

# 1. Iсторијски развој рачунара

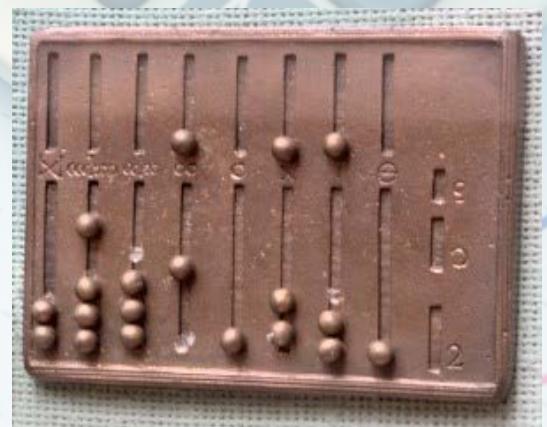


# Uvod

- **Šta su to računari?**
  - Računar je bilo koji elektronski uređaj koji može da pamti, pretražuje i obrađuje podatke.(Websterov rečnik)
  - Računar ili kompjuter (computer) je programirljiv uređaj koji prihvata, skladišti i upravlja podacima sa ciljem da proizvede podatke koji mogu biti korisni. (wikipedia)
  - Računari su pomoćna sredstva za brže i lakše računanje sa manje grešaka.(uska definicija)
  - Danas su računari umnogome prevazišli svoju primarnu namenu i gotovo da nema oblasti u kojoj nisu našli primenu.
- Nastanak računara vezan je za vekovnu težnju čoveka da sebi olakša proces računanja, ubrza ga i učini tačnijim.
- Ideja o konstruisanju uređaja za automatizaciju izračunavanja stara je nekoliko hiljada godina.
  - Prva naprava te vrste je *Abak (Abacus)*

# Abak (Abacus)

- Egipatski, Grčki, Rimski, Kineski, Japanski, Ruski, ...
- Sastoji se od rama, kuglica koje su podeljene na dva dela i slobodno mogu pomerati po vertikalnim šinama
- Osnovne računske operacije: **sabiranje, oduzimanje, množenje i deljenje.**
- U upotrebi je i danas u nekim zemljama

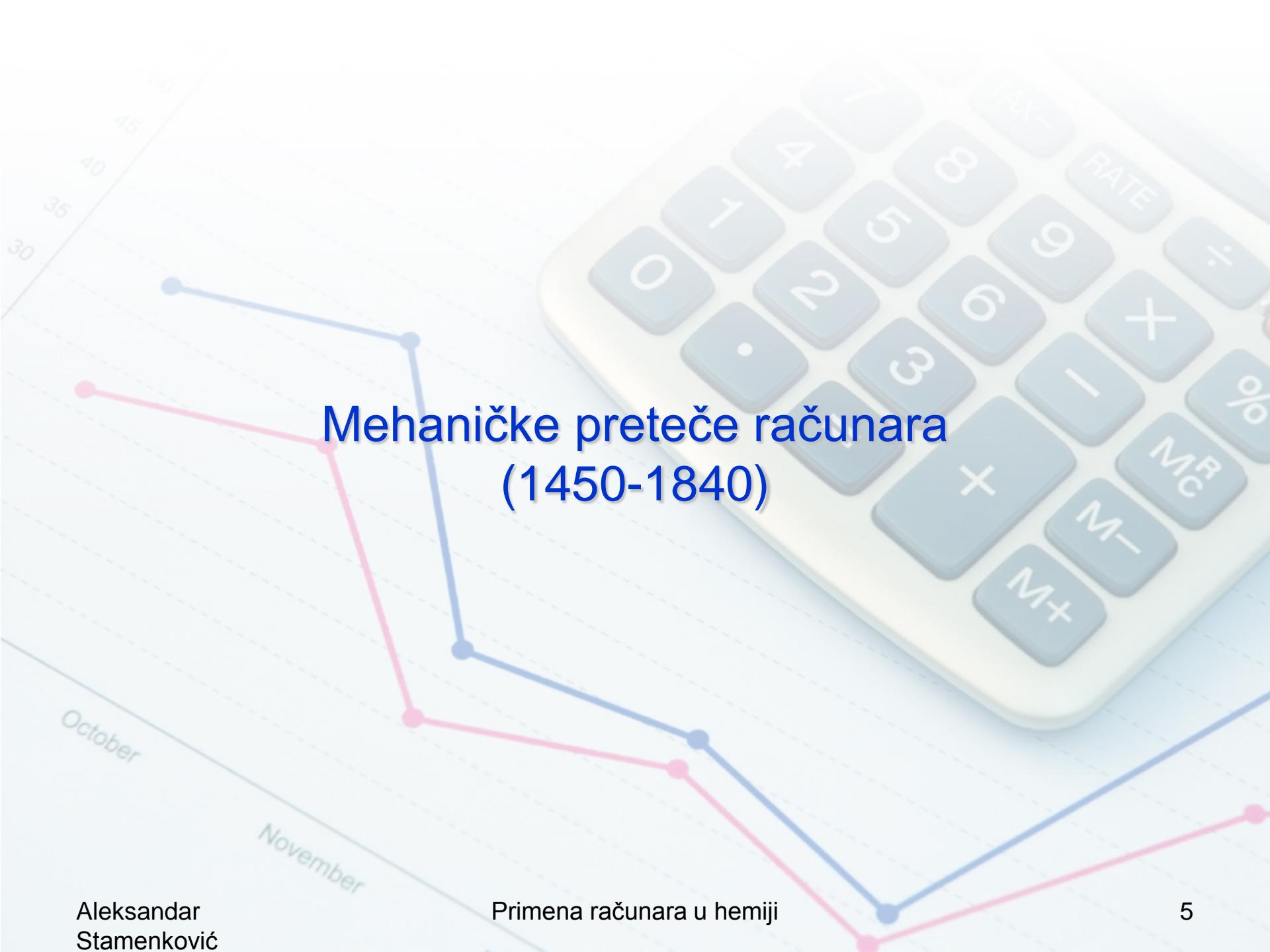




Moderni računar VS abacus

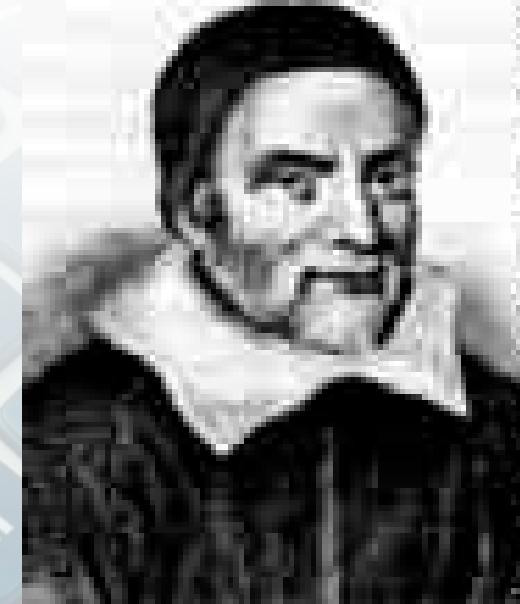
Poreklo reči **Abacus** je od grčkog **abakos** – tabla, koja dalje verovatno vodi poreklo iz hebrejskog **abhaq** – pesak prašina .

# Mehaničke preteče računara (1450-1840)



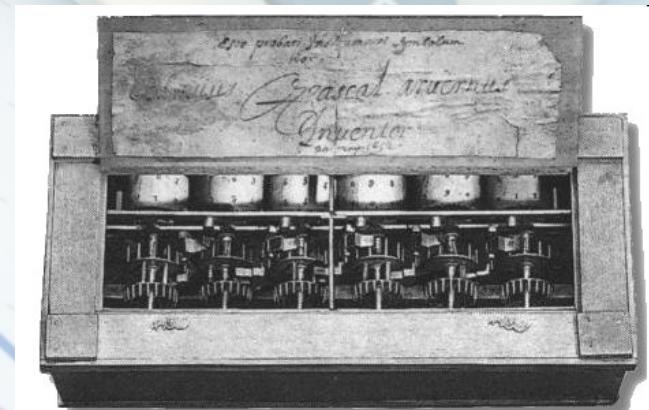
# William Oughtred

- 1621. god. William Oughtred – engleski matematičar koji je izmislio **kružni klizni lenjir**.
- Smatra se prvim analognim računarskim uređajem za množenje i deljenje brojeva.



# Blaise Pascal (1623-1662)

- **1640. god. Pascal je započeo rad na razvoju uređaja koji je trebalo da pomogne njegovom ocu u izračunavanju poreza.**
- **1642. god. pojavio se prvi model ovog uređaja (*Pascaline*).**
- **Pascalov mehanički kalkulator mogao je da sabira i oduzima 6-to cifrene brojeve.**
- Množenje i deljenje se obavljalo preko niza sabiranja i oduzimanja.
- U suštini Pascaline je radio samo sabiranje:
  - **oduzimanje se obavljalo korišćenjem komplementa.** Broj koji je trebalo oduzeti se prvo konvertovao u svoj komplement, a zatim sabirao sa prvim brojem
  - **Moderni računari upravo koriste ovu tehniku za oduzimanje.**

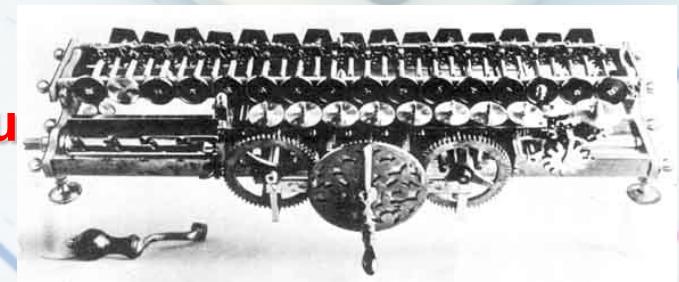




- To je bio **prvi komercijalni kalkulator**
- U narednih 10 godina proizvedeno je 50 ovakvih uređaja (ekskluzivno pravo za proizvodnju i prodaju - Royal Privilege)
- Danas se neki primerci čuvaju u muzeju u Parizu.

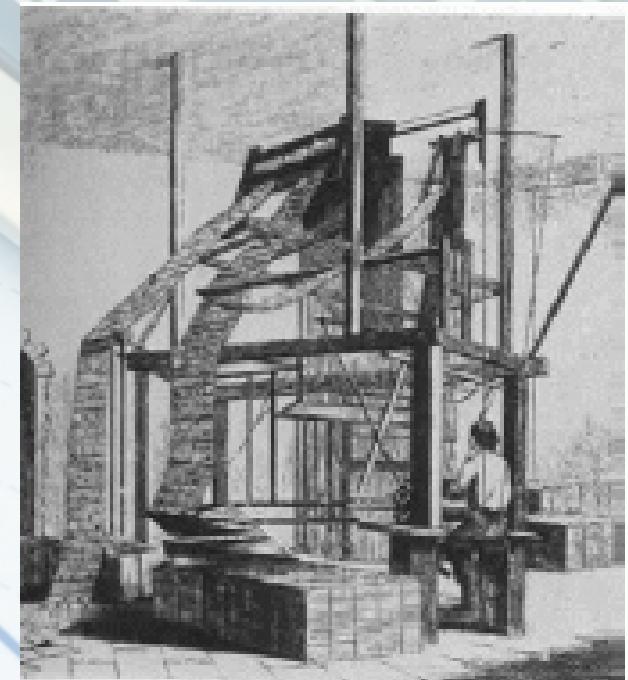
# Gottfield von Leibniz (1646-1716)

- Tokom 1670-ih Leibniz je učinio korak dalje u projektovanju mehaničkih kalkulatora
  - “Nedopustivo je da pametan čovek izgubi sate obavljajući računanje koje se može poveriti bilo kome ako se koristi mašina”
  - 1671. Leibniz je predstavio uređaj koji je pored sabiranja i oduzimanja, mogao da obavlja i množenje, deljenje i izračunavanje kvadratnog korena – *Leibnezovi točkovi, BRS*
  - **Leibnic je zastupao ideju o korišćenju binarnog brojnog sistema, koji je danas osnova rada savremenih računara.**

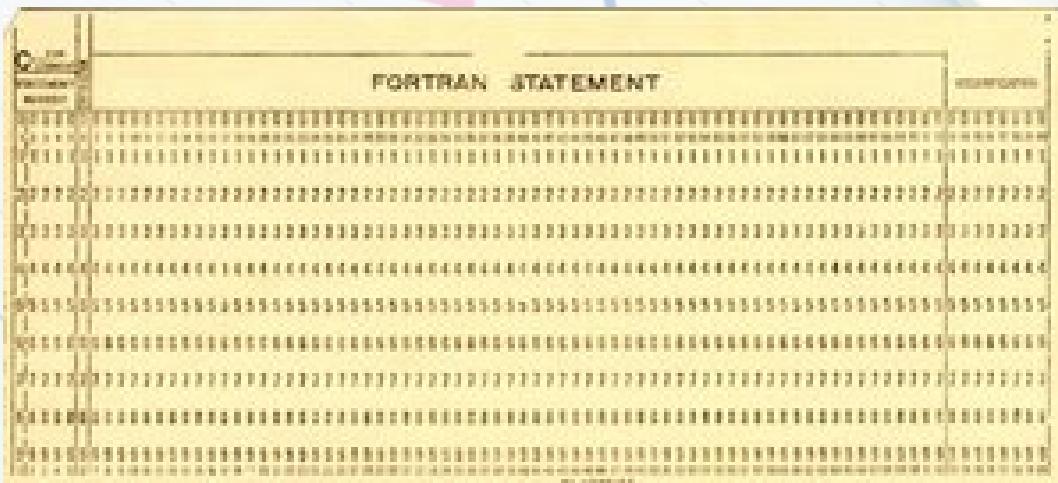


# Joseph Marie Jacquard (1752-1834)

- Francuski pronašaoč, poznat po pronašauju automatskog razboja za tkanje
  - Jacquardov razboj je koristio **drvene pločice (kartice)** na kojima su bile izbušene rupe kojima se definisao oblik reljefne šare na tkanini
  - Svaka kartica odgovarala je jednom redu na razboju. Kartice su bile povezane po redu, jedna za drugom.
  - Menjanjem rasporeda kartica mogle su se menjati šare

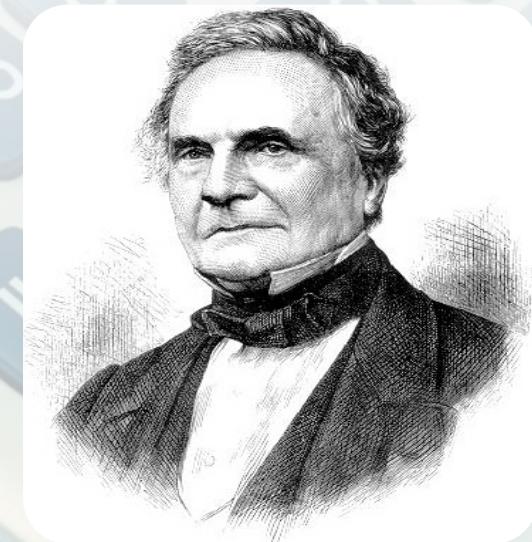


- Ove kartice predstavljaju preteču računarskog programa.
- Mnogo godina kasnije, bušene kartice su predstavljale osnovni medijum za pamćenje informacija (programa i podataka) u računarima sve do 1980 godine.



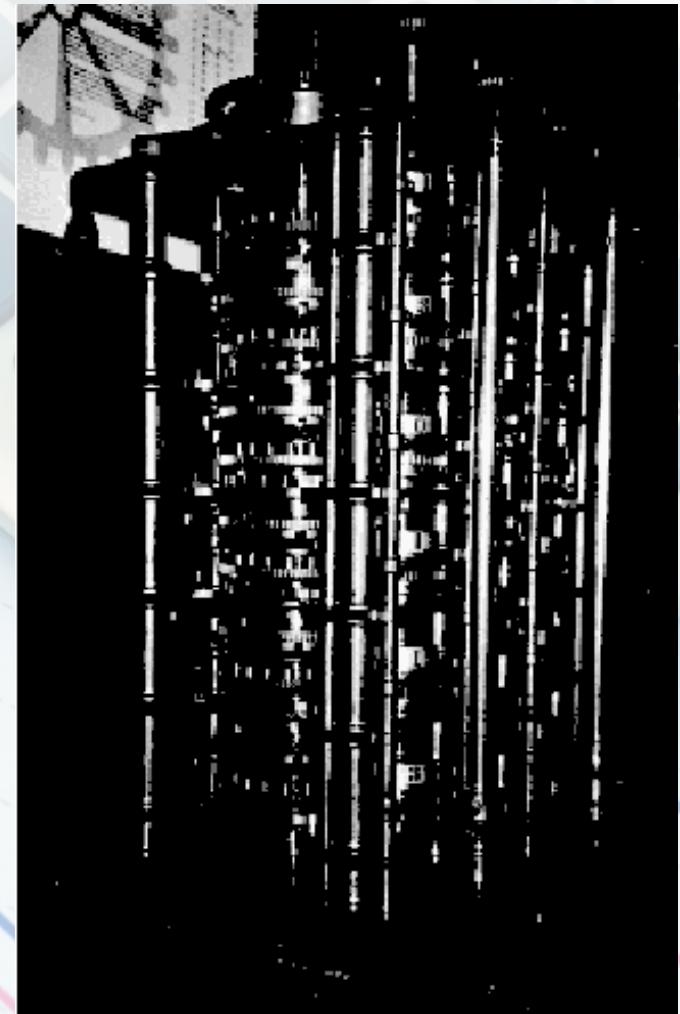
# Charles Babbage (1791-1871)

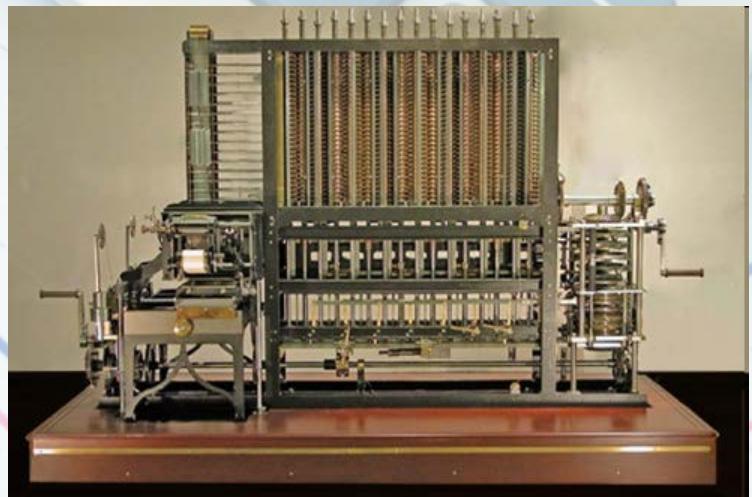
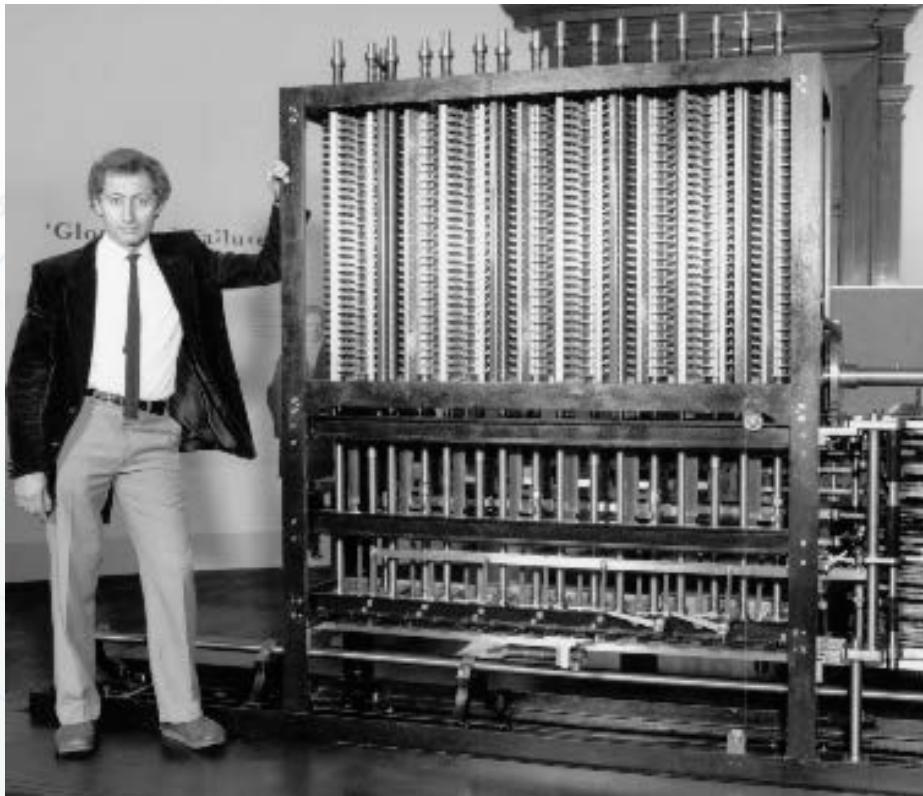
- Engleski matematičar
- Praotac računarske tehnike
- Prvi je izneo ideju o **programirljivom računaru**
- Preuzeo ideju Jacquarda o **bušenim karticama** kao prvi mehanički metod unošenja informacija u računar.
- **Tvorac diferencne i analitičke mašine**



# Diferencna mašina (1832)

- Radena je za potrebe Britanske mornarice (nautičke tablice)
- Koristila se za izračunavanje vrednosti polinoma metodom konačnih razlika
- **Nije mogla da se programira** – izvršavala je samo jedan metod
- Nije proizvedena u XIX veku.  
Razlozi – 17 000£.



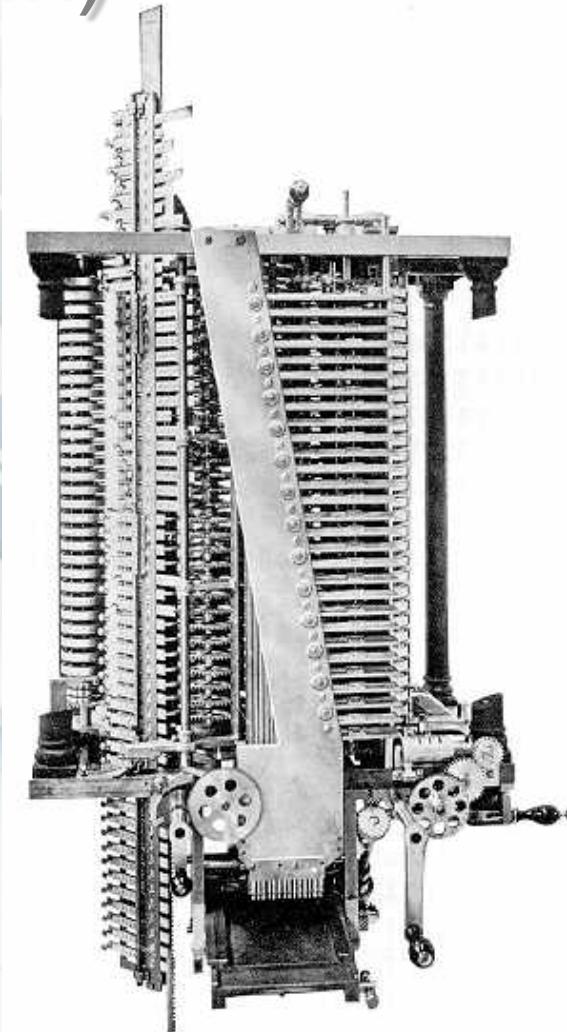


Diferencna mašina je rekonstruisana  
1991. godine, a kompletirana tek  
2002.:

- Satoji se od 8000 delova
- Teška je 5t

# Analitička mašina (1840-tih)

- Charles Babbage je pokušao da konstruiše mašinu koje bi mogla da se programira da obavlja bilo koja izračunavanja
- Pored toga što je mogla da obavlja 4 osnovne operacije (+, -, \*, /), ona je mogla i da **donosi odluke**.
  - kao rezultat toga, ona je mogla da menja redosled izračunavanja, u zavisnosti od izračunate vrednosti
  - mogla je da preskoči neka izračunavanja ili da se vrati u nazad i ponovi neke korake



## ■ Preteča savremenih računara

- memorija, mlin (procesor), kontrolni mehanizam, ulaz, izlaz

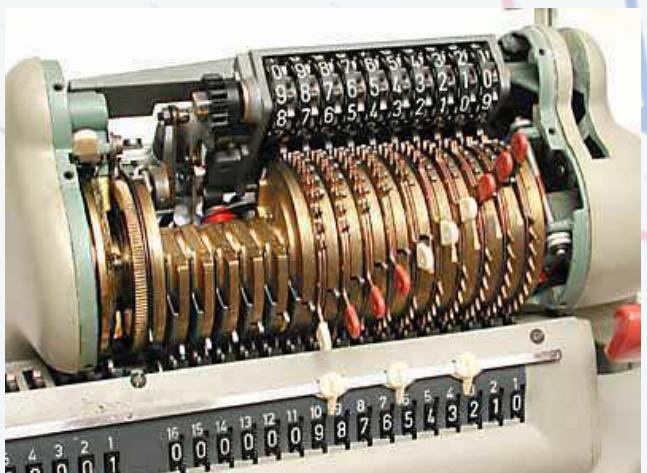
## ■ Memorija – bušene kartice

## ■ Mehaničko programiranje - promena pozicije klinova



Rekonstrukcija analitička mašina u Muzeju Nauke u Londonu

# Mehanički računari... do skoro u upotrebi





- 1886. god. Herman Hollerith – razvio je mašinu za računanje koje je koristila bušene kartice za elektronsko brojanje.
- Ovaj uređaj je napravljen da bi se obavio popis iz 1890. godine (u Americi). Ručno brojanje bi trajalo **čitavu deceniju** (rezultati prethodnog popisa su se obrađivali ručno i proces je trajao **7 godina**).
- 1896. godine Hollerith je osnovao Tabulating Machine Company.
- 1924. godine, nakon nekoliko spajanja i preuzimanja, kompanija je postala **International Business Machines (IBM)**.

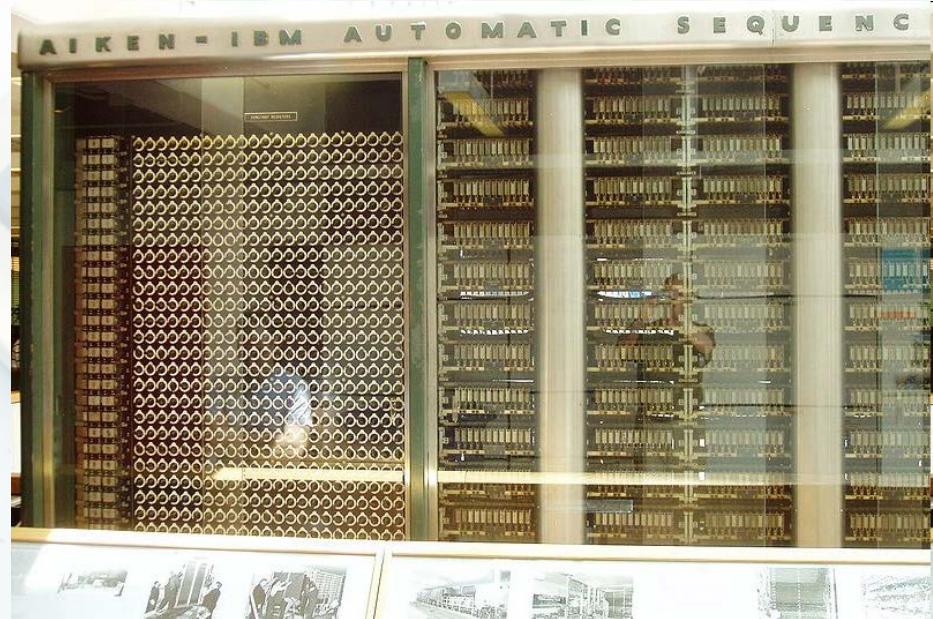
# Elektro-mehanički računari (1840-1940)

# Howard Aiken (1900-1973)

- Babbageova ideja „programirljivog potpuno automatskog kalkulatora” ostvarena je **112 godina kasnije.**
- Godine 1937, **Howard Aiken** na Hardvardskom univerzitetu projektuje **prvi cifarski računar** sa ciljem da reši izvesne nelinearne diferencijalne jednačine (**Automatic Sequence Controlled Calculator, ASCC**) i završava ga 1944. godine.
- Poznat i kao **Mark I.**
- Razvijen zahvaljujući donaciji IBM vrednoj jedan milion dolara.



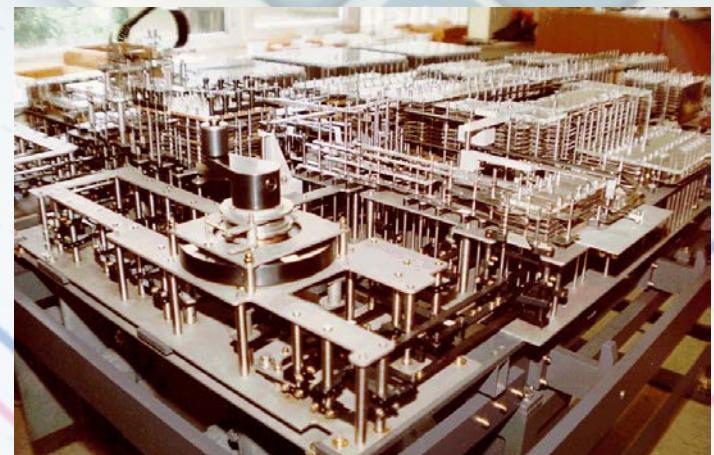
- Osnovne komponente računara su mehanički koturi i elektromehanički relei.
- Koristio je bušene kartice.
- Bio je pouzdan, ali spor i glomazan: 765000 komponenti, stotine kilometara žice, 16m dug i 2.4 m visok. Težine 4500 kg.



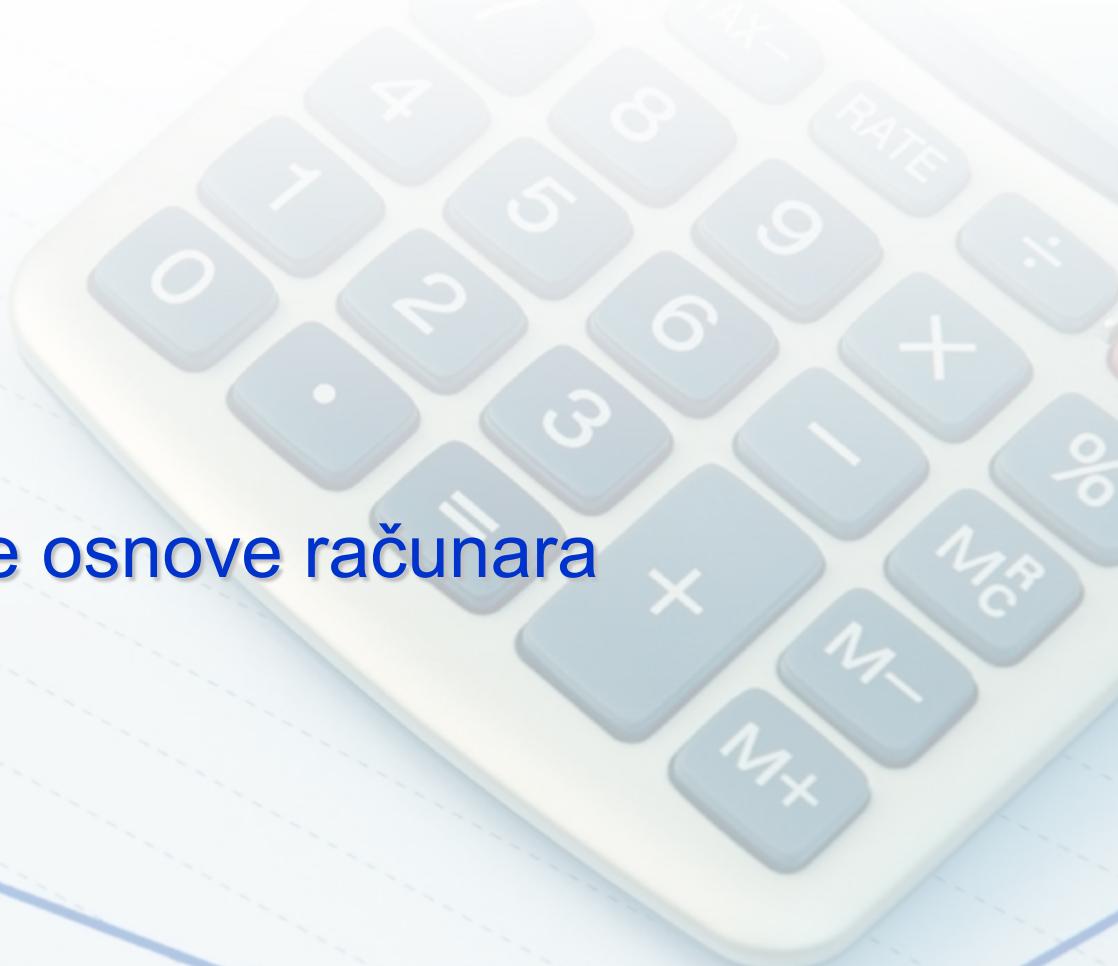
Moljac zaglavljen na jednom od releja izaziva kvar. Grace Murray Hopper, 1944 uklanja prvu "bubu" i uvodi pojmove "bug" i "debuging" u računarski leksikon.

# Konrad Zuse (1900-1973)

- Nemački matematičar
- Tvorac niza elektromehaničkih računara (nezavisno od rezultata Babbagea i Aitkena)
- Z-serija – Z1 (1938), Z2,Z3 (1941), Z4 (1945)
- Tvorac prvog programskog jezika - **Plankalkül**

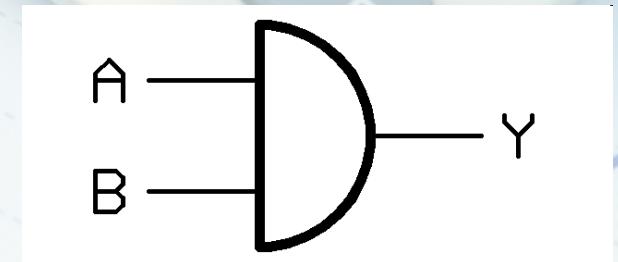
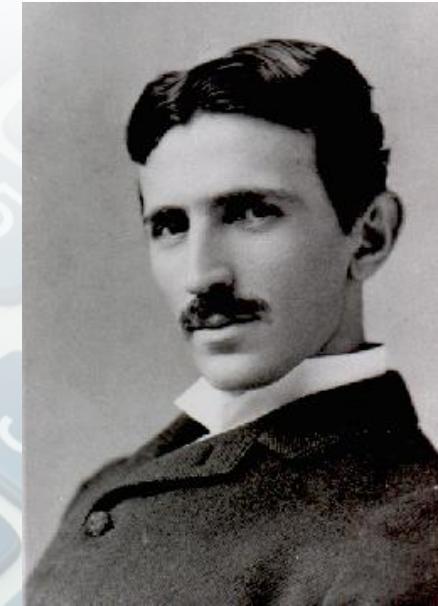


# Teorijske osnove računara



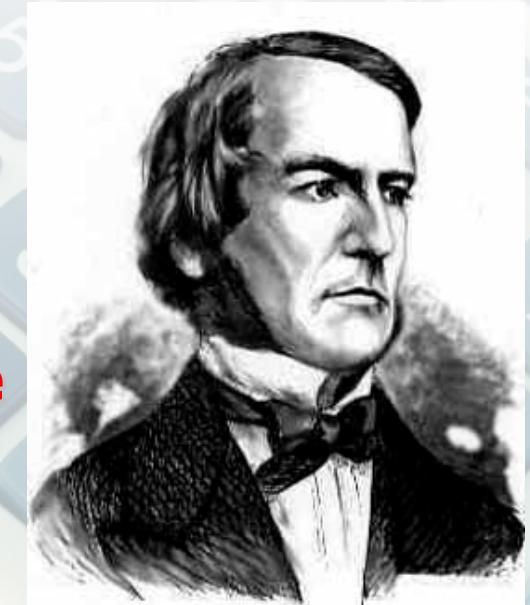
# Nikola Tesla (1856-1943)

- Jedan od najpoznatijih svetskih pronalazača i naučnika u oblasti fizike i elektrotehnike.
- Između ostalog, dao svoj doprinos i u oblasti računarstva : **patentirao je I (AND) logičko kolo.**
- Do ovog otkrića došao je razvijajući sistem za daljinsko upravljanje uređajem koji se sastojao od većeg broja primopredajnih elemenata



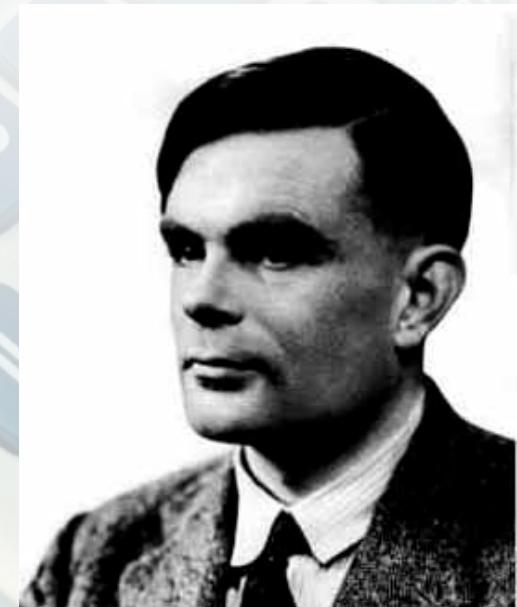
# George Boole (1791-1871)

- Irski matematičar, poznat po doprinosu razvoju simboličke logike
- **1854.g. predstavljao je logičke principe korišćenjem matematičkih simbola a ne pomoću reči**
- Razvio je novu matematičku disciplinu poznatu kao Booleova algebra koja je našla ogromnu primenu u projektovanju računara



# Alan Turing (1912-1954)

- Engleski matematičar, logičar i kriptoanalitičar
- Smatra se ocem modernog računarstva
- Konstruisao je Turingovu mašinu – matematički model univerzalnog računara.
- To je apstraktni “računar” takav da svaki drugi praktični računarski model ima jednake ili manje mogućnosti nego Turingova mašina.
- Dao odgovor na pitanje: “Šta može a šta ne može računar da izračuna?”

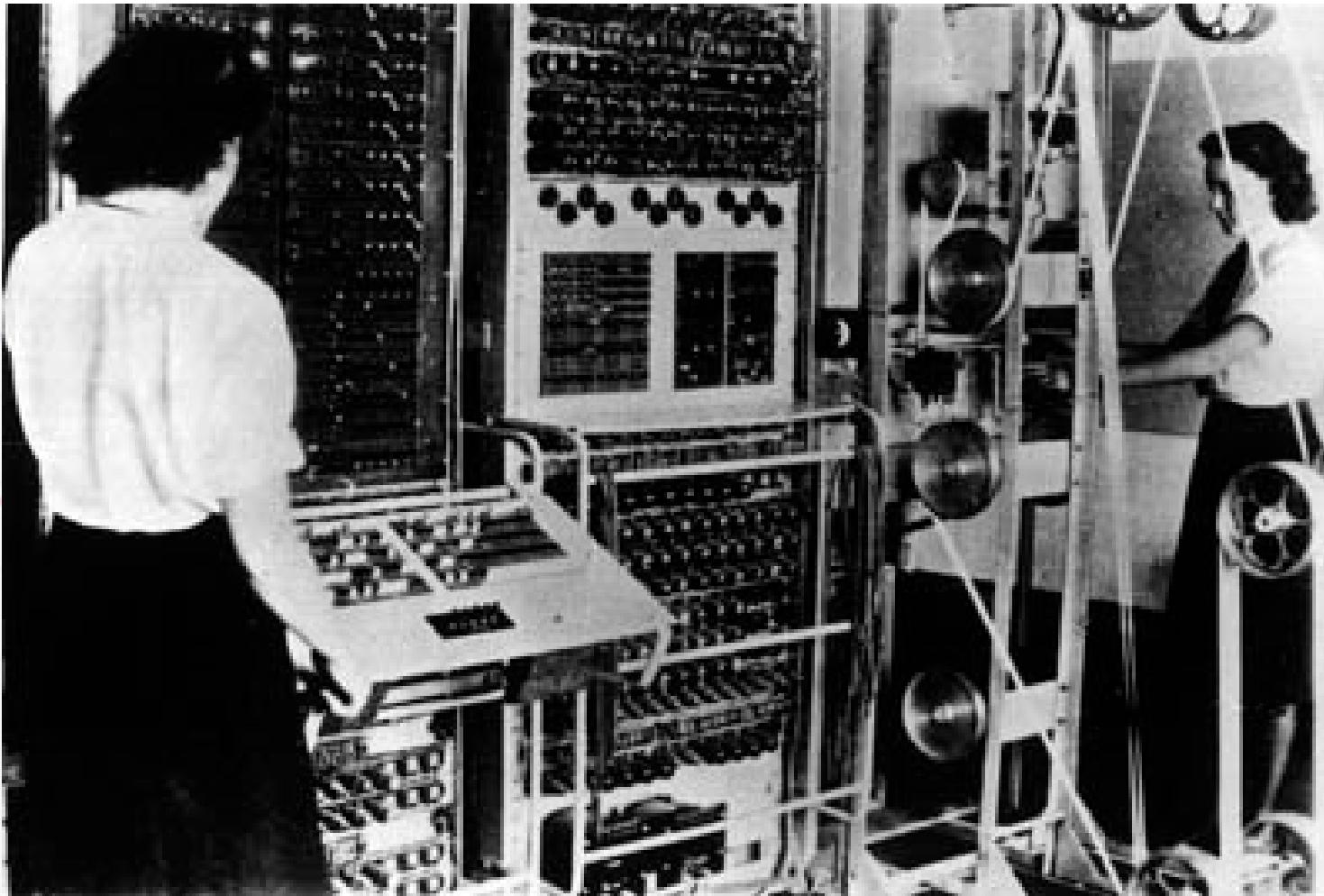


T U R I N G   M A C H I N E

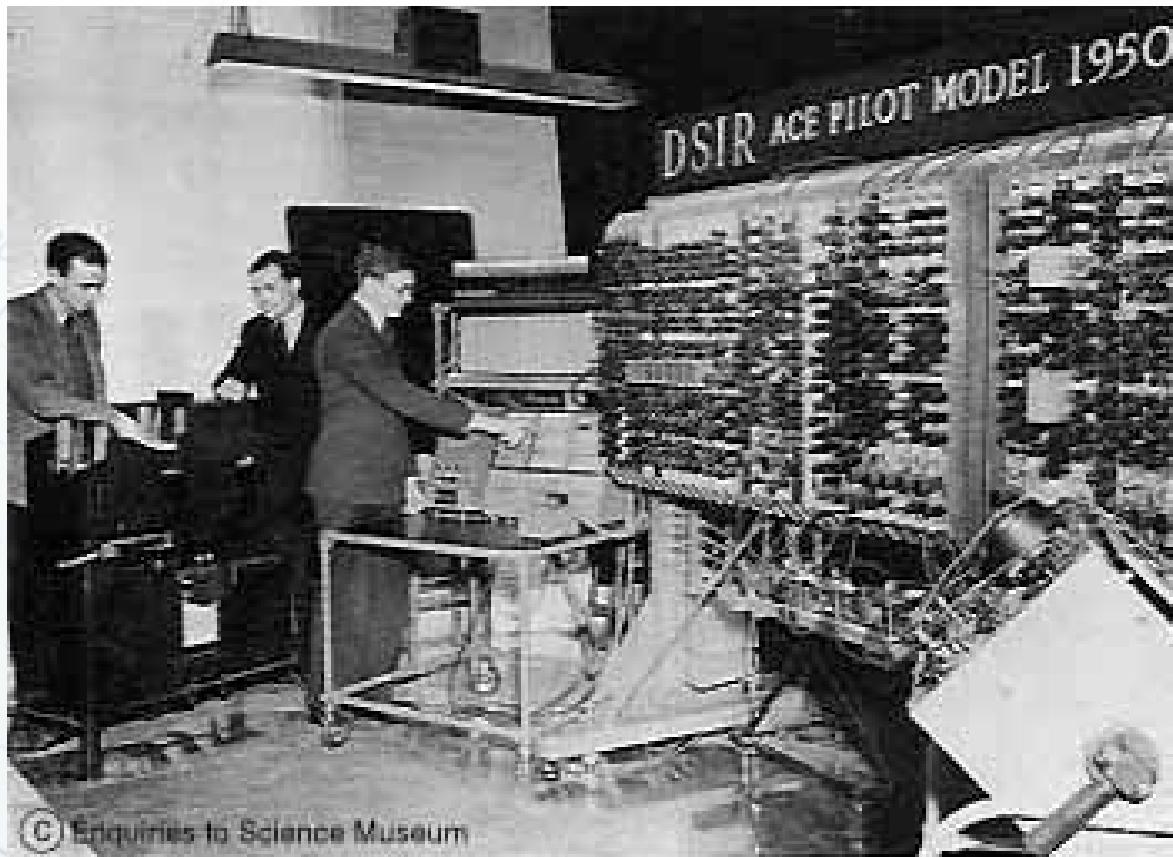
# Enigma

- Nemački uređaj za kriptovanje i dekriptovanje.
- Pojavila se 30-tih godina 20. veka.
- Intenzivno korišćena za vreme II svetskog rata.
- 1939. godine Nemci su ojačali enigmu
- Tjuringov računar Colossos je uspešno dekriptovao poruke šifrovane ojačanom Enigmom.





**Colossus** – Britanski računar iz 1943. god.  
dizajnirao ga je Alan Turing a izgradio Max Newman  
na Univerzitetu u Mančesteru



## ACE (Automatic Computing Engine) – Britanski računar iz 1950. god. koji je dizajnirao Alan Turing

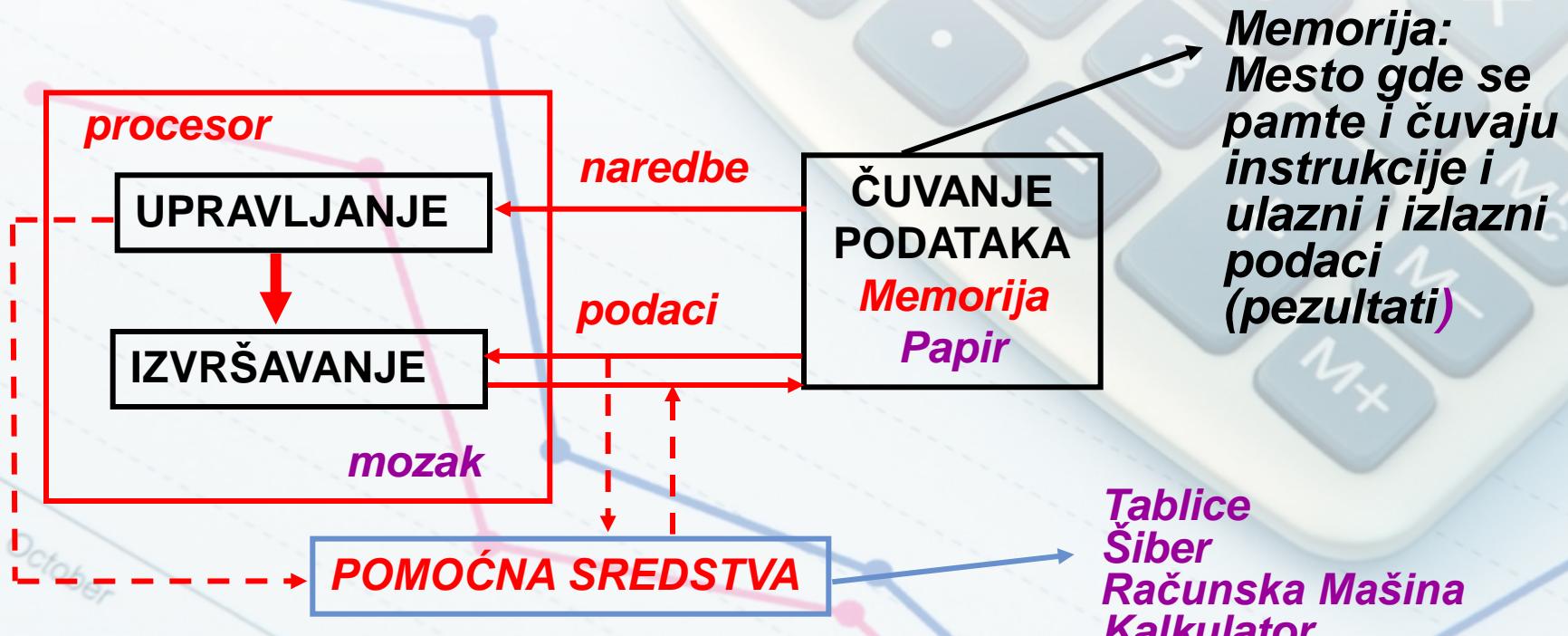
# John (Janos) von Neumann (1903-1957)

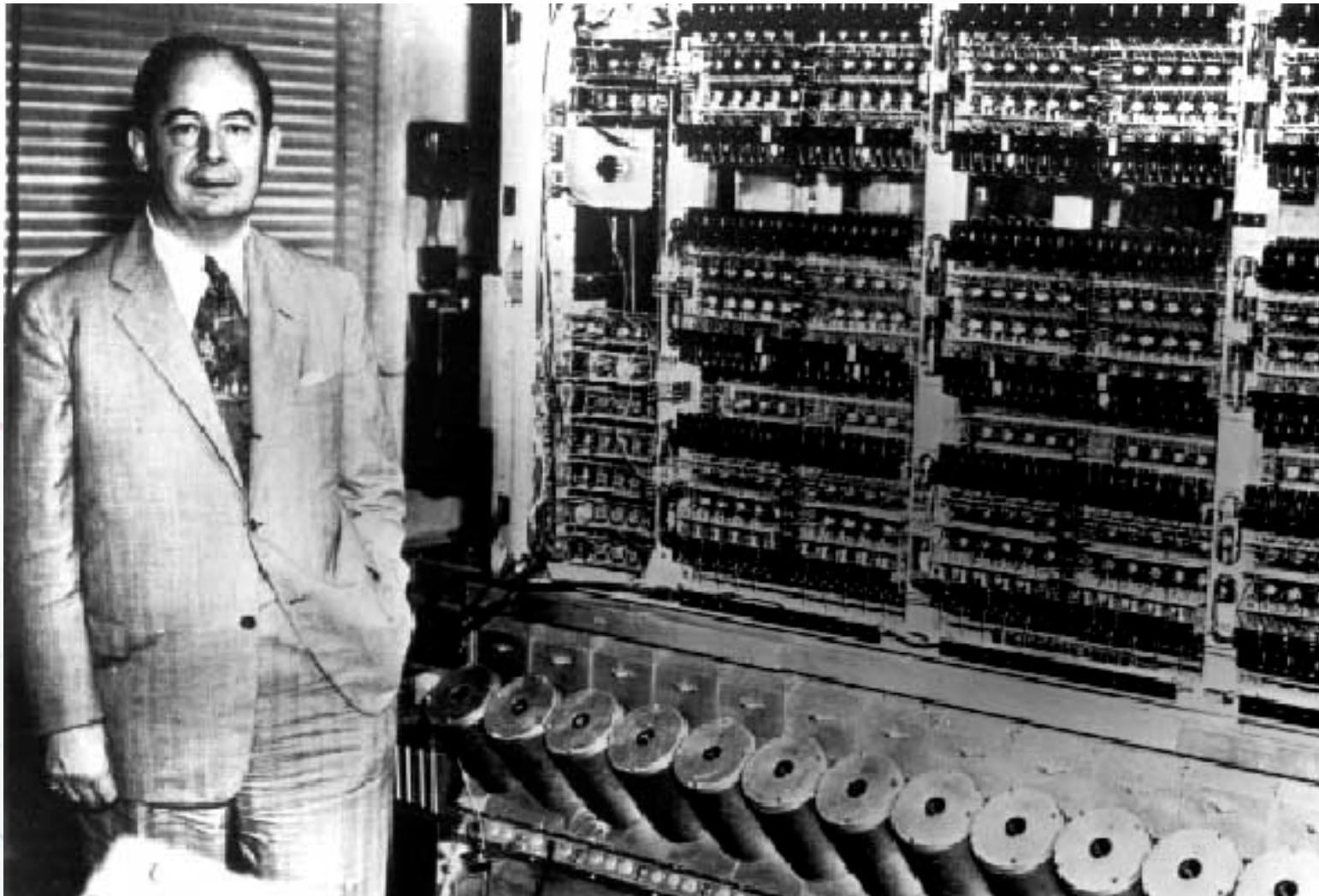
- Jeden od najvećih matematičara 20. veka
- Bavio se skoro svim oblastima matematike
- Radio na optimizaciji procesa snabdevanja savezničkih trupa u Evropi (1944)
- Učestvovao u izradi atomske bombe
- Radio u timu koji je razvijao računar ENIAC
- Glavni dizajner računara EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer)



# Von Neumannova arhitektura

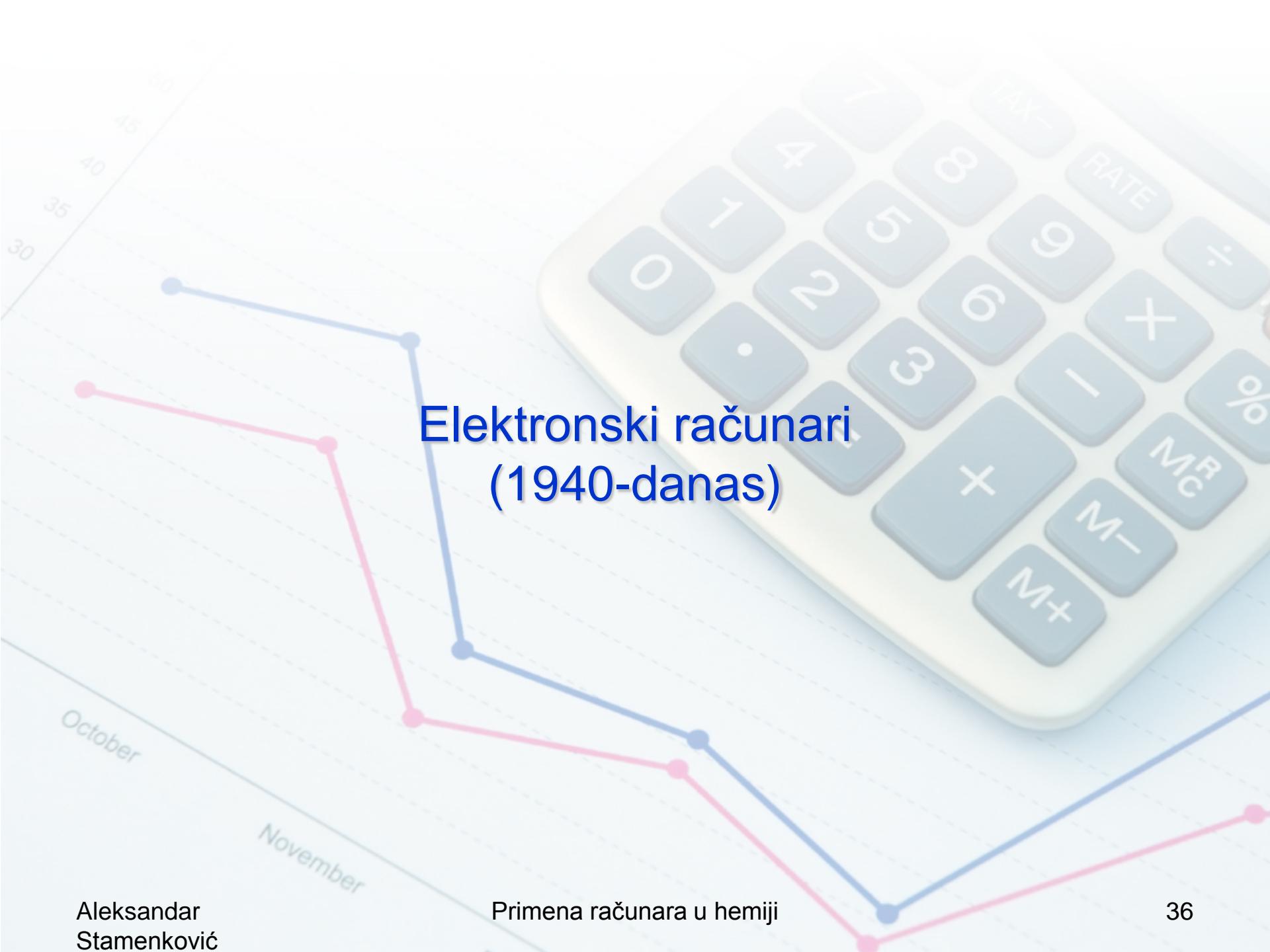
Kako računa čovek tako računa računar





## John von Neumann sa EDVAC-om (1945)

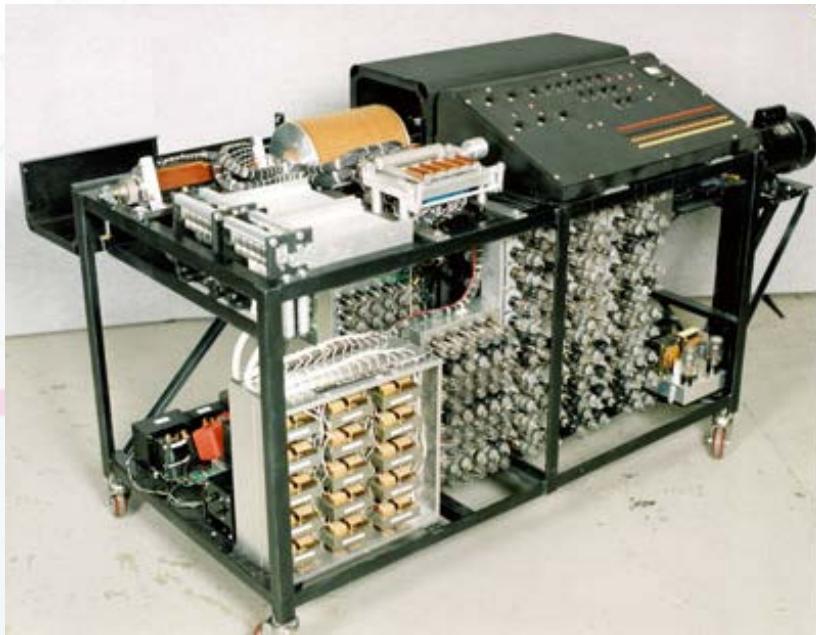
## Elektronski računari (1940-danas)



# John Vincent Atanasoff (1903-1995)

- Kada je izbio II svetski rat, računarske mašine su postale neophodne zbog brzih proračuna za praćenje aviona, otvaranje neprijateljkih šifara, izračunavanja putanja projektila, pa i izradu atomske bombe.
- Za ime fizičara Džona V. Atanasofa sa Iowa State University vezuje se konstruisanje **prvog digitalnog elektronskog računara** 1941. godine.

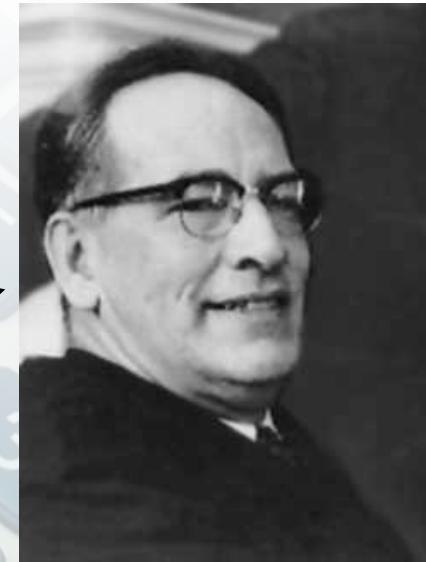


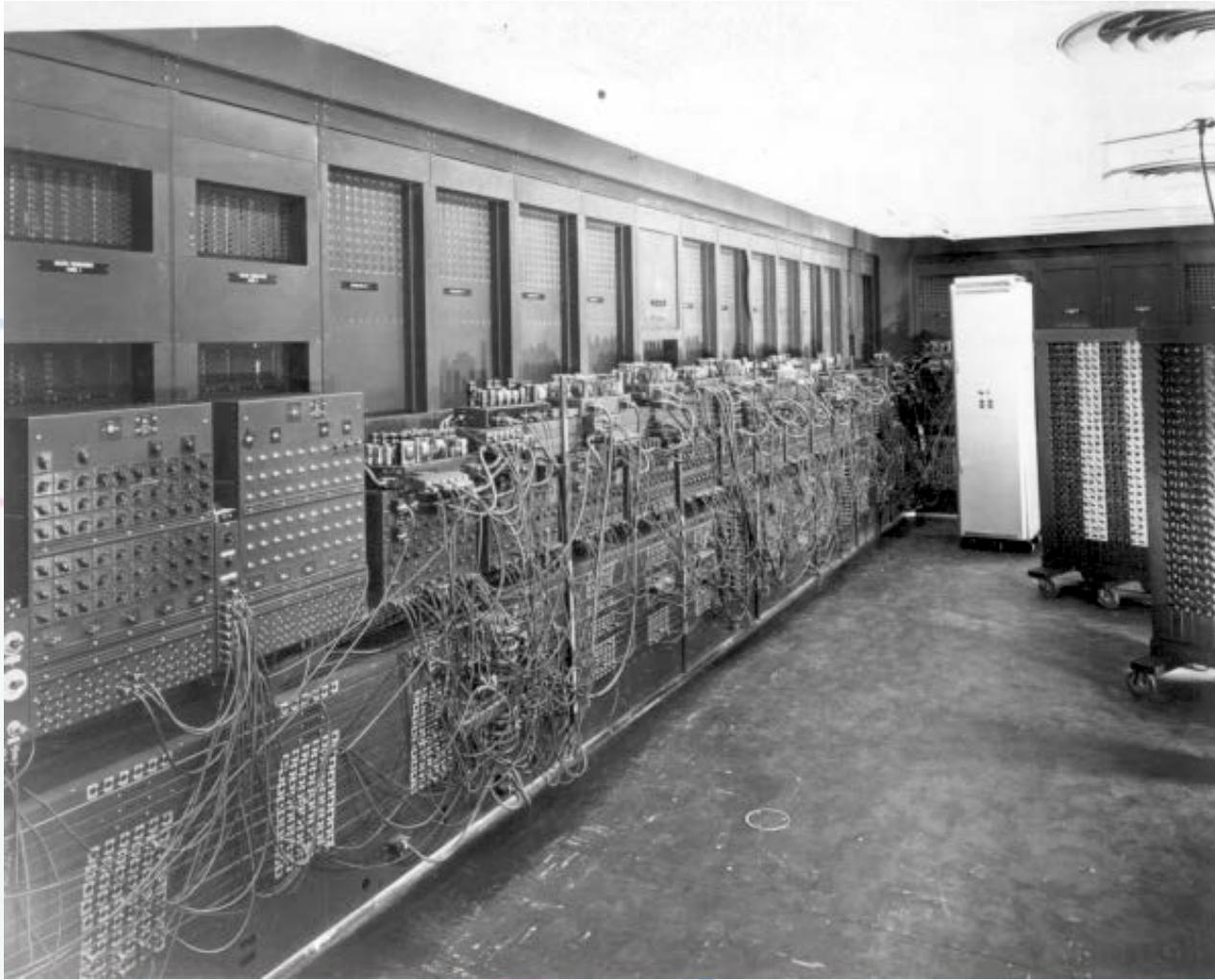


- **Atanasoff-Berry Computer (ABC)**
- Ovaj računar je koristio **binarnu aritmetiku i paralelno procesiranje**.
- Memorija ovog računara bila je **odvojena od dela za računanje**.

# ENIAC (1945)

- **Electronic Numerical Integrator and Computer**
- Konstruktori: **John Mauchly (1907-1980) i John Eckert (1919-1995)**
- Pravljen tri godine, od 1943-1946.  
Neprekidno radi od 1947 do 1955.
- Prvi **digitalni elektronski reprogramirljivi** računar sposoban da u potpunosti rešava složene računarske probleme – **preteča današnjih računara**
- Koristio je decimalnu aritmetiku
- Napravljen za potrebe proračuna artiljerijskih tablica
- Upotrebljavan za proračune u vezi hidrogenske bombe



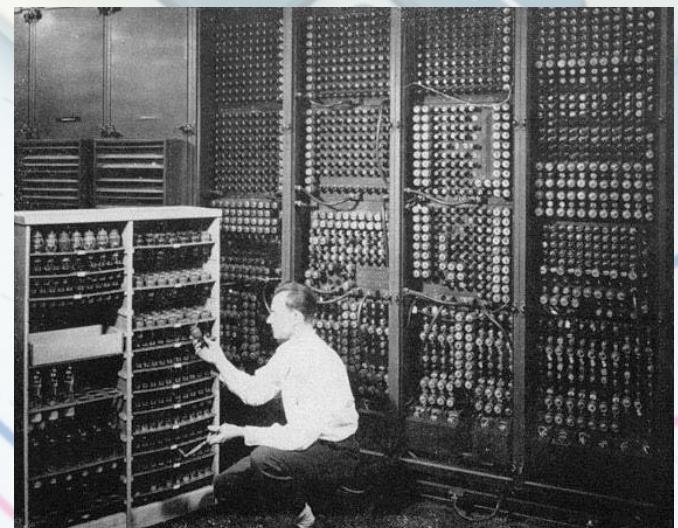
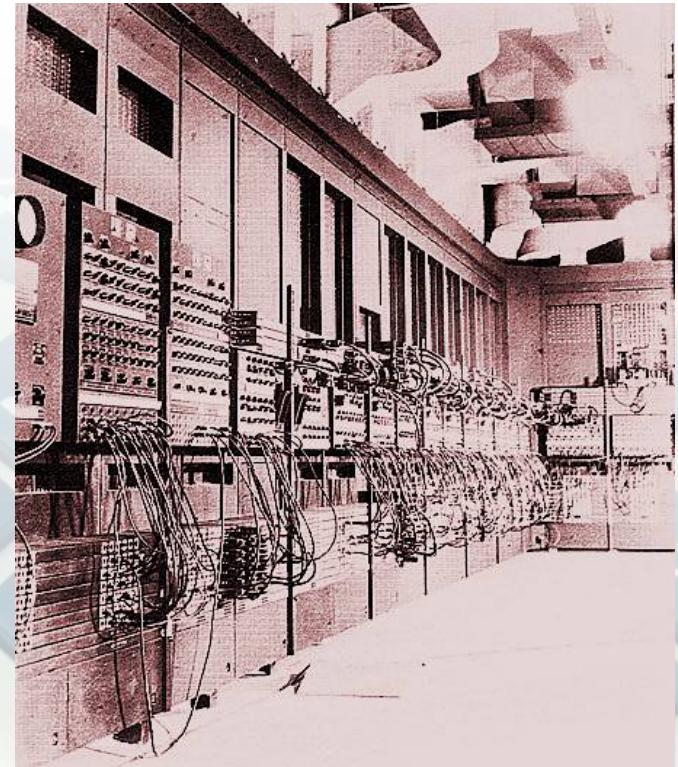


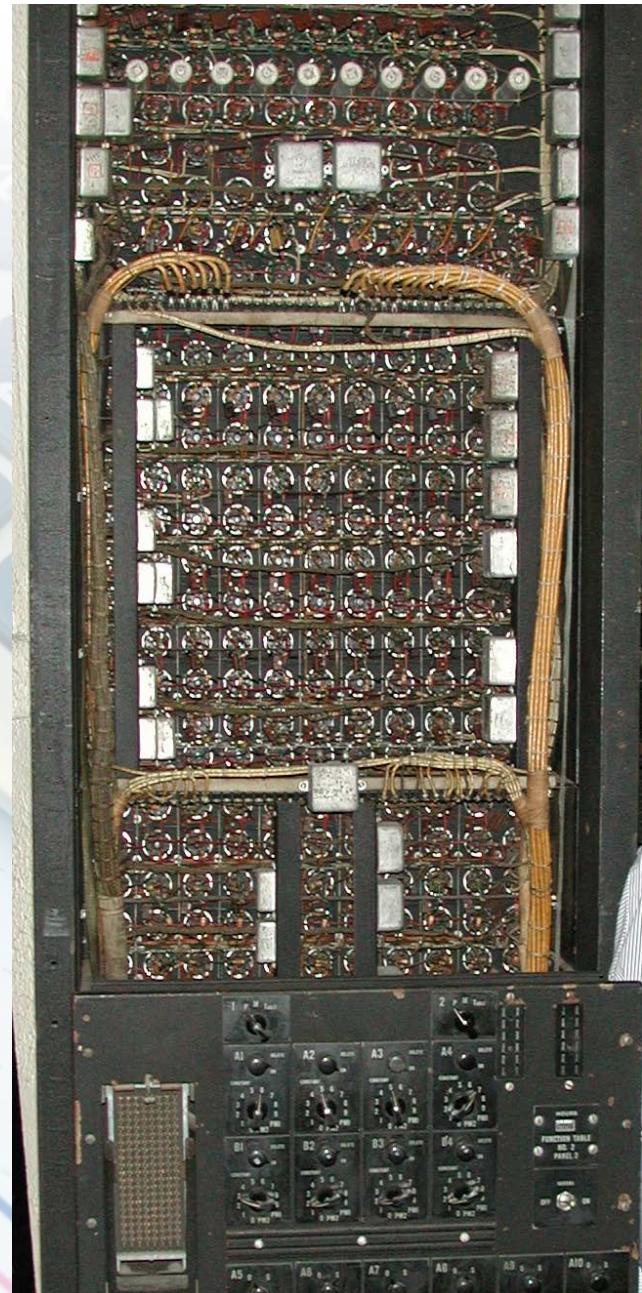
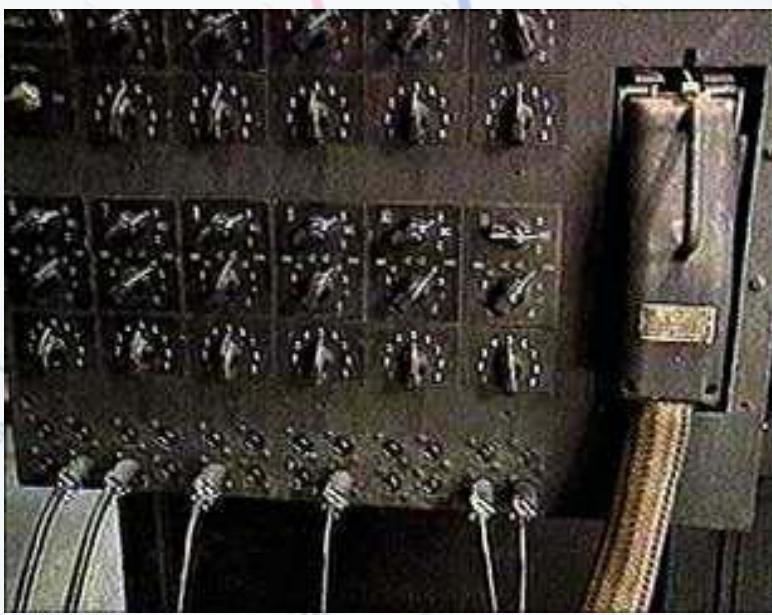
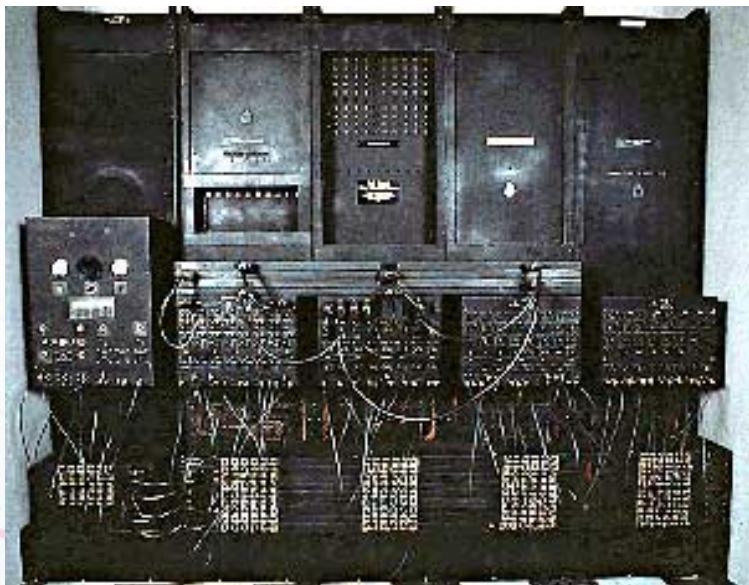
# Electronic Numerator, Integrator, Analyzer, and Computer – ENIAC (1946)

Aleksandar  
Stamenković

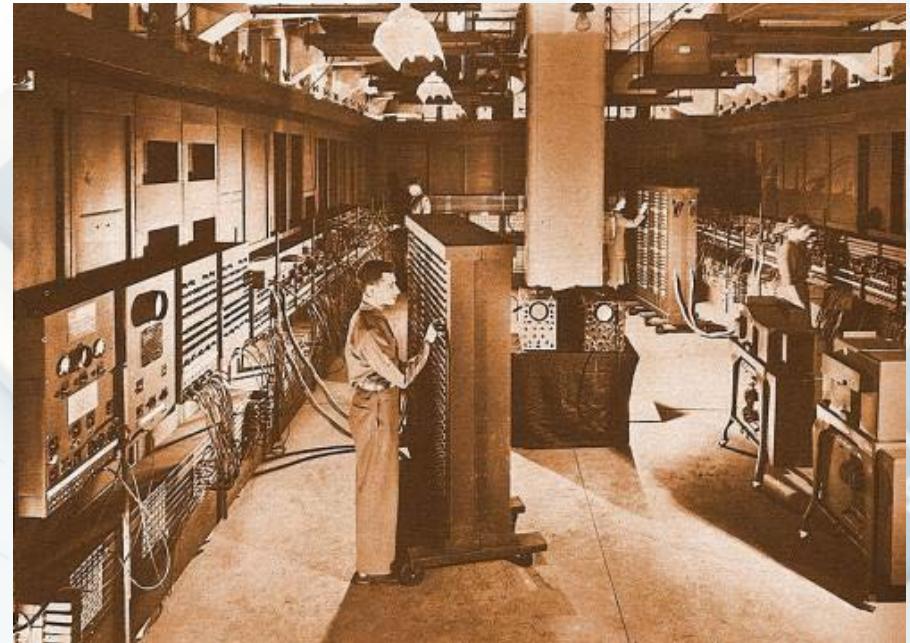
Primena računara u hemiji

- Dugačak 30m, težak 27t, zauzimao površinu od 167m<sup>2</sup>
- Elektromehanički relei su zamenjeni **vakuumskim cevima**
- Sastojao se od:
  - 70000 otpornika
  - 10000 kondenzatora
  - 18000 elektronskih cevi
  - 7200 kristalnih dioda
  - 6000 preklopnika
- Sastavljen od 5 miliona ručno zalemlijenih veza
- Električna snaga : 150kW





- Bušene kartice su služile kao ulaz i izlaz, a registri kao sabirači i kao uređaji za čuvanje podataka.
- **1000 puta brži od elektromehaničkih predhodnika**
- Osnovni takt 5kHz, sabiranje dva desetocifrena broja 0.2ms.
- Programiranje se obavljalo ručno, prevezivanjem žica (kao kod analogne telefonske centrale)



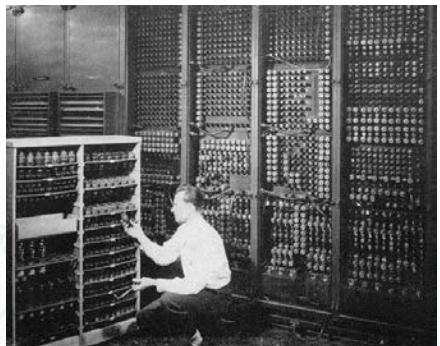
➤ ENIAC odgovara današnjem jednostavnijem programirljivom kalkulatoru!

# UNIVAC I (1951)

- **UNIVerzal Automatic Computer.**
- **Konstruktori : John Mauchly i John Eckert**
- Prvi komercijalni računar opšte namene
- Kreiran za **poslovne i administrativne primene**, za brzo izvršavanje **prostih računskih operacija (+,-,\*,/).**
- Koristio **magnetnu traku** kao memorijski medium umesto bušenih kartica



UNIVAC I u Franklin Life Insurance kompaniji



**ENIAC – 1946.**



**Ramac – 1956.**



**PDP –  
1960.**

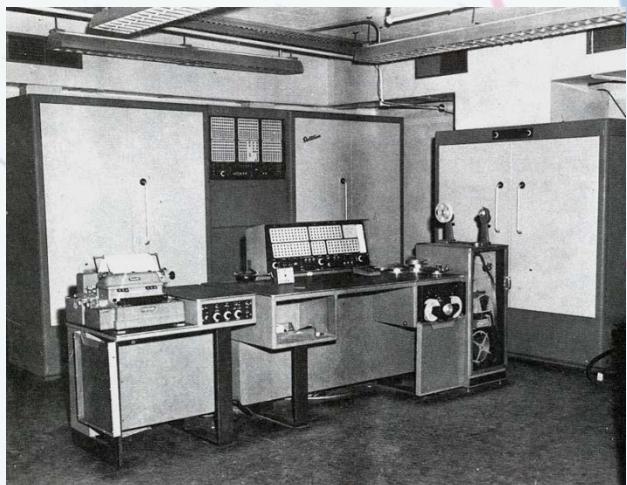


**IBM701  
– 1953.**

**IBM360  
– 1964.**



**HP2115  
– 1966.**



**Electrodata  
1 – 1956.**



Primena računara u hemiji

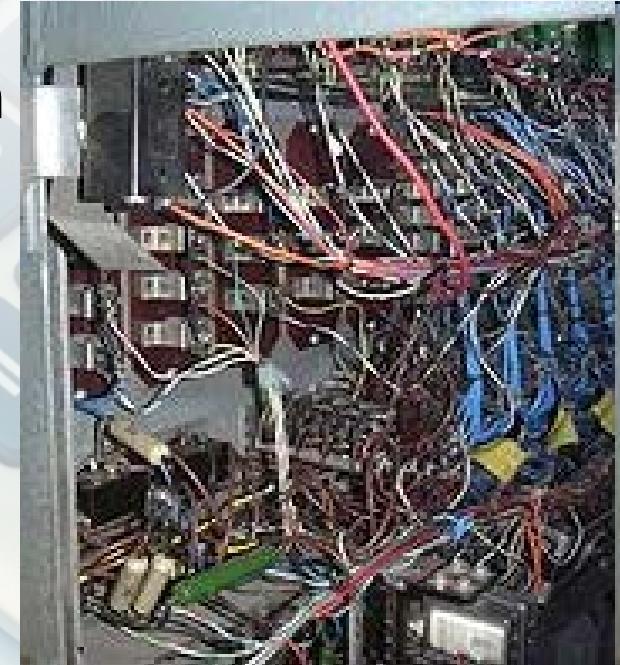
# Generacije računara i današnji računari

Aleksandar  
Stamenković

## Primena računara u hemiji

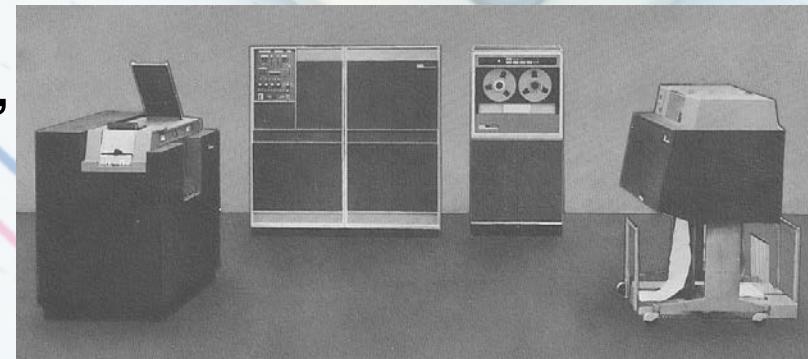
# Prva generacija računara

- Vakumske cevi kao glavni **logički elementi** – problemi sa održavanjem zagrevanjem, itd...
- Bušene kartice za unos i eksterno čuvanje podataka – spor ulaz i izlaz
- Rotirajući magnetni doboši za interno smeštanje podataka i programskih instrukcija.
- Ogromne dimenzije, mala brzina rada
- Programi napisani na
  - mašinskom
  - asemblerском jeziku



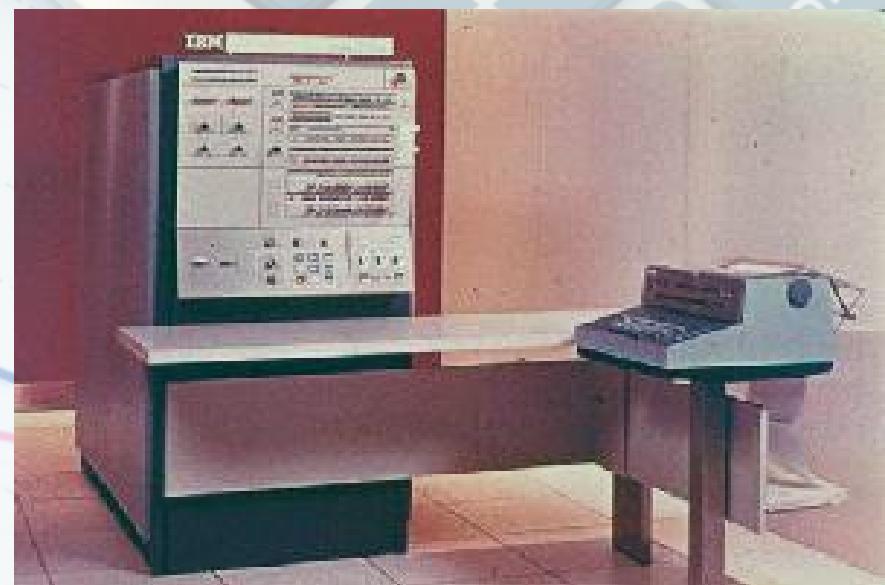
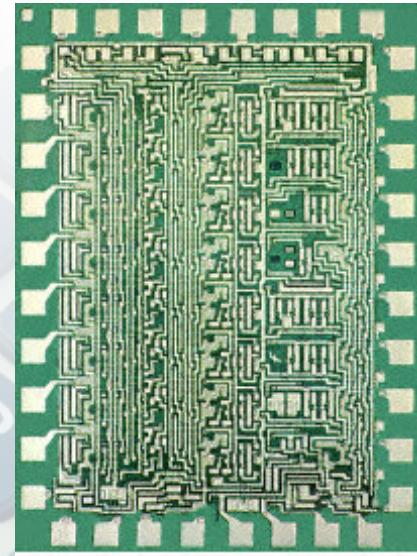
# Druga generacija računara

- 1947. godine je pronađen tranzistor.
- **Tranzistori** zamenjuju elektronske cevi (više od 1000 puta manja zapremina, mnogo manja potrošnja električne energije, mnogo veća brzina rada).
- Programske jezici (**Fortran, Cobol**)
- Tipičan predstavnik – **IBM 1401**
  - 4 KB memorije
  - ulaz – prekidači, bušene kartice, magnetne trake.



# Treća generacija računara

- Individualni tranzistori zamenjeni **integrисаним колима** – više minijaturnih tranzistora smeštenih na štampanoj ploči
  - Povećanje pouzdanosti
  - Smanjenje dimenzije
  - Veća brzinu
  - Veća efikasnost
  - Niže cene
- Magnetne trake i diskovi su potpuno zamenili bušene kartice
- Memorijski čipovi zamenjuju magnetna jezgra
- **Operativni sistemi (UNIX)**
- Tastatura i monitor
- Tipičan predstavnik – IBM System/360



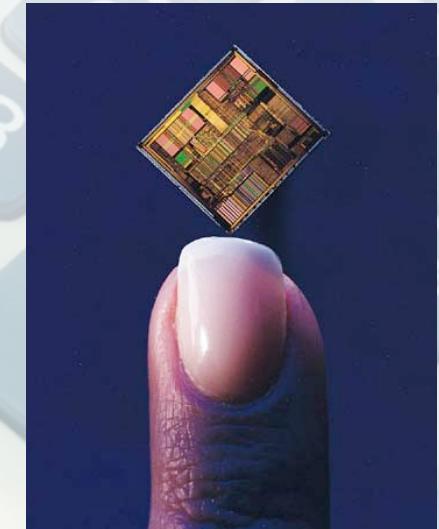
# Mikroračunarska revolucija

- 1971: Intelovi inženjeri su konstruisali prvi **mikroprocesor**.
- Bio je veličine **1cm<sup>2</sup>** a sadržao je **celokupnu logiku računara**.

- Mikroračunarska revolucija početkom 1970-ih:

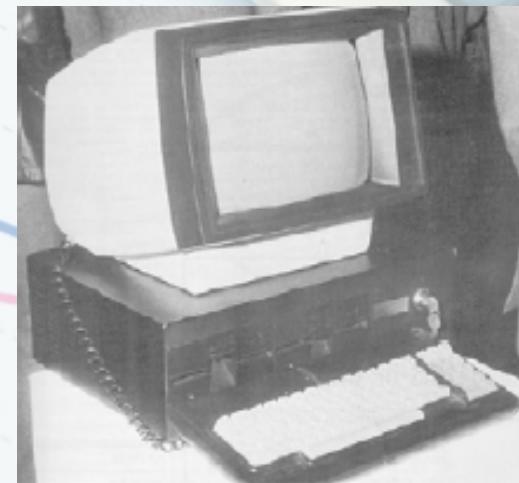
- Apple
- Commodore
- Amiga
- Pekom – domaći računar

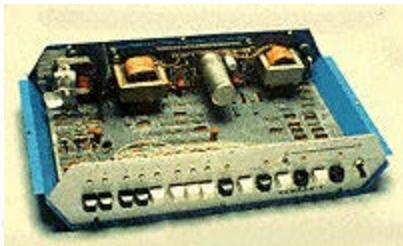
- Stoni - desktop računari nisu u potpunosti zamenili velike računare, koji takođe doživljavaju promenu



# Četvrta generacija računara (1971 – do kraja 1990-tih)

- LSI - Large Scale Integration
- VLSI - Very Large Scale Integration
- Razvoj mikroprocesora
- Pojava mini i super računara
- Paralelno procesiranje
- Povećana brzina rada, snaga, memorijski resursi
- Tipični predstavnici:  
**Apple II, Apple Mac, IBM PC**

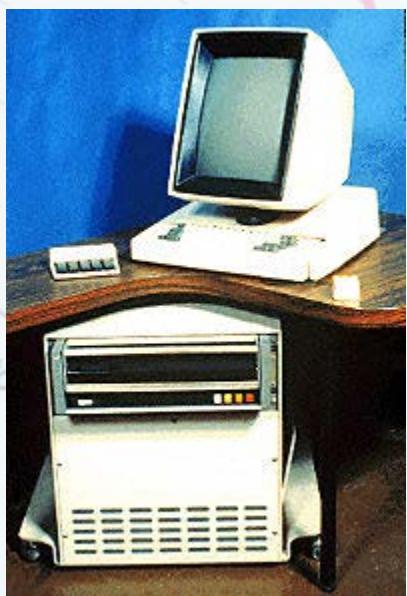




Kenbak – 1971.



HP35 – 1972.



alto – 1974.

apple – 1977.



PET – 1977.



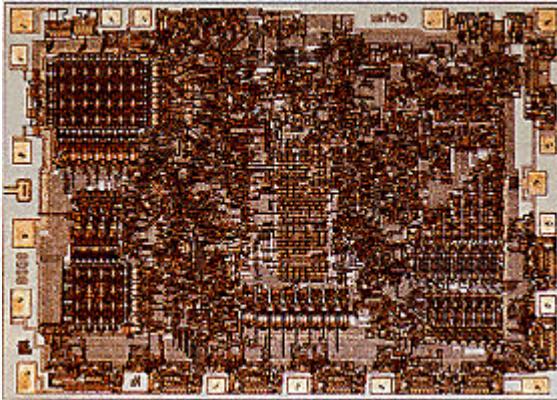
comodore64 – 1982.



IBMpC2 –  
1990.

laptop –  
2000.

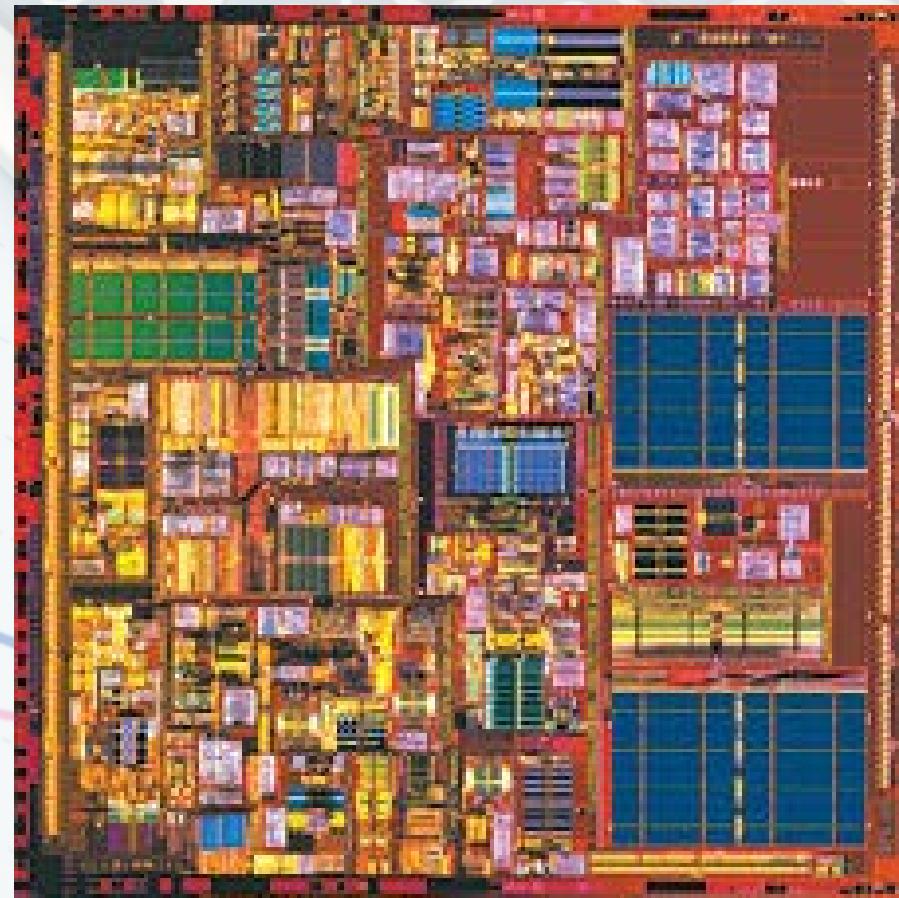
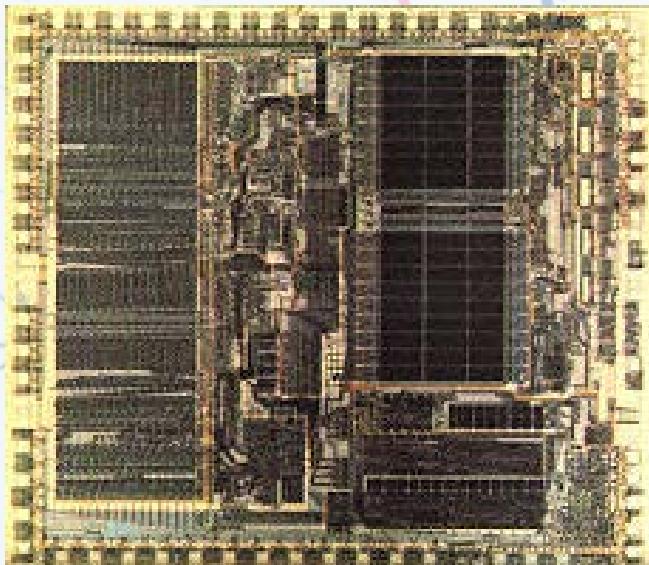




**Intel 8008 – 1972.**  
 $> 10 \mu\text{m}$   
 $< 10 \text{ hiljada tranzistora}$

**Intel pentium – 2000.**  
 $0.18 \mu\text{m}$   
 $> 3 \text{ miliona tranzistora}$

**Motorola 68000 – 1979.**  
 $5 \mu\text{m}$   
 $\sim 100 \text{ hiljada tranzistora}$



# Računari danas - rađanje pete generacije računara

- **Paralelni računari – veliki broj CPU istovremeno primenjenih na izvršavanje programa.**
- **Superračunari.**
- **Računarske mreže: Internet, World Wide Web (WWW), bežične mreže.**
- **Mobilno, nosivo, računarstvo.**
- **Veštačka inteligencija.**
- **Korišćenje kvantne fizike i nanotehnologije.**





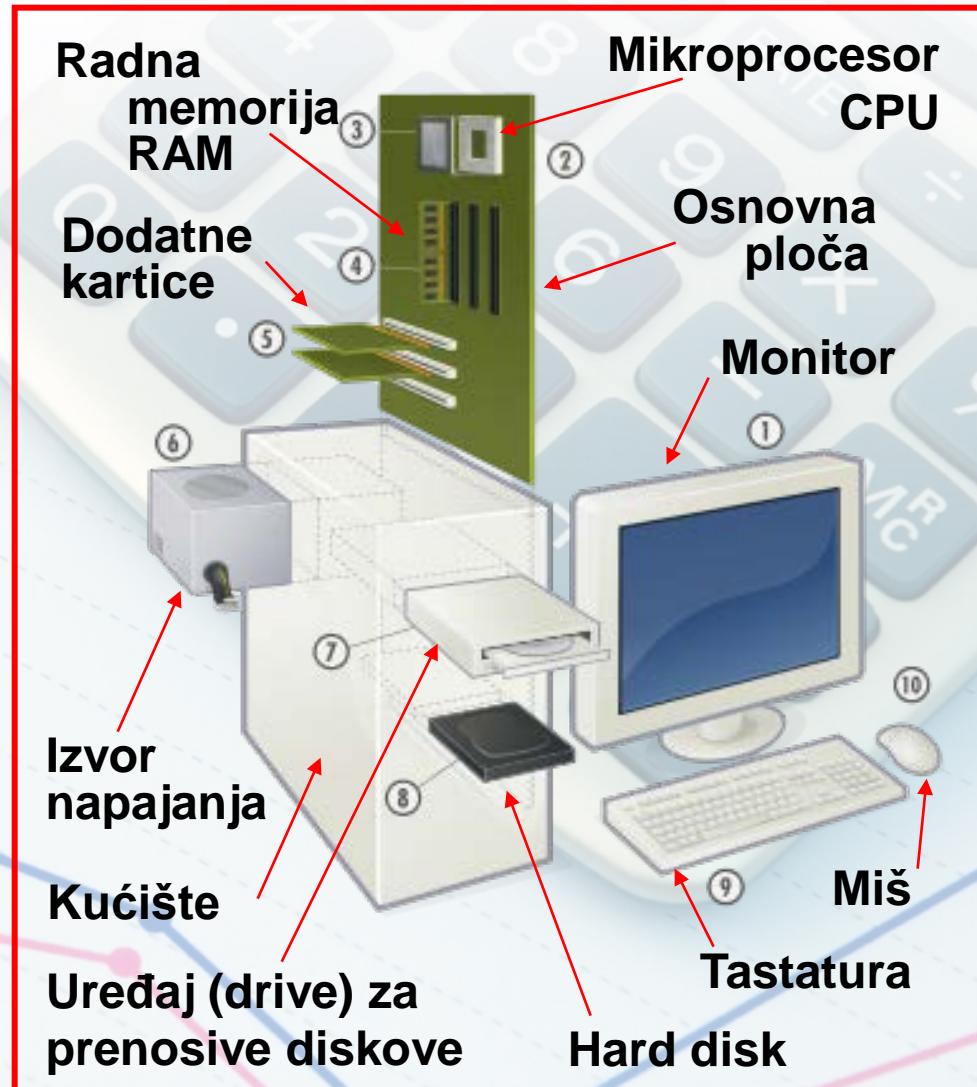
**Intel Core 2 Duo E6300, Conroe**  
**Izašao : 2006, na 2x1.86 GHz**  
**Tehnologija : 65nm, 2 jezgra**  
**291 milion tranzistora**



**Intel® Core™ i7-980X**  
**Izašao : 2010, 6 jezgara, na 6x3,33GHz**  
**Tehnologija : 35nm**  
**731 milion tranzistora**

# Današnji računar

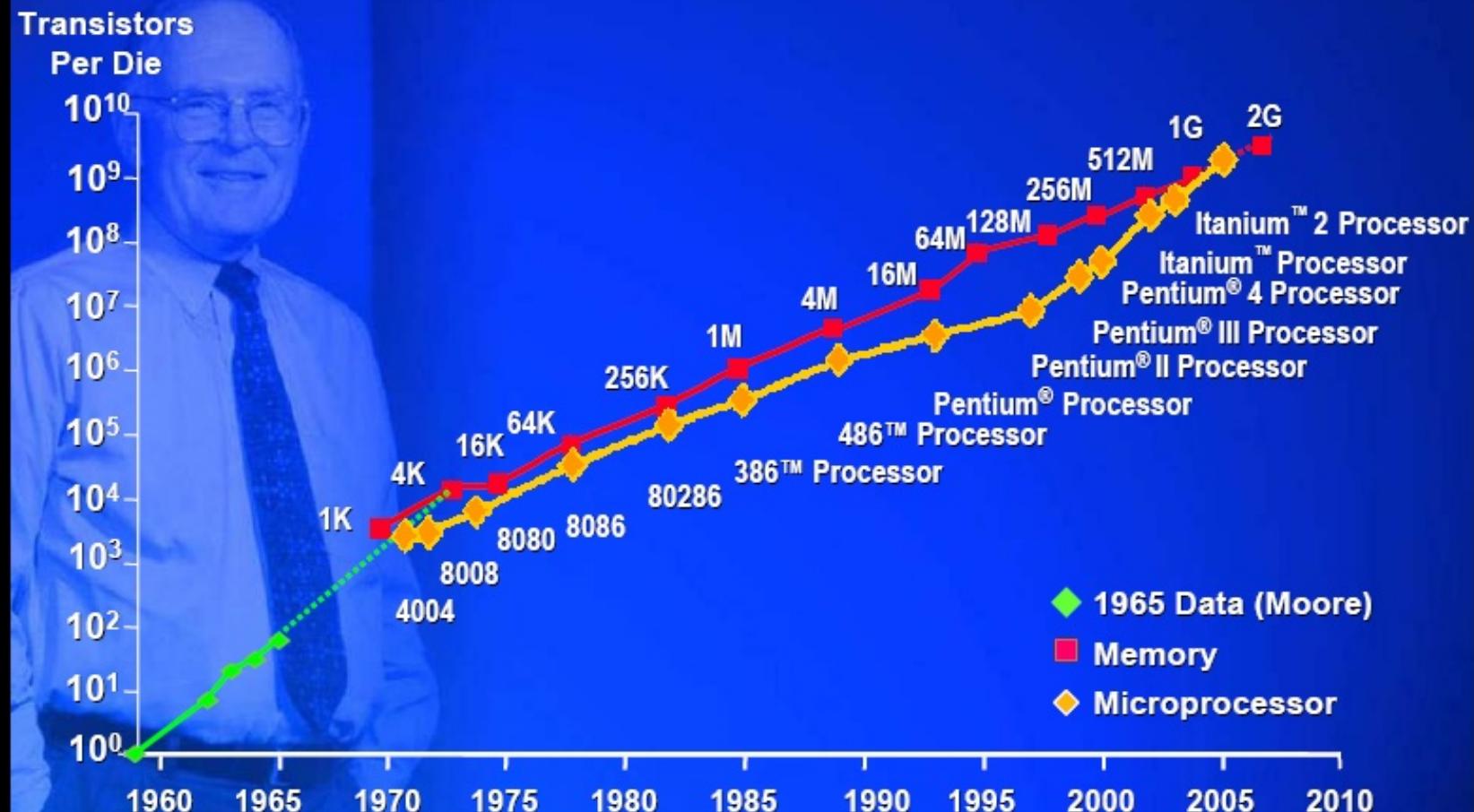
- Koristi ga široka populacija (kući, na poslu, itd....).
- Jednostavan za rukovanje.
- Veoma brz i veoma spor.
- Staje u kućište  $0.4\text{m} \times 0.3\text{m} \times 0.15\text{m}$
- Može se lako nadograđivati, poboljšavati.
- Jeftin.
- **Osnovno znanje rada na računaru u skoroj budućnosti (a dobrom delom i danas) predstavljaće opštu pismenost:**
  - Elementarna obrada teksta
  - Filmovi, slike, muzika,...
  - Internet, e-mail, blog, forumi,...
  - Chat, voice chat, skype, face,...
  - Kompjuterske igre



# Mooreov zakon

- Gordon E. Moore, suosnivač kompanije Intel.
- Opisuje rast gustine pakovanja tranzistora u procesoru, a samim tim i rast performansi procesora.
- U originalu glasio: “**Svake godine se broj tranzistora po kvadratnom inču mikroprocesora udvostručuje**”.
- U novije vreme period dupliranja je povećan na dve godine.
- Zakon važi već skoro 50 godina i prognoze su da će važiti i narednih 10 godina.

# Moore's Law - 2005



# Dokle se može očekivati rast...

- Brzina prostiranja signala kroz Si je ograničena –  $3 \times 10^7$  m/s
- Fundamentalna barijera: brzina prostiranja svetlosti kroz vakuum -  $3 \times 10^8$  m/s.
- Povećanje gustine pakovanja (integracije) ne može ići u nedogled
  - Komponente počinju međusobno da interaguju
  - Dolazi do pojave kvantnih efekata (jedan tranzistor sadrži samo nekoliko atoma)
- Moraju se pronaći novi metodi za povećanje brzine izračunavanja (korišćenje protočnosti i paralelizma)
- Korišćenje potpuno novih tehnologija: kvantni računari, DNA računari

# Računari VS automobili

- Kao ilustraciju koliko se brzo računarska tehnologija menja, analizirajmo šta bi se desilo u slučaju kada bi poboljšanje performansi automobila bilo isto kao i računara.
- Usvojićemo da je maksimalna brzina limuzine 1977. godine bila 150 km/h, a da je prosečna potrošnja goriva iznosila 15 litara na 100 km.
- Primenom Mooreovog zakona odgovarajuća brzina limuzine na kraju 2000. godine bi bila:

586719km/h

- a potrošnja bi bila:

0,0038l/100km

