

Memorijski sustav

(Građa računala, Arhitektura i organizacija računarskih sustava, str. 265-309)

- Memorijska hijerarhija
- Osnovne organizacijske i tehnološke značajke memorijskog sustava
- Glavna (primarna) ili radna memorija
- Sekundarna memorija

Memorijska hijerarhija

- memorija ili spremnik (engl. storage) je vrlo važna komponenta računarskog sustava
 - u njoj se pohranjuju instrukcije (programi), podaci, međurezultati i rezultati
 - vrijeme koje se troši na komunikaciji između procesora i memorijske jedinice u velikoj mjeri utječe na **performansu računarskog sustava**

- Procesor i trebao imati **brzi** i neprekidni pristup memorijskoj jedinici **vrlo velikog kapaciteta**

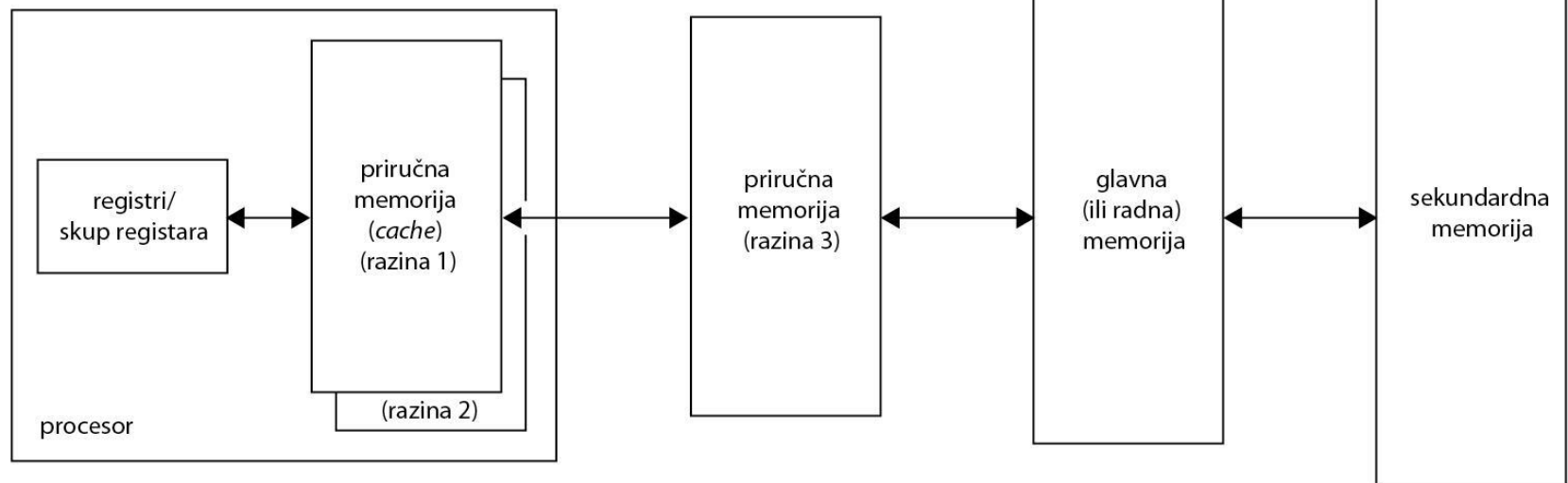
Problem: memorija koja bi radila jednakom brzinom kao i procesor i imala kapacitet nekoliko stotina giga bajtova (GB; giga = 2^{30}) tera bajtova (TB; tera = 2^{40}) znatno bi povećala **cijenu** računarskog sustava /odnos performansa- cijena/

- Odnos između brzine procesora i memorije izražavamo pomoću **latentnosti** ili **vremena odgovora** (vrijeme koje protekne između započinjanja i završetka nekog događaja)
 - odnos latentnosti procesora memorije je 1: (3-5)
(npr. Pentium 4 – 15 ns; memorijski modul DDR SDRAM 52 ns)

Brzina memorije – vrijeme pristupa memoriji (engl. access time)

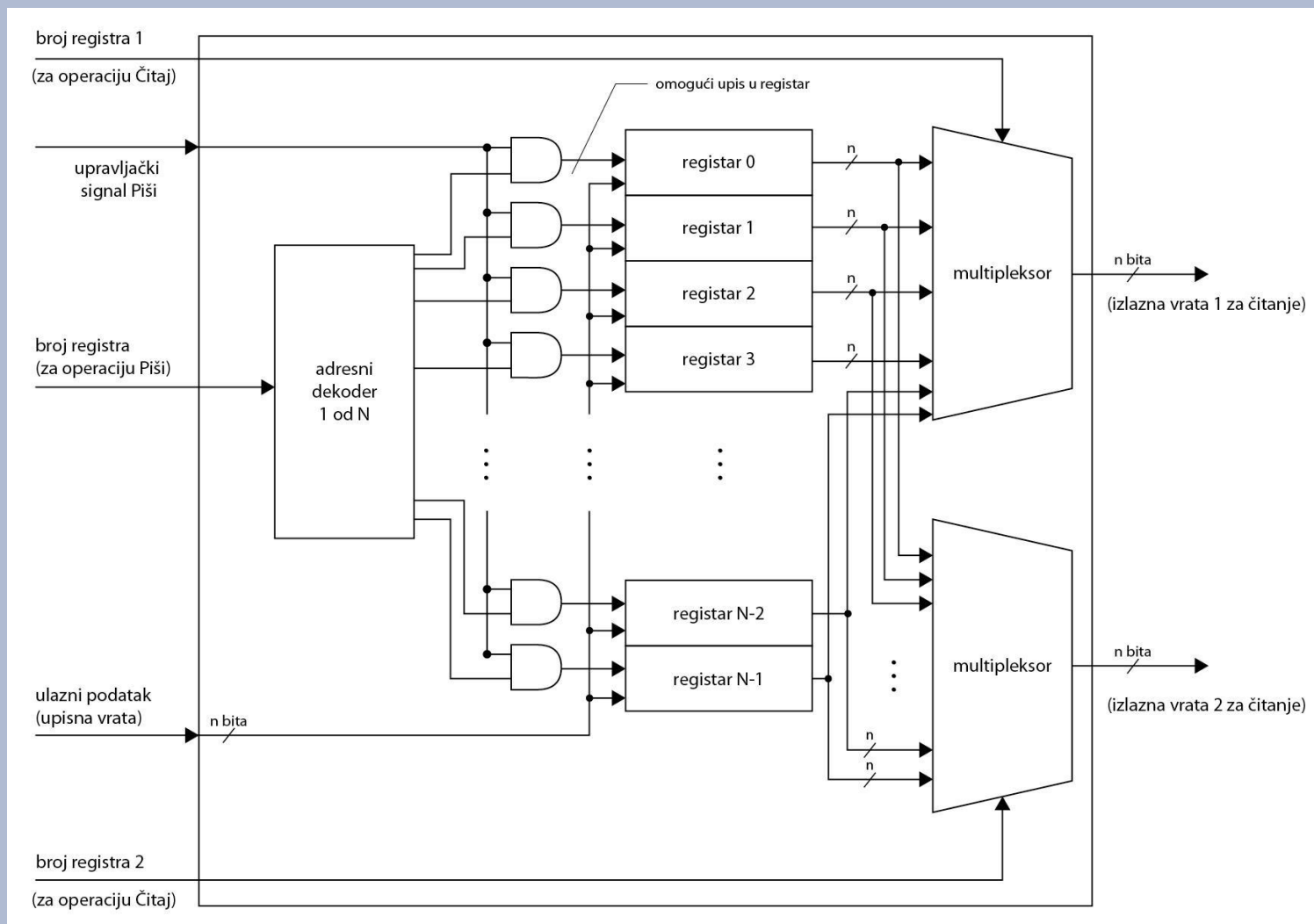
Kapacitet memorije: MB, GB, TB

Na temelju **vremena pristupa, kapaciteta i cijene** memorije u računarskom sustavu mogu se identificirati četiri glavne hijerarhijske razine:



- Registri procesora ili skup registara opće namjene
 - male ekstremno brze, višepristupne memorijske jedinice ostvarene na procesorskom čipu – imaju brzinu istog reda veličine kao i sklopovi procesora a kapacitet od npr. 16 ili 32 pa sve do nekoliko stotina i više riječi
 - registri procesora obično su organizirani kao višepristupna memorijska jedinica koja oblikuje **skup registara opće namjene**

Izvedba skupa registara opće namjene s jednim upisnim vratima i dvojim izlaznim vratima



- Priručna (engl. cache) memorija

- većeg kapaciteta od skupa registara opće namjene ali nije nužno sporija

cache – skrivanje ili skrovito mjesto

- priručna memorija služi za pohranjivanje instrukcija (programskih segmenata) i podataka (podatkovnih segmenata)

razlika između skupa registara opće namjene i priručne memorije!

Priručna memorija organizirana kao:

- memorija za pohranjivanje instrukcija i podataka (I&D cache)
- izdvojena instrukcijska priručna memorija (I cache)
- izdvojena priručna memorija podataka (D cache)

Procesor – I&D cache ili I cache + D cache

Fizički priručna memorija može biti smještena na samom procesorskom čipu (priručna memorija razine 1)

ili izvan procesorskog čipa (priručna memorija razine 2 i 3)

(Tehnologija VLSI dopušta izvedbu sve tri razine priručne memorije na procesorskom čipu)

Kapacitet priručne memorije – od nekoliko desetaka ili stotina KB pa sve do nekoliko MB i više

- Glavna (primarna) ili radna memorija

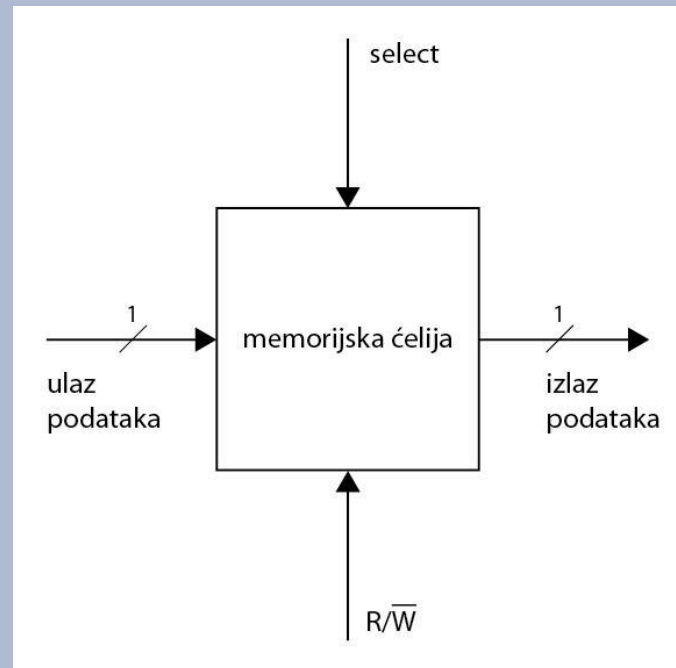
- prilično brza memorija velikog kapaciteta (nekoliko desetaka ili stotina GB) u kojoj se pohranjuju **aktivni programi** i **podaci**
 - izvedena poluvodičkom tehnologijom sličnoj onoj koja se rabi za izvedbu skupa registara opće namjene ili priručne memorije ona je dva do pet puta sporija (veliki kapacitet, fizički “udaljena” od procesora)

VAŽNO: bez obzira na postojanje memorijske hijerarhije u računarskom sustavu, za procesor je mjerodavna jedino slika programa u napredovanju koja se odražava u sadržaju glavne memorije

Tehnologija: statički RAM (SRAM) i **dinamički RAM (DRAM)**

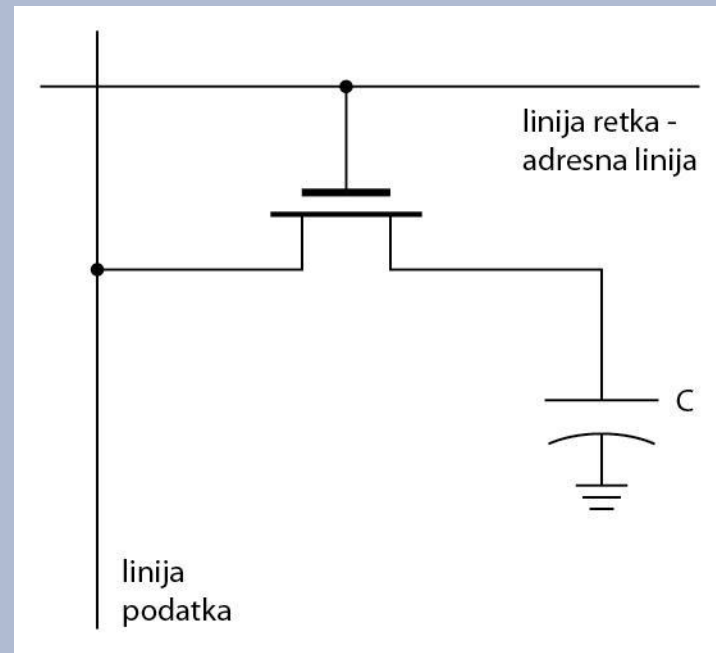
Memorijska ćelija

SRAM ili DRAM



- ima dva stabilna stanja koja se upotrebljavaju za prikaz 1 i 0
- omogućuje upis i pohranu (novog) stanja
- omogućuje čitanje pohranjenog stanja

- Statički se RAM sastoji od polja memorijskih ćelija koje se temelje na bistabilu. SRAM tipično zahtijeva šest tranzistora po bitu pohrane
- Dinamički RAM pohranjuje jednobitni podatak u jednotranzistorskoj memorijskoj ćeliji u obliku naboja u kondenzatoru



SRAM – važna brzina i kapacitet

DRAM – važna cijena po bitu i kapacitet

- gustoća (broj bitova po jedinici površine) DRAM-a je 4 - 8 puta veća u odnosu na SRAM
- SRAM je 30 – 100 puta brži (ali isto toliko puta skuplji!!!)

SRAM – za izvedbu priručnih memorija

DRAM – za izvedbu glavne memorije

Godina	Kapacitet čipa	Vrijeme memorijske periode (ns)
1980.	64 Kb	250
1983.	256 Kb	220
1996.	64 Mb	110
2000.	256 Mb	90
2004.	1 Gb	70
2006.	2 Gb	60

Tablica 9.2. Brzina i kapacitet DRAM za razdoblje od 1980. do 2006.

• Sekundarna memorija

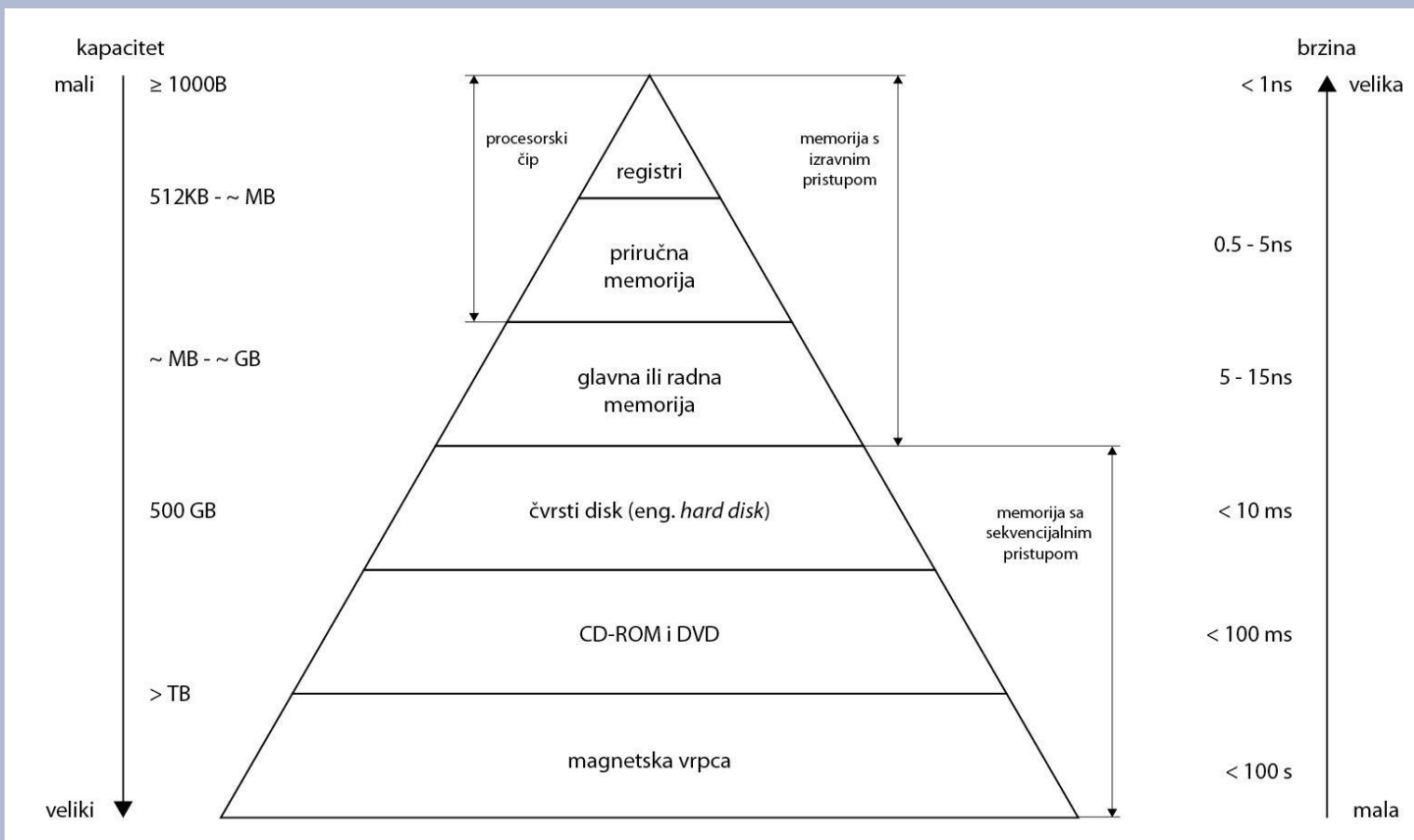
- vrlo velikog kapaciteta (nekoliko stotina GB ili nekoliko TB) ali puno sporija u odnosu na glavnu memoriju (vrijeme pristupa ms)

(magnetski diskovi, magnetske vrpce, optički diskovi)

Razina	1	2	3	4
Vrsta memorije	Registri ili skup registara	Priručna memorija	Glavna ili radna memorija	Sekundarna memorija (jedinica diska)
Kapacitet	< 1 KB	< 16 MB	< 512 GB	> T (tera) B
Tehnologija	Višeulazno-izlazna memorija CMOS	Na procesorskom čipu ili izvan procesorskog čipa realizirana memorija CMOS SRAM	CMOS DRAM	Magnetski disk
Vrijeme pristupa (ns)	0.25 - 0.5	0.5 - 25	50 - 250	5 000 000

Tablica 9.1. Tipične vrijednosti vremena pristupa i kapaciteta memorije za četiri memorijske razine.

Simbolički prikaz memorijske hijerarhije u računarskom sustavu



Kapacitet: C

Cijena: P

Vrijeme pristupa: t

$$C_1 < C_2$$

$$P_1 > P_2$$

$$t_1 < t_2$$

$$C_2 < C_3$$

$$P_2 > P_3$$

$$t_2 < t_3$$

