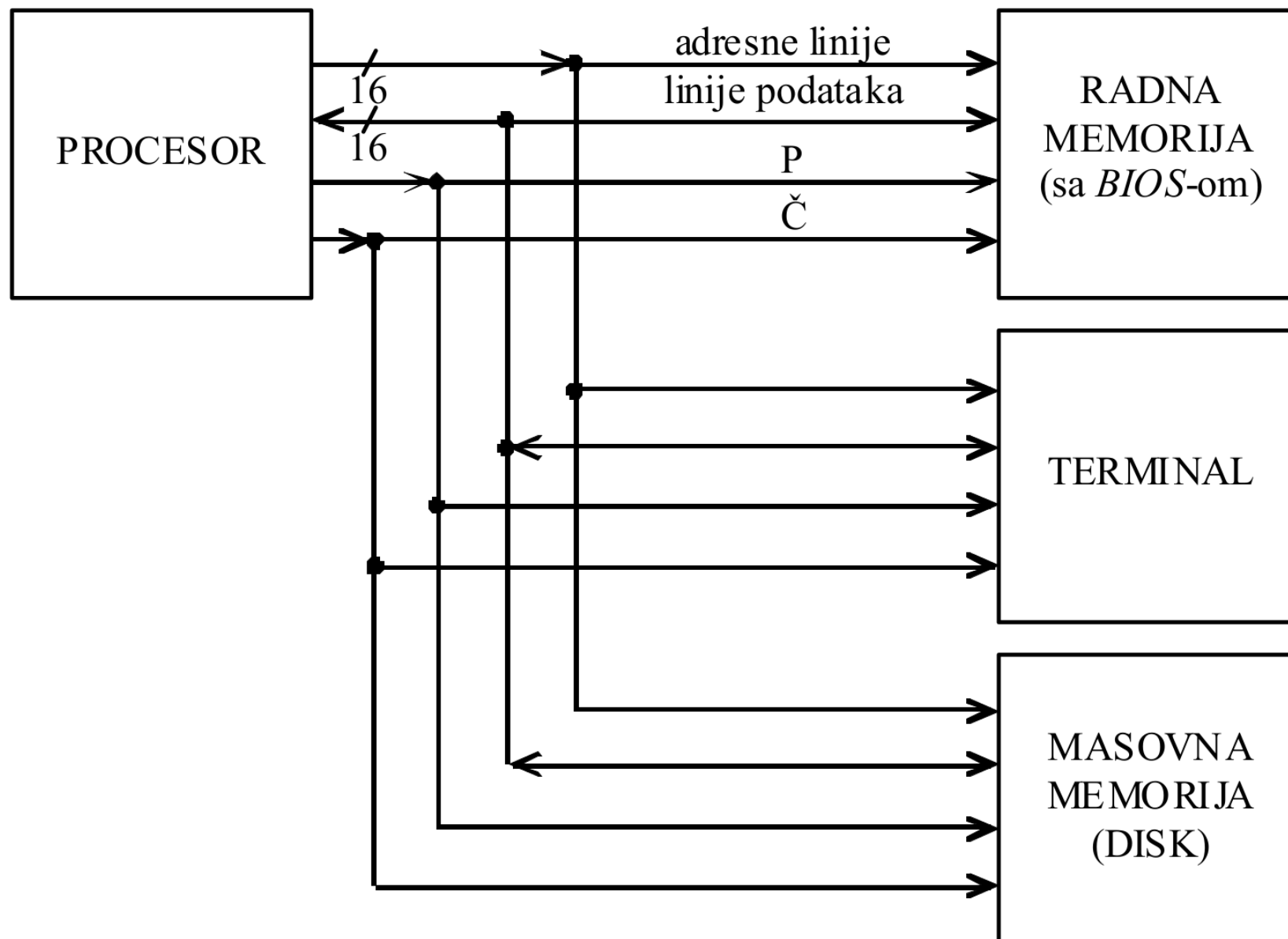
Drajver diska

Prošireni interpreter i BIOS

```
komanda -> P razmak broj razmak broj
           |Č razmak broj
           |I razmak broj
           |N razmak broj razmak broj
           |S razmak broj razmak broj
```

prošireni interpreter komandi	
drajver terminala	drajver diska

Računar Koncept sa masovnom memorijom



(Ne tako) nove tehnologije

MRAM (engl. *Magnetoresistive Random-Access Memory*)

- 1 bit – dve feromagnetne ploče razdvojene izolatorom
- još uvek nedovoljno razvijena za široku upotrebu
- današnji vodeći operativni sistemi nemaju podršku

SSD (engl. *Solid State Disk*)

- Flash memorija sa hard disk interfejsom
- mnogo brži od magnetnog diska
- još uvek postoje problemi sa ograničenim brojem upisa (nije preporučljivo da se koristiti za swap/pagefile!)
- (Mini) PCIe SSD

Kodovi za otkrivanje i popravku grešaka

Greške u radu sa memorijom

Istraživanje iz 2010, sistem Jaguar, 360TB ECC RAM (engl. Error-Correcting Code)

- greške u radu sa memorijom: 350 u minuti
- skalirano na računar sa 8 GB memorije:
otprilike 1 greška na svaka 2 sata

Google istraživanje iz 2009: oko 5 single-bit grešaka na 8 GB memorije na sat

Manji tranzistori – manje energije za pobudu

Pozadinsko zračenje (mahom od kosmičkih zraka)

Izvori: How To Kill A Supercomputer: Dirty Power, Cosmic Rays, and Bad Solder, *IEEE Spectrum*, 2016; Flipping Bits in Memory Without Accessing Them: An Experimental Study of DRAM Disturbance Errors, Proc. ISCA 2014.

Kodovi za otkrivanje i popravku grešaka

Zasnivaju se na **dodavanju (redundantnih) informacija** u podatak

Dodavanjem **bita provere** (engl. *check bit*) podatku se dobija **kodna reč** (engl. *codeword*)

Svi bitovi kodne reči moraju zadovoljiti neko **pravilo**

Skup kodnih reči je podskup svih kombinacija bitova

Kodovi za otkrivanje i popravku grešaka

Jednostavan način – **bit parnosti** (engl. *parity bit*)

- parna parnost (ukupan broj jedinica je paran)

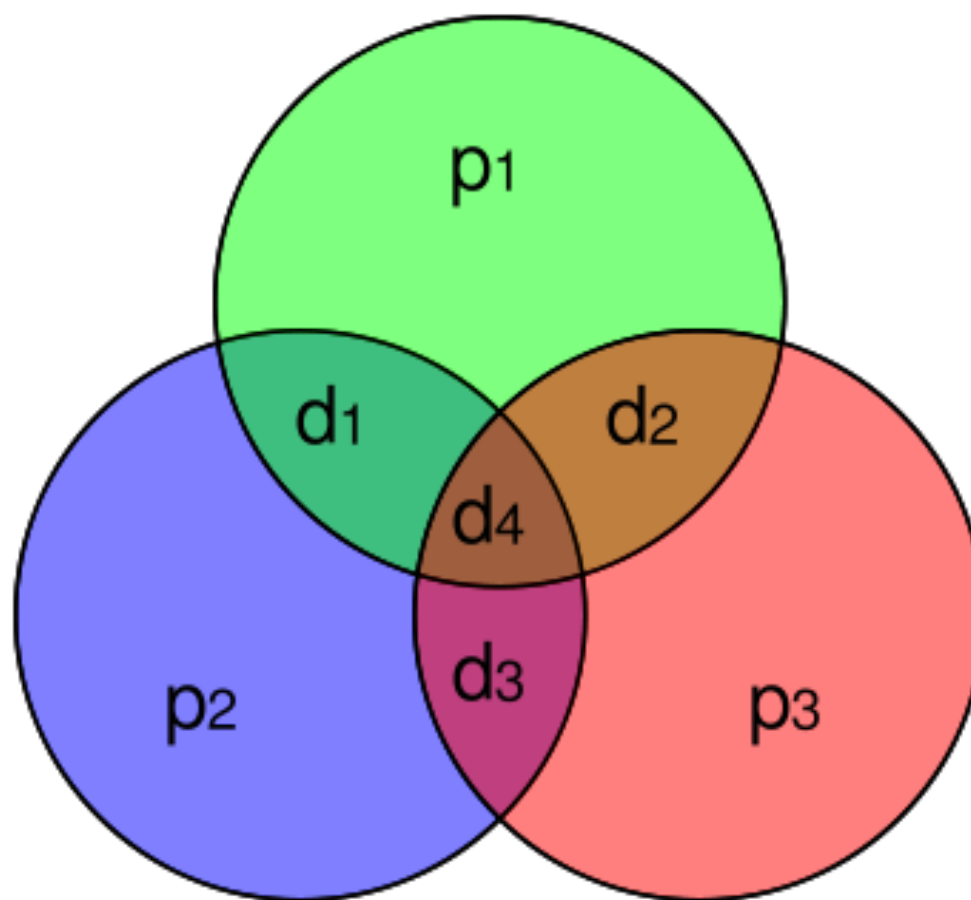
kodne reči	
biti podataka	bit parnosti
00	0
01	1
10	1
11	0

- sve kodne reči se razlikuju u dva bita =>
može detektovati promenu jednog bita

Hamingova udaljenost – broj različitih bitova

Hamingov (7, 4) kod (1950)

Više bita parnosti može omogućiti i korekciju



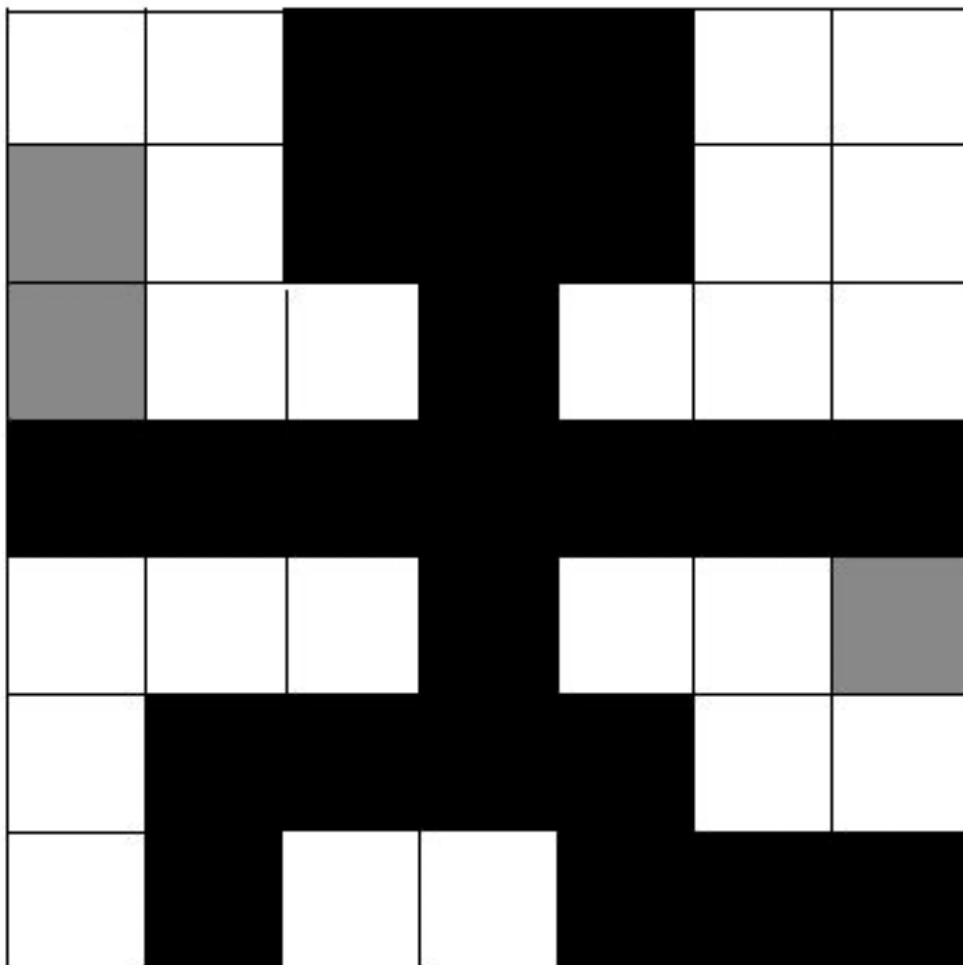
Hamingov (7, 4) kod (1950)

Više bita parnosti može omogućiti i korekciju

	redni brojevi bita kodne reči						
biti parnosti	1	2		4			
biti podataka			3		5	6	7
podskup 1. bita parnosti	→		+		+		+
podskup 2. bita parnosti		→	+			+	+
podskup 3. bita parnosti				→	+	+	+
primer kodne reči	0	1	1	0	0	1	1

1. ako je netačan samo jedan od bita parnosti, tada je on pogrešan
2. ako su netačni bita parnosti 1 i 2, tada je pogrešan bit podataka 3
3. ako su netačni bita parnosti 1 i 4, tada je pogrešan bit podataka 5
4. ako su netačni bita parnosti 2 i 4, tada je pogrešan bit podataka 6, a
5. ako su netačni bita parnosti 1, 2 i 4, tada je pogrešan bit podataka 7

Reed-Muller-ov kod i Mariner 9



000000 – bela

000111 – siva

111111 – crna

Kodne reči:

- dužine 32 bita
- ukupno 64 različitih
- Hamingova distanca 16
(ispravlja do 7 grešaka)

Slika sa 64 nivoa sive – 6 bitova + 26 bitova za ECC

Operativni sistem

Operativni sistem

Rad sa BIOS-om i komandnim režimom oslonjenim na BIOS podrazumeva

- poznavanje šta je zauzeto, a šta slobodno u radnoj memoriji
- poznavanje šta je zauzeto, a šta slobodno u masovnoj memoriji
- poznavanje mašinskog formata naredbi

Operativni sistem

Mnogo je lakše

- čuvati podatke i programe u obliku datoteka
 - datoteke sa podacima
 - datoteke sa programima
- pokretati programe bez ulaženja u detalje kao što su:
 - gde će se program smestiti u memoriji
 - koje naredbe ga čine

Koncept **procesa** (engl. *process*)

- **angažovanje procesora koje daje neki rezultat**

Koncept **datoteke** (engl. *file*)

- **razdvaja upotrebu sadržaja datoteke od načina organizacije**

Struktura operativnog sistema

Modul za rukovanje datotekama

- podržava operacije za rad sa datotekama: stvaranje, brisanje, čitanje, pisanje...
- omogućava razlikovanje datoteka putem naziva
- deskriptor datoteke: sadrži attribute datoteke
 - naziv
 - veličina
 - redni brojevi blokova
 - vreme nastanka, izmene, prava pristupa, ...
 - ...

Struktura operativnog sistema

Modul za rukovanje procesima

- podržava operacije za rad sa procesima: stvaranje, pokretanje, uništavanje
- slika procesa
 - naredbe koje čine program
 - vrednosti promenljivih
 - sadržaj steka
- deskriptor procesa: sadrži attribute procesa
 - broj lokacija za smeštanje
 - evidencija zauzetih lokacija
- inicijalna slika procesa se nalazi u izvršnoj datoteci

Struktura operativnog sistema

Modul za rukovanje radnom memorijom

- neophodan za rad prethodna dva modula
- rukovanje slobodnim i zauzetim lokacijama

Modul za rukovanje kontrolerima

- skup drajvera

modul za rukovanje procesima
modul za rukovanje datotekama
modul za rukovanje radnom memorijom
modul za rukovanje kontrolerima

Iznad OS-a su korisnički programi

Interpreter komandi operativnog sistema

Kada se uvedu datoteke i procesi, više nije poželjno da se

- direktno pristupa lokacijama memorije
- direktno pristupa blokovima na disku

Interpreter ostaje sa samo jednom funkcijom

- **pokretanje zadatog programa** (putem naziva)
 - preuzimanje imena izvršne datoteke
 - modul za rad sa kontrolerima
 - pokretanje programa
 - modul za rukovanje datotekama
 - modul za rukovanje procesima i radnom memorijom

Interpreter komandi operativnog sistema

Spada u korisničke programe

- izvršavanje se oslanja na OS
- OS se prema korisničkim programima odnosi kao prema svojim potprogramima

Dva nivoa korišćenja OS-a

- **interaktivni**
- **programski**
 - pozivanje operacija modula operativnog sistema – **sistemske pozivi**

Sistemske programi

- **editor**
- **makro pretprocesor**
- **prevodilac** (engl. *assembler/compiler*)
- **povezivač** (engl. *linker*)
- **punilac** (engl. *loader*)
- **dibager** (eng. *debugger*)
- pomoćni programi za rad sa datotekama

BIOS i OS

Računar započinje rad izvršavanjem BIOS-a

Inicijalni punilac (engl. *bootstrap loader*)

- obično se nalazi u nultom bloku diska (engl. *boot block*)
 - MBR – *Master Boot Record*
 - GPT – *GUID Partition Table*
- BIOS (nakon početnih inicijalizacija računara) učitava nulti blok, smešta ga u memoriju i pokrene
- puni u radnu memoriju preostale delove OS-a

Više operativnih sistema – *multiboot*