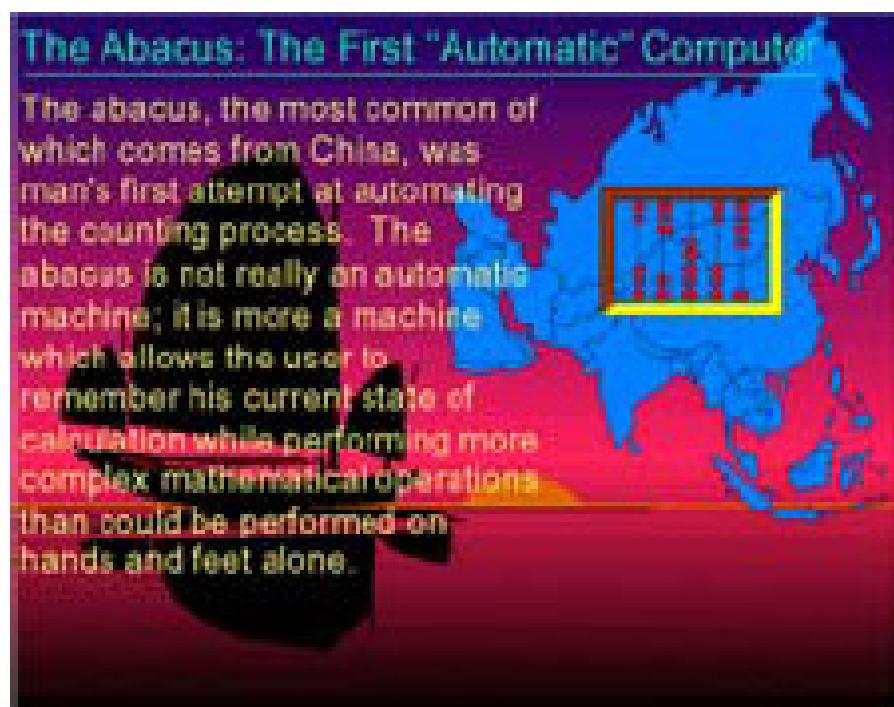
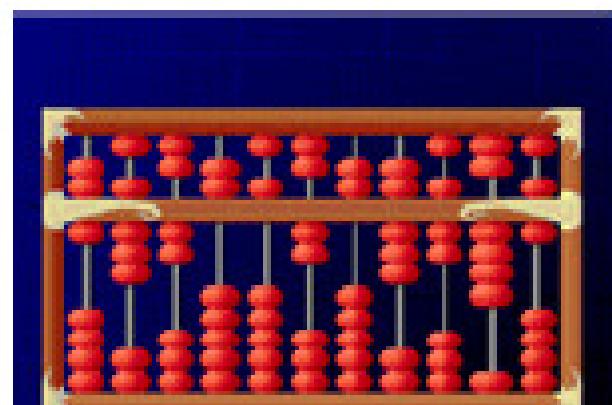


# Praistorija – mehanički računari

- Abacus (oko 3000. g. p.n.e.)



Abacus - c. 3000  
B.C.



# Praistorija – mehanički računari

- Prvi mehanički računari
  - Wilhelm Schickard (1623, Nemačka)
    - samo prototip; rad sa 6 cifara

Schickard-ov mehanički računar



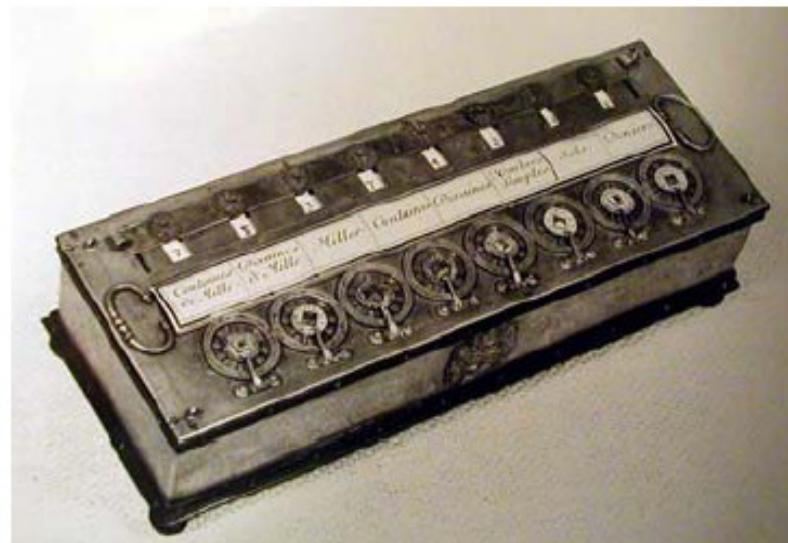
# Praistorija – mehanički računari

## □ Blaise Pascal (1642, Francuska)

- prvi mehanički kalkulator (Pascaline)
- rad sa 8 cifara
- samo sabiranje i oduzimanje
- pomoć ocu porezniku!
- 50 prototipova do 1652.



Pascal-ov mehanički računar



# Praistorija – mehanički računari

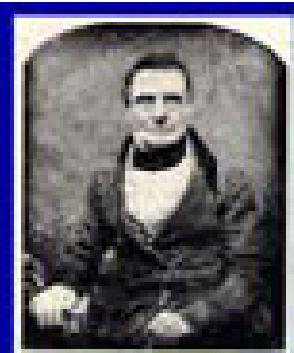
- Prvi mehanički računari
  - Gottfried Wilhelm Leibnitz  
(1671, Nemačka)
    - uvođenje binarne matematike
    - Leibnitz-ova mašina – mehanički kalkulator sa zupčanicima
    - rad sa 5-12 cifara
    - množenje i deljenje

Leibnitz-ov mehanički računar



# Praistorija – mehanički računari

- Prvi mehanički računari
  - Charles Babbage (1791-1871)
    - profesor matematike (Cambridge)
    - "otac računarstva"
- diferencna mašina



Charles Babbage

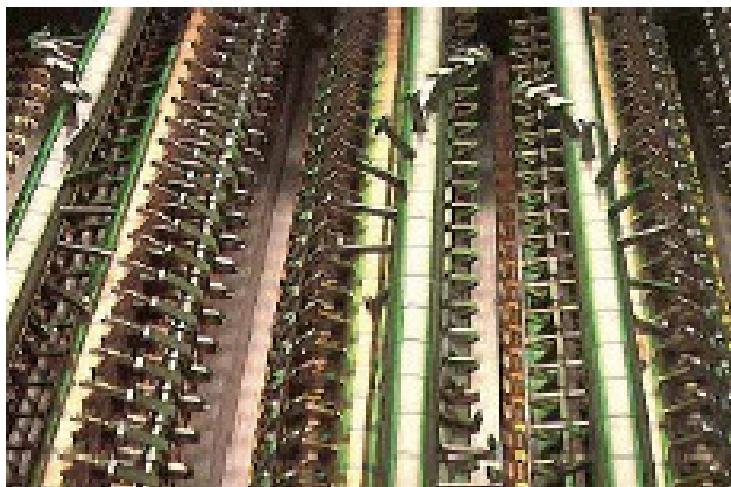
- Never built
- Steam-driven
- Fully automatic
- Next idea was the Analytical

Babbage-ova diferencna mašina



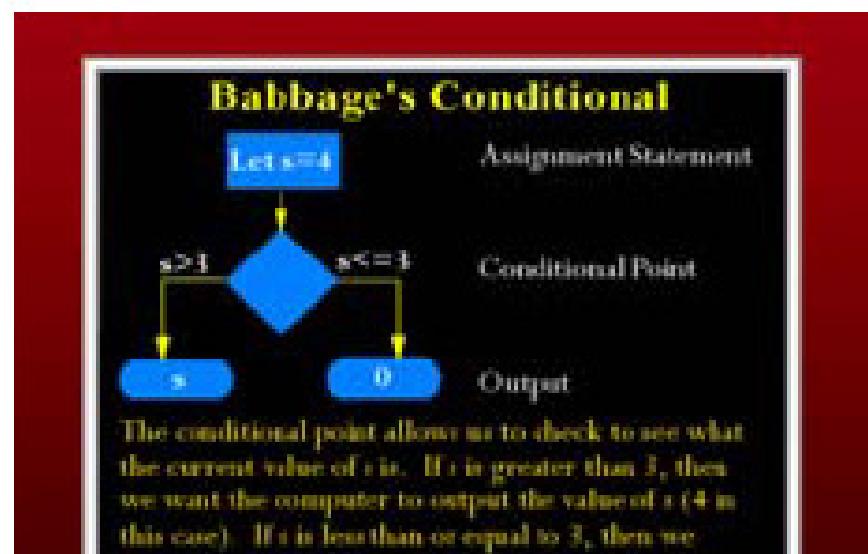
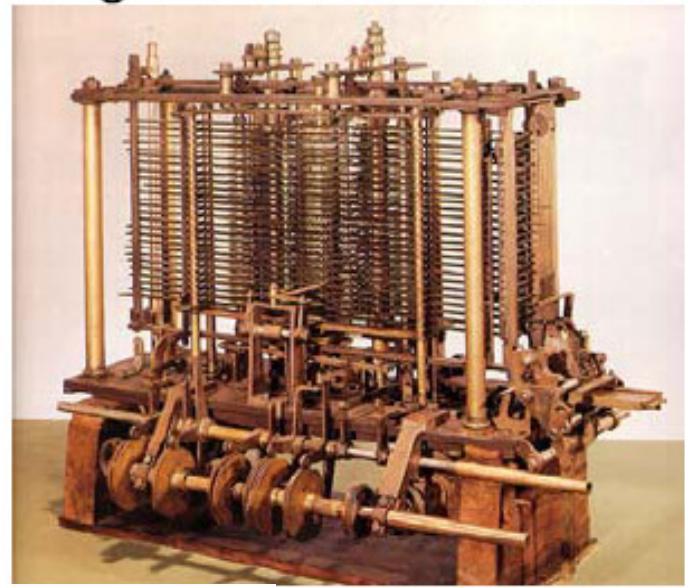
## Charles Babbage (1791-1871)

- analitička mašina



kondicional !!!

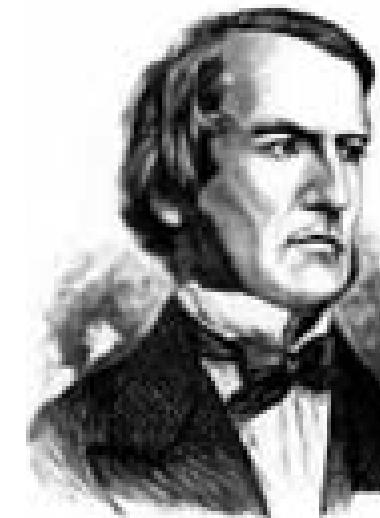
## Babbage-ova analitička mašina



# Praistorija – mehanički računari

- Boole-ova algebra (1854)
  - George Boole (1815-1864, Engleska)  
tvorac algebре iskaza
  - binarne operacije modeliraju  
uniju i presek skupova
  - logika i tablice istinitosti

A	B	$A \wedge B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



# Praistorija – mehanički računari

- Hollerith-ov tabulator (1890)
  - Herman Hollerith (1860-1929, USA), osnivač IBM-a
  - bušene kartice
  - ideja od konduktora u vozovima !!! (a ne od Babbage-a)
  - primena u administriranju popisnih podataka



# Praistorija – mehanički računari

## Hollerith-ov tabulator (1890)





# Teorijska osnova računarstva

- Početkom formalne teorije računarstva smatra se rad **Alana Turinga**, britanskog matematičara
- 1937. godine izložen je apstraktni model računara opšte namene, tzv. Turingove mašine, koji definiše
  - minimalan skup programskih instrukcija
  - načine čuvanja numeričkih podataka
  - ključne osobine metoda (algoritama) njihove obrade.

Ovi metodi moraju zadovoljiti sledeće zahteve

- Metod obuhvata konačan skup jednostavnih i preciznih instrukcija, opisanih konačnim skupom simbola.
- Metod mora proizvesti rezultat kroz konačan broj koraka.
- U principu, metod se može izvršiti i ručno, uz pomoć papira i olovke.
- Pri tome se od čoveka koji izvršava metod ne zahteva dodatno znanje sem razumevanja i sposobnosti izvršenja liste instrukcija.

Turing-ova mašina  
 $(Q, S, b, q_0, q_f, \delta)$

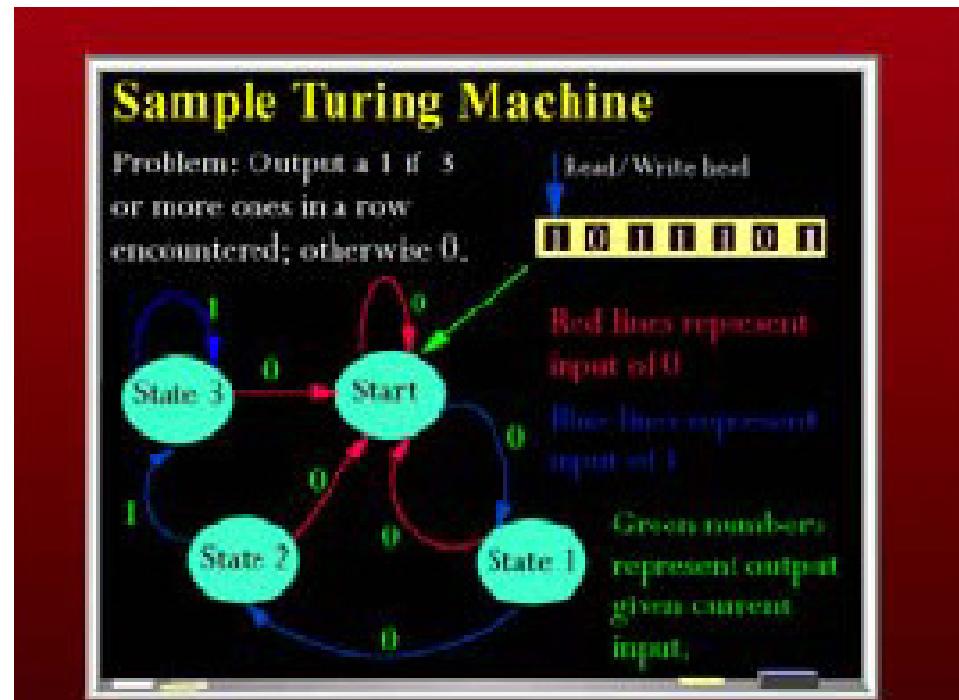
$Q$  – skup stanja  
 $S$  – skup simbola  
 $q_0$  – početno stanje  
 $q_f$  – završno stanje  
 $b$  – prazan simbol  
 $\delta$  – Turingov program



$$\delta: Q \times S \rightarrow Q \times S \times \{L, D, \_\}$$

# Elektronski računari

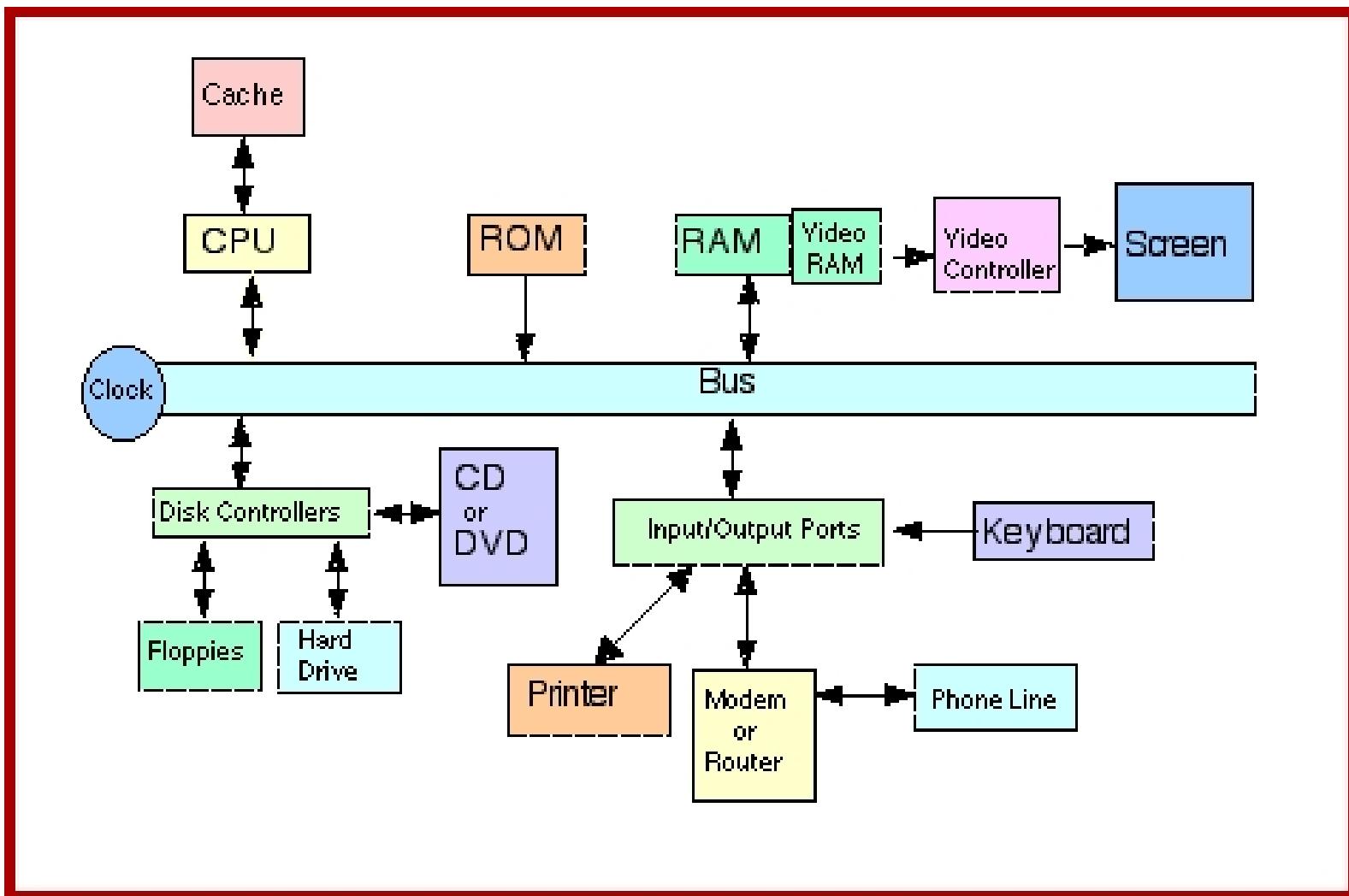
- Alan Turing (1912-1954, GB)



Colossus (1943, GB)

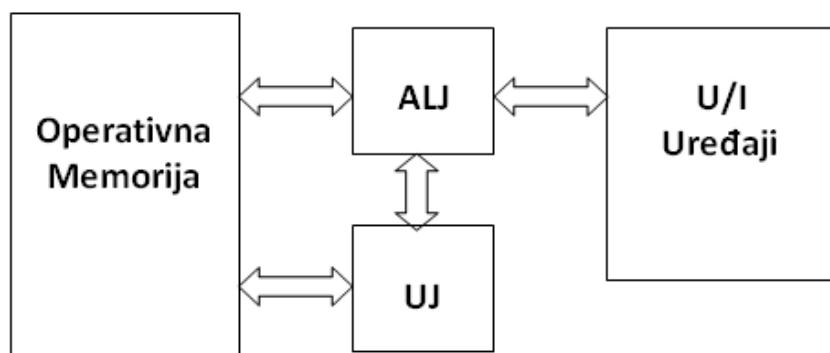
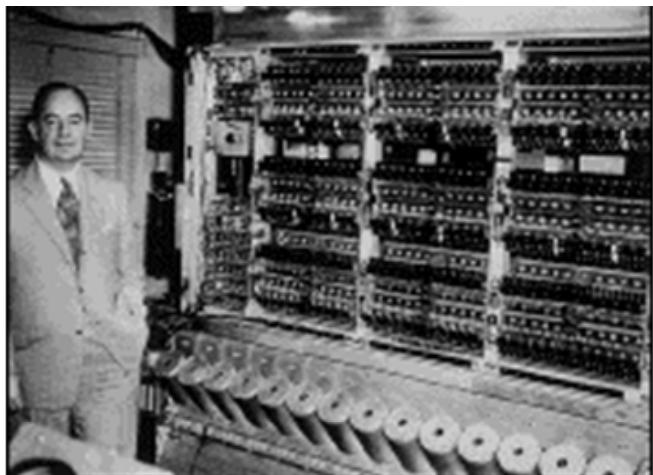
- razotkrivanje nemačkih šifriranih poruka
- Alan Turing

# Von Neumann-ova (1903 – 1957) arhitektura



# John von Neumann (Janosz Neumann)

## *Stored-program concept*



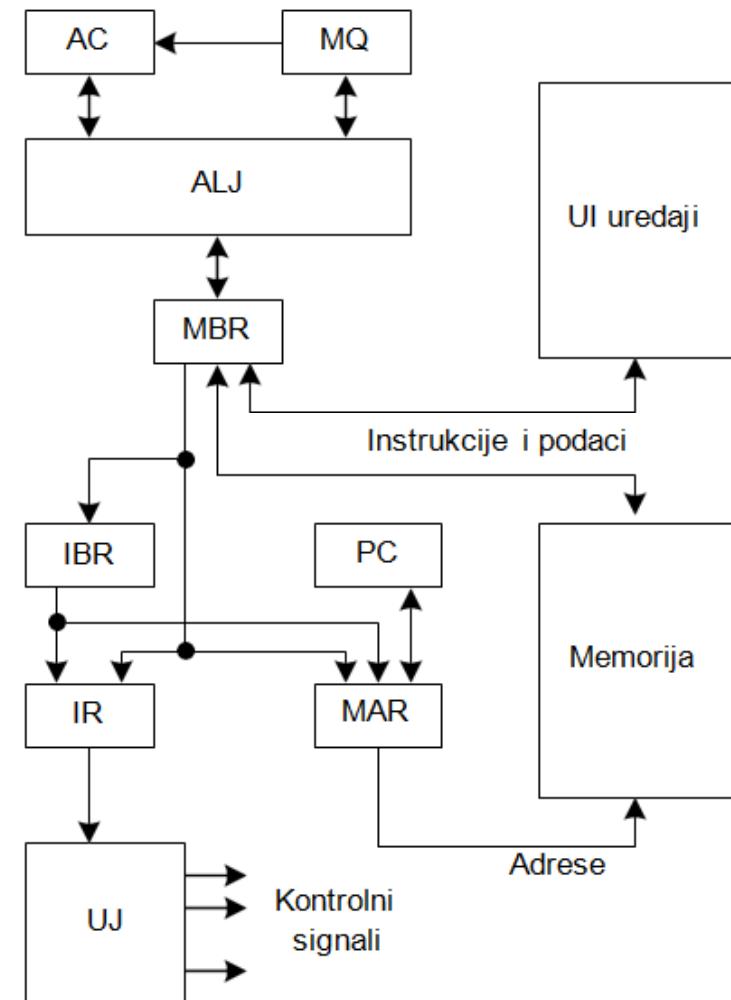
- Koncept programiranja (stored program concept)
- Ideja da se lista instrukcija (program) zadaje upisom u memoriju, zajedno sa podacima
- Računar bi instrukcije učitavao iz memorije i potom ih izvršavao
- Formulisao u predlogu za novi računar EDVAC 1945. godine
- Realizovano u računaru IAS

# IAS Computer

## Institute for Advanced Studies, Princeton, 1946-1952



- Memorija od 1024 x 40 bita
- Instrukcije dužine 20 bita
- 2300 vakumskih cevi, asinhroni rad
- Negativni brojevi predstavljeni su dvostrukim komplementom
- Akumulator (AC) i Množitelj/Količnik (MQ)
- Sabiranje 62msec, množenje 713msec

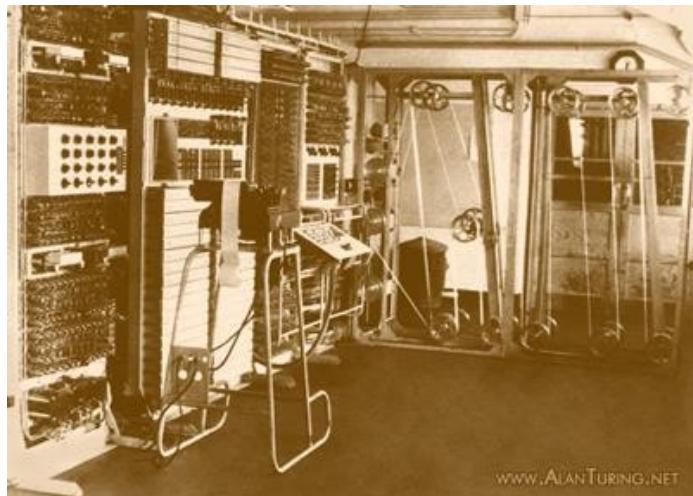


# Colossus, Mark 1 i 2

## Bletchley Park, 1943-1945+



- Britanski računari razvijeni za razbijanje nemačkog kripto-koda
  - Enigma i Lorenz SZ kripto-mašine
- **Tommy Flowers**, konstruktor
- praktičar, znao da se elektronske cevi neće toliko kvariti ako se ne isključuju
- Matematički postupak za dekriptovanje
- poruka je definisao **Max Newman**
- Programirao se pomoću prekidača i kablova za prevezivanje
- Dugo je bio smatran vrhunskom vojnom tajnom, te su njegovi stvaraoci ostali bez zaslужenog priznanja

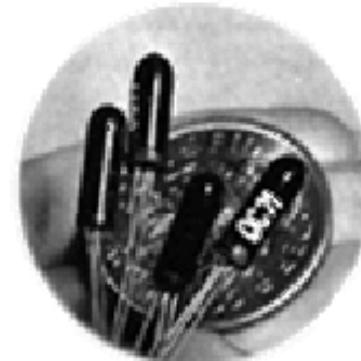


# Od 1945. godine generacije računara:

- ✓ Sa elektronskim cevima
- ✓ Sa tranzistorima
- ✓ Sa integrisanim kolima
- ✓ Sa mikroprocesorima

Elektronski računari

Pronalazak tranzistora  
(Bell Telephone Laboratories, 1947)



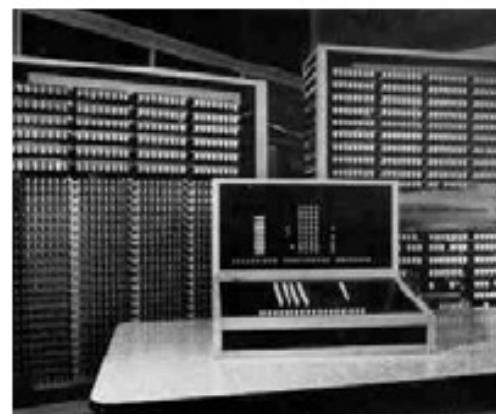
# Elektronski računari

Prvi programabilni kalkulator

- Konrad Zuse (1941, Nemačka)
  - pionir u korišćenju binarnog sistema



Zuse-ov Z3 računar



# Elektronski računari

- Računar sa relejnim elementima
  - Howard Aiken (1944, USA)
    - dobio knjige o Babbage-u od njegovog unuka!
  - automatski sekvencijalno kontrolisan kalkulator

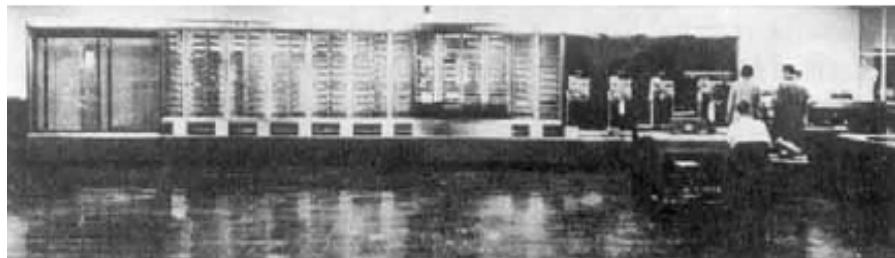
Harvard  
Mark I



Računar sa relejnim elementima



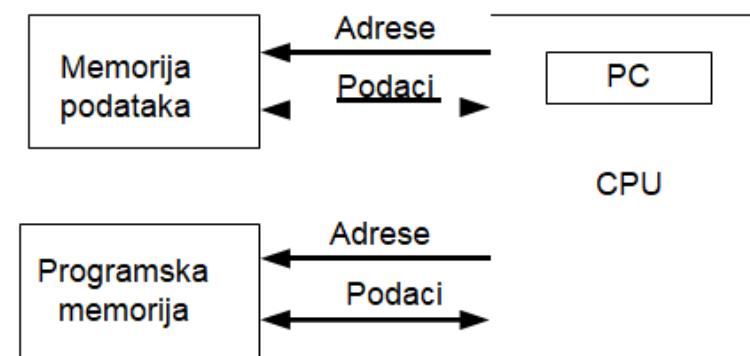
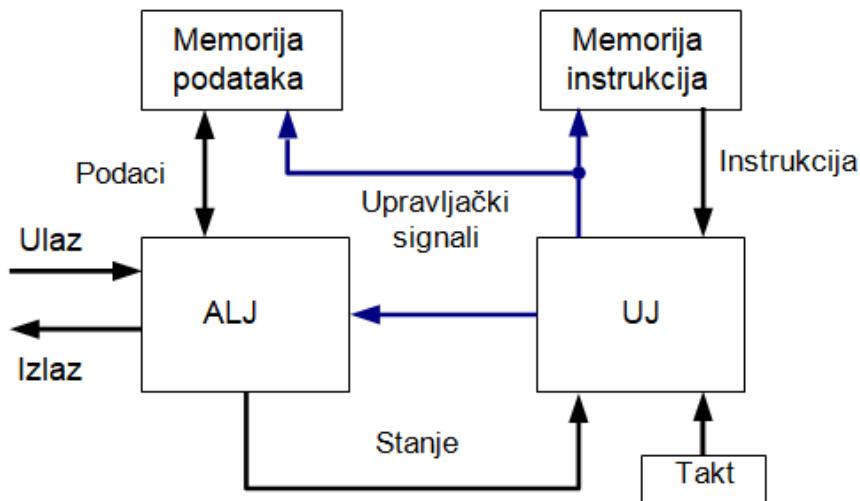
Aiken-ov Mark I



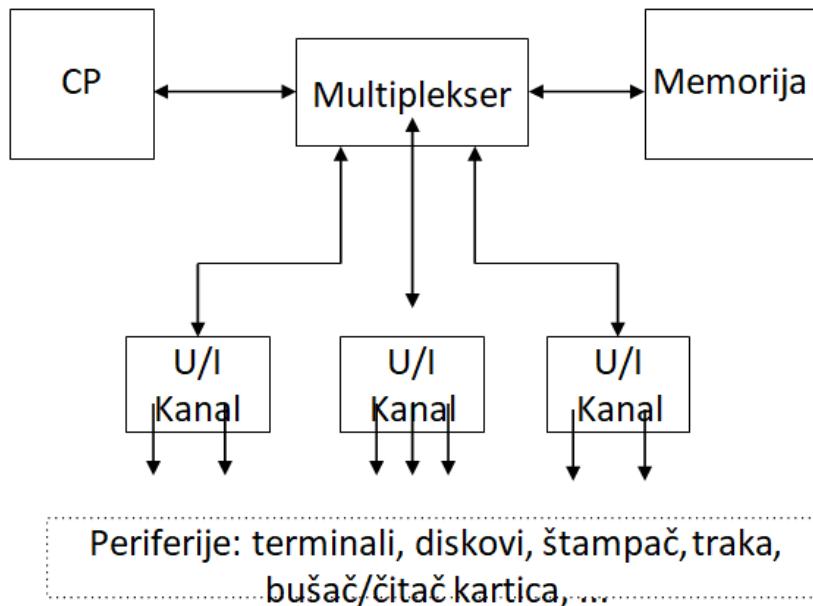
# Harvardska arhitektura

## Howard Aiken, Harvard Mark II, 1947.god.

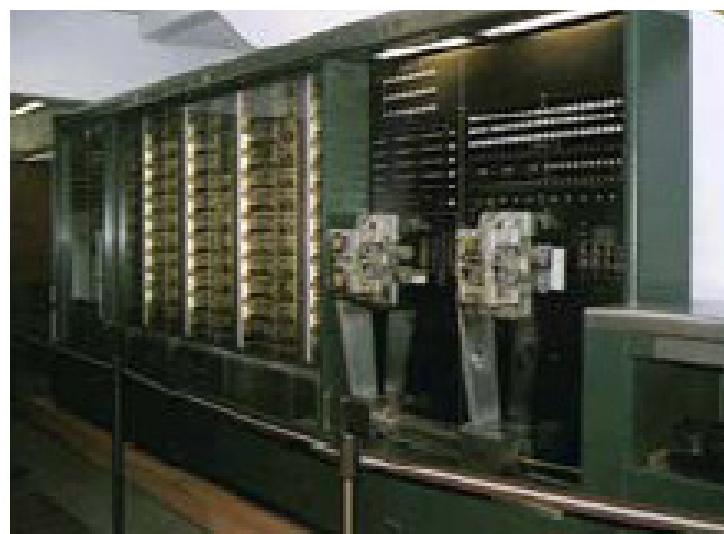
- Razdvojenost programa i podataka u dve memorije
- Brže i pouzданije izvršenje programa
- Odbačena zbog lošeg iskorišćenja memorije i složenosti dvostrukih memorijskih magistrala
- Živi u savremenim DSP procesorima (za obradu signala)



# Familija IBM 7000



- Značajne novine u pogledu organizacije i arhitekture
- Dodatni instrukcionalni registar radi učitavanja dve instrukcije odjednom
- Koncept U/I kanala podataka i U/I procesora nezavisnog od centralnog računara
- Multiplekserska jedinica, središnja spojna tačka između centralnog procesora, memorije i U/I procesora

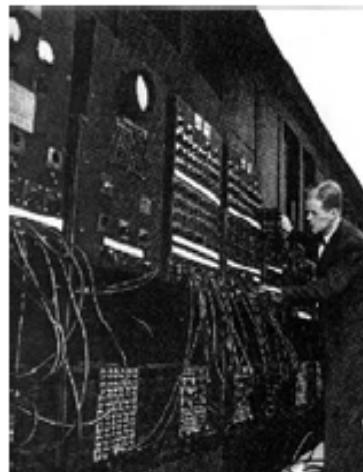


# Elektronski računari

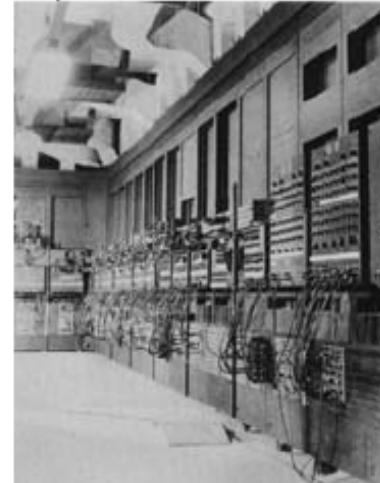
## ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) (1946)

- John W. Mauchly i J. Presper Eckert
- John V. Atanassoff ?
- računar sa elektronskim cevima
- početak savremene istorije računarstva
- u upotrebi od 1946 do 1955

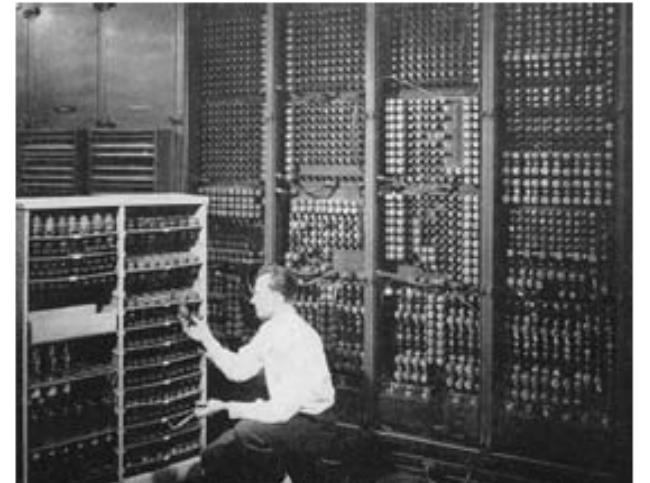
ENIAC (1946)



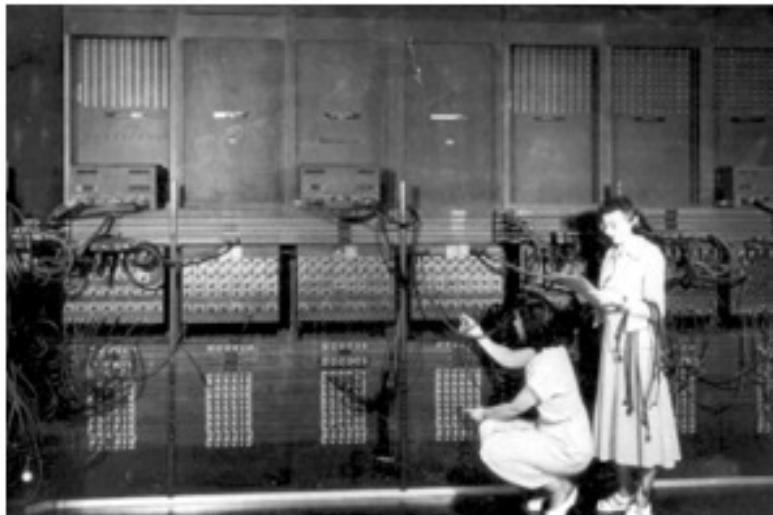
ENIAC (1946)



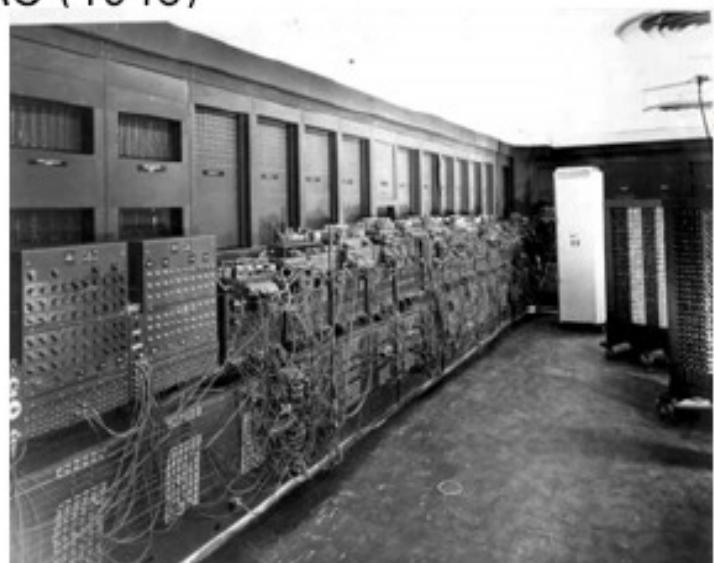
ENIAC (1946)



ENIAC (1946)



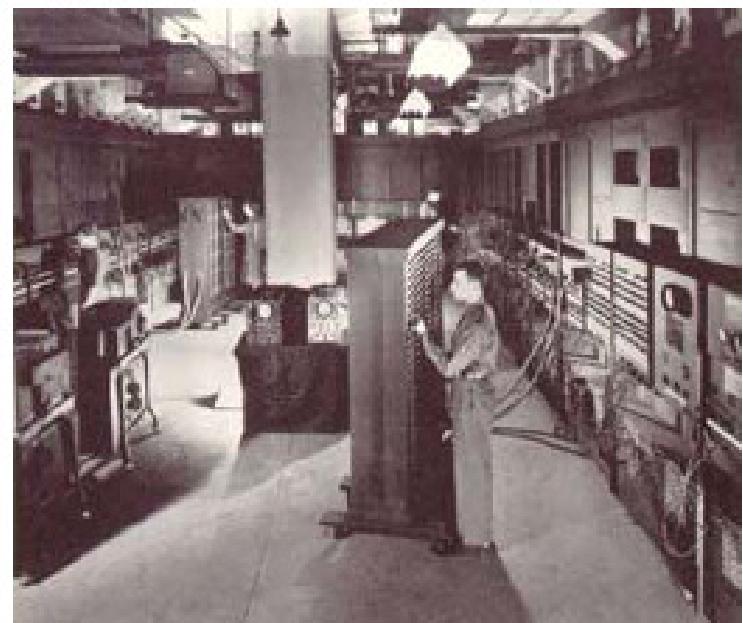
ENIAC (1946)



ENIAC (1946)



ENIAC (1946)



# Elektronski računari

- Prvi asembler (1950)
- UNIVAC (1950-51)
  - 2.25 MHz
  - 100.000 sabiranja u sekundi



John W. Mauchly



UNIVAC



UNIVAC



UNIVAC



UNIVAC



# Elektronski računari

- ACM (1947)
- IEEE Computer Society (1951)



# Elektronski računari

- Serijska proizvodnja IBM računara (1951)
- Magnetska memorija
  - Jay Forrester (MIT, 1952)
- Prvi kompjajler (1952)
- Prvi disk (1956-57)

# Elektronski računari

- Prvi tranzistorski računari
  - MIT, IBM (1956-57)
- FORTRAN
  - John Backus (IBM, 1957)

# Mini računari

- Počeci računarske grafike (1962)
- Prva kompjuteska igra (MIT, 1962)
- Prvi BASIC
  - John Kemeny and Thomas Kurtz (1964)
- Amateur Computer Society (1966)
  - "početak" personalnog računarstva

# Mini računari

- Intel
  - Andy Grove, Gordon Moore i Robert Noyce (1968)
- 256-byte (!!!) RAM čip
  - Fairchild (1970)
- Prvi mikroprocesor
  - Intel 4004 (1971)
- 1K RAM čip (Intel, 1977)

# Mini računari

- Pascal
  - Niklaus Wirth (1971)
- Prvi džepni kalkulator (TI, 1971)
- C
  - Dennis Ritchie (Bell Labs, 1972)
- Prolog
  - Alain Colmerauer (U. of Marseilles, 1972)
- Ekrani sa tečnim kristalom (1972)



# Mini računari

- DEC VAX 11/780 (1978)



Doug Engelbart -  
1968



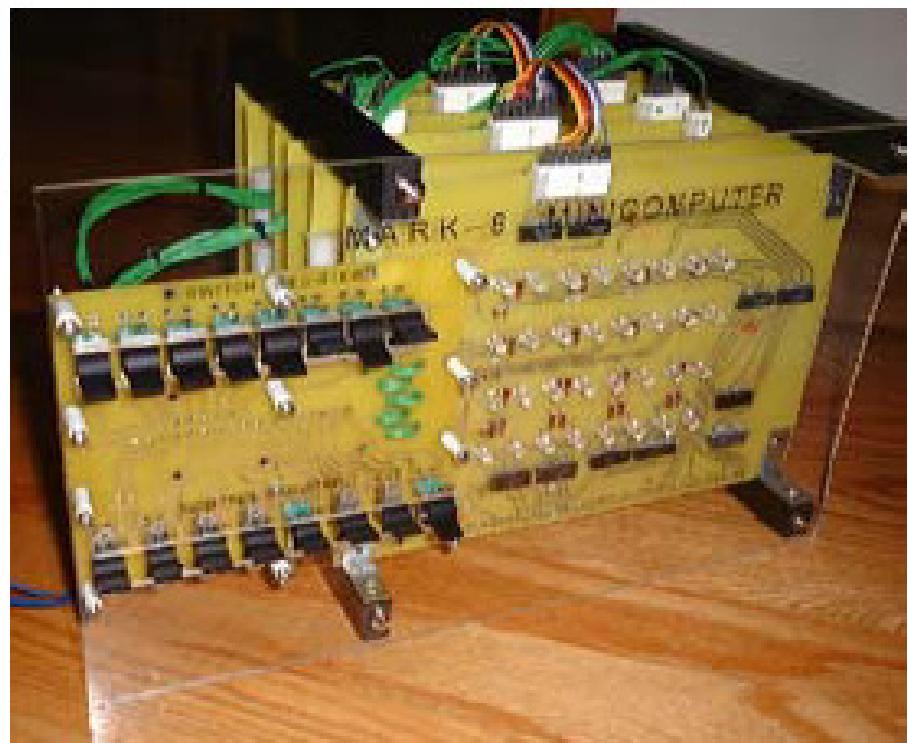
PDP 11/70



# MARK-8



MARK-8



# Mikro računari

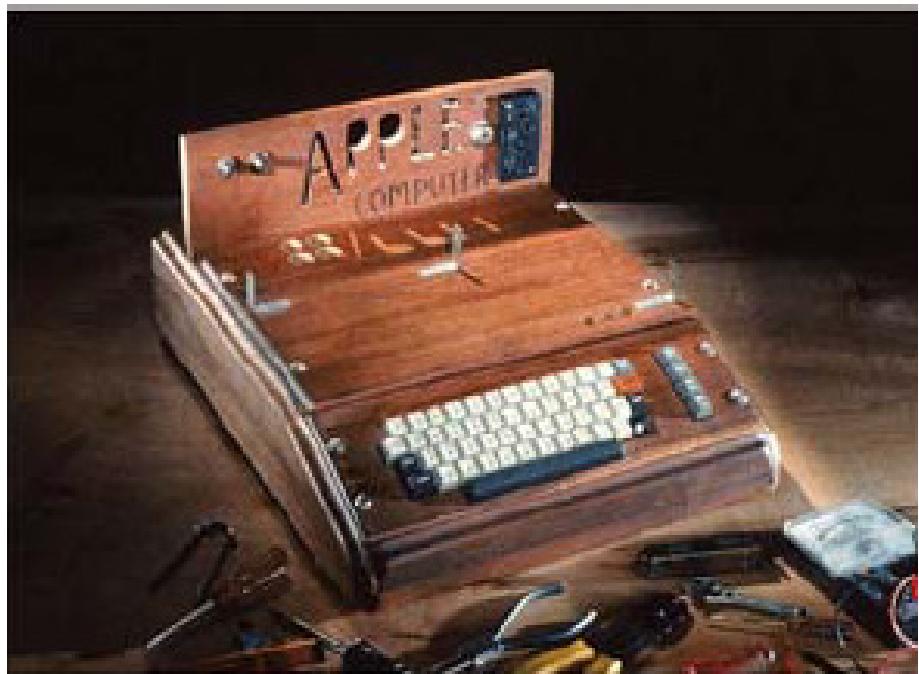
- Prvi Apple računar
  - Steven Jobs i Stephen Wozniac (1975),  
u garaži Steven-ovih roditelja!
- Homebrew Computer Club  
(1975, USA)
- Commodore (1977)



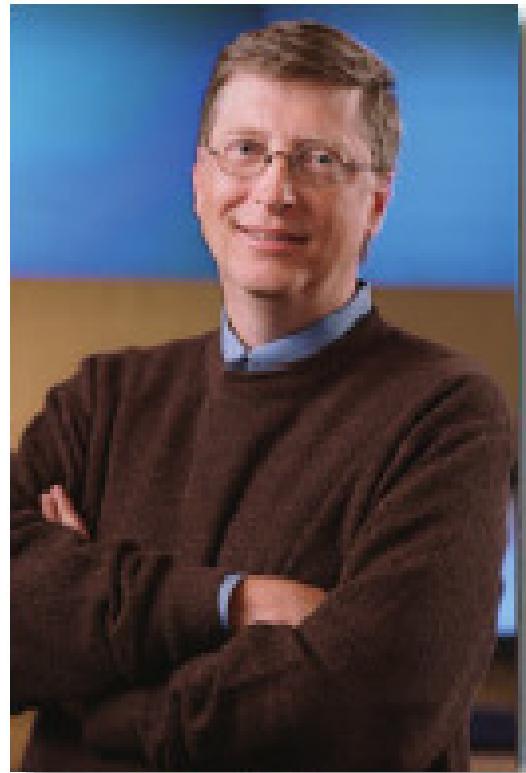
# Apple I



# Apple I



# Mikro računari



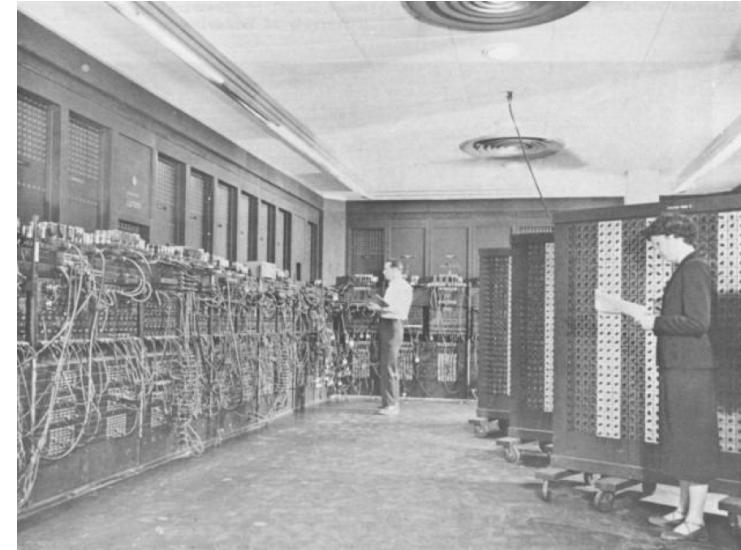
Bill Gates

# Mikro računari

- Apple Macintosh (1984)
  - Motorola 68000 (8 MHz !!!),  
GUI, B/W ekran
- MS Windows, v. 1.0 (1985)
- MS Windows, v. 2.0 (1987)
- MS Windows, v. 3.0 (1990)
- MS Windows, v. 3.1 (1991)

# Generacije računara

- Računari I generacije (1939–1958)
  - tehnologija elektromehaničkih komponenti i vakuumskih cevi
  - programi pisani u mašinskom jeziku, kasnije u asembleru

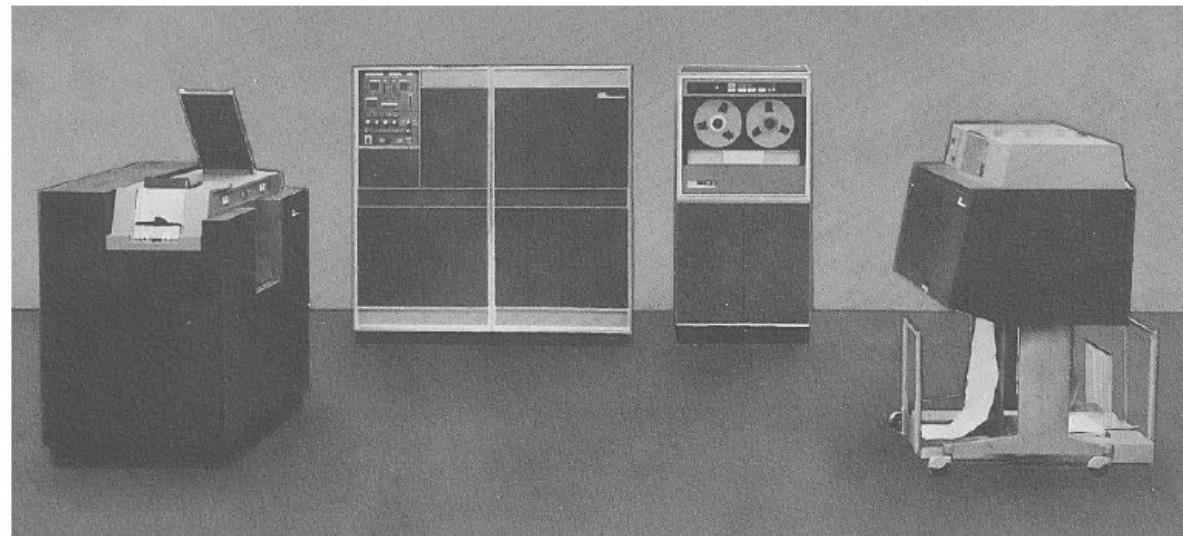


# Generacije računara

- Računari II generacije (1959–1964)
  - memorija na bazi magnetnih jezgara
  - tehnologija diskretnih dioda i tranzistora
  - hardverska realizacija pokretnog zareza
  - I/O procesori
  - prvi elementi paralelizma  
kod procesora i ostalih komponenata
  - viši prog. jezici: FORTRAN, ALGOL, COBOL

# Druga generacija

- Pojava tranzistora:
  - smanjenje dimenzija
  - smanjenje potrošnje el. energije
  - povećanje brzine
- Tipičan predstavnik – IBM 1401
  - 4 KB memorije
  - ulaz - prekidači

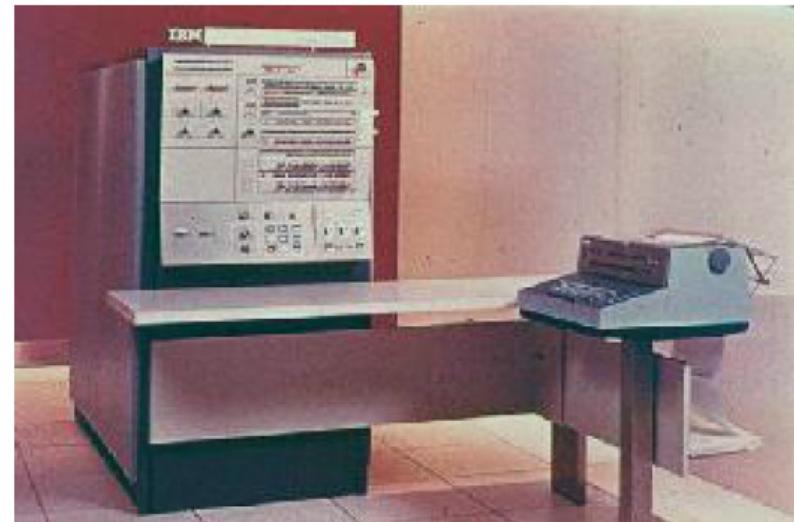
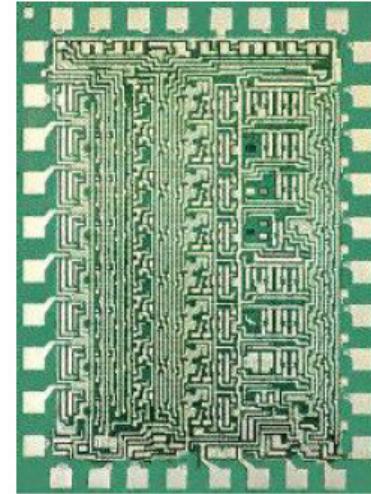


# Generacije računara

- Računari III generacije (1965–1971)
  - tehnologija integrisanih kola
  - poluprovodničke memorije
  - sve veći broj operacija u sekundi
  - operativni sistemi
  - prvi telekomunikacioni sateliti
  - sve veći paralelizam
    - između procesora i I/O operacija
  - programski jezici Simula, Pascal, C

# Treća generacija

- Pojava integrisanih kola:
  - smanjenje dimenzija
  - smanjenje potrošnje
  - ubrzanje rada
- Tipičan predstavnik – IBM System/360
  - tastatura, diskovi
  - 8-bitna memorija, magnetna jezgra, do 6 MB



- 
- IBM System/360, Familija računara predstavljena 1964
    - isti ili sličan skup instrukcija i zajednički OS
    - Različite brzine rada i kapaciteti memorija
    - Kompatibilnost na gore
  - DEC PDP-8, 1965., prvi "mali" računar, 16000\$
    - Prva magistrala - Omnibus



# Generacije računara

- Računari IV generacije (1972–1978?, 1984?)
  - LSI tehnologija (100.000 tranzistora na čipu)
  - procesor na jednom čipu
  - paralelne arhitekture i vektorski procesori
  - UNIX, C
  - Prolog i deklarativno programiranje
  - PC tehnologija?
  - počeci mreža i distribuiranih sistema?

# Četvrta generacija

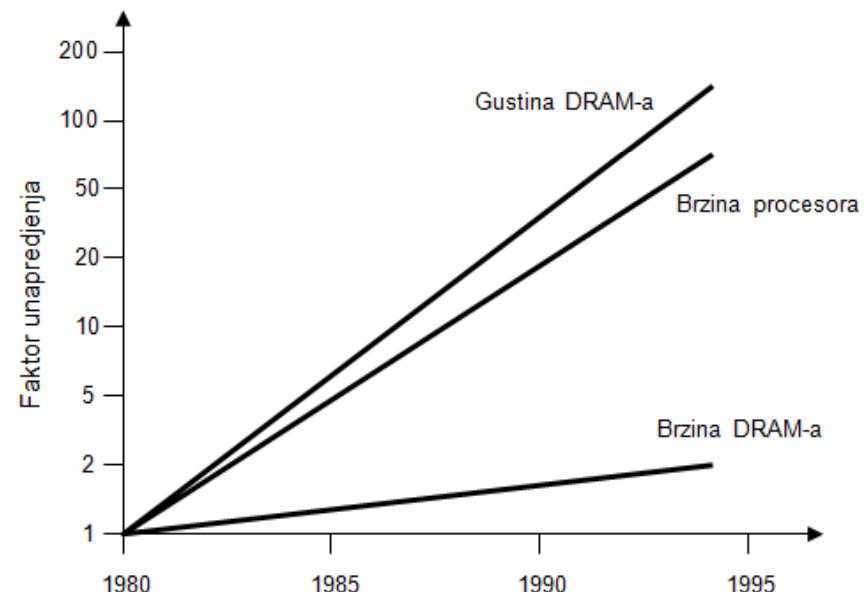
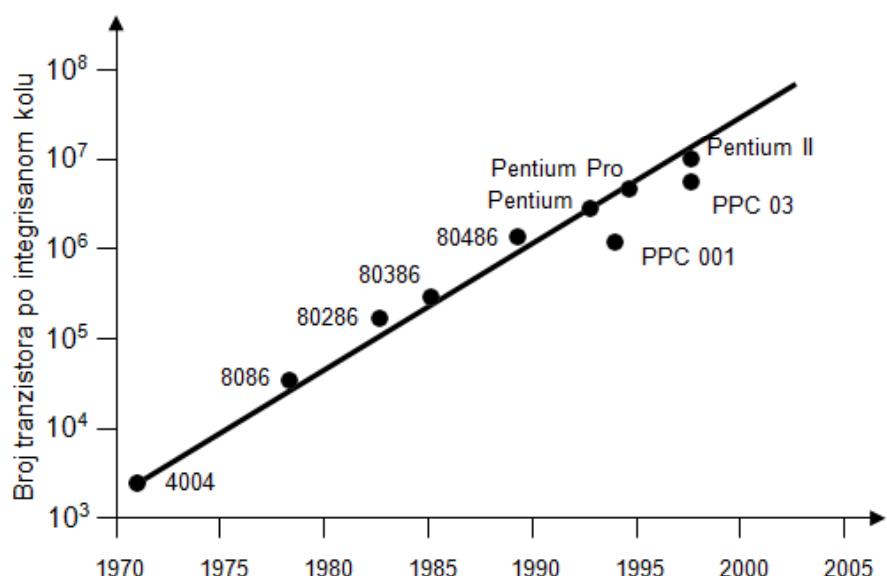
- Pojava VLSI (Very Large Scale Integration) kola:
  - milioni komponenti u integrisanim kolima
  - mikroprocesor izdvojen u jednom integrisanom kolu (inženjer Ted Hoff) - Intel 4004
  - smanjenje dimenzija, potrošnje
  - ubrzanje
- Tipičan predstavnik – IBM PC računar:
  - 8086 mikroprocesor
  - 64 KB memorije (max 640 KB)
  - 360 KB flopi disk
  - 10 MB hard disk



# Četvrta generacija

- 80286 procesor
  - 16 bita
  - 16 MB RAM
  - 6 MHz – 12,5 MHz
  - 134000 tranzistora
- 80386 procesor
  - 32 bita
  - 16 MHz – 40 MHz
  - 4 GB RAM
  - 275000 tranzistora
- 80486 procesor
  - 32 bita
  - 25 MHz – 100 MHz
  - 4 GB RAM
  - 1,2 miliona tranzistora
- PENTIUM procesor (ime ne prati seriju 80xxx zbog prava AMD-a na mikrokod):
  - P1
    - 3,1 miliona tranzistora
    - 60 MHz – 166 MHz
  - P2
    - 7,5 miliona tranzistora
    - 233 – 333 MHz
  - P3
    - 9,5 miliona tranzistora
    - 650 MHz – 1,4 GHz
  - P4
    - 55 – 200 miliona tranzistora!
    - 1,4 GHZ – 3,4 GHz

- Intel 4004, 1971. godina:
  - 4 bita, množi uzastopnim sabiranjem
- PC računar - *Personal Computer*, 1984. godine
- Porast performansi mikroprocesora i memorije



### Procesori 70-tih

	4004	8008	8080	8086	8088
Predstavljen	15/11/71	1/4/72	1/4/74	8/6/78	1/6/79
Radni takt	108 KHz	108 KHz	2 MHz	5-10MHz	5-8MHz
Širina magistrale	4 bita	8 bita	8 bita	16 bita	8 bita
Broj tranzistora	2300	3500	6000	29000	29000
Izrada (mikrona)	10	10	6	3	3
Memorijski opseg	640 B	16 KB	64 KB	1 MB	1 MB
Virtuelna memorija	-	-	-	-	-

### Procesori 80-tih

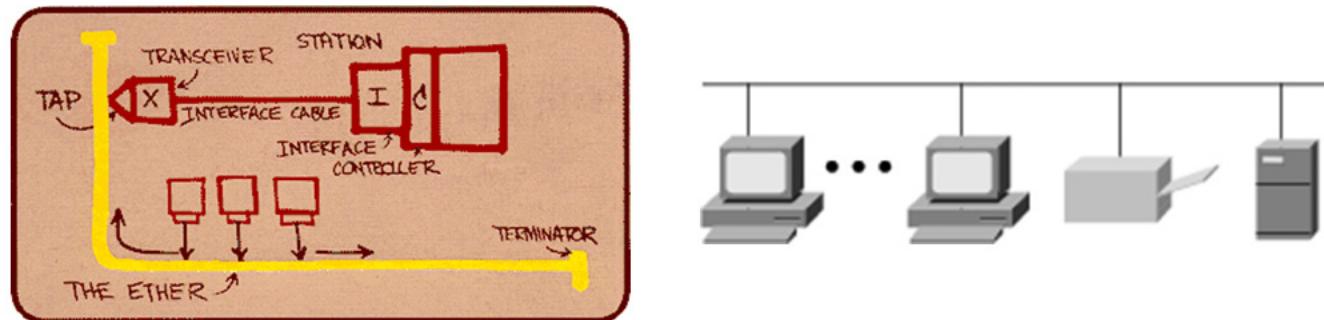
	80286	80386 DX	80386 SX	486 DX CPU
Predstavljen	1/2/82	17/10/85	16/6/88	10/4/89
Osnovni takt	6-2.5 MHz	16-33 MHz	16-33 MHz	25-50 MHz
Širina magistrale	16 bita	32 bita	16 bita	32 bita
Broj tranzistora	134.000	275.000	275.000	1.200.000
Izrada (mikrona)	1.5	1	1	0.8-1
Memorijski opseg	16 MB	4 GB	4 GB	4 GB
Virtuelna memorija	1 GB	64 TB	64 TB	64 TB

### Procesori 90-tih

	486 SX	Pentium	Pentium Pro	Pentium II
Predstavljen	22/4/91	22/3/93	1/11/95	7/5/97
Osnovni takt	16-33 MHz	60-166 MHz	150-200 MHz	200-300 MHz
Širina magistrale	32 bita	32 bita	64 bita	64 bita
Broj tranzistora	1.185.000	3.100.000	5.500.000	7.500.000
Izrada (mikrona)	1	1	0.6	0.6
Memorijski opseg	4 MB	4 GB	64 GB	64 GB
Virtualna memorija	64 GB	64 TB	64 TB	64 TB

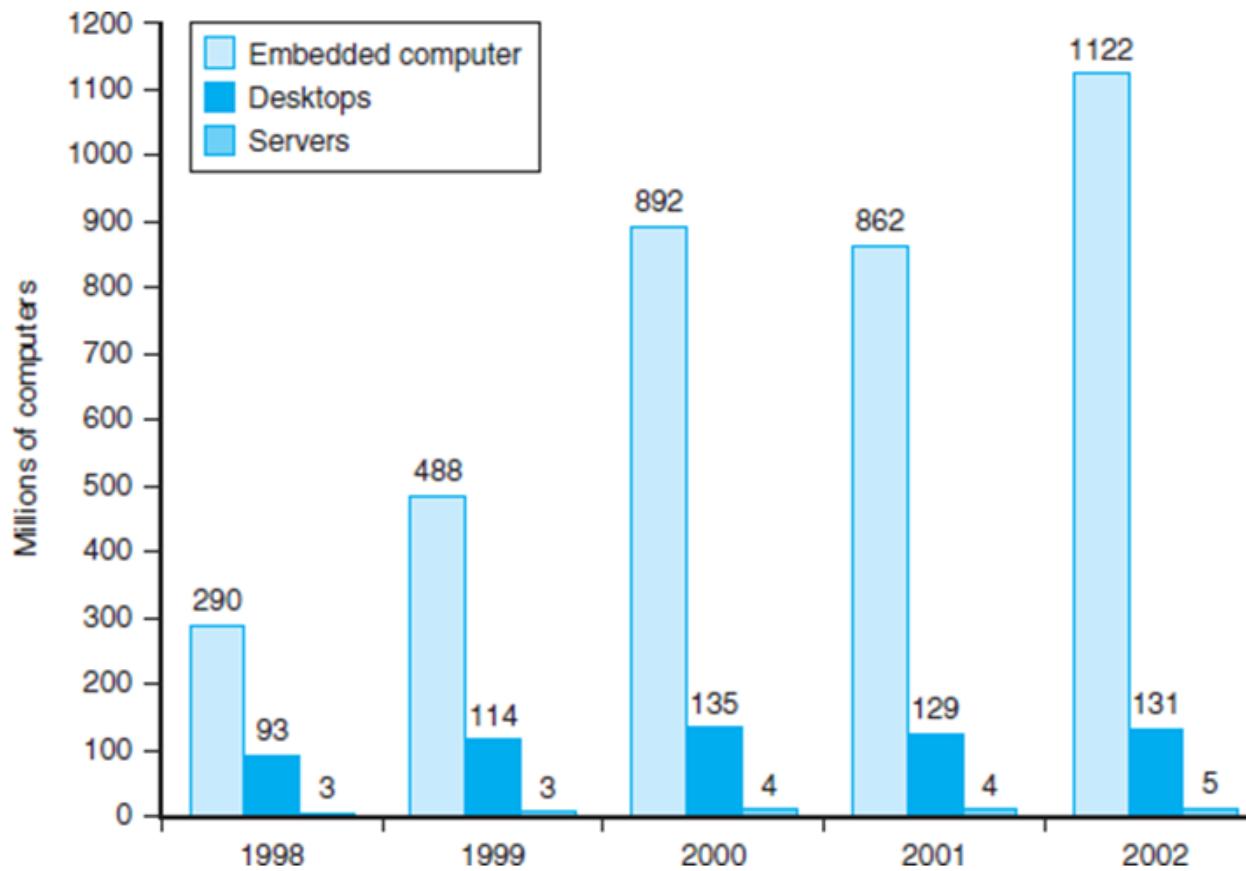
## Računari V generacije (1978?, 1984?–1990)

- VLSI i UVLSI tehnologija (1.000.000 tr. na čipu)
- napuštanje velikih računara
- multiprocesorski računari  
(distribuirana memorija umesto zajedničke)
- računarske mreže (LAN i WAN)
- distribuirani računarski sistemi
- **PC tehnologija?**
  - Formiranje skupa distribuiranih, međusobno povezanih računara
    - kooperativni rad
    - deleći pri tom i određene resurse.
  - *Ethernet*: koncept 1973, kartica 1982
  - IEEE standard 802.3 1983. godine



## Računari VI generacije (1990–danas)

- računarske mreže i Internet
- sve brži prenos komunikacionim linijama
- sve bolje radne stanice
- Nezamisliv napredak tehnologija i ukupnih performansi
- Tri osnovna segmenta
  - Stoni računari (personalni)
    - Optimum cene i performansi
  - Poslužioci (serveri)
    - Superračunari, naučni, komercijalni, internet
    - Propusnost, pouzdanost, proširivost
  - Namenski – ugrađeni (embedded)
    - Bez mogućnosti programiranja od strane korisnika
    - Minimalni resursi i cena, realno vreme



Izvor: *Computer Organization and Design*, Patterson & Hennessy