

# ARHITECTURA CALCULATOARELOR

Informatica, an I, 2021-2022, sem. I

# CURS 1

## Partea 1:

### *Istoria calculatoarelor*

## Partea 2: *(la seminar)*

### *Sisteme si baze de numeratie*

### *Reprezentarea numerelor in memoria calculatorului*

### *Elemente de algebra booleana*

## CURS 1 – partea I

# ***ISTORIA CALCULATOARELOR***

*sau*

*de la abac la telefoane inteligente*

- **SCOP:**

“Istoria Calculatoarelor” este un curs interesant (sau ar trebui sa fie) care te va ajuta in viitoarea ta cariera de programator pentru a avea o imagine de ansamblu corecta despre obiectul principal (calculatorul) pe care programele tale il vor insufleti (sau poate il vor chinui!).

- **OBIECTIVE:**

La sfarsitul acestui curs (daca vei fi atent) vei fi capabil sa:

- identifici elementele de baza ce caracterizeaza fiecare generatie de calculatoare;
- intelegi cum calculatorul a schimbat modul de viata al oamenilor;
- vezi putin in viitor

*Motivatia acestui curs de istorie:*

*“Cine nu cunoaste trecutul,  
nu intelege prezentul  
si nu poate anticipa viitorul”*

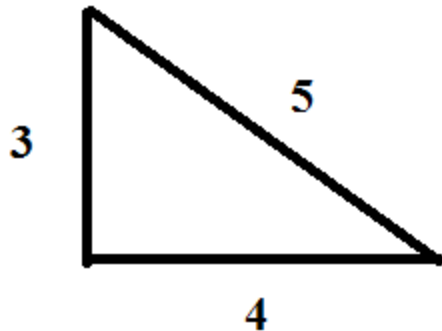
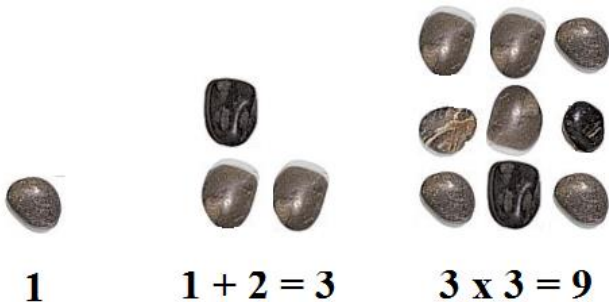
# Istoria calculatoarelor incepe in secolul 6 i.e.n.

## Poate chiar mai devreme!

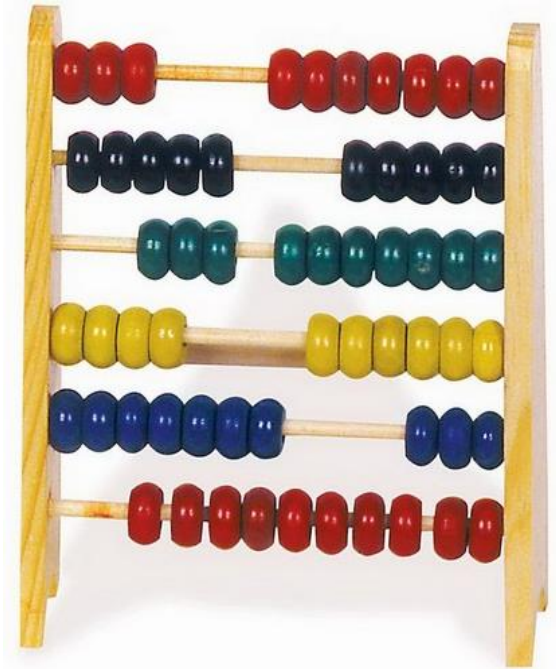
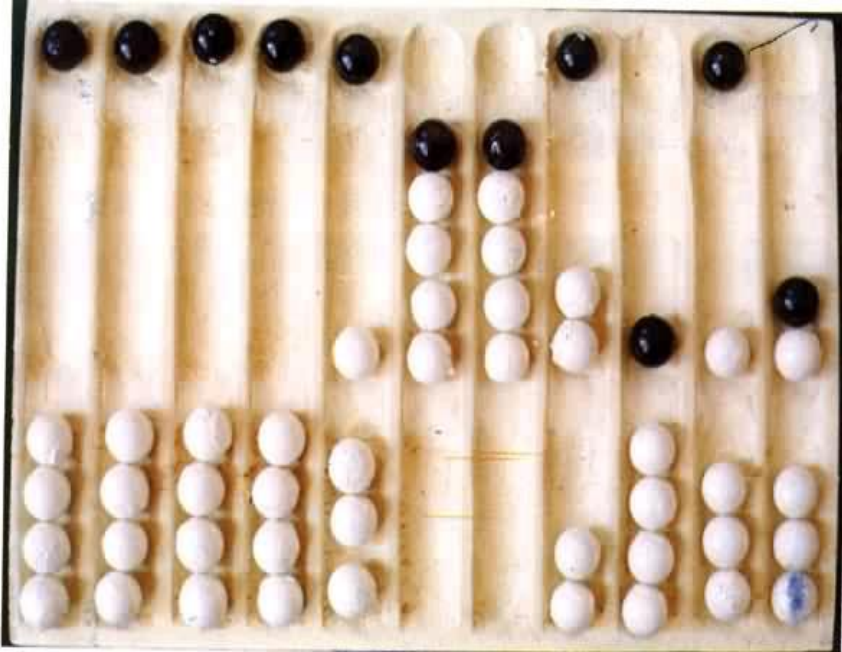
## Ooops! Interesant? Atunci NU erau calculatoare!

BA DA, erau...calculatoare eco:

- degete (maini, picioare);

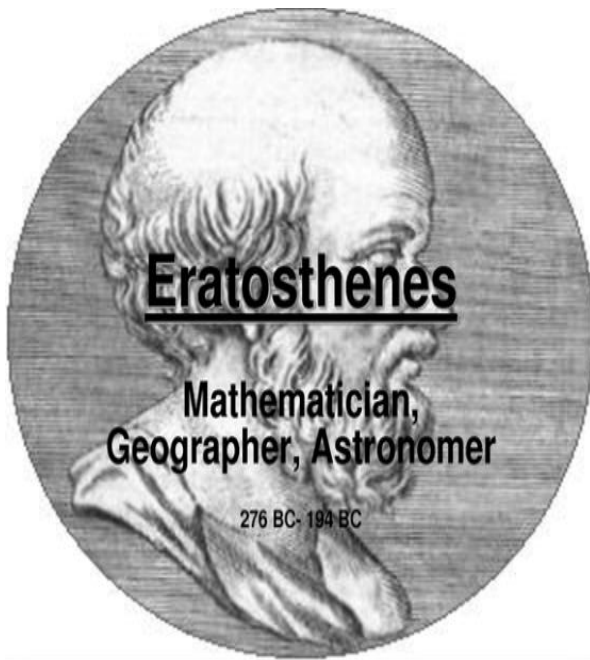


# Abacul (socotitoarea) – sc. VI i.e.n.





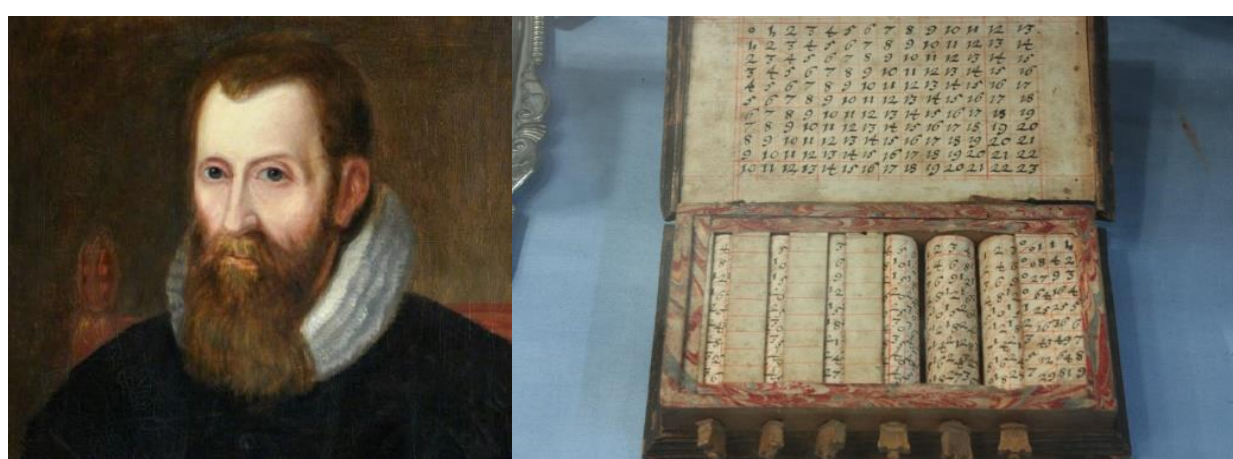
# Ciurul lui Eratosthenes (matematician grec 276-194 i.e.n. ) era instrumentul necesar pentru a gasi .....



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100



1617 John Napier of Merchiston (1550 – 1617):  
(inventatorul logaritmulor) a proiectat prima masina  
de calcul mecanic pentru efectuarea inmultirilor si  
impartirilor, masina cunoscuta sub numele de  
"Napier's bones":



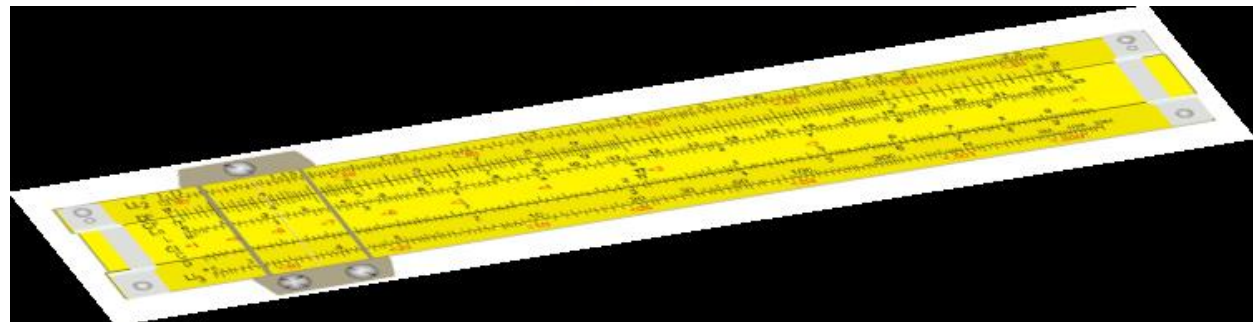
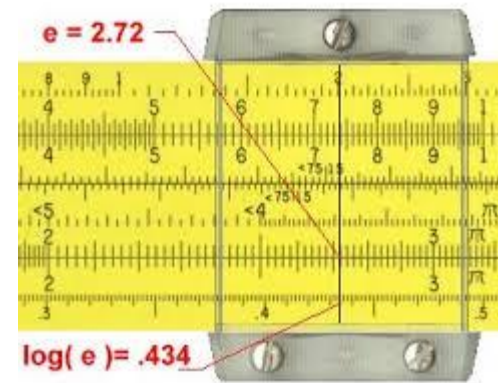
Tema-0.1 puncte la nota finala



1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81

1622: William Oughtred -> **Rigla de calcul** (la baza ideile lui Napier despre logaritmi)

- a fost folosita mult timp (1960, inginerii de la NASA pentru a ghida prima misiune spatiala Apollo)
- si chiar in anii "80 se mai folosea inca



1623: Wilhelm Schickard (1592 – 1635) -> masina de calcul care completa instrumentul lui Napier cu operatiile de adunare si scadere, fiind astfel primul “calculator” capabil sa efectueze toate cele patru operatii aritmetice elementare:



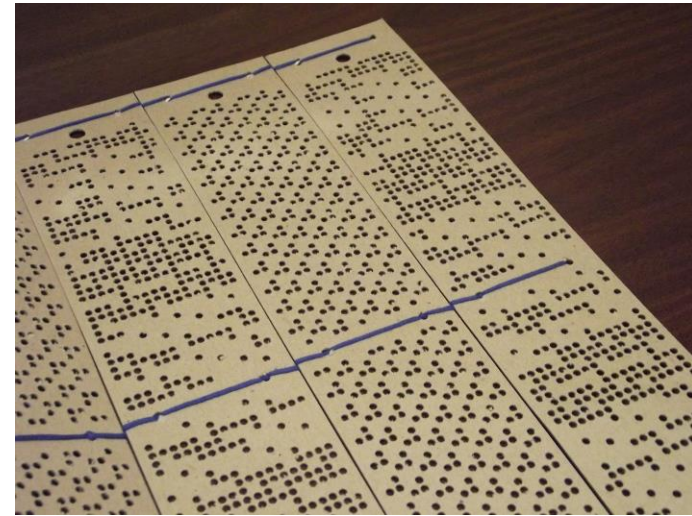


# 1642: Blaise Pascal (1623-1662) -> *Pascaline*



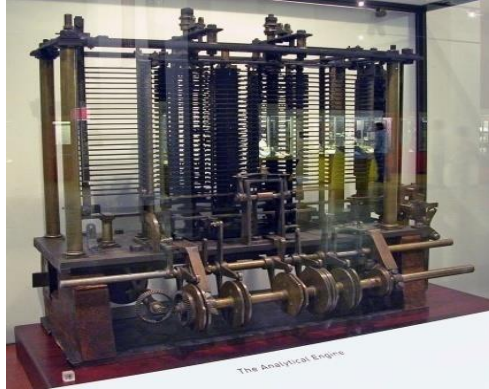
- 1649, regele Frantei Louis XIV -> royal privilege
- limbajul Pascal?

**1801: Joseph Marie Jacquard (1752 – 1834) ->**  
un razboi de tesut programabil - baza primelor  
programe cu date de intrare.



- cartele perforate ce puteau fi înlocuite pentru a  
controla/schimba o secvență de operații

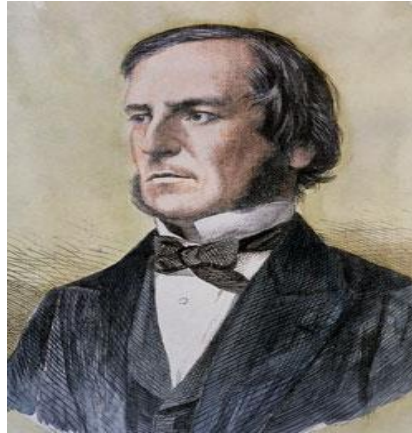
**1834: Charles Babbage (1791 – 1871) ->**  
primul calculator mecanic pentru calcule analitice.



- masina incorpora unitate aritmetica logica (**UAL**) (4 operatii aritmetice, comparatii si extragerea radacinii patrata)
- unitate control flux operatii (selectii si iteratii) (**unitate de control**)
- unitate de memorie (**memorie interna**)
- programele si datele de prelucrat erau furnizate masinii prin intermediul cartelelor perforate (**memorie externa**)

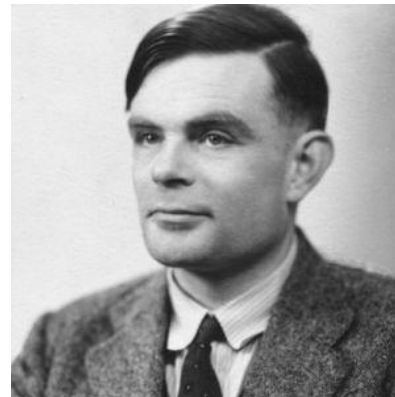


**George Boole** (1815-1864) -> algebra booleana care a contribuit major la dezvoltarea ulterioara a computerelor.



1936: **Alan Turing**: definitia unei masini de calcul teoretice (universal computing machine).

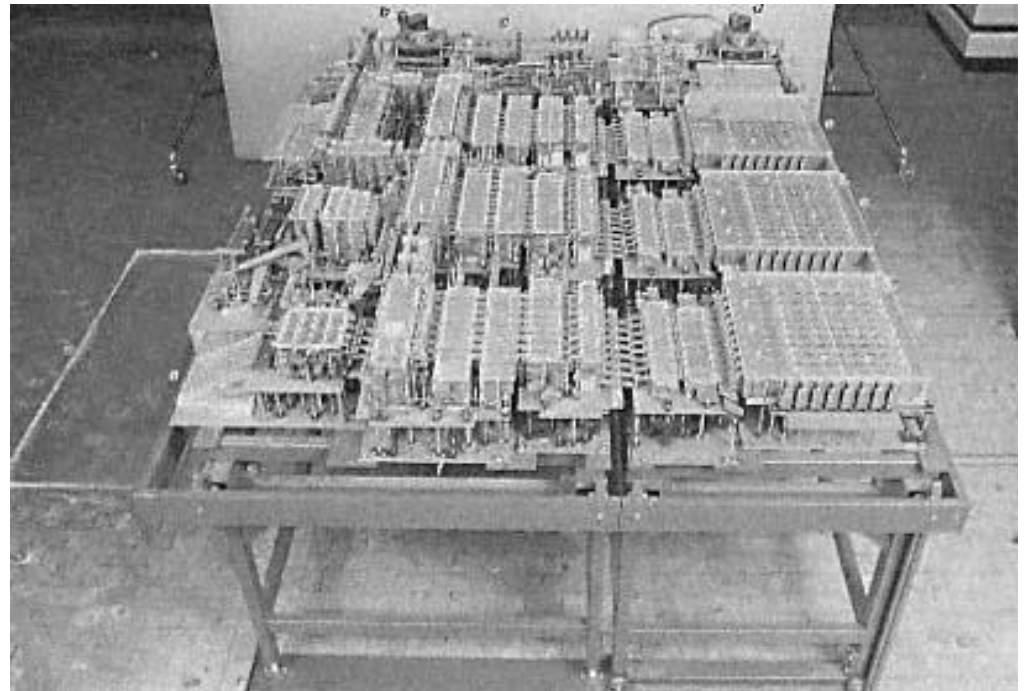
-părintele științei moderne a calculatoarelor prin formalizarea conceptului de algoritm si calcul.





1936: **Konrad Zuse** -> **Z1**, un calculator construit exclusiv cu componente mecanice.

- operatiile logice si aritmetice erau implementate cu ajutorul unor bare metalice culisante ce se puteau misca doar in doua directii: inainte si inapoi. (o forma primitiva de operare binara)
- problema majora: sincronizarea miscarii mai multor bare.



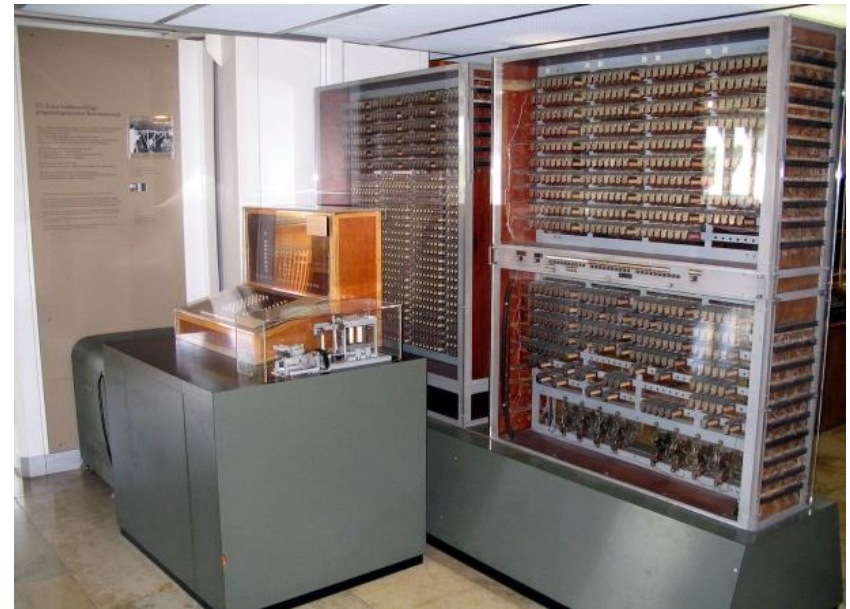
1939: **Z2**, un computer german ce folosea relee electromagnetice, construit de catre Konrad Zuse.

- o forma hibrida (UAL era construita cu relee electromagnetice, memoria era construita cu componente mecanice)

**Z3**, update la Z2:

- 2000 de relee ce permitau implementarea unor cuvinte de 22 biti lungime, stoca datele pe o banda magnetica si opera la o frecventa de **pana la 10 Hz**

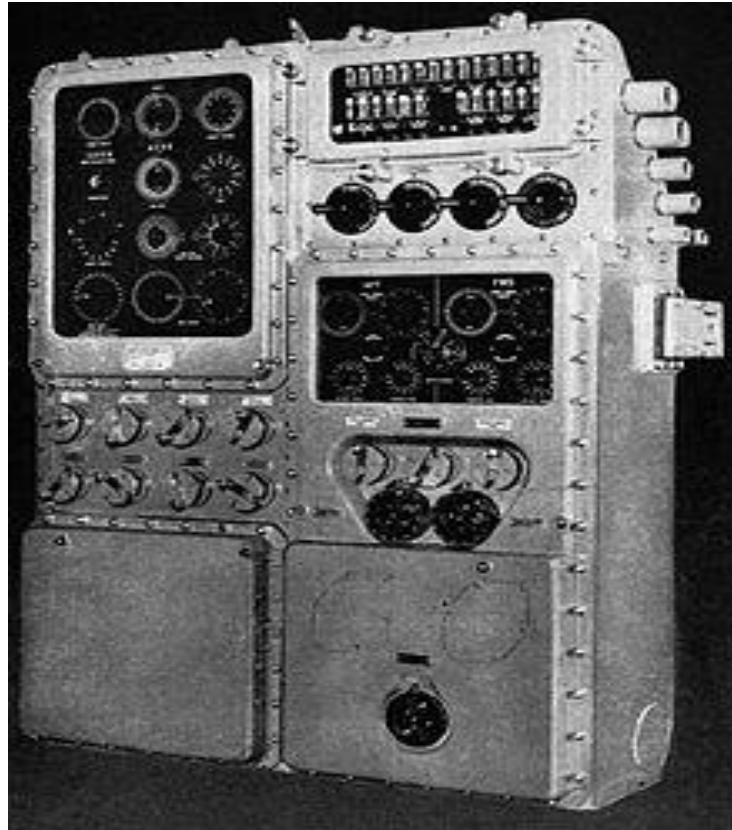
(replica)



Tot in al 2-lea razboi mondial, in America ->

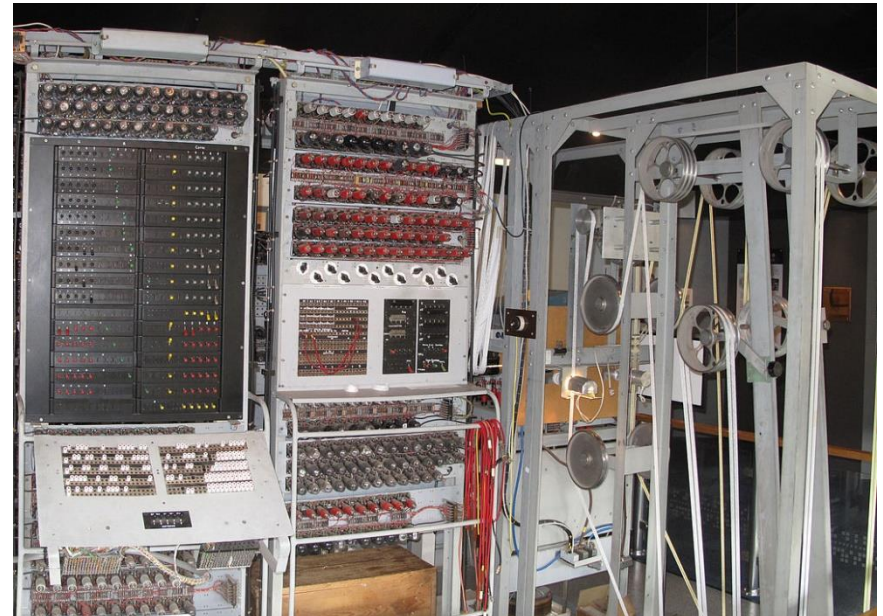
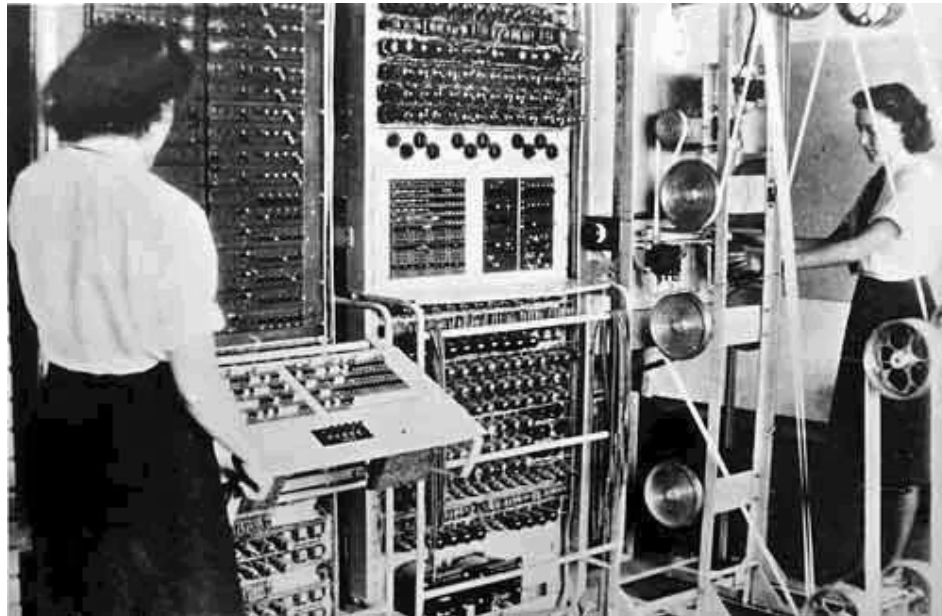
### ***Torpedo Data Computer (TDC):***

- electro-mecanic
- folosit de catre marina americana pentru a controla interceptarea si lansarea torpilelor de pe submarine



1943: Marea Britanie -> construiesc in secret **Colossus**,

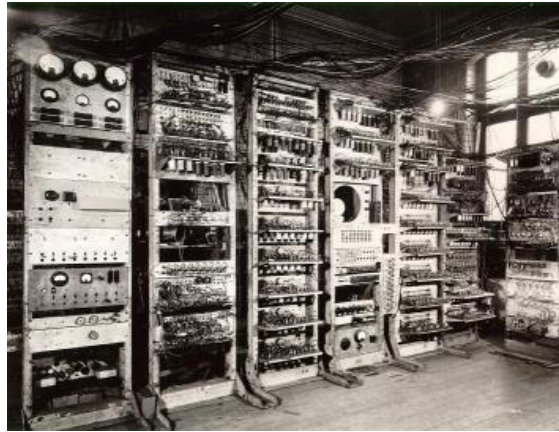
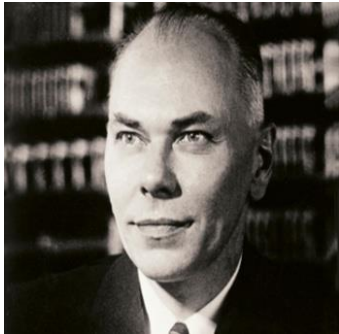
- programabilitate redusa
- construit cu tuburi electronice
- menit sa sparga codurile armatei germane.
- primul computer ce citea si decripta codurile folosind *stiinta criptografiei*.





1944: calculatorul **Mark I**, proiectat la [Harvard University](#) de catre profesorul Howard Aiken (1900-1973)

- construit de catre IBM
- a functionat 15 ani.
- construit cu relee, era de 5-6 ori mai rapid decat un om



- primul limbaj de programare de nivel inalt **Flow-Matic** <- Grace Hopper, primul programator din lume. Flow-Matic a constituit baza limbajului de programare COBOL.
- a dezvoltat primul compilator si a definit termenii de "bug" si "debugging"

1945: anul in care incepe **“Stored program architecture”**, arhitectura definita de catre **John Von Neumann (1903-1957)**



## 1946: incepe istoria calculatorului electronic.

- incepe impartirea calculatoarelor in generatii,
- impartirea se poate face din doua puncte de vedere: al hardware-ului respectiv al software-ului.
- In continuare clasificarea este facuta in functie de tehnologiile hardware folosite.



Este celebra afirmatia

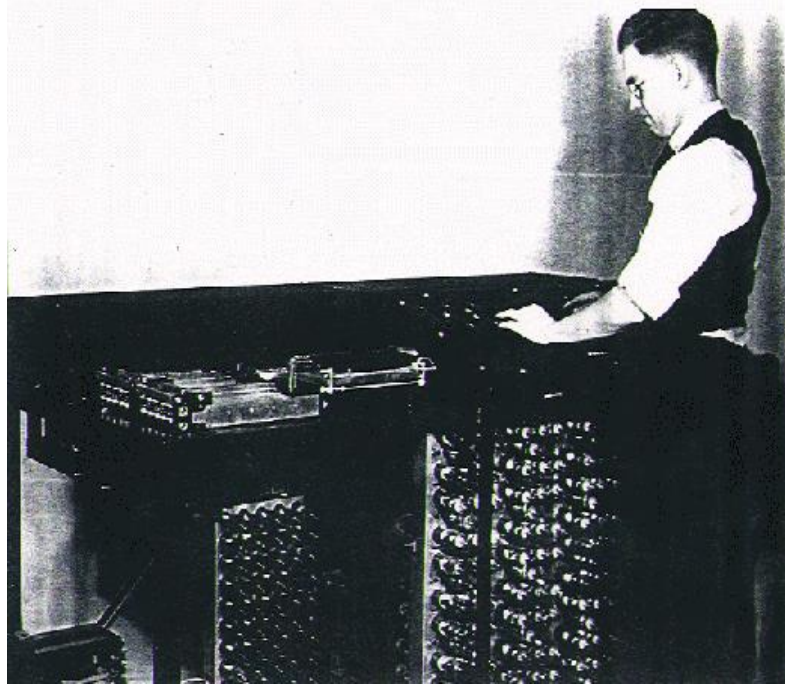
***"I think there is a world market for maybe five computers."***  
Thomas Watson Senior, Chairman of IBM, din 1943. Afirmatia a ramas valabila mai putin de 10 ani.



## **Prima generație de calculatoare electronice (1945-1955)**

1939: profesorul John Atanasoff (Universitatea Iowa) -> primul calculator electronic digital numit **ABC** (Atanasoff Berry Computer),

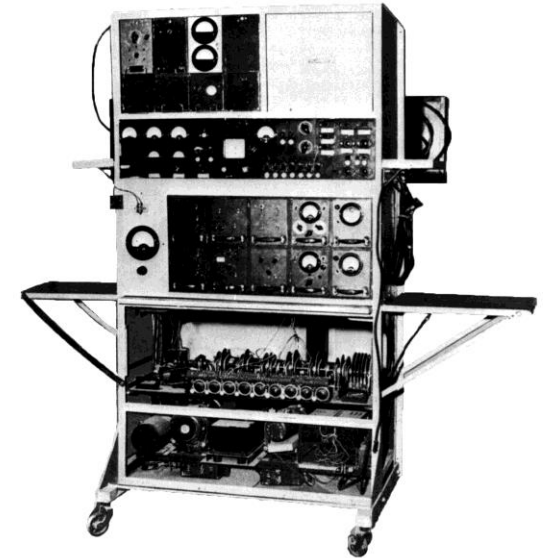
- considerat de catre unii drept tatal calculatorului electronic:



ABC nu era programabil si nu era *Touring complete*

## Prima generație de calculatoare electronice (1945-1955)

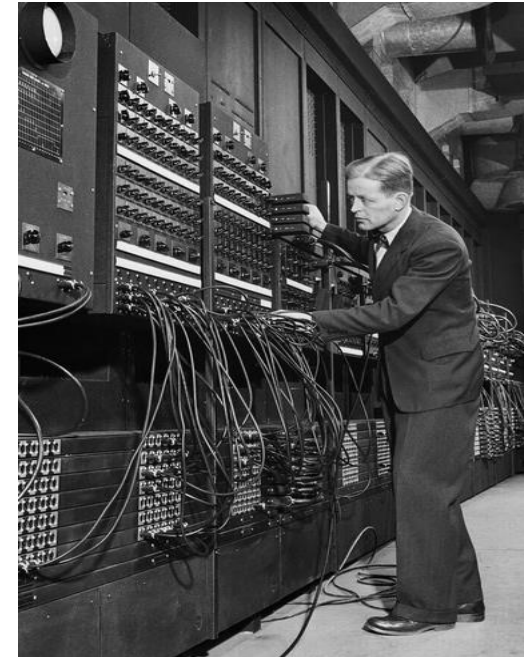
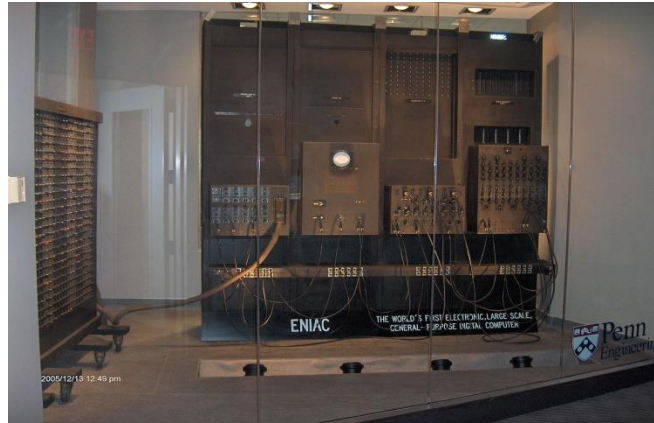
1942, Helmut Hoelzer -> primul calculator analogic electronic.



- un calculator analog lucreaza folosind unitati analogice precum voltmetru si ampermetru.
- **mai rapid** decat “surorile” digitale. De ce ?
- capabile de calcule in paralel, fapt realizat de catre calculatoarele digitale mult mai tarziu.
- nu a rezistat in timp: sensibil la perturbatii exterioare precum campurile electromagnetice.

## **Prima generație de calculatoare electronice (1945-1955)**

**ENIAC** (Electronic Numerical Integrator And Computer) este considerat a fi primul calculator electronic programabil (1946)



- masina Touring completa
- realizata modular,
- destinat in principal rezolvarii problemelor numerice.
- proiectat pentru efectuarea calculelor de artilerie si determinarea eficientei armelor nucleare pentru armata americana.
- efectua in 30 de secunde calcule care de mana ar fi luat peste 40 de ore.

## Prima generație de calculatoare electronice (1945-1955)

### ENIAC (continuare):

- de peste 1000 de ori mai rapid decat orice alt calculator de la vremea aceea –**presa la numit *creierul electronic***
- nu putea sa functioneze continuu mai mult de cateva minute datorita problemelor hardware (explodau tuburile) =>
- aparitia conceptului de *program stocat* (stored program). Programele si datele erau stocate in memoria calculatorului, fapt ce permitea reluarea unui program din orice punct.
- costuri: 7 milioane de dolari
- 174569 tuburi electronice, 7200 diode, 1500 rele, 70000 de rezistori.
- cateva zeci de tone, o suprafata de aproape 200 mp.
- consumul de energie 150kW (probleme cu iluminatul public).
- viteza de procesare: 5KHz (5000 de adunari sau scaderi per secunda), de 1000 de ori mai mare decat a calculatoarelor electromecanice si de aproximativ 3000 de ori mai mare decat a unui om.
- programarea se facea direct in *cod masina*.
- durata de viata: 10 ani, mica in raport cu investitia facuta.

## **Prima generație de calculatoare electronice (1945-1955)**

### **ENIAC (continuare):**

La aniversarea a 50 de ani, un grup de studenti de la Univ. din Pennsylvania au reconstruit acest calculator folosind tehnologia VLSI => ***ENIAC-On-A-Chip.***

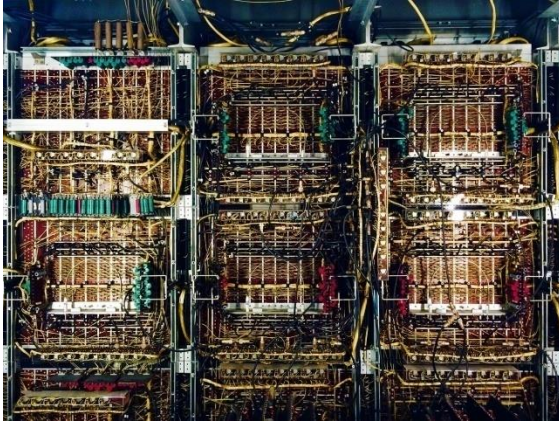
Rezultatul: un numar de 174569 de tuburi electronice ce cantareau cateva zeci de tone au fost inlocuite de o pastila de siliciu de dimensiune a cativa milimetrii (7.4 x 5.3)





## **Prima generație de calculatoare electronice (1945-1955)**

### **1951: UNIVAC (Universal Automatic Computer) I**

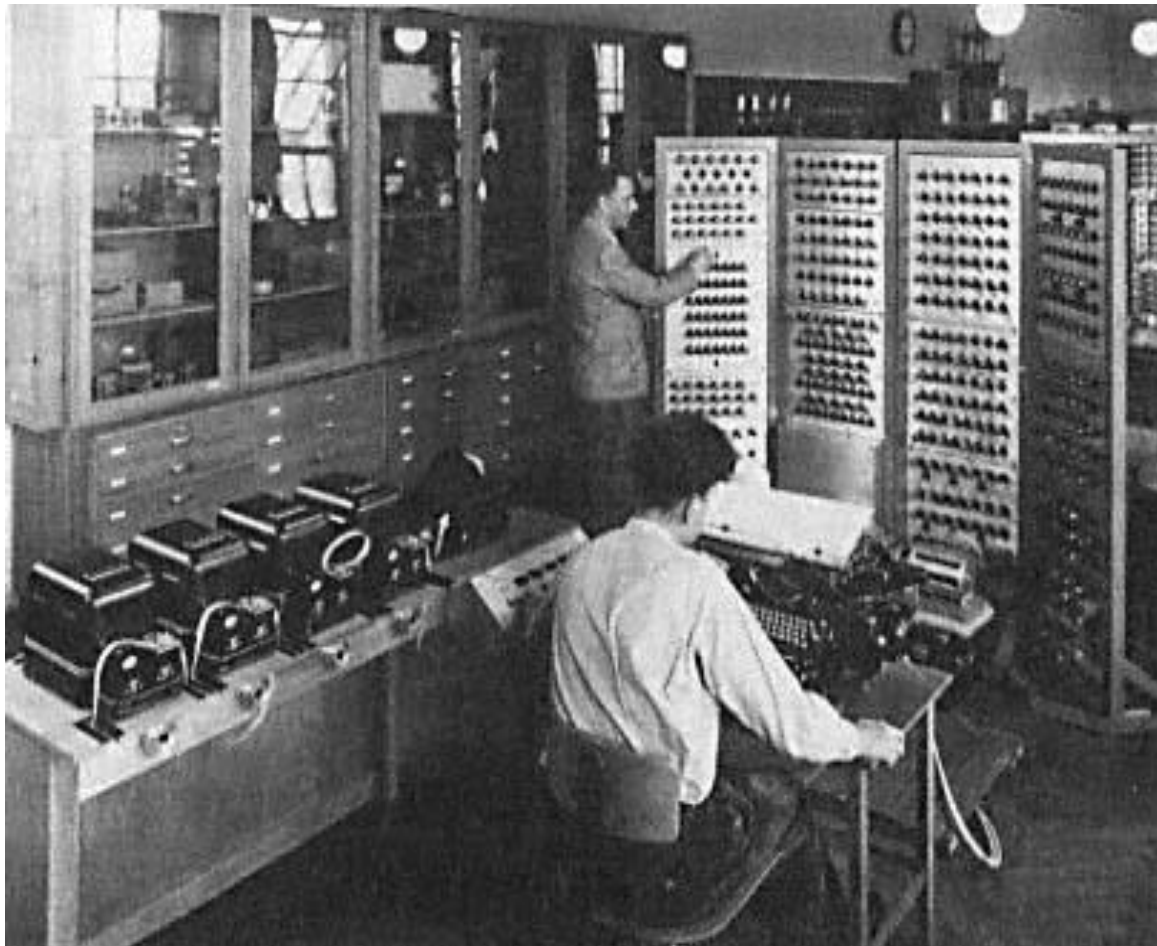


- primul calculator cu scopuri comerciale.
- a supraviețuit până în 1981 când a fost înlocuit de IBM360.
- 150000 dolari
- 5000 de tuburi electronice și ocupa aproximativ 40 mp.
- viteza de procesare de aproximativ 500 de ori mai mare decât ENIAC
- faima acestui calculator comercial a crescut enorm când în 1952 a “prezis” rezultatele alegerilor prezidențiale din US (Dwight Eisenhower castigator).

## **Prima generație de calculatoare electronice (1945-1955)**

Germania dupa al 2-lea razboi mondial:

Calculatoarele **G1** (in figura), **G2** si **G3** au reprezentat de asemenea pasi importanti in evolutia calculatorului:





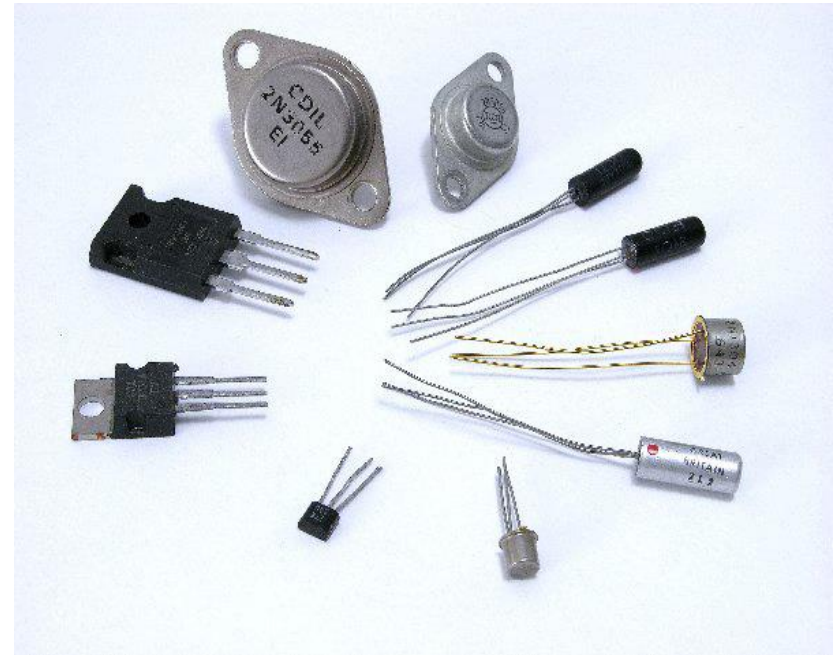
## **Prima generație de calculatoare electronice (1945-1955)**

### **Concluzii finale:**

- acum par primitive, dar fara aceasta generatie nu ar fi existat o a doua, a treia samd.
- pentru a introduce date se foloseau cartele perforate (chiar daca UNIVAC folosea si benzi magnetice).
- memoria era alcatuita cu ajutorul tuburilor cu vid, mari consumatoare de energie, tuburi care creau mari probleme tehnice datorita defectarii lor frecvente (intr-o sesiune de lucru medie era necesar a fi schimbate zeci de tuburi, uneori peste o suta).
- programarea se facea in cod masina
- fiecare tip de calculator avea propriul set de instructiuni masina.

## **A doua generație de calculatoare electronice (1955-1960)**

- aveau tranzistoare (transfers electronic signals across resistor.  
Tranzistorul a fost inventat din 1947 a celor de la Bell Laboratories US, o componenta electronica ce putea controla fluxul de electricitate.



- Utilizarea limbajelor de programare de nivel inalt precum FORTRAN si COBOL in locul codului masina a constituit de asemenea un mare plus adus de aceasta generatie de calculatoare

## *A doua generație de calculatoare electronice (1955-1960)*

1959: calculatorul IBM 1620

- durata de viata: pana in 1971.
- controlul acestuia se putea face printr-o consola ce includea si o tastatura alfanumerica.
- programele si datele puteau fi incarcate de pe cartele perforate, benzi de hartie, benzi magnetice sau discuri.

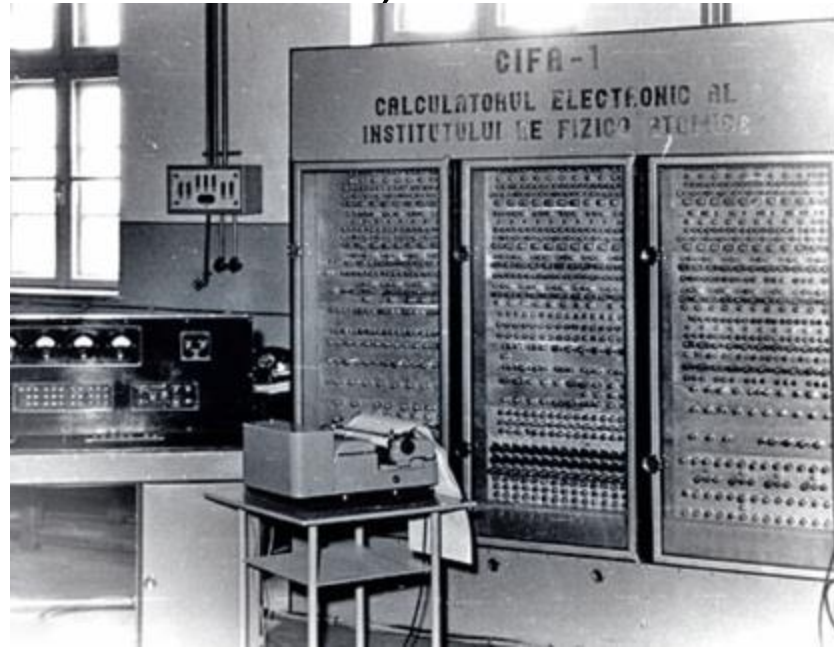


## A doua generație de calculatoare electronice (1955-1960)

- 1957 **CIFA 1** (1500 de tuburi electronice, memorie pe cilindru magnetic și cu programare în cod masina)

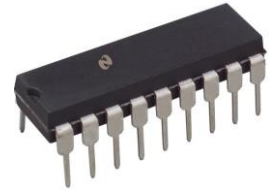


*(Victor Toma)*



- 1959 CIFA-2 cu 800 de tuburi electronice
- 1961 CIFA-3 pentru Centrul de calcul al Universității din București
- 1962 CIFA-4
- ..... si gata...

## A treia generație de calculatoare electronice (1960-1970)



1958: Jack St. Clair Kirby si Robert Noyce -> realizare circuit integrat.

- Siliciul: material semiconductor ca permite transferul de semnale electrice cand anumite impuritati chimice sunt introduce controlat in structura sa.
- Circuitele integrate din prima generatie: *small-scale integration* (SSI), care permitea integrarea pana la 20 de tranzistoare pe un singur chip.
- Dupa anii 60 aceast integrare a crescut la 200 de tranzistori, fiind numita *medium-scale integration* (MSI).
- Gradul de integrare a crescut dupa anul 1970 la peste 5000 de tranzistori: *large-scale integration* (LSI).
- Revolutia microprocesorului
  - a permis o explozie a utilizarii calculatoarelor
  - a crescut fiabilitatea si precizia si a scazut dimensiunea si costurile acestora.
  - spatial de stocare a crescut.

In timp, aceste calculatoare au fost numite *mini-calculatoare*: IBM360, PDP8 si PDP11.

## A treia generație de calculatoare electronice (1960-1970)

**Programmed Data Processor (PDP)** o serie de minicomputere fabricate de [Digital Equipment Corporation](#) între anii 1957 - 1990.

- 1961: **PDP-1** (4 kb memorie, 512 x 512 rezoluție, 120000 dolari)
- În același timp, IBM 7090, dedicat calculelor științifice se vindea pentru milioane de dolari.



- 1965: **PDP-8** (16000 dolari, 50000 exemplare vandute, o inovatie importanta fiind *omnibus* ce permitea conectarea CPU, memory, I/O devices).





## **A treia generație de calculatoare electronice (1960-1970)**

### **1964: Calculatorul IBM 360**

- a fost unul din cele mai raspandite calculatoare din generatia a treia, inclusiv in tara noastra.



- ultimele modele erau echipate cu procesoare duale
- o diversitate de periferice oferite de catre IBM ( precum cititoare optice pentru recunoasterea optica a caracterelor (OCR), imprimante precum modelul IBM 1403 sau discuri cu capacitati de stocare de ordinul a cativa Mbytes)





## A treia generație de calculatoare electronice (1960-1970)

### IBM360 (continuare):

- durata de viata foarte mare (in tara noastra si in anii 1990, chiar daca IBM a incetat productia modelului in 1977 !).
- separarea softului de hard ->inceputul industriei software.
- *compatibilitatea calculatoarelor* (software si periferice.
- set de instructiuni suficient de mare (oameni de stiinta si oameni de afaceri).
- *timesharing* (posibilitatea ca mai multi utilizatori sa foloseasca simultan un acelasi calculator)

## A treia generație de calculatoare electronice (1960-1970)

1962: a aparut primul joc pe calculator **Spacewar**  
(scris la MIT)

- rula pe un calculator PDP-1



1967: tatal Internetului de azi, ARPANET (*Advanced Research Projects Agency*) cu patru noduri la inceput, proiect finantat de catre *US Department of Defense*.

## **A patra generație de calculatoare electronice (1970-1980)**

- utilizau **microprocesoare** de dimensiunea unui timbru postal

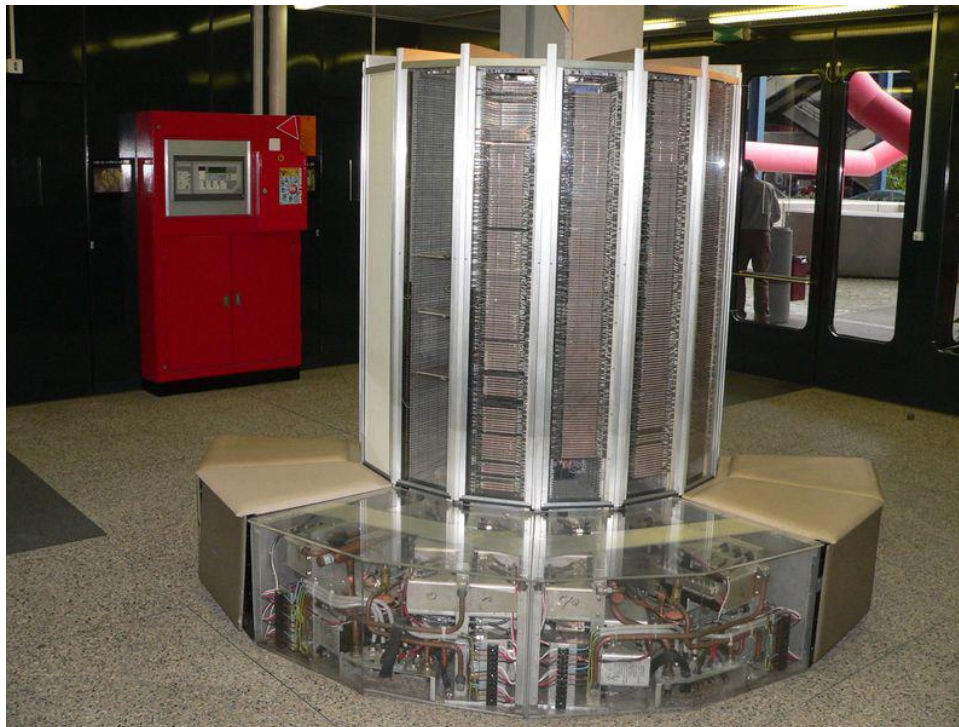


- tehnologii precum LSI (Large Scale Integration) (1000 componente/chip) devin utilizabile in tehnica de calcul.
- VLSI (Very LSI)( peste 100000 de componente/chip) devine in scurt timp o tehnologie curenta.

## *A patra generație de calculatoare electronice (1970-1980)*

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

21 Septembrie 1976 primul **supercalculator Cray-1**,  
la Los-Alamos National Laboratory:

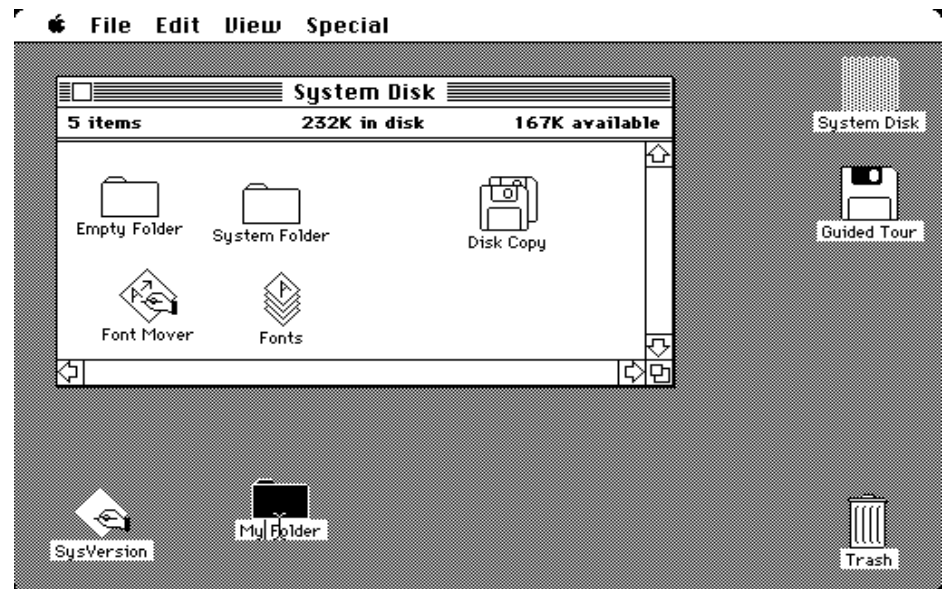


## A patra generație de calculatoare electronice (1970-1980)

# 1975: Apple Computers (Steve Jobs and Steve Wozniak) **Macintosh PC**

- 1975: Apple I Personal Computer
- 1977: Apple II Personal Computer

**Apple II**, primul calculator personal produs in serie. Pret: \$1300 pentru modelul cu 4 KB RAM, respectiv \$2600 pentru modelul cu 48 KB RAM

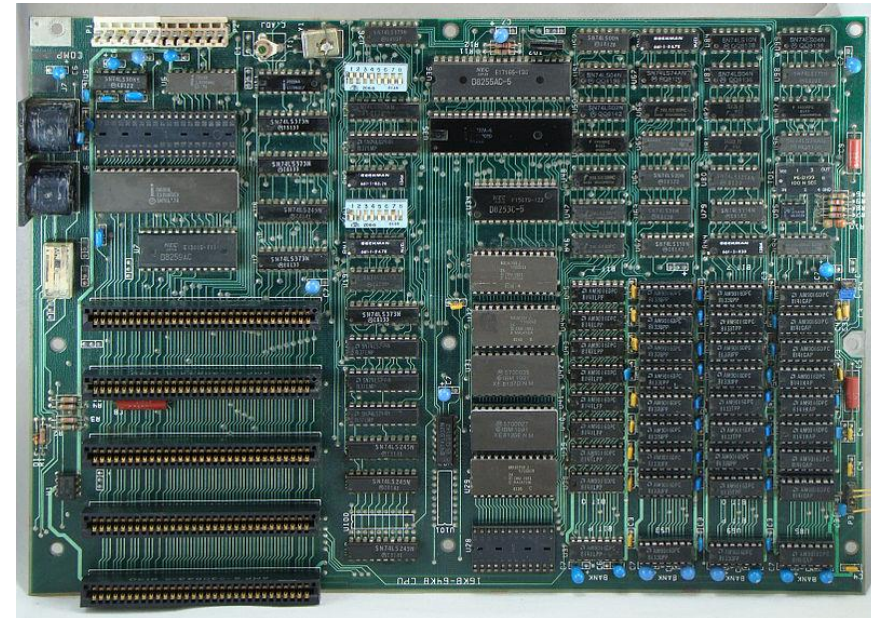
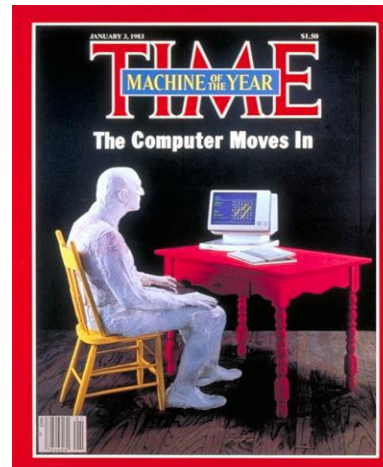




## *A patra generație de calculatoare electronice (1970-1980)*

### **IBM-PC**

- IBM si Microsoft lucreaza incepand din 1980 pentru a realiza primul IBM PC
- IBM PC apare in Octombrie 1981 si lucra cu sistemul de operare 'Microsoft Disk Operating System (MS DOS) 1.0. (dezvoltarea MS DOS a inceput in Octombrie 1980 cu oamenii de baza Bill Gates, Paul Allen and Tim Paterson).
- Pret de start IBM-PC: \$1,565
- 300,000 echipamente vandute in 1981;
- 3,274,000 echipamente vandute in 1982
- "Machine of the Year" in 1982
- Compatibile IBM-PC



## **A cincea generație de calculatoare electronice (1980-1990)**

Tehnologia de integrare a crescut la peste un million de componente /chip, care impreuna cu memoriile bazate pe semiconductori au permis progrese incredibile in dezvoltarea calculatorului

1981: primul calculator portabil **Osborne 1** (Osborne Computer Corp)



## A cincea generație de calculatoare electronice (1980-1990)

### Tipuri reprezentative:

- sistemele desktop,
- notebook-uri sau laptop,
- palmtop, o versiune in miniatura a notebook-uri cu capacități limitate
- server, o versiune puternică a desktop capabila de catering (oferirea de servicii) la diferite aplicații într-un mediu de rețea
- mainframe, o versiune mai puternică a serverului, capabil sa manipuleze aplicatii cu volume uriașe a datelor
- supercalculator, (calculator paralel) are multe multiprocesoare, capabil sa efectueze aplicații științifice complexe. (IBM Blue Gene /P)



## A sasea generație de calculatoare electronice (1990-.....)

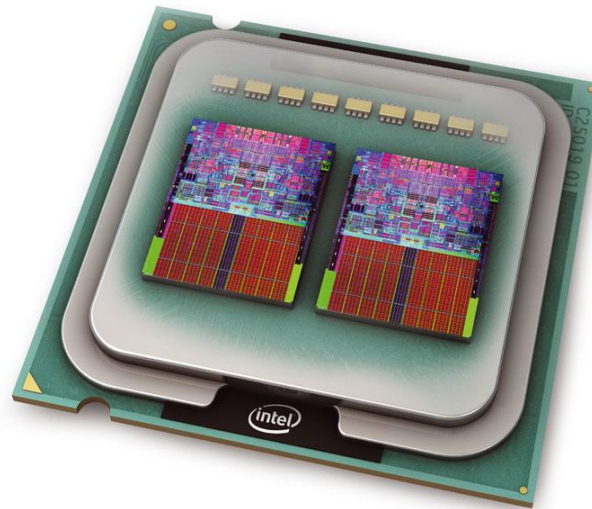
- 1997: Deep Blue (construit numai pt. sah):
  - 256 procesoare
  - 200 milioane posibilitati/s
  - \* 3 min. timp regulamentar joc = ???
- IBM's **Deep Blue 1999** invinge pe Garry Kasparov





## *A sasea generație de calculatoare electronice (1990-.....)*

- 2005: Multi-core Processors
- PCs cu **dual, quad and so on... core CPUs.**





## *A sasea generație de calculatoare electronice (1990-.....)*

2007: iPhone

- iPhone a revolutionat in special prin interfata touch-screen pentru dispozitive mobile
- in Time Magazine's 2007 Invention of the Year



## *A sasea generație de calculatoare electronice (1990-.....)*

2010: iPad

- **iPad** by Apple revigorează piața tabletelor de calcul



## *A sasea generație de calculatoare electronice (1990-.....)*

- 2012: Google's Driverless Car
- Google is awarded the **first self-driven car license** in Nevada



## *A sasea generație de calculatoare electronice (1990-.....)*

### 2013: Google Glass

- un afișaj optic montat pe cap, avand forma unei perechi de ochelari
- aplicații Google, cum ar fi Google Now, Google Maps, Google+ și Gmail.
- poate fi comandat prin comenzi vocale in limbaj natural sau prin intermediul unui touch-pad



## *A sasea generație de calculatoare electronice (1990-.....)*

Ce ne rezerva viitorul?

- haine inteligente
- recunoasterea gesturilor
- .....
- tot ceea ce acum nu indraznim sa ne imaginam





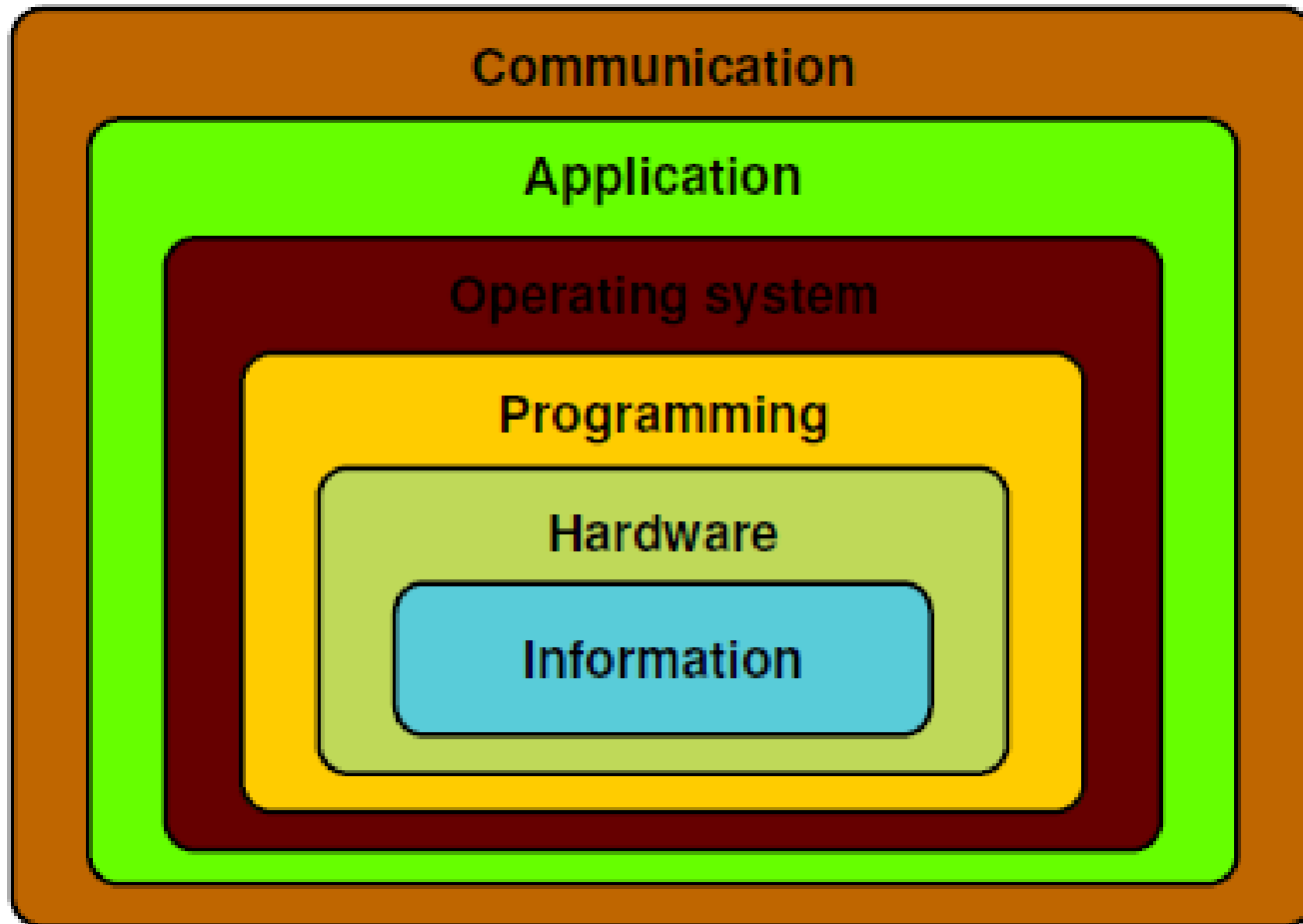
## Concluzii finale:

Se poate face o prima clasificare a calculatoarelor in functie de tehnologia de construire a acestora. Astfel, am avea era calculatoarelor:

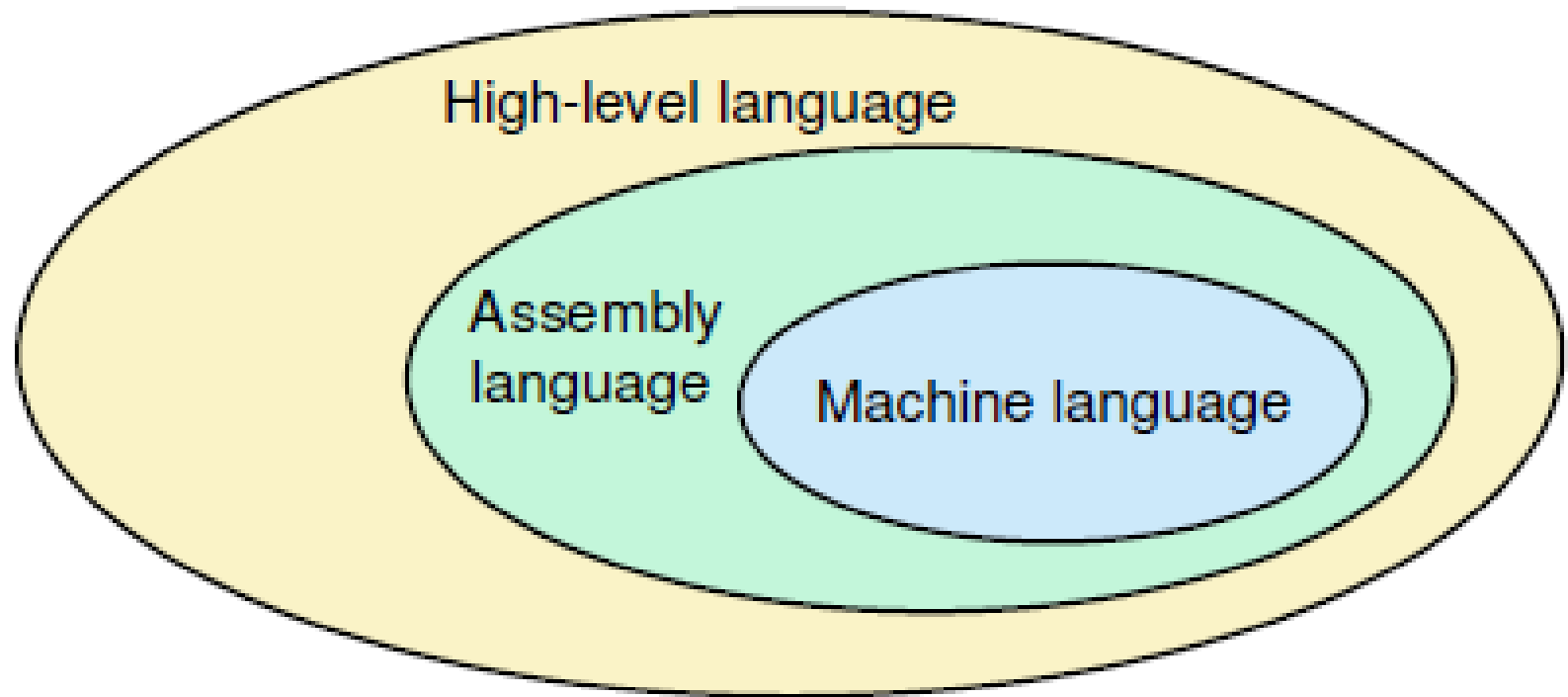
- din carne si oase: oameni care fac calcule folosind degetele sau fac calcule mintale (uneori uimitor de sofisticate si extrem de rapid);
- din lemn: socotitoarea, rigle de calcul astronomic, instrumente de calcul pentru navigatie;
- din metal: masinariile mecanice ale lui Pascal, Napier sau Schickard;
- din componente electromecanice precum releeele: calculatoarele lui Zuse, Aiken etc;
- electronice: ENIAC si toate cele care au urmat.

Aceasta ultima categorie, a calculatoarelor electronice face obiectul impartirii in generatii de calculatoare, asa cum au fost ele descrise anterior

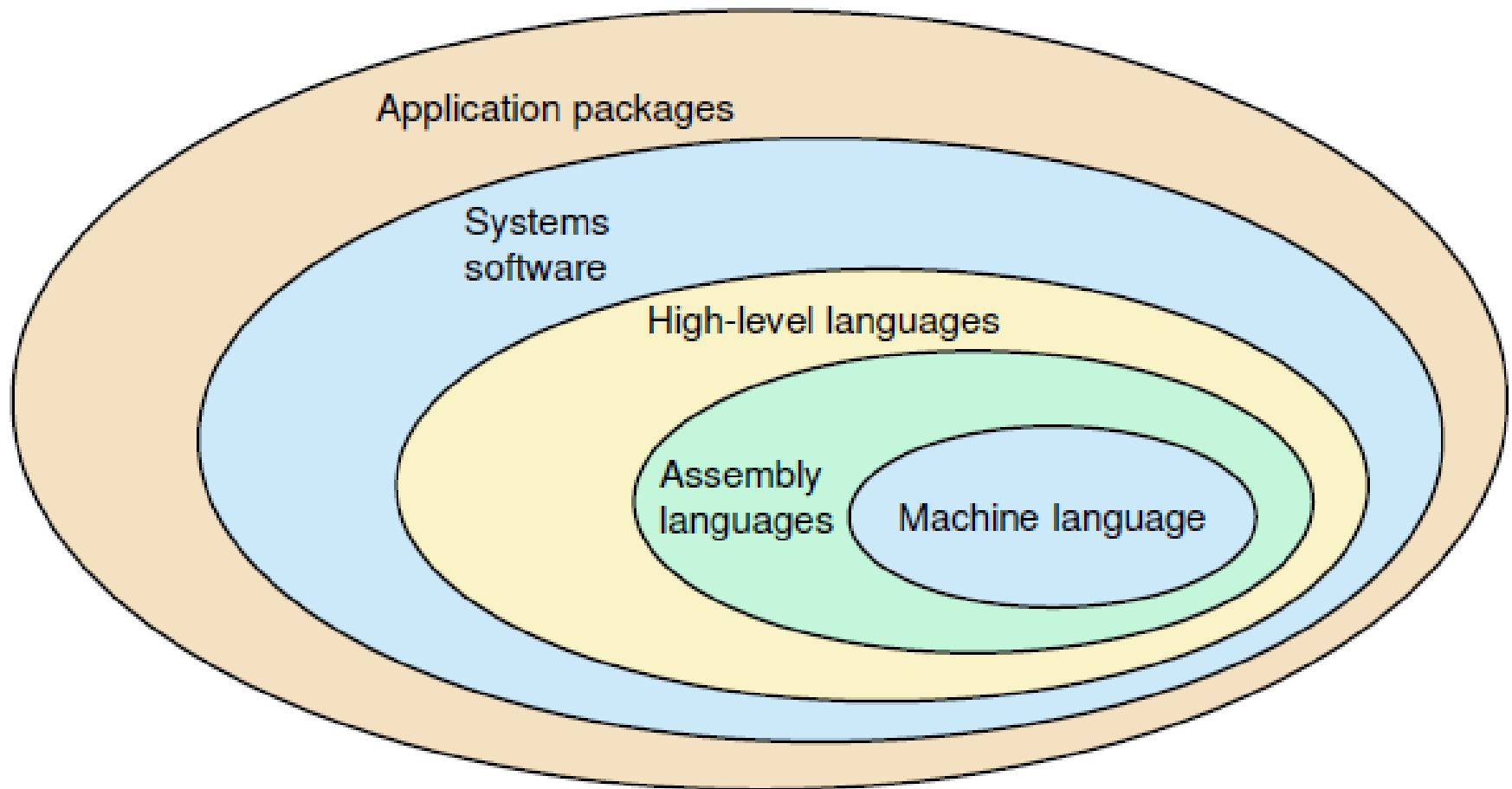
# Nivele/straturi sistem de calcul



# Nivele/straturi limbaje de programare (la sfarsit gen. II)



# Nivele/straturi limbaje de programare (dupa gen III)



## Predictii vechi care nu s-au adeverit

“I think there is a world market for maybe five computers.”—Thomas Watson, chair of IBM, 1943.

“Where ... the ENIAC is equipped with 18,000 vacuum tubes and weighs 30 tons, computers in the future may have only 1,000 vacuum tubes and weigh only 1.5 tons.”—*Popular Mechanics*, 1949.

“Folks, the Mac platform is through—totally.”—John C. Dvorak, *PC Magazine*, 1998.

“There is no reason anyone would want a computer in their home.”  
—Ken Olson, president, chairman, and founder of Digital Equipment Corp., 1977.

“I predict the Internet ... will go spectacularly supernova and in 1996 catastrophically collapse.”—Bob Metcalfe, 3Com founder and inventor, 1995.



## Predictii noi – nu stim daca se vor adeveri

- “Success in creating AI would be the biggest event in human history,.....humans, limited by slow biological evolution, couldn’t compete and would be superseded by A.I.”



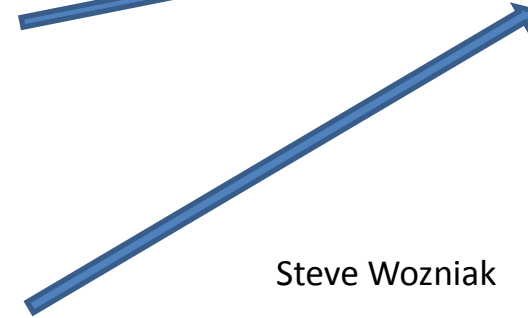
Stephen Hawking, Elon Musk, and Bill Gates



- “just keep an eye on what’s going on with artificial intelligence. I think there is potentially a dangerous outcome there.” (Director General la Tesla Motors)



- “First the machines will do a lot of jobs for us and not be super intelligent. That should be positive if we manage it well. A few decades after that though the intelligence is strong enough to be a concern”



- ‘The future is scary and very bad for people’



- **“warns that artificial intelligence can potentially be more dangerous than nuclear weapons”**

Steve Wozniak

