

Organizacija i arhitektura računala

Poglavlje 2

- Evolucija i performanse računala -

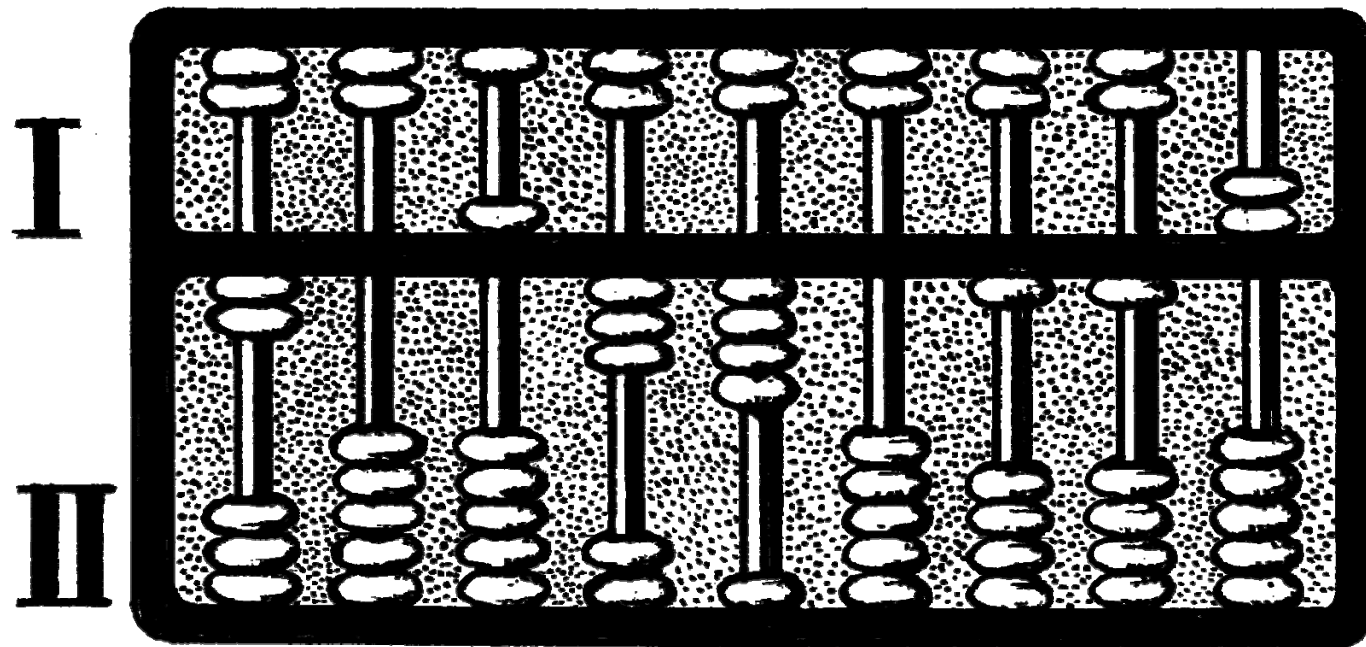
RAZVITAK DIGITALNIH SUSTAVA

OSNOVNI CILJEVI PRI ZASNIVANJU SUSTAVA:

- ⌘ ispunjavanje upravljačke funkcije
- ⌘ pouzdanost pri radu
- ⌘ jednostavno i lako održavanje
- ⌘ niska cijena

Abacus

⌘ kinesko računalo Abacus 1200 g. p.n.e



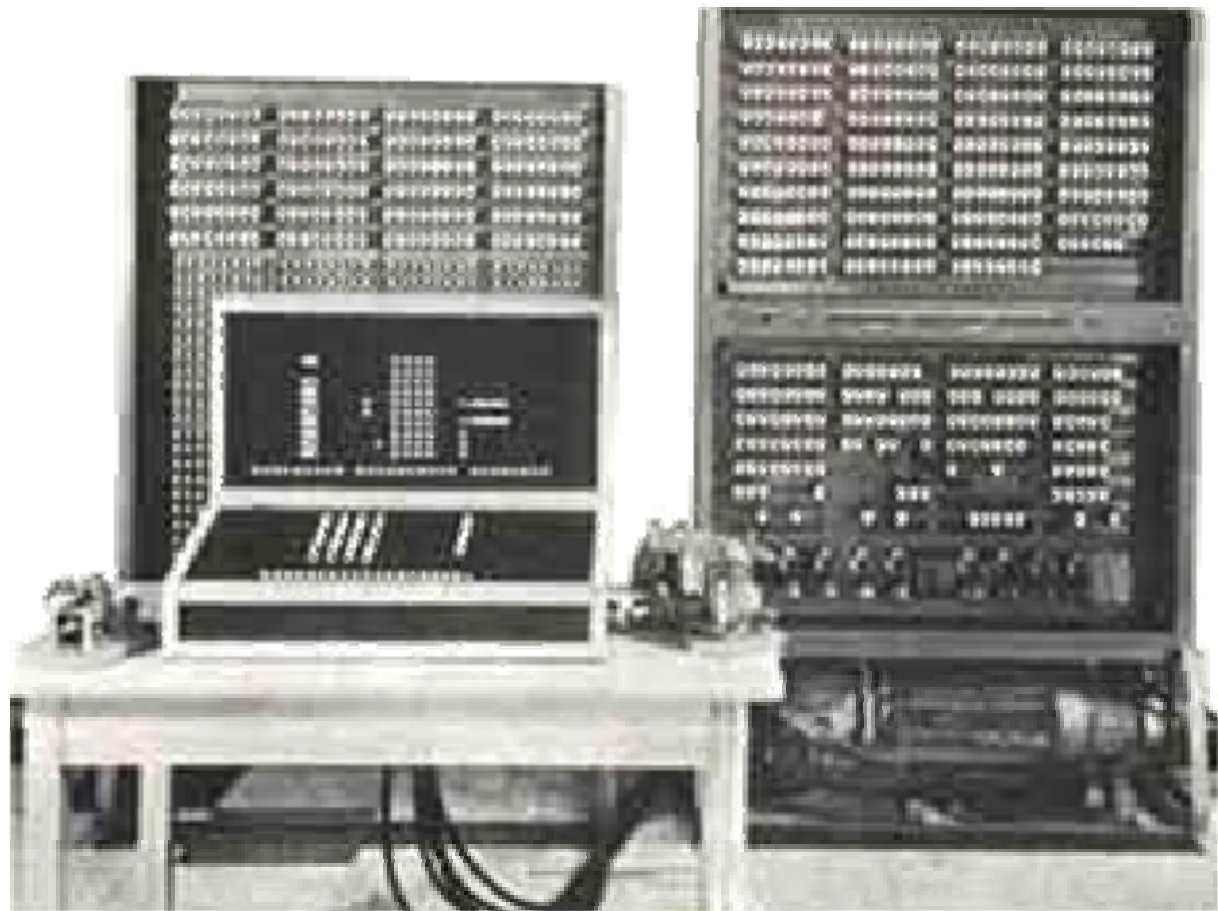
PRVO POKOLJENJE (1941-1956)

Značajke računala prvog pokoljenja:

- ⌘ vakuumske cijevi i živine linije za kašnjenje
- ⌘ magnetski bubanj kao unutrašnja memorija
- ⌘ glavna memorija 1000-4000 bajta
- ⌘ simboličko programiranje na niskoj razini
- ⌘ problemi zagrijavanja i održavanja
- ⌘ perioda reda ms
- ⌘ brzina obrade: 2000 naredbi u sekundi
- ⌘ primjene: znanost, pohrana podataka

PRVO POKOLJENJE (1941-1956)

⌘ Z3 1941 - Konrad Zuse

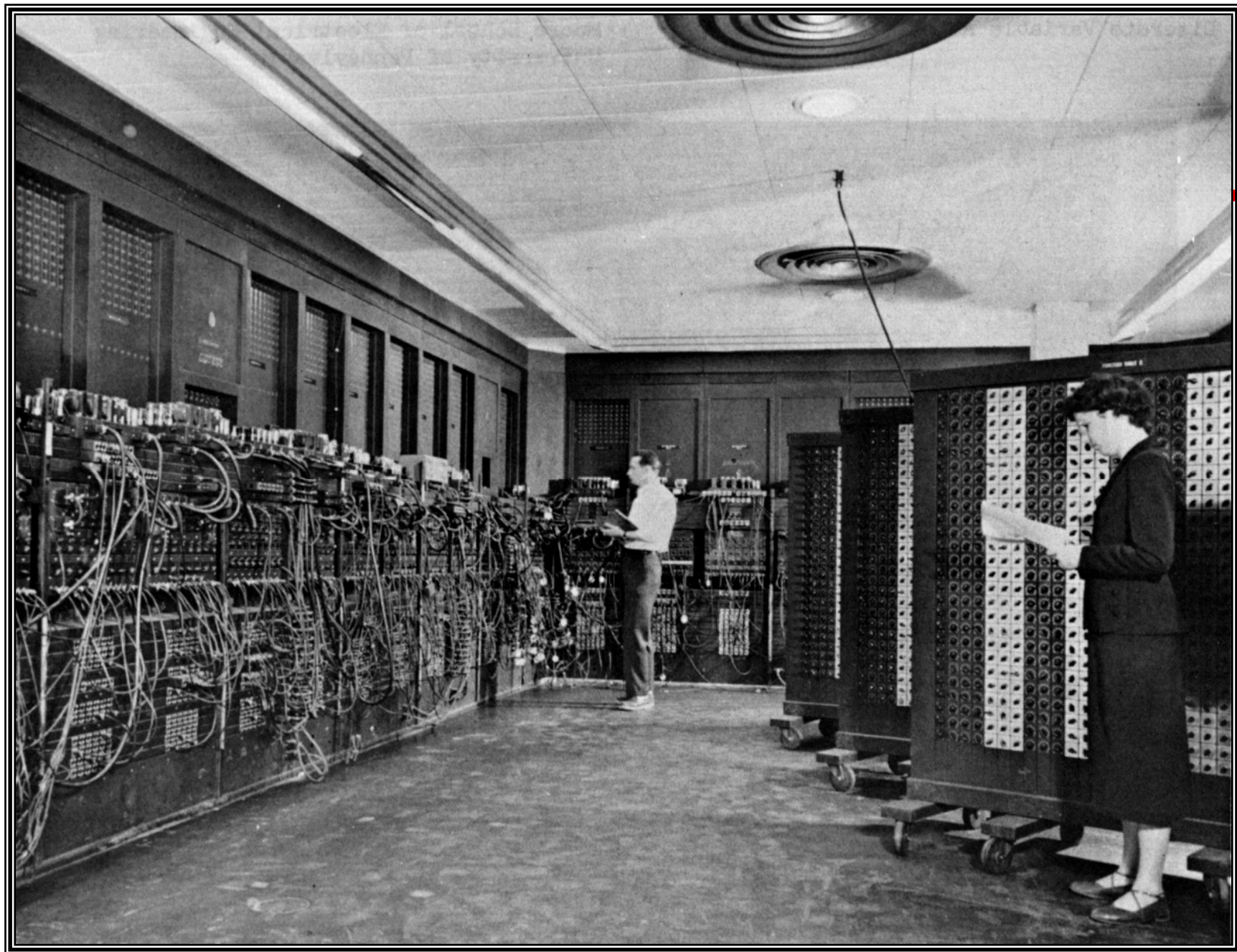


Z3 – u pozadini

- ⌘ uporaba bistabilnih elemenata
- ⌘ polulogaritamsko predstavljanje brojeva (s fiksnim zarezm)
- ⌘ dekadsko-binarna pretvorba
- ⌘ osnovne operacije: I, ILI i negacija
- ⌘ zbrajanje ili oduzimanje u 50 -70 ms

ENIAC – u pozadini...

- ⌘ Electronic Numerical Integrator And Computer
- ⌘ Eckert i Mauchly
- ⌘ University of Pennsylvania
- ⌘ Trajektorijske tablice balističkog oružja
- ⌘ Started 1943
- ⌘ Finished 1946
 - ☒ prekasno završeno, poslije rata
- ⌘ Korišteno do 1955

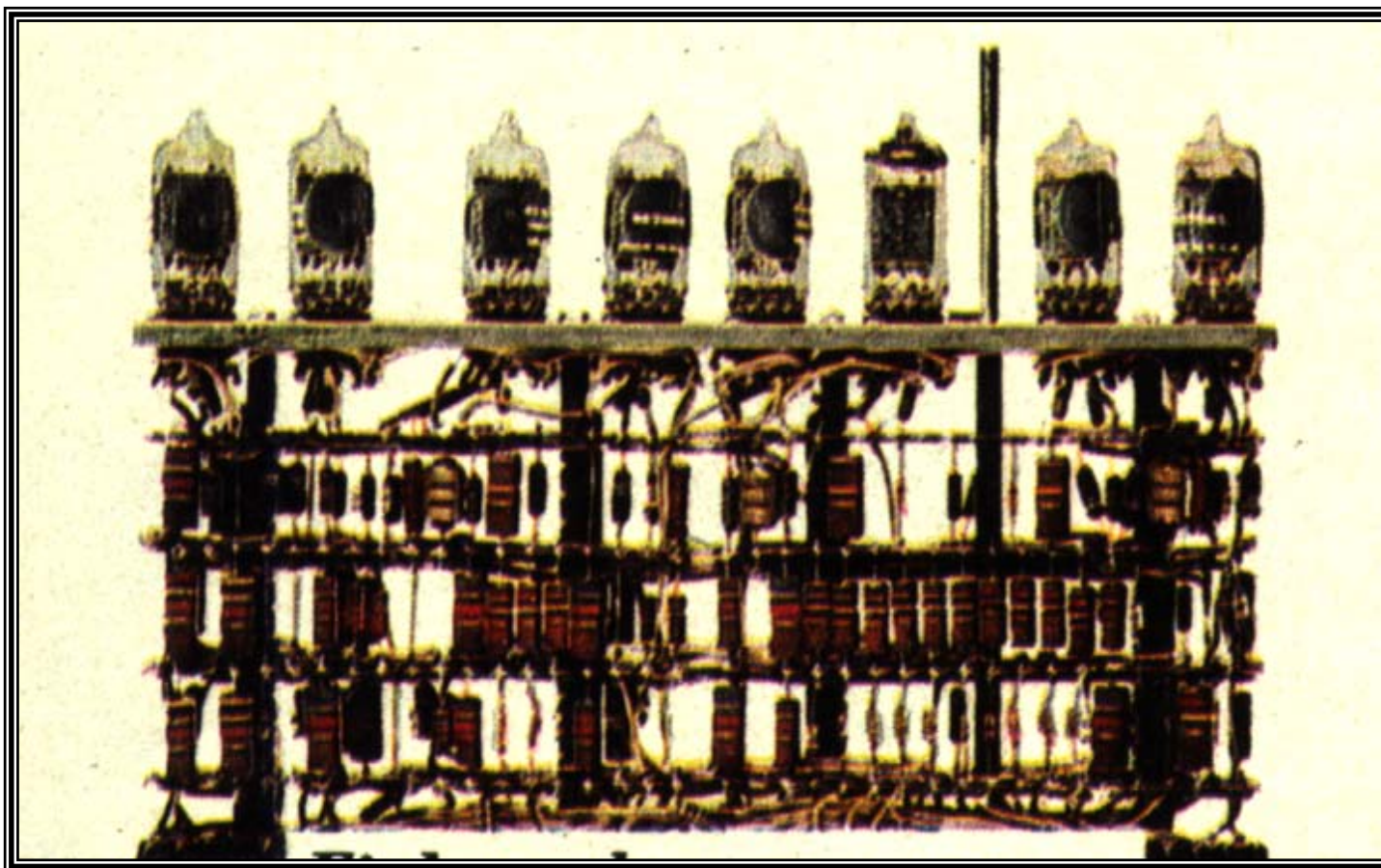


ENIAC - značajke

- ⌘ Decimalno računalo (ne binarno)
- ⌘ 20 akumulatorskih registara od 10 znamenki
- ⌘ Ručno programirano pomoću sklopki
- ⌘ program osmišljen ožičavanjem
- ⌘ programski skokovi nisu bili mogući
- ⌘ 18,000 vakuumskih cijevi
- ⌘ 30 tona
- ⌘ 15,000 square feet / 90 m³
- ⌘ potrošnja el. energije - 140 kW
- ⌘ 5,000 zbrajanja u sekundi
- ⌘ množenje dva deset znamenkasta broja 2,8 ms

ENIAC - značajke

⌘ 18,000 vakuumskih cijevi



DRUGO POKOLJENJE 1957-1964

⌘ *diskretne poluvodičke komponente*

- ☒ 1948 godine, tranzistor Bell laboratorije
- ☒ ekipa od 12 ljudi
- ☒ glavni za patent: W. Shokley, J. Bardeen, W. Brattain
- ☒ točkasti p-n spoj
- ☒ germanijev poluvodič s dvije zlatne folije



DRUGO POKOLJENJE 1957-1964

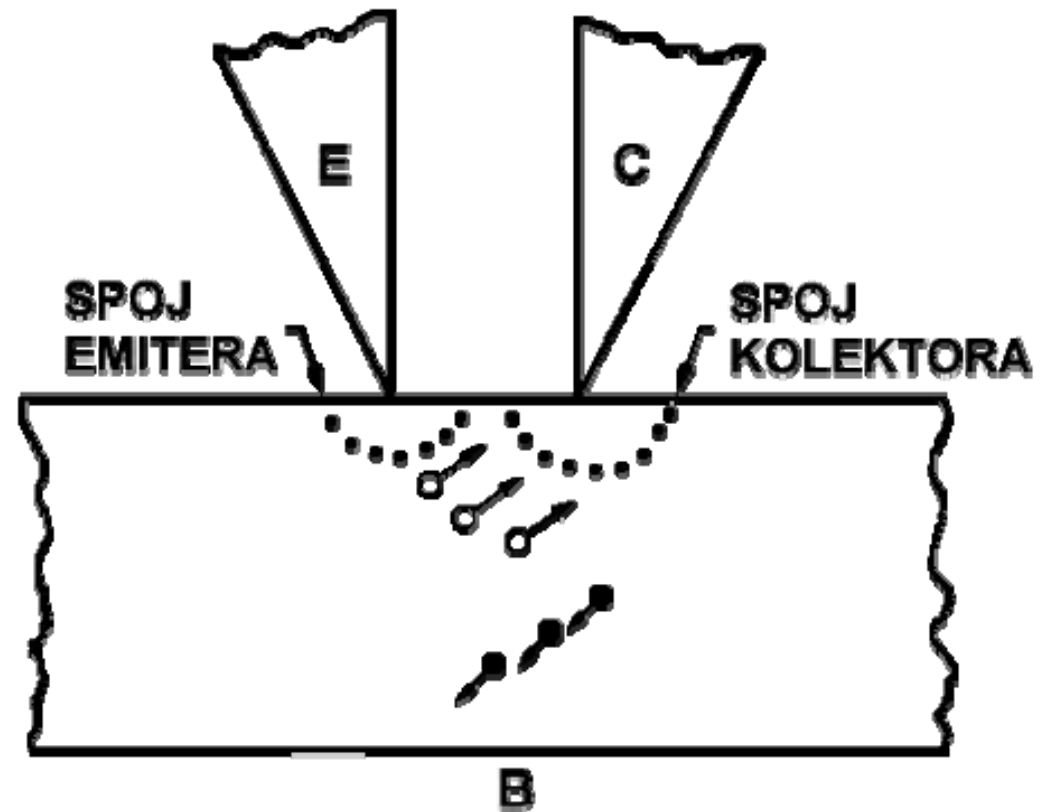
Značajke računala drugog pokoljenja:

- ⌘ uporaba tranzistora
- ⌘ magnetska jezgra kao unutrašnja memorija
- ⌘ kapacitet glavne memorije 4k-32k bajta
- ⌘ brži ulaz i izlaz, magnetske trake
- ⌘ programski jezici visoke razine: fortran, cobol
- ⌘ veliko smanjenje dimenzija i potrošnje
- ⌘ povećana brzina i pouzdanost
- ⌘ perioda reda mikrosekunde
- ⌘ brzina obrade naredbi oko 1 mips
- ⌘ primjene: računovodstvo

DRUGO POKOLJENJE 1957-1964

⌘ Prvi tranzistori

☒ točkasti
kontaktni
tranzistori



TOČKASTI KONTAKTNI TRANZISTOR N-TIPA

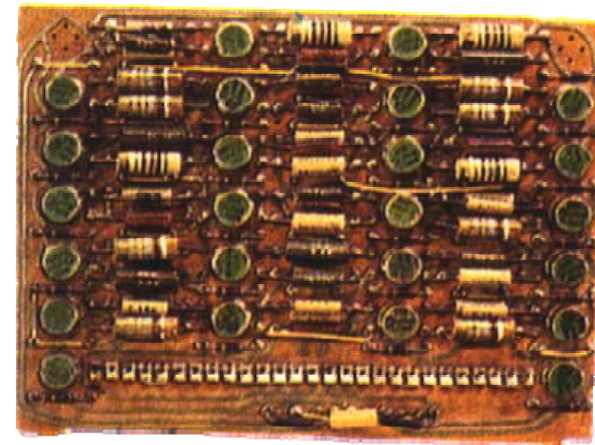
DRUGO POKOLJENJE 1957-1964

⌘ PRIMJENA TRANZISTORA



Neke prednosti tranzistora:

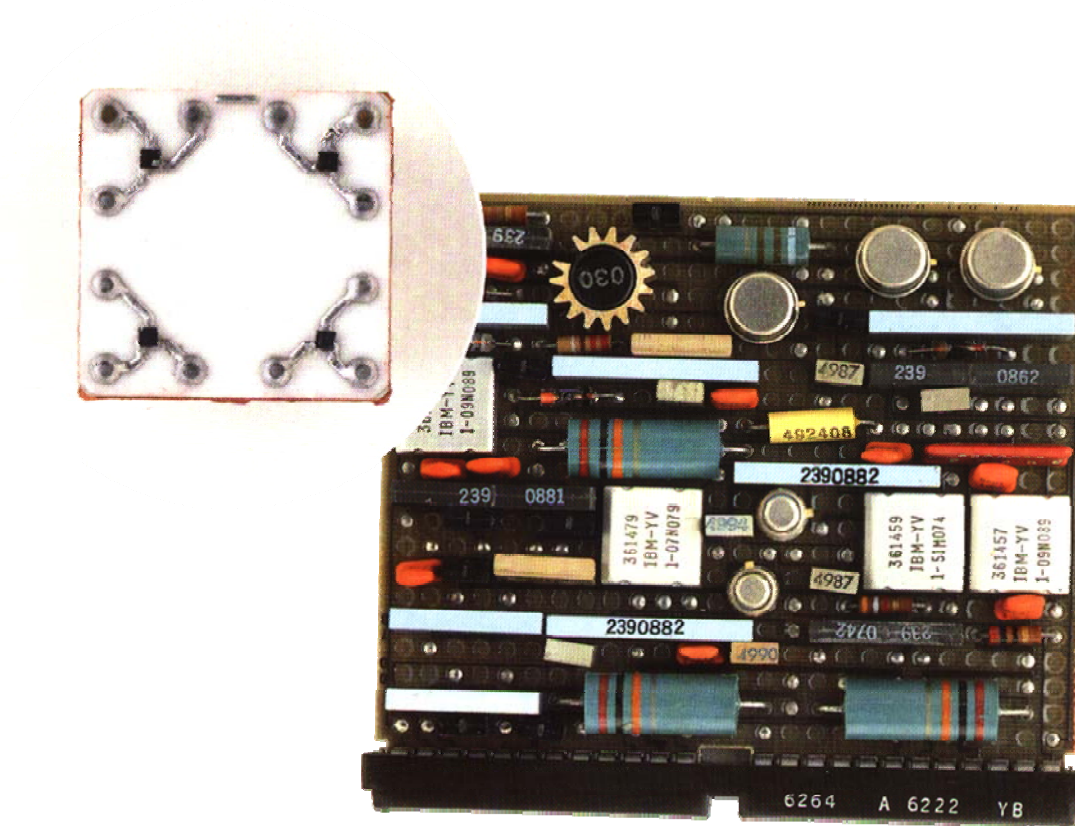
- ⌘ oko 200 puta manji od cijevi
- ⌘ troši oko 100 puta manje energije



TRANZISTORSKI MODUL

DRUGO POKOLJENJE 1957-1964

⌘ HIBRIDNA TEHNIKA (1964)



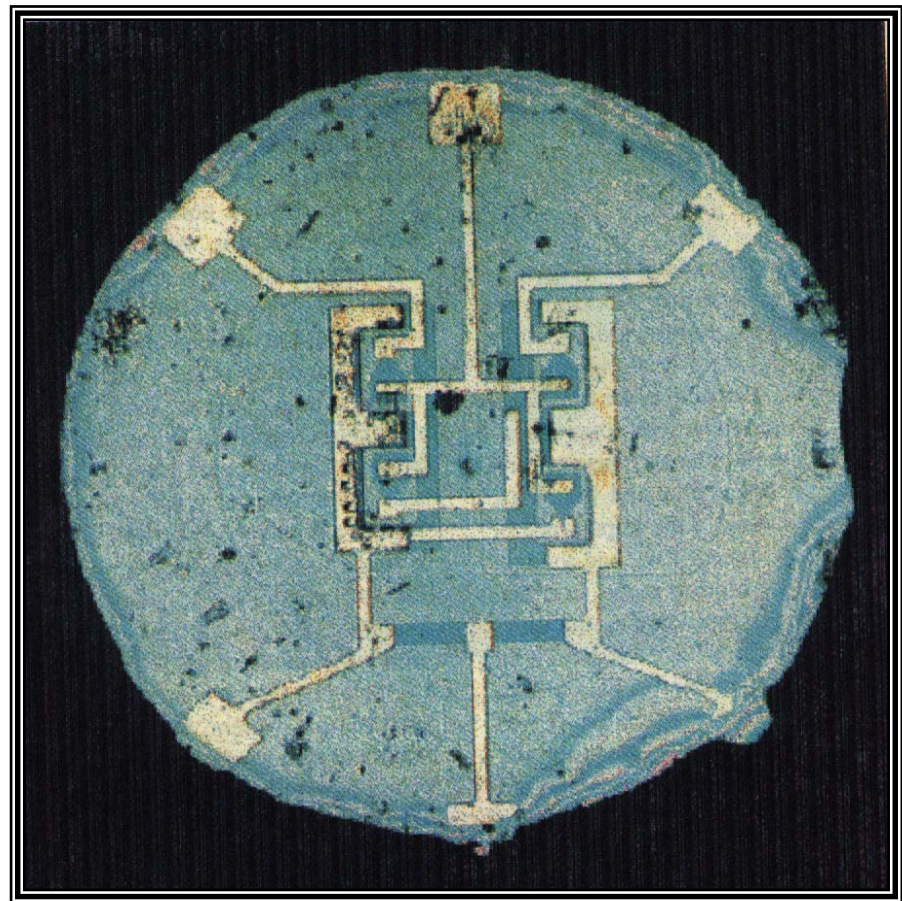
TREĆE POKOLJENJE 1965-1971

- ⌘ integrirani digitalni sklopovi
 - ☒ Postanak integriranih sklopova s planarnim tranzistorima.

Značajke računala trećeg pokoljenja:

- ⌘ primjena integriranih logičkih sklopova
- ⌘ magnetska ili poluvodička glavna mem. 32k-3M bajta
- ⌘ ulaz-izlaz usmjeren na disk
- ⌘ manje dimenzije, bolja svojstva i pouzdanost
- ⌘ programski jezici visoke razine
- ⌘ daljinska obrada i komunikacije
- ⌘ operacijski sustavi zamjenjuju funkciju operatera
- ⌘ periode reda nanosekunde
- ⌘ brzina obrade naredbi 10 MIPS
- ⌘ primjene: marketing, rezervacije, naplate

Integrirani bistabil, jedan od prvih IC-a tvrtke Fairchild



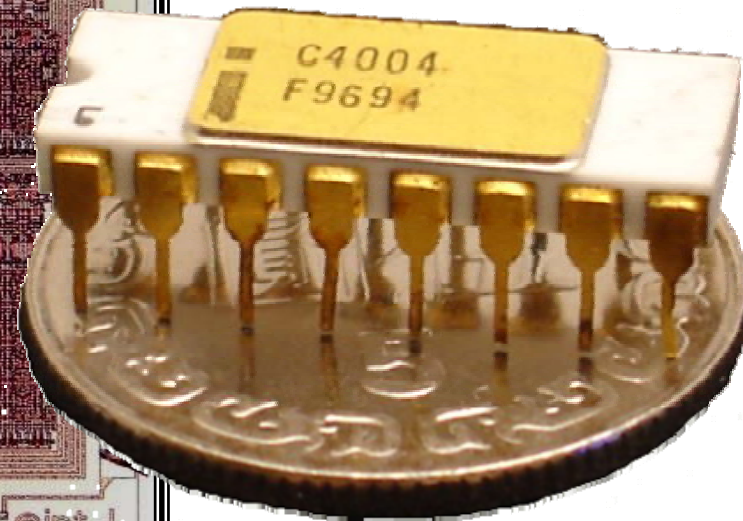
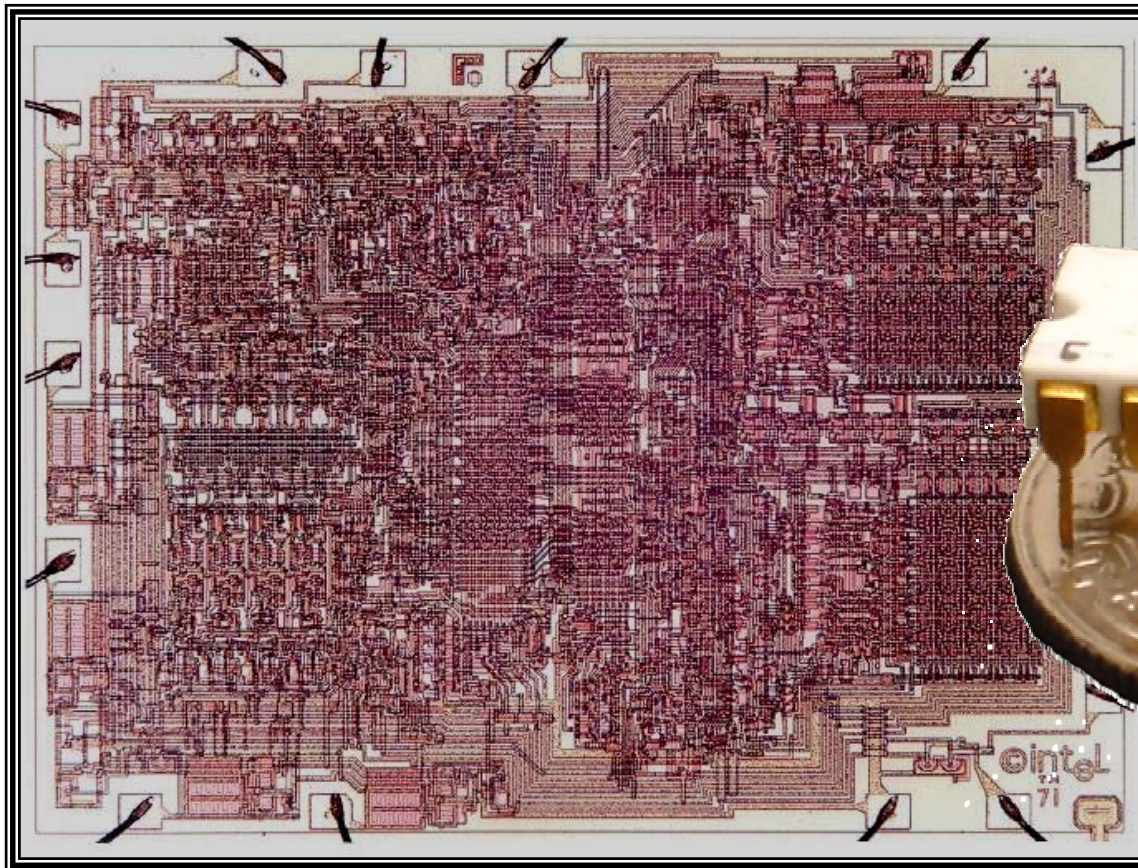
4. POKOLJENJE 1972-1989

⌘ Značajke:

- ☑ Pojava mikroprocesora
- ☑ primjena VLSI tehnologije
- ☑ povećana memorija i brzina (iznad 3 MB)
- ☑ kompatibilnost sklopovlja raznih proizvođača
- ☑ namjenski programi za korisničku primjenu
- ☑ brzine obrade od 100 mips do 1000 mips
- ☑ primjene: modeliranje i simuliranje, cad, kućna
- ☑ računala, proizvodnja

4. POKOLJENJE 1972-1989

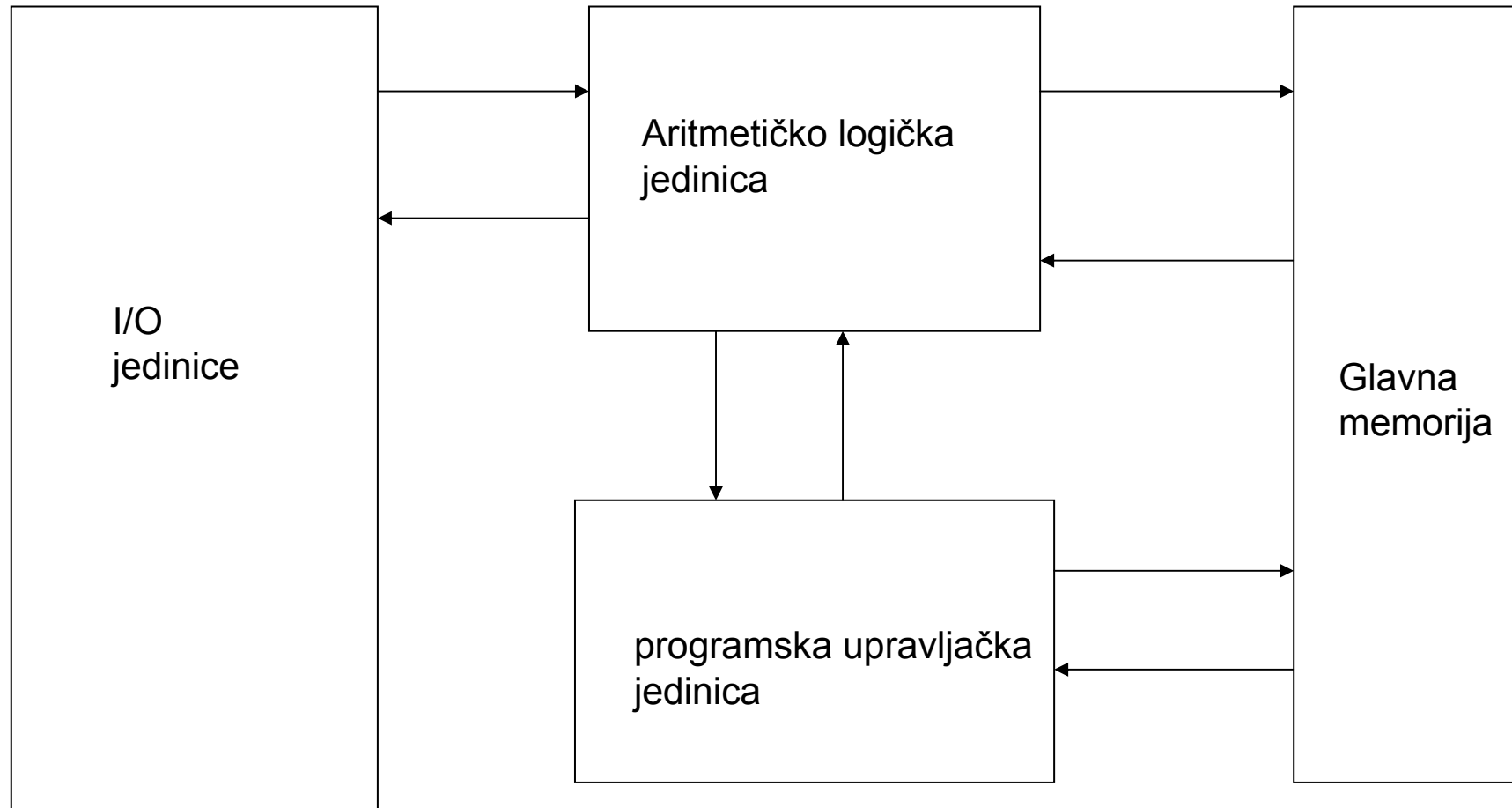
⌘ Integracija i pojava mikroprocesora (i4004)



von Neumann/Turing

- ⌘ Koncept pohrane programa – za razliku od ožičavanja programa
- ⌘ Glavna memorija pohranjuje programe i podatke
- ⌘ ALU obrađuje isključivo binarne podatke
- ⌘ Upravljačka jedinica *interpretira i izvršava* instrukcije iz glavne memorije
- ⌘ Ulazno/izlazne jedinice su upravljane od strane upravljačke jedinice
- ⌘ Princeton Institute for Advanced Studies
 - ☒ IAS
- ⌘ Struktura završena i predstavljena 1952

Struktura von Nuemann-ovog računskog stroja



IAS - detalji

⌘ 1000 x 40 bit words

- ☒ Binarni brojevi

- ☒ 2 x 20 bit instrukcije

⌘ Set registara (storage in CPU)

- ☒ Memory Buffer Register

- ☒ Memory Address Register

- ☒ Instruction Register

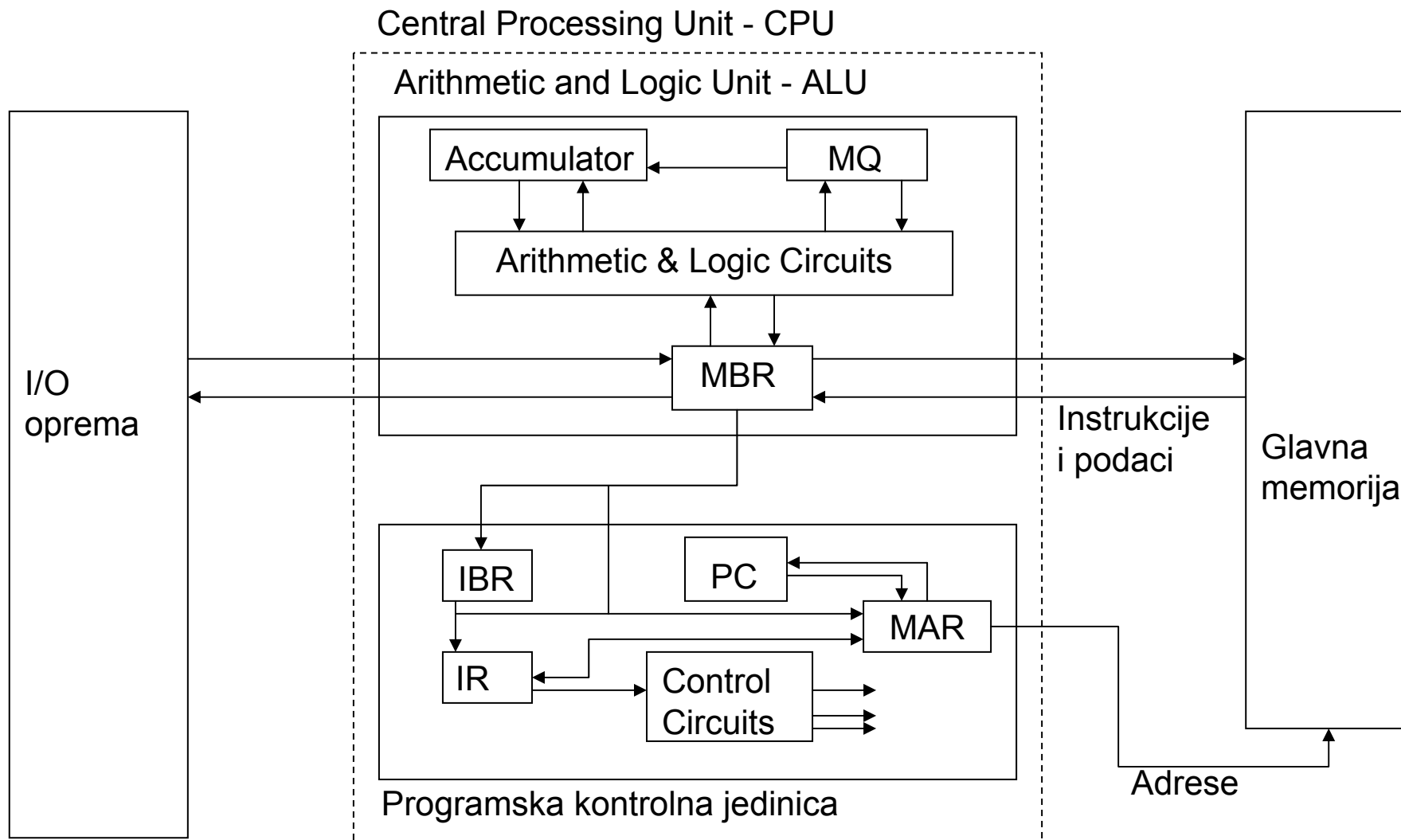
- ☒ Instruction Buffer Register

- ☒ Program Counter

- ☒ Accumulator

- ☒ Multiplier Quotient

Structure of IAS - detalji



Komercijalna računala

- ⌘ 1947 - Eckert-Mauchly Computer Corporation
- ⌘ UNIVAC I (Universal Automatic Computer)
- ⌘ US Bureau of Census 1950 calculations
- ⌘ Postaje dijelom Sperry-Rand korporacije
- ⌘ Kasne 1950-e - UNIVAC II
 - ⏏ Brži
 - ⏏ Više memorije

IBM

- ⌘ Bušene kartice - Punched-card processing equipment
- ⌘ 1953 - računalo 701
 - ☒ IBM-ovo prvo računalo sa pohranom programa
 - ☒ Znanstveni izračuni – Scientific calculations
- ⌘ 1955 - računalo 702
 - ☒ Poslovne aplikacije
- ⌘ Vodi di razvoja serije računala 700/700

Tranzistori

- ⌘ Zamjena za vakuumske cijevi
- ⌘ Manji
- ⌘ Jeftiniji
- ⌘ Manja toplinska disipacija
- ⌘ Integrirani uređaji
- ⌘ Izrađeni od silicija (kvarcnog pijeska)
- ⌘ Izmljen 1947 u Bell-ovom laboratoriju
- ⌘ William Shockley

Računala temeljena na tranzistorima

- ⌘ Druga generacija računala
- ⌘ NCR & RCA izrađuju mala računala temeljena na poluvodičima/tranzistorima
- ⌘ IBM 7000
- ⌘ DEC - 1957
 - ☐ Proizvedeno PDP-1 računalo

Microelektronika

- ⌘ Doslovno značenje - “umanjena/mala elektronika”
- ⌘ Računalo je izgrađeno od logičkih sklopova, memorijskih ćelija i njihovih veza/ožičenja
- ⌘ Omogućena izrada u poluvodičkoj tehnologiji
 - ☐ npr. silicijska ploča/waffer

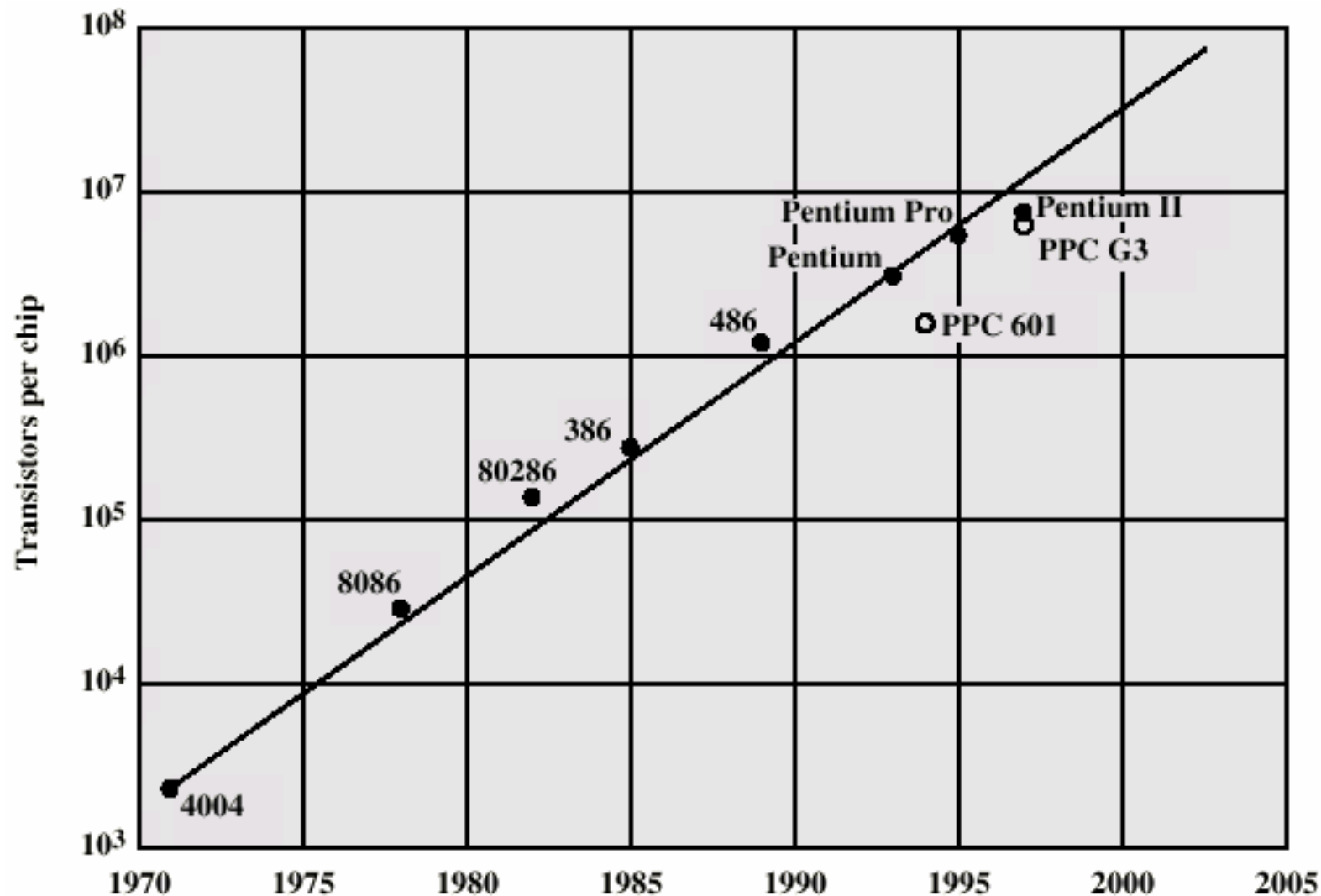
Generacije računala

- ⌘ Vakuumske cijevi - 1946-1957
- ⌘ Tranzistori - 1958-1964
- ⌘ Small scale integration - 1965 i nadalje
 - ⌘ do 100 sklopova na čipu
- ⌘ Medium scale integration - do 1971
 - ⌘ 100-3,000 sklopova na čipu
- ⌘ Large scale integration - 1971-1977
 - ⌘ 3,000 - 100,000 sklopova na čipu
- ⌘ Very large scale integration - 1978 do danas
 - ⌘ 100,000 - 100,000,000 sklopova na čipu
- ⌘ Ultra large scale integration
 - ⌘ Preko 100,000,000 sklopova na čipu

Mooreov zakon

- ⌘ Povećanje gustoće sklopova na jednom čipu
- ⌘ Gordon Moore - suosnivač Intel-a
- ⌘ "Broj tranzistora na čipu će se udvostručavati svake godine"
- ⌘ Od 1970's ova tvrdnja se malo ublažila/smanjila
 - ☒ Broj tranzistora se udvostručuje svakih 18 mjeseci
- ⌘ Troškovi izrade čipa gotovo da ostaju isti
- ⌘ Veća gustoća pakiranja znači kraće električne veze – veće performanse čipa
- ⌘ Manje dimenzije daju veću fleksibilnost primjene
- ⌘ Smanjena potrošnja i zahtjevi za hlađenjem
- ⌘ Manje interkonekcija među funkcionalnim cjelinama povećavaju pouzdanost

Rast broja tranzistora u CPU



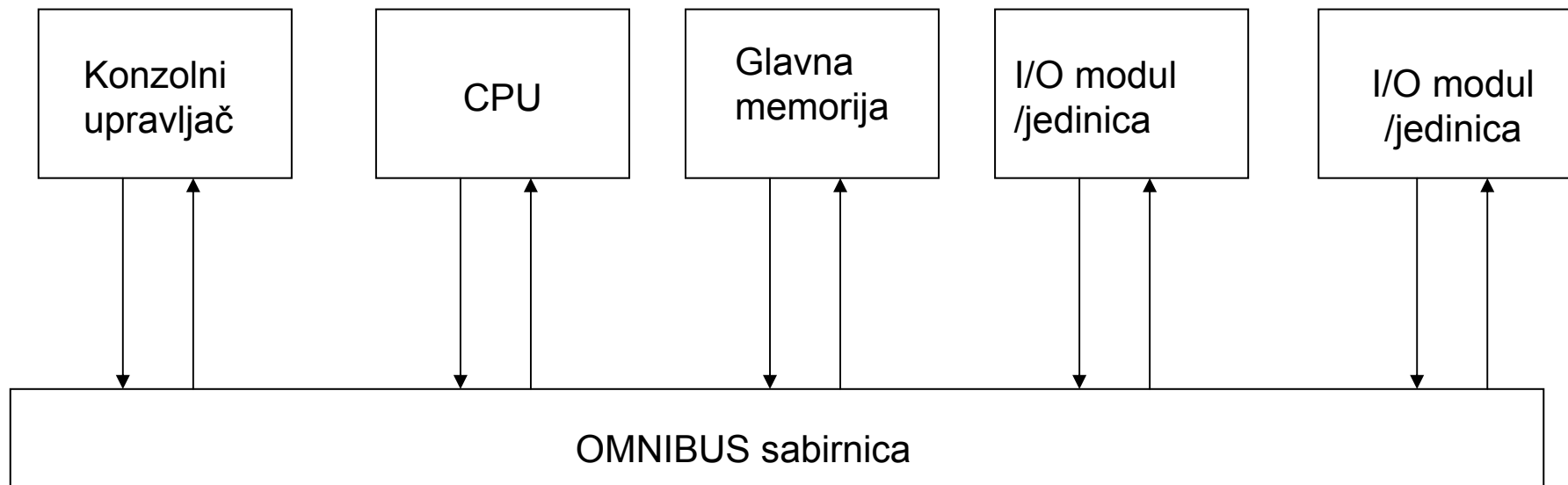
IBM 360 serija računala

- ⌘ 1964
- ⌘ Zamjena za (i nekompatibilna sa) 7000 serijom
- ⌘ Planirano kao prvo računalo iz "obitelji" računala
 - ☒ Slični ili identični set instrukcija
 - ☒ Slični ili identični O/S
 - ☒ Povećana brzina
 - ☒ Povećan broj I/O portova (npr. više terminala)
 - ☒ Povećana količina memorije
 - ☒ ali i povećani troškovi izrade
- ⌘ Multipleksirana preklopnička struktura (multiplexed switch structure)

DEC PDP-8

- ⌘ 1964
- ⌘ Prvo miniračunalo
- ⌘ Nije zahtijevalo posebne prostorije sa rashladnim sustavima
- ⌘ Dovoljno malo da stane na sto
- ⌘ \$16,000
 - ⏏ \$100k+ za IBM 360
- ⌘ Za potrebe primjenjenih aplikacija i OEM ugradnju
- ⌘ BUS struktura

DEC - PDP-8 Bus Struktura



Poluvodička memorija

⌘ 1970

⌘ Fairchild

⌘ Veličina jedne jezgre magnetske memorije

☒ 1 bit-a magnetske memorije

⌘ kapaciteta 256 bita

⌘ nedestruktivno isčitavanje

⌘ višestrukko brža nego magn.jezgrena memorija

⌘ kapacitet joj se udvostručava svake 1-2 godine

Intel

⌘ 1971 - 4004

- ☑ Prvi mikroprocesor
- ☑ Sve komponente jednog CPU-a su na jednom čipu
- ☑ 4 bita

⌘ 1972 ga nasljeđuje i8008

- ☑ 8 bita
- ☑ oba su razvijena za aplikacije posebne namjene

⌘ 1974 - 8080

- ☑ Intelov prvi procesor za opću namjenu

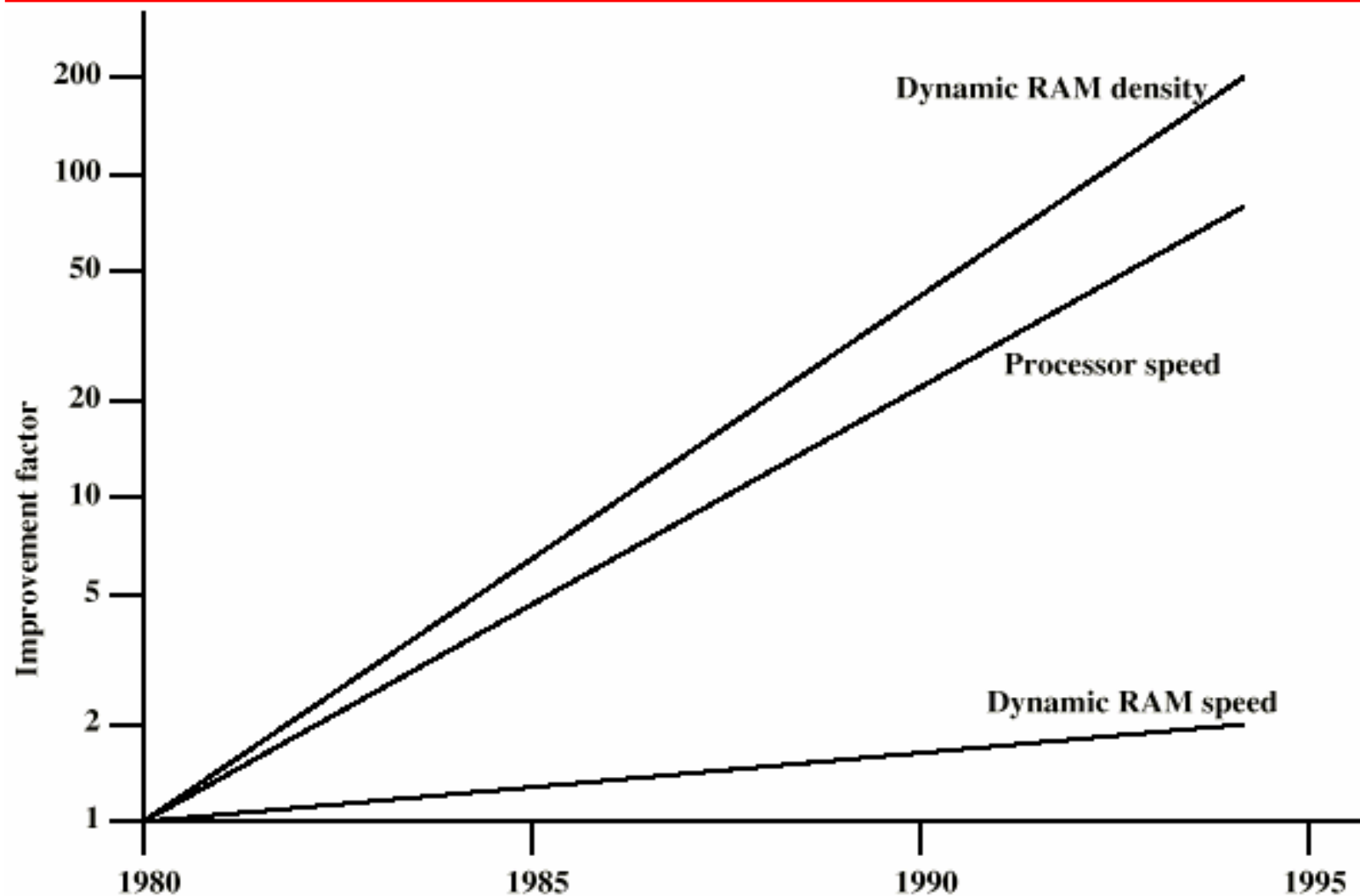
Ubrzavanje... kako ubrzati rad računala

- ⌘ Pipelining
- ⌘ On board cache – priručna memorija
- ⌘ On board L1 & L2 cache
- ⌘ Branch prediction – predikcija prog. grananja
- ⌘ Data flow analysis – analiza prog. toka podataka
- ⌘ Speculative execution – predviđanje rezultata obrade

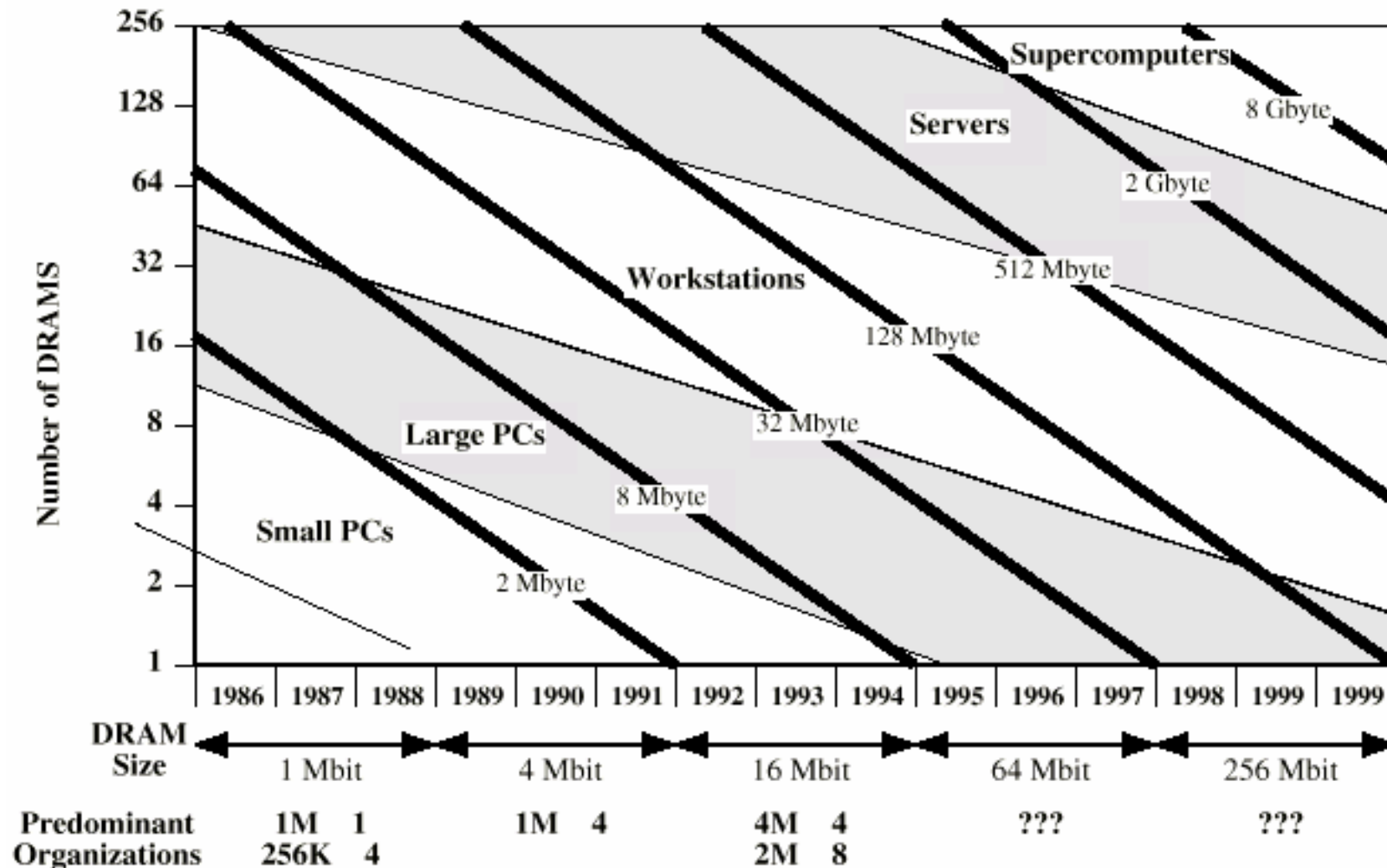
Neusklađenost performansi...

- ⌘ Povećanje brzine procesora
- ⌘ Povećanje kapaciteta memorije
- ⌘ Povećanje brzine memorije zaostaje za povećanjem brzine procesora

DRAM i procesorske karakteristike



Trendovi u DRAM-u



Rješenja...

⌘ Povećanje broja zahvaćenih bitova u jednom zahvatnom ciklusu

☑ To čini DRAM prije “širim” nego “dubljim”

⌘ Izmjena DRAM sučelja

☑ Cache memorija

⌘ Smanjenje frekvencije memorijskog pristupa

☑ Kompleksniji/složeniji cache i cache na čipu

⌘ Povećanje propusne širine sučelja

☑ High speed busvi/sabirnice

☑ Hijerarhizacija sučelja