

Curs 2.

ARHITECTURA SISTEMELOR DE CALCUL

CLASIFICAREA SISTEMELOR DE CALCUL. GENERAȚII DE CALCULATOARE. ARHITECTURA VON NEUMANN.
PRINCIPALELE COMPONENTE ALE UNUI SISTEM DE CALCUL

Sistem de calcul

Colecție de **resurse** care interacționează între ele în vederea satisfacerii cerințelor utilizatorilor

Hardware - totalitatea elementelor fizice (componente electronice și mecanice) dintr-un sistem de calcul, cu rolul de a primi, prelucra, memora și reda datele

Software - totalitatea programelor (sistemul de operare și programe utilitare) care rulează pe un sistem de calcul și îi asigură funcționalitățile

Componentele **hardware** și **software** permit **interacțiunea utilizatorului cu resursele sistemului** – sistemul de fișiere, echipamentele periferice etc.

Clasificarea sistemelor de calcul

Criterii de clasificare:

- tipul unității centrale de prelucrare (CPU - *Central Processing Unit*)
- cantitatea de memorie internă pe care microprocesorul o poate utiliza
- capacitatea de stocare a memoriei auxiliare
- performanțele perifericelor
- viteza de prelucrare - exprimată în MIPS (*Millions of instructions per second*) sau FLOPS (*Floating point operations per second*)
- numărul utilizatorilor care pot avea acces la calculator în același timp
- costul sistemului

Clasificarea sistemelor de calcul

După rol:

- Microcalculatoare
- Minicalculatoare
- Mainframe
- Supercalculatoare
- Calculatoare cuantice

Microcalculatoare

- stații de lucru (sisteme desktop / Personal Computer)
- echipamente mobile (laptop-uri, tablete, smartphone-uri)
- console video

Minicalculatoare

- clasă medie între mainframe și microcalculatoare, utilizată în companii mici și mijlocii, laboratoare
- pot fi montate în rack-uri
- după 1990 - cunoscute și ca *servere*, odată cu dezvoltarea modelului client-server - pun la dispoziția altor sisteme de calcul diverse resurse sau servicii (capacitate de stocare, putere de calcul, informații de un anumit tip), de obicei prin intermediul unei rețele de calculatoare

Mainframe

- utilizate pentru gestiunea bazelor de date de dimensiuni foarte mari și în aplicații care necesită o capacitate de stocare foarte mare și o interacțiune puternică cu un număr mare de utilizatori, concretizată printr-un volum foarte mare de comunicații de date
- efectuarea unor calcule științifice de o complexitate mai redusă decât în cazul supercalculatoarelor

Supercalculatoare

- putere de calcul impresionantă (domenii: calcule științifice complexe în domeniile militar, cercetare, industria aeronautică și spațială, predicții meteo, simulări nucleare, astronomie)
- resurse hardware sau software deosebite
- preț de ordinul a milioane de dolari

Calculatoare cuantice

- diferă de calculatoarele electronice bazate pe tranzistori, care codau datele în biți (două stări)
- se bazează pe fenomenele cuantice *superpoziție* și *inseparabilitate cuantică*
- folosesc qubiți (*quantum bit*) care stochează, pe lângă "0" sau "1", orice superpoziție liniară cuantică între aceste două stări

Clasificarea sistemelor de calcul

După funcție:

- *Servers* (servere)
- *Workstations* (stații de lucru)
- *Embedded computers* (sisteme înglobate)

Servere (*Servers*)

- computere dedicat furnizării unuia sau mai multor servicii (baze de date, stocare fișiere, server Web - procesarea paginilor Web și a aplicațiilor)
- construite a fi fiabile, să funcționeze mai mulți ani, funcții de auto-diagnosticare, redundanță (procesor, hard-disk)

Stații de lucru (*Workstations*)

- concepute pentru a deservi un singur utilizator; puteau include dotări hardware suplimentare față de un PC
- după mijlocul anilor '90, puterea de calcul a unui PC a atins performanțele înregistrate de minicalculatoare și stații de lucru
- sistemele de operare multi-tasking (Windows NT, Linux, OS/2) au permis ca rolul unei stații de lucru să fie preluat de PC

Sisteme înglobate (*Embedded computers*)

- sisteme computerizate care comandă și controlează alte echipamente mecanice sau electrice, fiind *înglobate* în acestea (automobile, echipamente electrocasnice)
- deosebit de rapide, miniaturizate, fiabile și convenabile ca preț, folosind tehnologii avansate
- microprocesorul este dedicat îndeplinirii sarcinii în timp real și optimizat pentru cerințele de calcul pentru care a fost proiectat, fiind mai lent și mai ieftin decât procesorul unui PC

Clasificarea sistemelor de calcul

După utilizare:

- calculator public
- calculator privat
- calculator partajat

Calculator public

- destinat utilizării în spații publice (școli, biblioteci, Internet cafe, hoteluri, aeroporturi)
- uneori sub formă de chioșc interactiv, indoor / outdoor: facilitează comunicarea între utilizator și diverse instituții sau sunt utilizate ca soluții de publicitate, informare; pot fi echipate cu tastatură / touch screen, echipament de acceptare / returnare monede / bancnote, cititor card, imprimantă, scanner cod de bare

Calculator privat

- utilizat și administrat integral de către un singur utilizator care are acces la toate resursele hardware / software
- stochează de obicei date și fișiere personale

Calculator partajat

- utilizat de mai multe persoane, care se autentifică folosind un nume de utilizator și o parolă
- în general face parte dintr-o rețea de calculatoare și este administrat de personal specializat responsabil cu mentenanța hardware și instalările software
- poate fi sub formă de *thin client* / *terminal* sau poate deține propriile echipamente de stocare a fișierelor

Clasificarea sistemelor de calcul

După generațiile de calculatoare

- Generația 0 (calculatoare mecanice cu roți dințate, relee electromagnetice)
- ~ 1942-1955 - Prima generație de calculatoare (tuburi electronice)
- ~ 1954 - 1963 - A doua generație de calculatoare (tranzistoare)
- ~ 1964 - 1972 - A treia generație de calculatoare (circuite integrate)
- ~ 1972 - prezent - A patra generație de calculatoare (VLSI, microprocesoare)
- prezent - viitor - A cincea generație de calculatoare

Generația 0 – calculatoare mecanice

1622 - **rigla de calcul** - matematicianul englez William Oughtred inventează rigla de calcul, inițial având formă circulară, folosită în calcule ce nu necesitau precizie matematică foarte mare (era limitată la 3 zecimale)

Generația 0 – calculatoare mecanice

1623 - **prima mașină mecanică de calculat** - Wilhelm Schickard, om de știință german

Generația 0 – calculatoare mecanice

1624 - **rigla lui Edmund Gunter** - înmulțiri și împărțiri folosind logaritmii

Generația 0 – calculatoare mecanice

1642 - **mașina de calcul Pascaline** - Blaise Pascal, matematician și fizician francez, perfecționează mașina de calculat a lui Schickard, folosind-o pentru efectuarea unor operații simple - adunări și scăderi

Generația 0 – calculatoare mecanice

1685 - **calculatorul lui Gottfried Wilhelm Leibniz** - primul calculator care putea efectua cele 4 operații aritmetice

Generația 0 – calculatoare mecanice

1805 - războiul de țesut al lui Joseph Jacquard, **prima mașină programabilă** (cu cartele din carton perforate)

Generația 0 – calculatoare mecanice

1834 - **prima mașină analitică** (Charles Babbage) - performanța acestei mașini consta în posibilitatea adunării a două numere de 50 de cifre în 1 sec. și înmulțirea acestora în 1 min.

Generația 0 – calculatoare mecanice

1889 - **prima mașină cu cartele perforate** (Herman Hollerith) a rezolvat problemele ridicate de recensământul populației Statelor Unite realizând o mașină cu cartele perforate

Prima generație de calculatoare

- utilizarea **tuburilor electronice** pentru circuitele logice
- memorii de capacități reduse (1000 - 4000 cuvinte) formate din tamburi magnetici
- nu existau deosebiri între memoria internă și memoria externă
- se foloseau limbajul mașină și de asamblare în programare
- operatorii umani aveau rolul de a așeza o serie de comutatoare pe pozițiile 0 sau 1 conform schemelor cerute de program
- calculatoarele erau destinate calculelor științifice și comerciale

Prima generație de calculatoare

1943 - COLOSSUS, primul calculator electronic

- cu ajutorul matematicianului Alan Turing (1912-1954), guvernul britanic a construit la Bletchley Park primul calculator numeric electronic din lume pentru a decodifica sistemul de comunicații german codat cu codul Enigma.
- programat prin comutatoare și conectori (nu avea program memorat)

Prima generație de calculatoare

1943-1946 - **ENIAC** (*Electronic Numerical Integrator and Computer*) - primul computer electronic de uz general

- Universitatea Pennsylvania, USA (John Mauchly și J. Presper Eckert)
- prima mașină cu caracteristicile constructive și funcționale ale unui calculator electronic operațional
- programarea se făcea manual prin cuplarea cablurilor și setarea comutatoarelor, iar datele erau introduse pe cartele perforate (*punched cards*)
- cântarea 30 t și consuma 140 KWh

Prima generație de calculatoare

1944 - MARK I - IBM *Automatic Sequence Controlled Calculator* (ASCC), Harvard University

- lungime de 16 metri, 3 metri înălțime, conținea 800.000 de elemente
- putea efectua operații cu 23 de zecimale
- executa adunări în 0,3 secunde și înmulțiri în 3 secunde

1948 - Mark-II, 1949 - Mark-III () și 1952 - Mark-IV

Prima generație de calculatoare

1945 - **EDVAC** (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*)

- ca în cazul ENIAC, a fost dezvoltat de aceiași John Mauchly și J. Presper Eckert, tot pentru armata americană (Ballistic Research Laboratory)
- calculator cu program memorat (*program-stored computer*)
- după diverse upgrade-uri (interfață pentru cartele perforate - 1953, adăugare de memorie - 1954, adăugarea unei unități de calcul în virgulă mobilă - 1958), a funcționat până în 1961, dovedindu-se a fi un echipament fiabil și productiv pentru acele vremuri

Prima generație de calculatoare

1949 - **EDSAC** (*Electronic Delay Storage Automatic Calculator*)

- al doilea calculator electronic cu program memorat
- construit de Maurice Wilkes la University of Cambridge (Anglia) în 1947, devenit funcțional în 1949

Prima generație de calculatoare

1951 - **UNIVAC I** (*UNIVersal Automatic Computer I*)

UNIVAC a fost primul calculator comercial realizat în SUA de către Eckert și Mauchly, inventatorii ENIAC-ului (1946)

Prima generație de calculatoare

1953 - IBM 650 Magnetic Drum Data-Processing Machine

- primul calculator produs în masă
- 8,5 kilobytes memorie pe tambur magnetic

Prima generație de calculatoare

1952 - **IBM 701**

- primul calculator comercial produs de IBM
- a fost vândut în 19 exemplare

1954 - IBM 704 (memorii cu miez magnetic)

1958 - IBM 709

A doua generație de calculatoare

- trecerea de la tuburi electronice la tranzistoare pentru realizarea circuitelor logice (primul tranzistor - decembrie 1947 - William Shockley, Walter Brattain și John Bardeen, Bell Laboratories, SUA)
- aveau în jur de 100 de instrucțiuni complexe, memorie de tip magnetic și dispozitive periferice
- viteza de lucru mărită (mii și sute de mii de operații pe secundă)
- apare separarea între memoria internă (inele de ferită) și memoria externă (tambur magnetic, benzi perforate și benzi magnetice)
- banda magnetică s-a folosit pentru stocarea offline a informațiilor sau realizarea unor copii de siguranță ale acestora
- prelucrarea se făcea secvențial prin intermediul unui sistem de operare simplu stocat pe benzi magnetice (**FMS** - FORTRAN Monitor System și **IBSYS** pentru IBM 7094), folosindu-se atât limbajul de asamblare, cât și limbaje evaluate
- încep să fie folosite limbaje de nivel înalt - **FORTRAN** (*Formula Translation*, 1956 - calcule numerice, aplicații științifice inginerești), **ALGOL** (*Algorithmic Language*, 1958), **COBOL** (*Common Business Oriented Language*, 1959 - limbaj orientat spre aplicațiile de afaceri), **BASIC** (*Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code*, 1964)
- calculatoarele erau folosite pentru calcule științifice, rezolvarea ecuațiilor complexe etc.

A doua generație de calculatoare

- apare separarea între memoria internă (pe inele de ferită) și memoria externă (tambur magnetic, apoi benzi perforate și benzi magnetice)
- banda magnetică s-a folosit pentru stocarea offline a informațiilor sau realizarea unor copii de siguranță ale acestora

A doua generație de calculatoare

1955 - **TX-0** (*Transistorized Experimental computer zero*), proiectat la MIT (Massachusetts Institute of Technology) ca o versiune experimentală complet tranzistorizată

A doua generație de calculatoare

1959 - **DEC PDP-1** (*Programmed Data Processor*)

- 2700 tranzistoare și 3000 diode
- benzi perforate ca mediu principal de stocare
- minicomputere pe 18 biți

PDP-4 (1962) -> PDP-7 (1964) -> PDP-9 (1966) -> PDP-15 (1970)

PDP-6 (1963) -> PDP-10 (1966)

- arhitectură pe 36 biți

A doua generație de calculatoare

1959 - **IBM 7090**

- preț 2,9 milioane \$ (echivalent cu 18 milioane \$ în 2017)
- pe 36 biți
- de 6 ori mai rapid decât predecesorul IBM 709 (generația 1)

1962 - IBM 7094

1963 - IBM 7040/7044 - versiuni mai ieftine ale modelului 7090

A doua generație de calculatoare

1959 - **CDC 1604** (*Control Data Corporation*)

- printre primele computere tranzistorizate cu succes comercial (50 sisteme realizate până în 1964)

1964 - **CDC 6600**

- primul supercomputer
- pe 60 biți

A treia generație de calculatoare

- se caracterizează prin utilizarea **circuitelor integrate** pe *scară mică (SSI - Small Scale Integration)* și *medie (MSI - Medium Scale Integration)*
- **septembrie 1958** - Jack St. Clair Kilby creează în cadrul firmei Texas Instruments primele **circuite integrate**, ce vor fi folosite ca elemente logice
- se folosesc discul magnetic ca memorie externă, monitoare și tastaturi pentru afișarea și introducerea datelor
- apar primele sisteme de operare complete care reduc la minimum intervenția operatorilor umani

A treia generație de calculatoare

1964 - **IBM System/360**

- primul din familia de computere IBM mainframe de generația a treia
- îmbunătățire a tuturor performanțelor de cel puțin 25 de ori
- acoperea o paletă largă de aplicații, comerciale și științifice

A treia generație de calculatoare

1965 - **DEC PDP-8**

- primul minicomputer cu succes comercial (peste 50.000 exemplare vândute)
- pe 12 biți

1969 - DEC PDP-12

A treia generație de calculatoare

1970 - **DEC PDP-11**

- considerat a fi cel mai popular minicomputer (circa 600.000 exemplare vândute)
- pe 16 biți
- a inspirat proiectarea procesoarelor Intel x86 și Motorola 68000

A patra generație de calculatoare

- se introduc circuitele integrate cu grad mare și foarte mare de integrare care pot conține sute de mii și milioane de tranzistoare (LSI - *Large Scale Integration*, VLSI - *Very Large Scale Integration*)
- folosirea **microprocesorului** și a **microprogramării** a oferit calculatoarelor posibilitatea utilizării unui set complex de instrucțiuni și asigură un grad sporit de flexibilitate
- stocare pe **floppy-disk** - mediu magnetic flexibil introdus într-un suport dreptunghiular de plastic, de dimensiuni 8" (1976 - 1,2Mb), 5¼" (1982 - 1,2Mb), 3½" (1987 - 1,44Mb)
- SS (*Single Sided*), DS (*Double Sided*) / DD (*Double Density*), HD (*High Density*)
- principalele caracteristici: rată de transfer: 125 kbit/s, timp căutare: sute ms

Alte unități de stocare

DIGITAL DATA STORAGE (DDS)

- creat în 1989 de Sony și Hewlett Packard
- format pentru stocare pe bandă magnetică bazat pe tehnologia DAT (*Digital Audio Tape*)

Alte unități de stocare

ZIP DRIVE

- creat de Iomega (1994) cu capacități de 100, 250 sau 750 MB
- folosea tehnologia floppy-disk
- pe mai multe tipuri de interfață (IDE/ATAPI, SCSI, port paralel, USB)
- nu a reușit să se impună pe piață, fiind surclasată de memoriile flash USB

Alte unități de stocare

JAZ DRIVE

- unitate magnetică cu capacități de 1 GB și 2 GB, introdusă tot de Iomega (1995)
- se bazează pe tehnologia hard-disk-ului (platane rigide)
- conectare pe interfața SCSI sau pe portul paralel

A patra generație de calculatoare

1981 - **IBM Personal Computer** (primul calculator personal - PC)

- specificații: microprocesor 8088 pe 16 biți, 4,77 MHz / memorie RAM 16 KB-64 KB (maxim 256 KB) / floppy-disk de 360 KB (sau casetă magnetică) / placă video CGA (color) sau MDA (monocrom) / sistem de operare DOS 1.0 / preț 1365 \$
- toate calculatoarele personale construite ulterior și au păstrat arhitectura originală IBM au fost denumite *calculatoare compatibile IBM-PC*
- *Personal Computer* - computer cu destinație multiplă, ale cărui dimensiune, performanțe și preț îl fac utilizabil pentru uz personal; este conceput a fi operat direct de un utilizator final (nu un expert sau tehnician)

A patra generație de calculatoare

1983 - **IBM XT** (*Extended Technology*)

- conceput ca o îmbunătățire a IBM PC pentru mediul business
- primul calculator cu hard-disk standard (Seagate, 10 MB)
- memorie RAM 128 - 640 KB RAM
- soclu pentru coprocesor matematic 8087
- sistem operare PC DOS 2.0

A patra generație de calculatoare

1984 - **IBM Personal Computer/AT** (*Advanced Technology*)

- bazat pe procesorul Intel 80286 (introdus în 1982) la 6 - 8 MHz
- memorie RAM 256 KB - 16 MB
- hard-disk 20 MB, floppy-disk 5,25" (1,2 MB)

A patra generație de calculatoare

1986 - IBM PC Convertible

- primul laptop produs de IBM și primul computer IBM care a folosit floppy disk de 3½"
- specificații: procesor Intel 8088 la 4.77 MHz, memorie RAM 256 kB (maxim 640 kB), două floppy-disk drive 3.5" (720 kB), display LCD monocrom, preț 2.000 \$

A patra generație de calculatoare

1987 - **IBM Personal System/2** - linie care a înlocuit IBM PC, XT, AT și Convertible

1994-2000 - **IBM PC Series**

2000-2002 - **IBM NetVista** (sisteme thin client)

2003 - **IBM ThinkCentre** (acum **Lenovo ThinkCentre**)

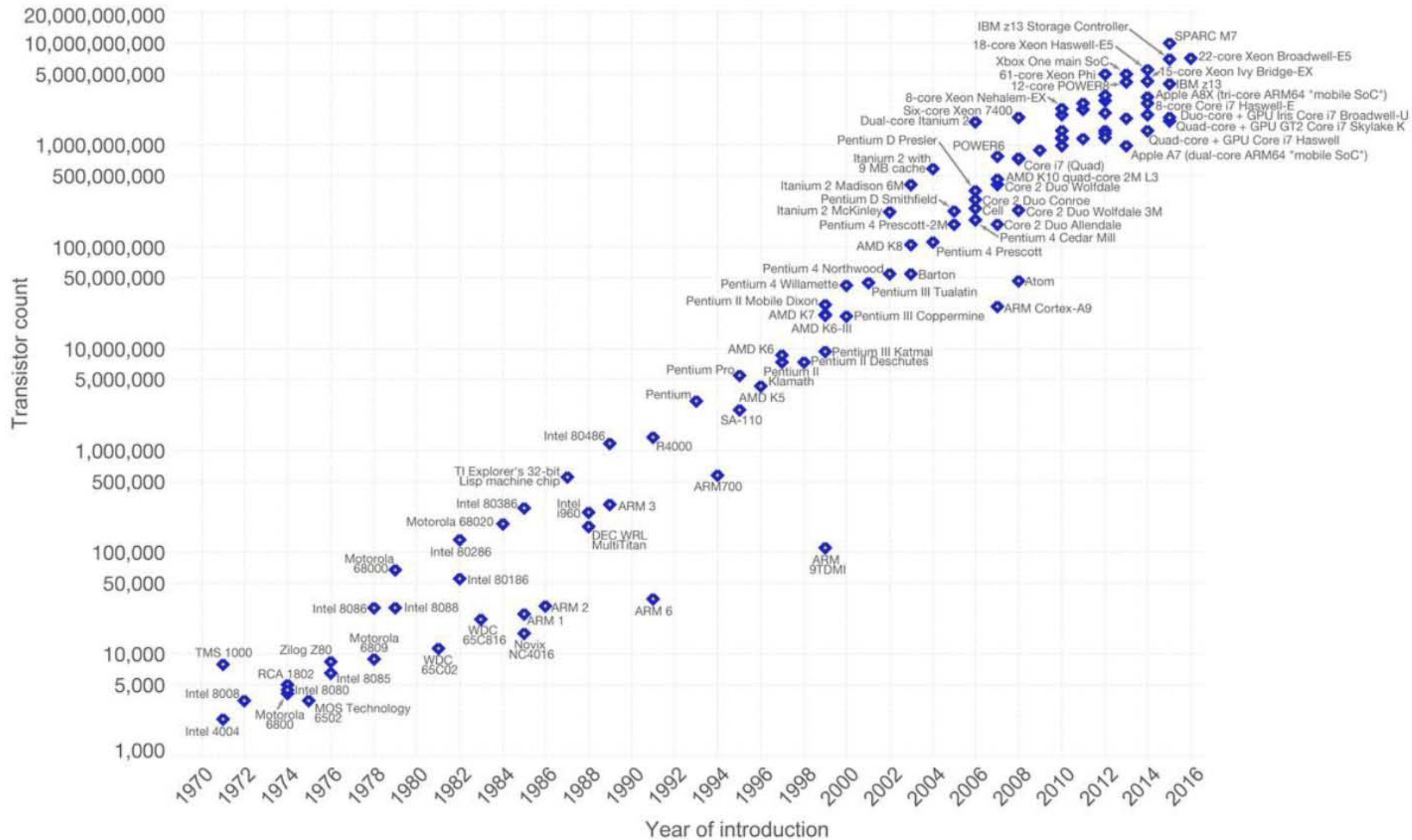
A cincea generație de calculatoare

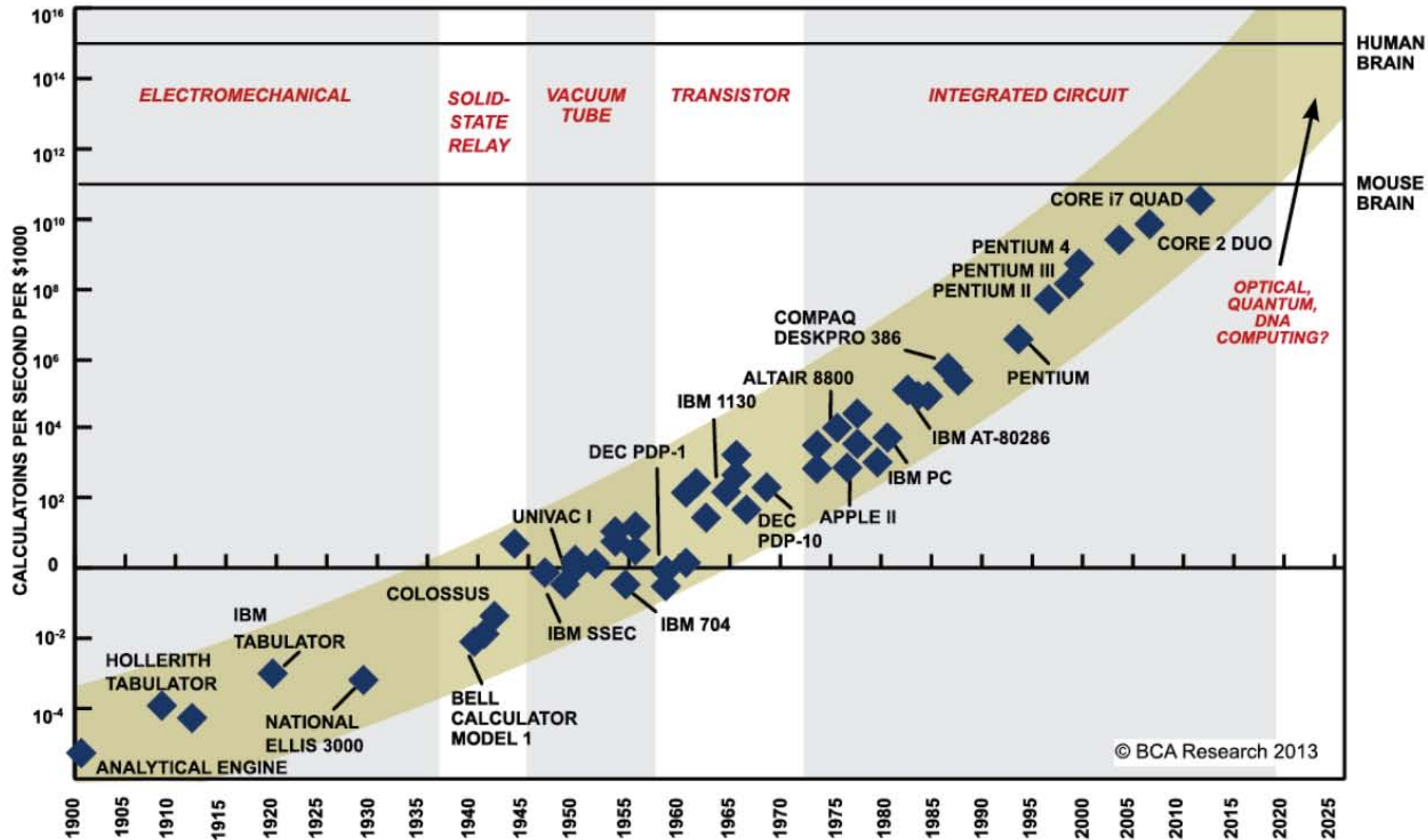
- încă în faza de dezvoltare
- scop: dezvoltarea unor echipamente care să răspundă limbajului natural uman și să fie capabile de învățare și organizare proprie
- bazate pe:

<ul style="list-style-type: none">- inteligență artificială- circuite integrate specializate- procesare paralelă	<ul style="list-style-type: none">- superconductori- procesarea moleculară și cuantică- nanotehnologii
--	--

Legea Moore

- lege empirică, bazată pe observații (Gordon Moore, co-fondator Intel)
- dublarea numărului de tranzistori pe o anumită suprafață dintr-un circuit integrat la aproximativ 2 ani (1975-2012)
- încetinire din 2012
- 2018: cadență de circa 3 ani / saturare în următorul deceniu





Singularitatea tehnologică = concept care se referă la implicațiile pe care în general le are progresul tehnico-științific foarte accelerat pentru specia umană

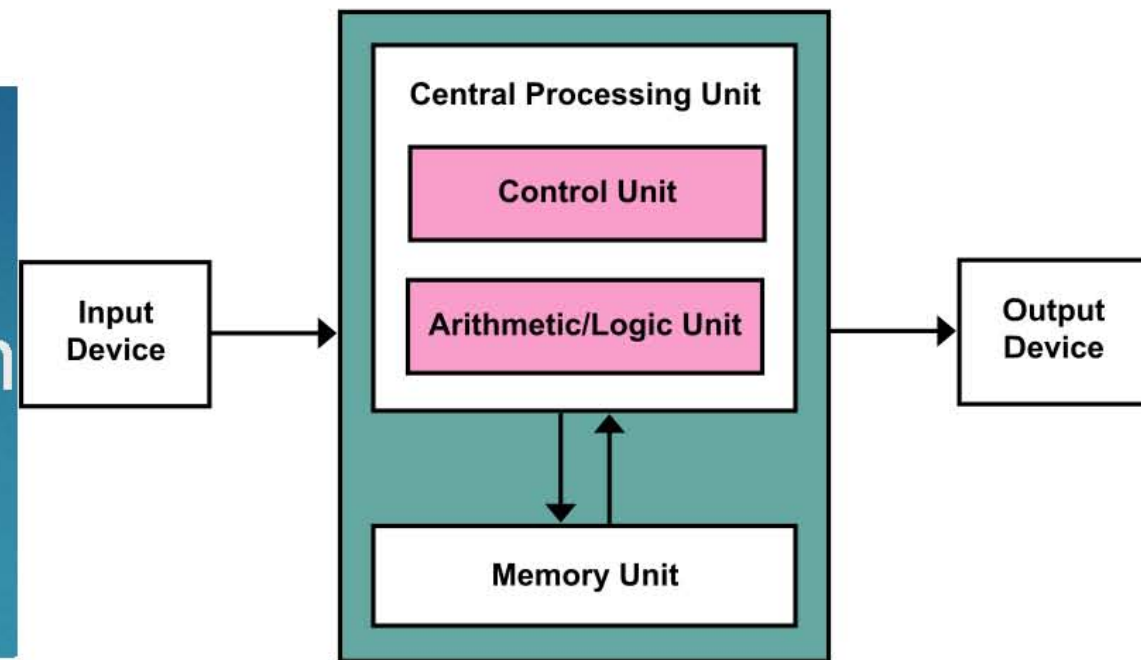
Singularitate tehnologică

- se estimează că în aproximativ 20-30 de ani computerele vor depăși puterea de calcul a creierului uman, care este de ordinul a 10^{14} operații pe secundă
- **Raymond Kurzweil** (expert în domeniul inteligenței artificiale):
 - în secolul al XXI-lea vom asista la o evoluție comparabilă cu 20.000 de ani precedenți (extrapolare legea Moore)
 - odată ce computerele vor depăși performanța creierului uman, ele vor fi capabile să se autoîmbunătățească, menținând ritmul de creștere exponențial al vitezei de calcul
 - progresul tehnico-științific va cunoaște o accelerare din ce în ce mai înaltă
 - în câteva zeci de ani puterea de calcul a tuturor computerelor o va depăși pe cea a creierelor umane, apărând **inteligența artificială**

Arhitectura von Neumann

- John von Neumann, matematician și informatician american, 1945
- stabilește cerințele pentru un calculator electronic de uz general (*general purpose*)
- principiile arhitecturii von Neumann stau în continuare la baza majorității mașinilor de calcul actuale, devenind între timp un standard

Arhitectura von Neumann

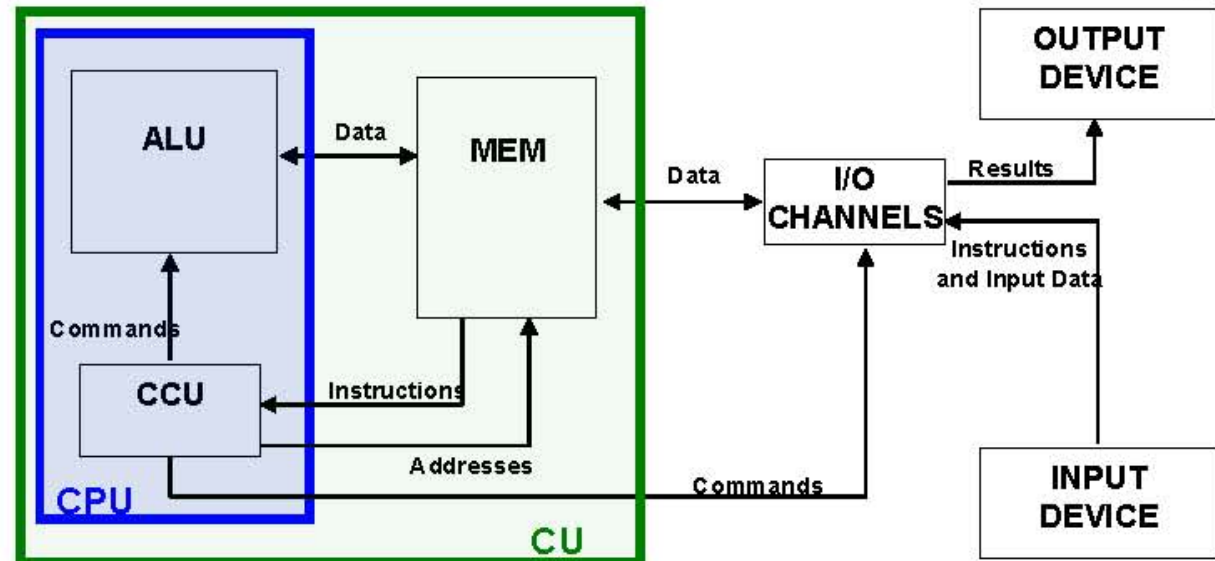


Modulele principale care stau la baza computerului modern de astăzi sunt:

- **unitatea de procesare** (*Central Processing Unit*) formată din:
 - unitatea aritmetică-logică (*Arithmetic/Logic Unit*)
 - unitatea de comandă și control (*Control Unit*)
- **unitatea de memorie** (*Memory Unit*)
 - memorie volatilă pentru stocarea instrucțiunilor și a datelor în curs de prelucrare, în locații identificate prin *adrese*
 - memorie externă permanentă pentru stocarea în masă a datelor (fișiere)
- **dispozitivele de intrare** (*Input*) și **dispozitivele de ieșire** (*Output*)

Microprocesorul (*CPU*)

- elementul central al unui sistem de calcul care controlează întreaga activitate a sistemului (prelucrează date, interpretează comenzi, execută transferul de informații între diverse elemente componente)



Microprocesorul (*CPU*)

- înglobează **ALU** (*Arithmetic/Logic Unit*), **CCU** (*Command&Control Unit*) și magistralele prin care informațiile (date, instrucțiuni, adrese, semnale de control)
 - ❑ **ALU** execută operațiile aritmetice și logice cu date care îi sunt furnizate din memorie, loc în care va depune și rezultatul operațiilor după execuția acestora
 - ❑ **CCU** primește instrucțiunile de la memorie, le interpretează și, corespunzător interpretării acestora, emite comenzi către ALU, MEM, respectiv comenzi de transfer către dispozitivele de intrare/ieșire (**INPUT/OUTPUT DEVICE**) prin intermediul canalelor de comunicație (**I/O CHANNELS**)

Microprocesorul (*CPU*)

1974 - **Intel 8080** - primul microprocesor de uz general

- procesor pe 8 biți, frecvența ceasului de 2 MHz
- putea efectua câteva sute de mii de operații pe secundă

1978 - **Intel 8086**

- procesor pe 16 biți
- putea lucra la 5 MHz (0,33 MIPS), 8 MHz (0,66 MIPS) sau 10 MHz (0,75 MIPS)

1979 - **Intel 8088**

- similar cu 8086
- a stat la baza IBM PC

Alte procesoare din acea vreme: **Motorola 6800** (1974), **Zilog Z80** (1976)

Procesoare Intel:

- 1982 - **Intel 80286** - 16 biți; a stat la baza IBM PC AT; memorie adresabilă 16 MB
- 1985 - **Intel 80386** - primul procesor pe 32-biți din familia 80x86; memorie adresabilă 4 GB
- 1989 - **Intel 80486** - frecvență inițială 25 MHz; includea coprocesor matematic
- 1993 - **Intel Pentium** - frecvență inițială 60 MHz
- 1995 - **Intel Pentium Pro** - frecvență inițială 200 MHz
- 1997 - **Intel Pentium II** - frecvență inițială 300 MHz
- 1998 - **Intel Celeron** - frecvență inițială 266 MHz
- 1999 - **Intel Pentium III** - frecvență inițială 500 MHz
- 2000 - **Intel Pentium IV** - frecvență inițială 1,5 GHz
- 2001 - **Intel Xeon** - frecvență inițială 1,7 GHz
- 2003 - **Intel Pentium M** - frecvență inițială 1,7 GHz
- 2008 - **Intel Atom** - frecvență inițială 1,86 GHz
- 2010 - **Intel Core 2nd generation** - frecvență inițială 3,8 GHz
- 2012 - **Intel Core 3rd generation** - frecvență inițială 2,9 GHz
- **Intel Core 4th generation** (2013), **Intel Core 5th generation** (2015), **Intel Core 6th generation** (2015), **Intel Core 7th generation** (2017), **Intel Core 8th generation** (oct. 2017)

Microprocesorul (*CPU*)

Principalele caracteristici:

- **frecvența de lucru** - de ordinul 2-3 GHz
- **mod de operare** - 32/64 biți
- **arhitectura** - CISC (*Complex Instruction Set Computing*) / RISC (*Reduced Instruction Set Computing*)
- **număr nuclee**: single-core, dual-core, quad-core, multi-core

Niveluri de stocare a datelor

Nivelul primar

- **memoria RAM** (*Random Access Memory*)
- regiștrii CPU - memorii foarte rapide, folosite pentru comanda ALU
- memoria cache - servirea rapidă a regiștrilor cu datele necesare (stocarea prin anticipare a datelor/instrucțiunilor necesare procesorului)

Nivelul secundar

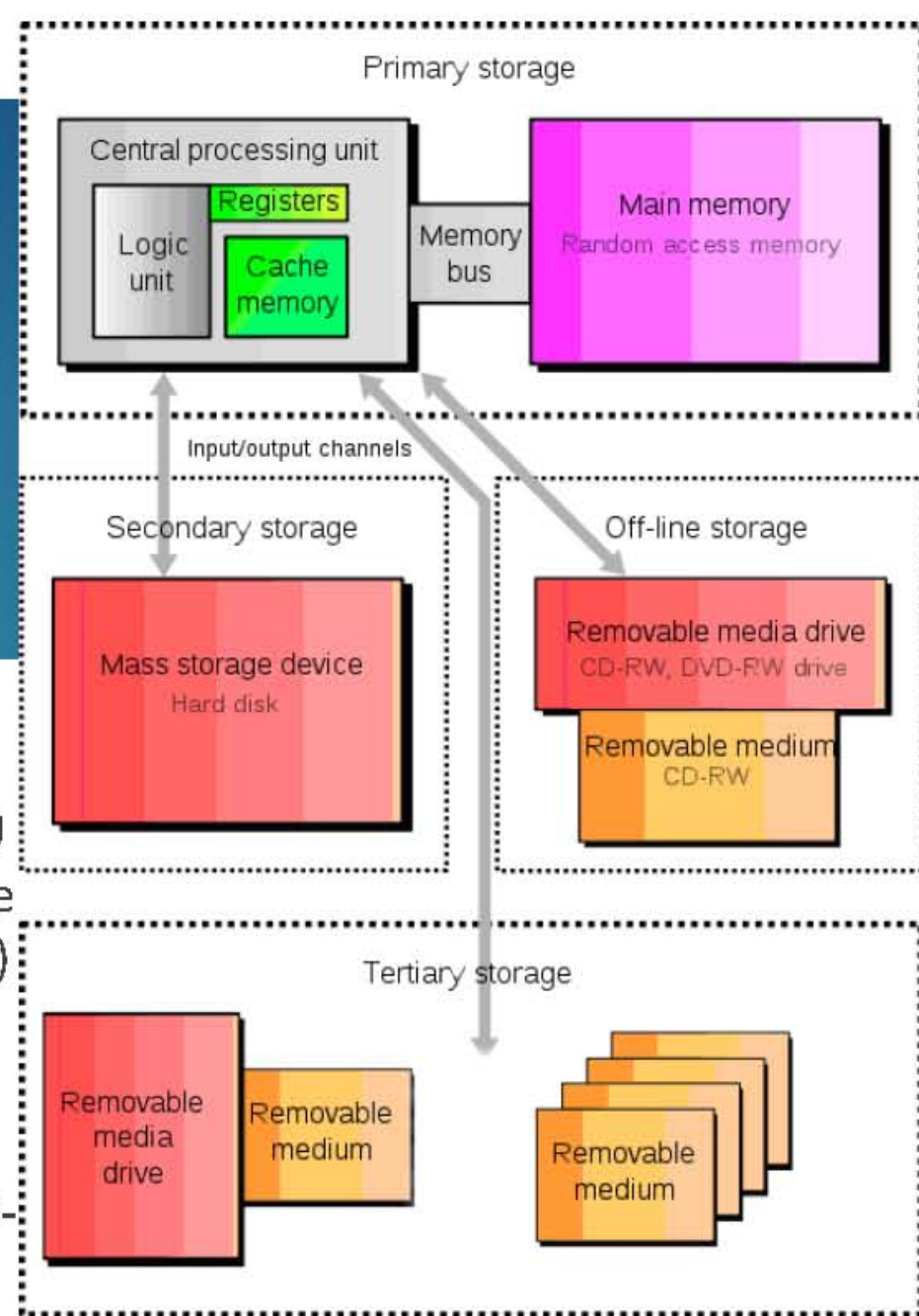
- dispozitive de stocare de mare capacitate (**hard-disk**)

Nivelul stocării offline

- dispozitive de stocare pentru backup de date (**CD-ROM/DVD-ROM**)

Nivelul stocării pe dispozitive detașabile

- hard-disk-uri externe, memorii Flash USB



Memoria

- **memorie volatilă** (nu păstrează informațiile când se întrerupe alimentarea cu energie electrică):
 - memorie RAM (*Random Access Memory*)
 - DRAM (*Dynamic RAM*)
 - SRAM (*Static RAM*)
- **memorie nonvolatilă:**
 - memorie ROM (*Read-Only Memory*)
 - memorie NVRAM (*Non-Volatile Random Access Memory*): Flash memory
 - unități SSD (*Solid-state drive*)
 - unități magnetice de stocare: hard-disk-uri
 - unități optice: CD, DVD, Blue-ray Disc

Memorie DRAM (Memoria internă)

- memorie cu preț scăzut și capacități ridicate, este folosită ca memorie principală (internă) în sisteme de calcul, plăci video, console pentru jocuri video

Constructiv:

- circuit tip DIP (Dual in-line Package)
- module:
 - SIPP (*Single In-line Pin Package*) - 30 pini foarte fragili
 - SIMM (*Single In-line Memory Module*) - 1983 - sfârșitul anilor '90 în sisteme 286, 386 și 486. Următoarea versiune (72 pini) a fost folosită pe sisteme Pentium și Pentium II.
 - DIMM (*Dual in-line Memory Module*), odată cu impunerea procesoarelor Pentium
 - SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory), 168 pini
 - DDR SDRAM (Double Data Rate Synchronous Dynamic Random-Access Memory sau DDR1), 184 pini
 - DDR2 / DDR3 (240 pini)
 - DDR4 (284 pini, septembrie 2012)

Memorie DRAM (Memoria internă)

Principalele caracteristici:

- **capacitatea** - uzual 4-16 GB
- **timpul de acces** - intervalul de timp dintre solicitarea unei date/informații din memorie și obținerea ei - este de ordinul zecilor de nanosecunde: 50-70 ns pentru DRAM și 8-12 ns pentru memoriile rapide SRAM
- **frecvența** - 1333-3200 MHz

Memorie SRAM

- memorie rapidă și mai scumpă decât DRAM, este folosită pentru memoria cache a CPU

Memorie ROM

- stochează programele necesare funcționării sistemului de calcul, cu utilizare generală și frecvență ridicată
- păstrează datele permanent
 - *PROM (Programmable Read Only Memory)* - poate fi programată cu ajutorul unui echipament special
 - *EPROM (Erasable PROM)* - poate fi ștearsă prin expunere la radiații ultraviolete și rescrisă de un număr limitat de ori
 - *EEPROM (Electrically Erasable PROM)* - poate fi ștearsă software, în timp ce funcționează

Memorie Flash USB

- memorie nonvolatilă care poate fi ștearsă și scrisă cu impulsuri electrice
- primele memorii flash USB au apărut în 2000 și aveau 8 MB
- sunt detașabile (pot fi conectate fără a fi nevoie de oprirea sistemului)
- pot fi rescrise (până la 1 milion cicluri scriere/ștergere)
- mici, ușoare și comode, fără părți în mișcare, permit o stocare a datelor pentru circa 10 ani
- capacități de stocare ridicate (256 GB) și rate de transfer ridicate (interfață USB 2.0: citire 30 MB/s, scriere 15 MB/s / interfață USB 3.0: citire 400 MB/s, scriere 300 MB/s)
- suportate nativ de sistemele de operare moderne

Cartele de memorii FLASH (*Flash Cards*)

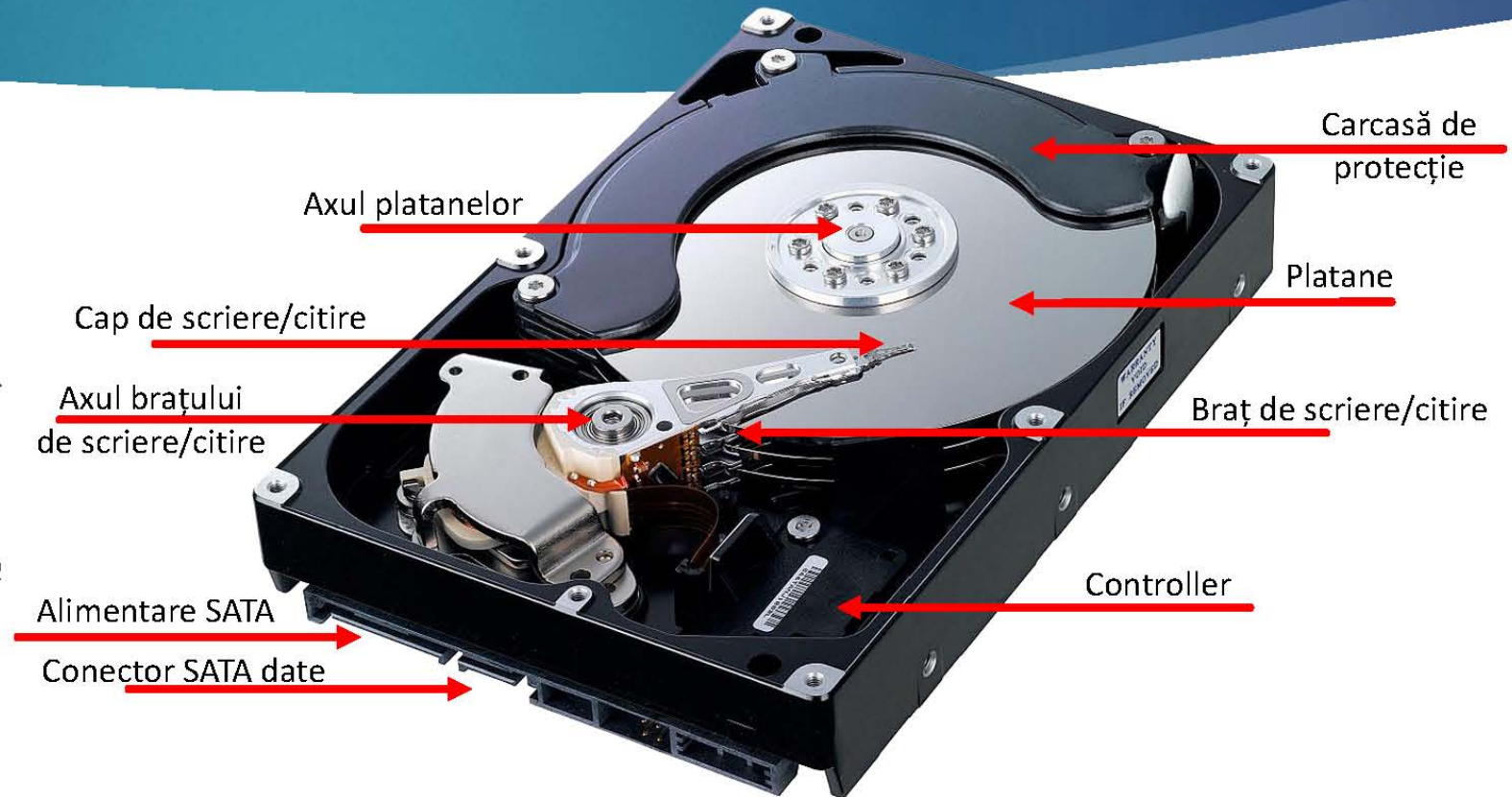
- memorie flash folosită în diferite tipuri de aparate electronice: camere foto, telefoane mobile, playere multimedia, console jocuri video
- citirea/scrierea acestor carduri prin intermediul unui cititor de card (*card reader*) onboard (la sisteme portabile) sau extern (USB)

Formate:

- **Compact Flash** (CF-I, CF-II) - SanDisk (1994), capacități uzuale 1-16 GB
- **MultiMediaCard** (MMC) - Siemens și SanDisk (1997), capacități până la 32 GB
- **Secure Digital** (SD) - Panasonic, SanDisk, Toshiba (1999) în formatele Standard (max. 2 GB), High-Capacity (4-32 GB), eXtended-Capacity (2009 - până la 2 TB)
- **Memory Stick** (MS) - Sony (1998); formate Duo (MSD), PRO Duo (MSPD), Micro M2 (M2)
- **miniSD** - SanDisk (2003), capacități 16 MB - 8 GB
- **microSD** - SanDisk (2005), capacități 64 MB - 32 GB
- **xD-Picture Card** (xD) - Olympus și Fujifilm (2002), 16 MB - 512 MB, maxim 2 GB pentru variantele H și M/M+

UNITATE HARD-DISK (*Hard-Disk Drive*)

- dispozitiv de stocare nonvolatilă a datelor, format din mai multe platane magnetice așezate pe același ax
- un sistem de capete de citire-scriere se deplasează pe suprafața acestor platane, mișcarea lor fiind coordonată de un controller



UNITATE HARD-DISK

(Hard-Disk Drive)

Principalele caracteristici:

- **capacitatea de stocare** - între sute de GB până la 12 TB
- **viteza de rotație** - exprimată în rotații/minut (uzual 5400 - 7200 rpm, până la 15.000 rpm)
- **rata de transfer** (*Data Transfer Rate*) - în jur de 600 MB/s
- **buffer** - 32-64 MB
- **timpul de căutare** (*Seek Time*) - tipic în jur de 9-12 ms
- **interfața** - SATA, USB

Unitate SSD (*Solid-State Drive*)

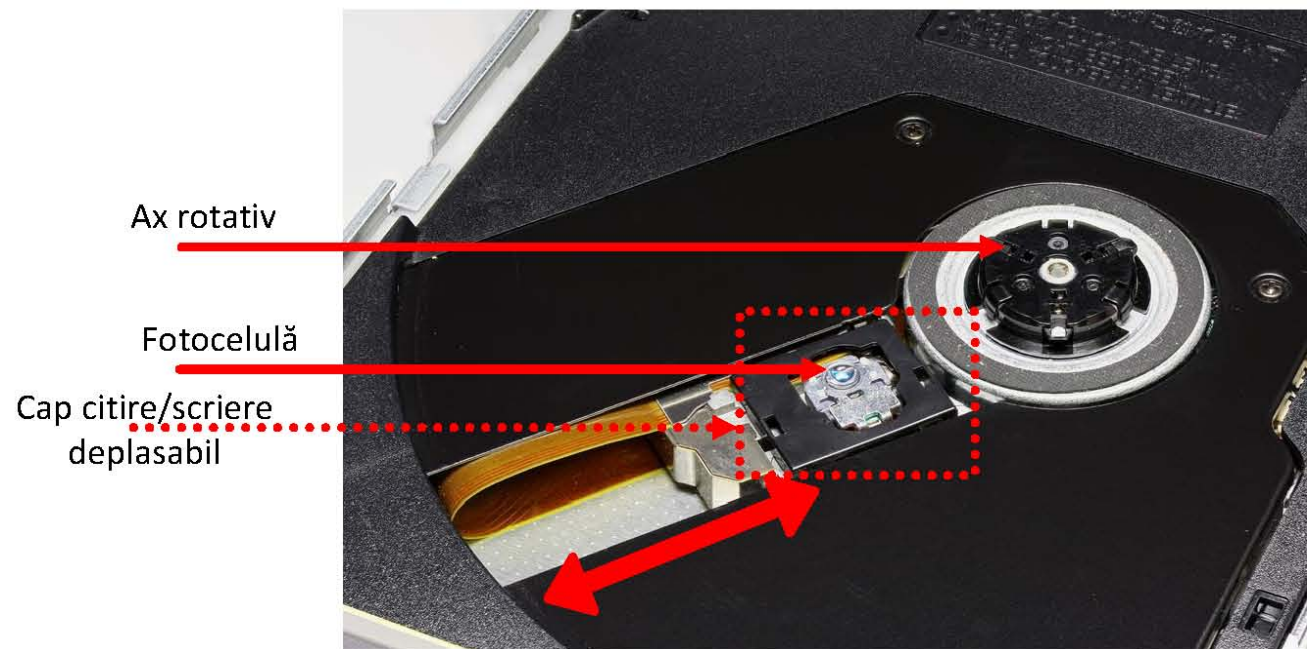
- dispozitiv de stocare performant, construit exclusiv din chip-uri flash NAND

Principalele caracteristici:

- **capacitate** 120 GB - 16 TB
- **interfață** SATA
- **rata de transfer** - sute MB/s (ex: 560 MB/s la citire și 520 MB/s la scriere)

UNITATE OPTICĂ (*CD-ROM / DVD-ROM / BLU-RAY Drive*)

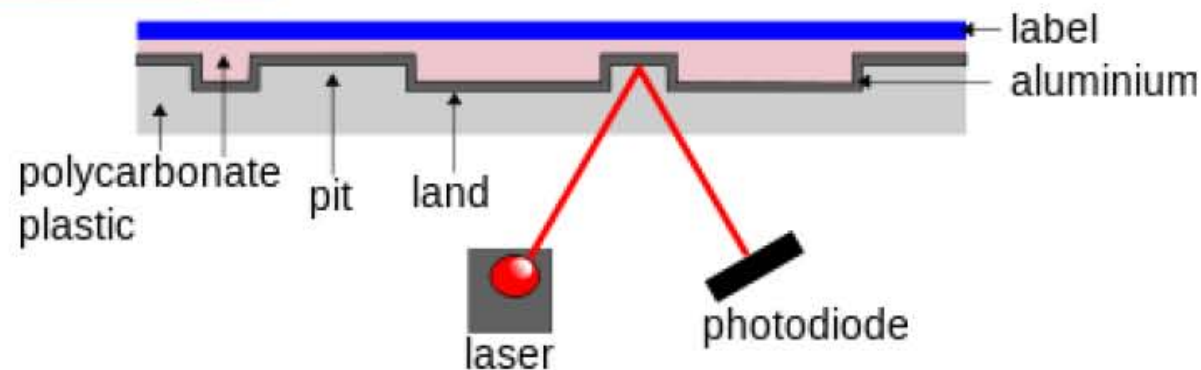
- folosesc un fascicul laser pentru citirea / scrierea datelor



UNITATE OPTICĂ

(CD-ROM / DVD-ROM / BLU-RAY Drive)

- peste un suport format dintr-un strat de plastic policarbonat se aplică un strat subțire de aluminiu ce va reflecta lumina laserului spre o lentilă
- informațiile sunt organizate sub forma unei piste spiralate (*track*) ce conține succesiuni de *pits* (adâncituri în stratul reflexiv) și *lands*. La trecerea între cele două zone reflexia laserului va suferi modificări, interpretate ca succesiuni de 0 și 1.



CD

(Compact Disc)

- mediu optic destinat inițial distribuirii exclusive de muzică (Audio CD - 1982)
- poate stoca 650 MB de date (74 minute audio necomprimat) sau 700 MB (80 minute)

Formate CD:

- **CD-ROM** (*Compact Disc Read Only Memory*) - disc presat în fabrici pe baza unei matrițe (poate conține software sau audio disponibile doar în citire)
- **CD-R** (*Compact Disc-Recordable*) - poate fi scris o singură dată
- **CD-RW** (*Compact Disc ReWritable*) - poate fi rescris
- **VCD** (*Video CD*) - standard pentru stocarea informațiilor video pe un CD
- **PhotoCD** - sistem creat de Kodak pentru digitalizarea și stocarea fotografiilor pe un CD
- **CD-i** (*Compact Disc Interactive*) - jocuri video sau folosit în domeniul educațional

CD

(Compact Disc)

Principalele caracteristici ale unității CD-ROM Writer:

- **interfața:** IDE, SCSI, SATA
- **buffer:** între 128 KB și 2MB
- **viteze de citire** (uzuale): până la 48x - 52x (viteze relative la viteza de rotație a unui CD Audio)
- **viteze de scriere** (uzuale): până la 48x
- **viteze de rescriere** (uzuale): până la 16x - 24x
- **timp de acces:** circa 80 ms
- **rată transfer:** până la 7,8 MB/s (150 KB/s rata de transfer pentru un CD Audio)

DVD

(Digital Versatile Disc)

- suport optic destinat stocării datelor sau fișierelor video (Sony și Phillips, 1995)
- capacități de stocare: 4,7 GB (single-sided, single-layer), 8,5 GB (single-sided, double-layer), 9,4 GB (double-sided, single-layer), 17,08 GB (double-sided, double-layer)

Formate DVD:

- **DVD-ROM** (*DVD Read Only Memory*) - preînregistrate; datele pot fi doar citite
- **DVD-R, DVD+R** (*DVD Recordable*) - pot fi înregistrate o singură dată
- **DVD-RW, DVD+RW** (*DVD Re-Writable*), **DVD-RAM** (*DVD Random Access Memory*) - pot fi înregistrate de mai multe ori

DVD

(Digital Versatile Disc)

Principalele caracteristici ale unității DVD Writer:

- **interfața:** SATA
- **buffer** (uzual): 2MB
- **viteze de citire** (uzuale): CD-ROM 48x / DVD 16x
- **viteze de scriere** (uzuale): CD-R 48x / DVD 8x-16x / **viteze de rescriere** (uzuale): CD-RW 24x / DVD 6x-8x

BD

(*Blu-Ray Disc*)

- mediu optic folosit în general pentru stocarea informațiilor video de înaltă definiție și a jocurilor video pe console
- a apărut în perioada 2002-2004 și este urmașul discurilor DVD
- capacități de stocare: 25 GB (*single layer*), 50 GB (*dual layer*), 100/128 GB (BDXL - 2010)

Formate BD:

- **BD-ROM** (*BD Read Only Memory*) - preînregistrate
- **BD-R** (*BD Recordable*) - pot fi înregistrate o singură dată
- **BD RE** (*BD Re-Writable*) - pot fi înregistrate de mai multe ori

BD

(Blu-Ray Disc)

Principalele caracteristici ale unității Blu-Ray Writer:

- **interfața:** SATA
- **buffer** (uzual): 4-8 MB
- **viteze de citire** (uzuale): CD 24x / DVD 16x / BD 12x
- **viteze de scriere** (uzuale): CD 48x / DVD 16x / BD 16x

DISPOZITIVE DE INTRARE

- permit preluarea datelor din diverse surse și conversia lor în format digital
 - echipamente pentru introducerea datelor (tastatură, stilou digital)
 - echipamente pentru indicare (mouse, joystick, touchpad)
 - scanner
 - microfon
 - cameră web
 - tuner TV

Echipamente pentru introducerea datelor

Tastatură (*Keyboard*)

- dispozitiv periferic standard pentru introducerea datelor în calculator (caractere alfanumerice - litere, cifre, simboluri speciale) și a comenzilor utilizatorului

Optimizare în ceea ce privește:

- numărul tastelor și funcțiile lor
- ergonomia (amplasarea tastelor, forma lor, aspecte referitoare utilizarea tastaturii de către persoanele cu dizabilități)
- modul de conectare: cablu, unde radio

Echipamente pentru introducerea datelor

Stilou digital (*Stylus Pen*)

- dispozitiv de operare pe ecranele senzitive (*Touchscreen*) ale unor dispozitive tip tablete grafice (*Tablet PC*), PDA (*Personal Digital Assistant*), receptoare GPS (*Global Positioning System*) etc.
- permite preluarea scrisului de mână sau a desenelor și prelucrarea lor digitală

Aplicații software pentru introducerea datelor

Tehnologia OCR (OCR - *Optical Character Recognition*) - aplicație pentru conversia textului dintr-o imagine (un document scanat de exemplu) în format editabil

Recunoașterea scrierii de mână (*HWR - Handwriting Recognition*)

Recunoașterea vocală (*Speech Recognition*) - permite transformarea vorbirii în text sau chiar executarea unor comenzi obișnuite (Close, Undo)

Echipamente pentru indicare

Mouse - dispozitiv de indicare (*pointing device*) a cărui mișcare plană este transformată în deplasarea unui cursor pe ecran, iar comenzile se execută prin click-uri.

Principalele caracteristici:

- tehnologia folosită: mecanic (1972), mecanic-optic sau optic (cu LED - 1980 sau laser - 1998);
- modul de conectare: cu cablu (prin port serial sau USB) sau fără cablu (infraroșu - IrDA sau radio Bluetooth)
- numărul de butoane (1-3 butoane standard + facilități adiționale: scroll wheel / ball, funcții web, butoane folosite în jocuri etc.)

Echipamente pentru indicare

- joystick
- trackball
- pointing stick
- touchpad

Scanner

- transformă informația tipărită pe un suport analogic (hârtie, film) în format digital
- se pot obține și prelucra astfel imagini sau chiar text, prin utilizarea unui program special de recunoaștere a caracterelor (OCR - *Optical Character Recognition*)
- programul permite salvarea documentului scanat în diverse formate de tip imagine sau chiar direct în format PDF (*Portable Document Format*)

Scanner

Principalele caracteristici:

- mod de conectare: interfața paralelă, card SCSI, interfața USB, rețea locală
- **adâncimea de culoare:** 24-48 biți (*True Color* sau superior) în alb-negru, grayscale (tonuri de gri) sau color
- **rezoluția de scanare** (ppi - *pixel per inch*) - valori uzuale până la 5400 ppi (flatbed scanner) și 12.000 ppi (drum scanner)
- **tehnologia senzorului:** CCD (*Charged-Coupled Device*) - cea mai răspândită tehnologie; CIS (*Contact Image Sensor*) - la echipamente portabile; fotomultiplicator - la scannerul cu tambur

Scanner

Tipuri de scannere:

- ***flatbed*** - cele mai întâlnite, pentru prelucrarea uzuală a documentelor; unele modele permit scanarea diapozitivelor sau a negativelor filmelor foto
- ***drum scanner*** - scanner cu tambur, pentru prelucrări profesionale de imagine
- ***hand-held*** - pentru scanarea documentelor sau a obiectelor reale, 3D, cu aplicații în medicină, arhitectură, grafică, jocuri, cinematografie
- ***barcode reader*** - cititoare de coduri de bare

Microfon

- dispozitiv care convertește semnalul sonor în semnal digital

Cameră web

- dispozitiv periferic de intrare conectat la un calculator sau într-o rețea pentru redarea imaginilor în mișcare și eventual captură video folosind software specializat
- aplicațiile care utilizează acest dispozitiv: videotelefonie (Skype), videoconferințe, programe de instant messaging sau alte programe care pot captura și prelucra imaginile obținute de la o cameră web (supraveghere acces, monitorizare trafic, webcasting - transmisie flux multimedia etc).

Tuner TV

- permite redarea semnalului TV sau radio FM pe un calculator, majoritatea plăcilor putând fi folosite și pentru înregistrarea semnalului video

Principalele formate de fișiere în care se pot înregistra secvențe video:

- .avi (*Audio Video Interleave*)
- .mpg, .mp4 (*Moving Picture Experts Group - MPEG*)
- .mov (*Apple QuickTime*)
- .divx

DISPOZITIVE DE IEȘIRE

- permit extragerea și redarea anumitor date din computer
 - monitor
 - videoproiector
 - echipamente pentru tipărit (imprimantă, plotter)
 - dispozitive acustice

Monitor (*Display*)

- principalul dispozitiv periferic de ieșire, afișând temporar diverse informații solicitate de utilizator în urma unor comenzi sau prelucrări de date

Monitor (Display)

Principalele caracteristici:

- **tehnologia folosită:** CRT (*Cathode Ray Tube*) - tub catodic curbat sau plat ("*flat screen*") / plasmă / LCD (*Liquid Crystal Display*) sau LED (*Light-Emitting Diode*)
- **dimensiunea ecranului** - diagonala ecranului (măsurată ca distanța dintre două colțuri opuse ale ecranului)
 - CRT - 4:3, iar diagonalele au avut de-a lungul timpului dimensiuni tipice de 14", 15", 17", 19" sau 21"
 - LCD/LED au diagonale uzuale între 18" și 27" și un raport de aspect de 16:9
- **rezoluția** - numărul de pixeli care compun imaginea pe ecran, exprimat ca produs între numărul de pixeli pe orizontală și pe verticală.

Pentru monitoare TFT-LCD:

- **luminozitatea** (cd/m^2) - mărimea intensității luminoase produsă de un monitor (valori uzuale 250-350 cd/m^2)
- **contrast** - raportul dintre luminozitatea culorilor alb (cel mai luminos) și negru (cel mai întunecat) (valori uzuale între 500:1 și 1000:1)
- **timpul de răspuns** - timpul (ms) în care un pixel devine din activ, inactiv, apoi activ din nou (valoare tipică 5 ms).
- **raportul de aspect** - raportul între lățimea și înălțimea ecranului este standard de 4:3 (la o rezoluție de 1024 pixeli pe orizontală vor corespunde 768 pixeli pe verticală). Pentru monitoare *widescreen* raportul de aspect tipic este 16:9, iar rezoluțiile afișate sunt 1024x576, 1280x720, 1366x768, 1600x900 și 1920x1080.
- **unghiul de vizualizare** - unghiul maxim la care imaginea de pe ecran se vede fără distorsiuni semnificative (valori uzuale 160-170°)

Ecrane tactile

- un ecran tactil (touchscreen) este un ecran LCD, peste care stă o componentă sensibilă la atingere, prin intermediul căreia se realizează digitalizarea

Videoproiector (*Projector*)

- dispozitiv extern de afișare a imaginii pe un ecran de proiecție, întâlnit în prezentări publice, evenimente, proiecții multimedia, în procesul educațional etc.
- folosește un sistem de lentile și o sursă de lumină puternică

Videoproiector (*Projector*)

Principalele caracteristici:

- **rezoluții:** SVGA (800×600), XGA (1024×768), 720p (1280×720), 1080p (1920×1080)
- **luminozitate** (între 1500 și 5000 lumeni)
- **contrast** (3000:1 sau superioare)
- **tehnologia de proiecție:** LCD (*Liquid Crystal Display*), DLP (*Digital Light Processing* - proiecții cinematografice digitale)
- **durata de funcționare a lămpii** (situată între 2.000 - 20.000 ore)

Imprimanta (*Printer*)

- echipament periferic de ieșire folosit pentru tipărirea conținutului unui fișier (text, imagine, document) pe un suport fizic (hârtie, film, folie transparentă)

Tipuri de imprimante:

- **matriciale** (*Dot matrix*, cu impact) - capul de scriere lovește pe o bandă îmbibată cu cerneală prin intermediul unui sistem de ace (9 sau 24), formând pe hârtie caracterele sau imaginile printr-o mulțime de puncte (*dot matrix*). Caracteristici: zgomotoase, lente, cu rezoluție scăzută

Imprimanta (*Printer*)

Tipuri de imprimante:

- **jet de cerneală** (*Inkjet*) - se bazează pe formarea unor picături de cerneală (*dots*) de dimensiuni foarte mici și aruncarea lor cu precizie pe foaia de hârtie.

Avantaje: calitate superioară a tipăririi (până la calitate fotografică); preț/copie mai mic; mai rapide și mai silențioase. **Dezavantaje:** costul relativ ridicat al unui cartuș de cerneală

Imprimanta (*Printer*)

Tipuri de imprimante:

- **laser** - imprimanta conține un procesor de imagine (RIP - *Raster Image Processor*) care realizează în memoria sa o imagine a paginii de tipărit folosind un limbaj special (PS - *Adobe PostScript* sau PCL - *HP Printer Command Language*). Folosind laser-ul, pe un tambur încărcat electrostatic se transferă imaginea paginii de tipărit; imaginea este realizată cu ajutorul unei pudre formată din particule foarte fine de polimer (denumită *toner*). La trecerea printr-un cuptor, pulberea este presată și lipită de hârtie.

Avantaje: imprimantele cu această tehnologie, deși mai scumpe, sunt acum accesibile și utilizatorilor casnici, oferind cel mai mic preț/copie.

Imprimanta (*Printer*)

Alte tipuri de imprimante:

- Imprimante multifuncționale (MFP)
- Imprimante termice
- Imprimante pentru coduri de bare

Imprimanta (*Printer*)

Principalele caracteristici:

- **rezoluția** (dpi - *dots per inch*) - numărul de puncte ce pot fi tipărite pe o unitate de lungime 1 inch (2,54 cm); matriciale: 60-90 dpi; inkjet: 300-600 dpi; laser: 600-1800 dpi
- **viteza de tipărire** (ppm - *pages per minute*): circa 16-20 ppm pentru imagini monocrom
- **memoria**: buffer de 8 MB (imprimante laser)
- **conectarea**: interfață paralelă, USB sau LAN

Plotter

- echipament periferic destinat tipăririi pe hârtie de mari dimensiuni, la o calitate ridicată, a fișierelor grafice de tip vectorial cu multiple detalii (usual scheme tehnice), realizate cu programe tip CAD (*Computer-Aided Design*)
- bazat pe tehnologia cu jet de cerneală (*inkjet*)

Plotter

Principalele caracteristici:

- **format hârtie:** până la A0
- **rezoluția** de tipărire: până la 2400 x 2400 dpi
- **memorie:** 256 MB
- **interfață:** paralelă, USB, rețea
- **viteza de tipărire:** în funcție de calitate și de dimensiunile paginii (3-15 minute / pagină)

Dispozitive acustice

- sunt dispozitive de ieșire pentru sunet

ECHIPAMENTE DE INTRARE-IEȘIRE

- Placă audio
- Placă de rețea
- Modem

Placă audio (*Sound card*)

- redau semnalele audio din conținutul multimedia digital (fișiere de sunet, fișiere video sau stream-uri multimedia)
- permit captura semnalelor audio din exterior (folosind un microfon) și le prelucrează digital folosind un procesor de sunet încorporat (DSP - *Digital Signal Processor*) și programe specializate

Placă de rețea

(Network Interface Card / Network Adapter)

- permite conectarea sistemului de calcul la o rețea locală - LAN (*Local Area Network*)

Principalele caracteristici:

- **mod de conectare** la placa de bază: placă de extensie; integrată pe placa de bază (on-board); pe interfața USB
- **rate de transfer** uzuale: 100 Mb/s sau 1000 Mb/s
- **tip conector** (în funcție de mediul fizic de transmisie): conector RJ-45 (cablu cupru torsadat) / echipament wireless etc.

Modem

- permite conexiunea între 2 sisteme de calcul printr-un mediu analogic
- modem USB / fibră optică / linii telefonice DSL

Placă de bază (*Motherboard*)

- componentă folosită pentru interconectarea majorității subansamblurilor ce compun un sistem de calcul: microprocesor, memorie, plăci de extensie, magistrale, controllere, porturi (serial, paralel, USB), conectori pentru alimentarea cu energie electrică, conectori pentru echipamentele de stocare a datelor, diverse alte tipuri de conectori
- versiunile actuale de plăci de bază pot conține integrate plăcile video, de sunet și de rețea

Placă de bază (*Motherboard*)

- formate uzuale (*form factor*): ATX (Intel, 1996) – cel mai popular în momentul de față, microATX, Mini-ATX, Mini-ITX

Placă video (*Video card*)

- componentă ce redă informațiile pe un dispozitiv de ieșire video (monitor, videoproiector)
- un procesor specializat dedicat (GPU - *Graphics Processing Unit*) este destinat efectuării de calcule în virgulă mobilă, fundamentale în grafica 3D

Principalele caracteristici:

- **tipul interfeței** (modul de conectare a plăcii video la placa de bază): ISA (1981, pe 8 sau 16 biți), EISA (1988), VLB (extensie a ISA pe 32 biți), PCI (1993), AGP(1997), PCI Express (2004)
- **capacitatea** memoriei video - cele mai moderne plăci video au între 1 - 6 GB
- **rezoluția** (numărul de pixeli ce pot fi reprezentați) și **adâncimea de culoare** (numărul de biți alocați pentru reprezentarea culorii unui singur pixel: **bpp** - *bit per pixel*)

Nume	An	Mod grafic (rezoluție/bpp)	Număr de culori
MDA (Monochrome Display Adapter)	1981 IBM PC XT	doar mod text, 720×350 / 1 bpp	$2^1 = 2$ (monocrom)
CGA (Color Graphics Adapter)	1981 IBM	640×200 / 1 bpp 320×200 / 2 bpp 160×200 / 4 bpp	$2^{2...4} = 4..16$
Hercules (Hercules Graphics Card)	1982 Hercules	720×348 / 1 bpp	$2^1 = 2$ (monocrom)
EGA (Enhanced Graphics Adapter)	1984 IBM	640×350 / 4 bpp	$2^4 = 16$
MCGA (Multicolor Graphics Adapter)	1987 IBM PS/2	640×480 / 1 bpp 320×200 / 8 bpp	$2^8 = 256$
8514	1987 IBM	1024×768 / 8 bpp	$2^8 = 256$
VGA (Video Graphics Array)	1987	640×480 / 4 bpp 640×350 / 4 bpp 320×200 / 4/8 bpp	$2^{4..8} = 16..256$
SVGA (Super Video Graphics Array)	1989 VESA	800×600 / 4 bpp 1024 x 768 / 8 bpp	$2^{4..8} = 16..256$
XGA (Extended Graphics Array)	1990 IBM	1024×768 / 8 bpp 800×600 / 16 bpp	$2^{16} = 65.536$ High Color
XGA-2	1992 IBM	1024×768 / 16 bpp 640×480 / 24 bpp	$2^{24} = 16,777,216$ True Color
WXGA (Wide XGA)		1280×800 / 32 bpp, aspect 16:10 1280×720 / 32 bpp, aspect 16:9	$2^{32} = 16,777,216$ True Color + Alpha Channel

Alte echipamente

- Sursă alimentare
- Sistem de răcire
- Carcasă

Sursă alimentare

(Power Supply Unit)

- Redresor de mare putere care alimentează diferite componente ale unui sistem de calcul (placa de bază, dispozitive de stocare)
- formate: **AT** (*Advanced Technology*) - anii '80 și **ATX** (*Advanced Technology eXtended*) – 1995; diferențele constau în forma conectorului și posibilitatea de a controla software funcționarea sursei (pornit/oprit)

Sistem de răcire (*Heatsink / Cooler / Fan*)

- echipament activ (cu părți în mișcare) care asigură temperatura optimă de funcționare a sistemului de calcul, eliminând căldura în exces degajată de diverse componente (circuite integrate, procesor, placa video, hard-disk, sursa de alimentare)
- alte tehnici de răcire: echipamente pasive (radiator - bloc de metal atașat), răcire cu lichid

Carcasă

(Computer case)

- ansamblu care conține majoritatea componentelor (placa de bază, echipamentele de stocare a datelor, plăci de extensie)
- din oțel, aluminiu sau materiale deosebite (sticlă, lemn)
- în funcție de factorul de formă al plăcii de bază (componenta cu dimensiunile cele mai mari) și numărul de locașuri pentru unități floppy-disk/hard-disk/DVD-ROM:
 - mini-tower (1-2 locașuri)
 - midi-tower (2-3 locașuri)
 - mid-tower (2-4 locașuri)
 - full-tower (6-10 locașuri)

Configurația hardware a unui sistem de calcul

Configurația minimă - un sistem de calcul funcționează fără ca utilizatorul să poată interveni sau executa comenzi: placă de bază / microprocesor / memorie internă / placă video / sursă de alimentare

Configurația de bază: componente cu care sistemul de calcul este operațional. Cuprinde configurația minimă plus următoarele echipamente, necesare desfășurării unei activități tipice, însă cu minime facilități: + unitate de stocare a datelor (magnetică - hard-disk și/sau optică - CD-ROM, DVD-ROM, BLU-RAY) + unități periferice de intrare (tastatură, mouse) + unitate periferică de ieșire (monitor)

Configurația extinsă: echipamente care ajută la desfășurarea unei activități optime (particularizată după modul de prelucrare a datelor și de specificul activității): + alte unități de stocare a datelor (memorii flash USB) + echipamente multimedia (placă de sunet, tuner TV, cameră video) + dispozitive indicatoare (trackball, touchpad, joystick) + alte dispozitive de intrare (scanner) + alte dispozitive de ieșire (videoproiector, imprimantă, plotter) + echipamente periferice de comunicație