

Universitatea din Pitești
Facultatea de Matematică-Informatică

Structura hardware a unui calculator personal

Cuprins

- 1 Introducere
- 2 Microprocesorul
- 3 Memoria internă
- 4 Placa de bază
- 5 Magistrale
- 6 Dispozitive periferice

Un **calculator personal** (PC - Personal Computer) este un sistem de calcul electronic programabil, care prelucrează automat datele și care, la un moment dat, poate fi folosit de un singur utilizator.

Din punct de vedere fizic (hardware), un PC are trei componente principale:

- unitatea centrală
- memoria internă (principală, operativă)
- dispozitive periferice

Unitatea centrală reprezintă componenta principală a sistemului, coordonând toate activitățile acestuia. La calculatoarele personale unitatea centrală este reprezentată de un singur circuit integrat numit **procesor** (un microprocesor sau un ansamblu integrat de microprocesoare).

Memoria internă stochează instrucțiunile programelor rulate de procesor și datele aferente programelor.

Dispozitivele periferice asigură comunicarea calculatorului cu mediul exterior, pentru citirea și furnizarea datelor. O clasificare a acestora se poate face în:

- dispozitive periferice de intrare (tastatura, scanner-ul, creionul optic)
- dispozitive periferice de ieșire (monitorul, imprimanta, boxe)
- dispozitive periferice de stocare (Hard Disk, stick-uri USB, CD-uri, DVD-uri)

Microprocesorul

Microprocesorul este un circuit complex, capabil să execute operații aritmetice și logice sub controlul unui program. Orice procesor are în componență patru blocuri funcționale interconectate:

- unitatea de comandă și control (UCC)
- unitatea aritmetico-logică (UAL)
- registre interne
- unitatea care asigură comunicarea cu celelalte componente

UCC comandă, coordonează și controlează întreaga activitate de prelucrare a datelor la nivelul componentelor calculatorului, executând instrucțiunile programelor.

UAL realizează prelucrarea datelor cerută prin instrucțiuni: operații aritmetice și logice.

Registrele sunt spații de memorie în care se păstrează codul instrucțiunilor, datele de prelucrat, rezultatele prelucrărilor în timp ce acestea sunt prelucrate. Numărul și mărimea registrelor depinde de tipul constructiv al procesorului. Cele mai importante registre sunt: registrul acumulator, registrul contor-program, registrul de instrucțiuni, și registrul de adresare al memoriei.

- **Registrul acumulator** păstrează unul dintre operanzii unei instrucțiuni de calcul, fiind totodată și destinația rezultatului operației.
- **Registrul contor-program**, arată adresa, în memoria internă, unde este stocată următoarea instrucțiune de executat.
- **Registrul de instrucțiuni** memorează instrucțiunea ce se execută.
- **Registrul de adresare a memoriei** păstrează adresa curentă folosită pentru accesarea memoriei. De obicei, adresa efectivă se obține în urma unui calcul de adresă.

- Unitatea care asigură comunicarea procesorului cu celelalte componente are ca rol principal transferul de date spre/de la procesor.
- Această comunicare se realizează prin intermediul **porturilor**.
- Acestea pot fi porturi de intrare (se primesc date de la componente) sau porturi de ieșire (pornesc date spre componente). În practică, un port este identificat printr-un număr unic.

- Procesoarele moderne fiind foarte rapide, depășesc cu mult viteza memoriei interne, motiv pentru care au încorporată **memorie cache**, pe același cip cu circuite integrate.
- Această memorie poate fi utilizată pentru stocarea temporară de date și instrucțiuni în drumul lor spre procesor și a rezultatelor în drumul lor spre memoria principală.
- Memoria cache preia informațiile care urmează a fi transferate memoriei centrale, eliberând procesorul sau accelerează preluarea unor informații din memoria centrală.
- Capacitatea memoriei cache este restricționată de costuri și de eficiență.

Caracteristici principale

Principalele caracteristici în funcție de care pot fi exprimate performanțele unui microprocesor sunt:

- lungimea cuvântului
- capacitatea maximă de memorie pe care o poate adresa
- setul de instrucțiuni pe care le poate executa
- viteza de lucru

Lungimea cuvântului se referă la capacitatea registrelor sale de lucru (8 biți, 16 biți, 32 biți, 64 biți, etc.).

Setul de instrucțiuni conține cel puțin următoarele grupe de operații:

- instrucțiuni generale (mutare de informații, încărcare în registre, stocare în memorie)
- instrucțiuni de intrare/ieșire
- instrucțiuni aritmetice
- instrucțiuni de calcul în virgulă mobilă
- instrucțiuni de manipulare a șirurilor de biți (operații logice, deplasare)
- operații la nivel de octet
- instrucțiuni de transfer în regim de anticipare a salturilor sau de transfer fără anticipare
- instrucțiuni de sincronizare externă

Din punct de vedere al setului de instrucțiuni microprocesoarele sunt de două feluri:

- RISC (Reduced Instruction Set Computer)
- CISC (Complex Instruction Set Computer)

Microprocesoarele de tip RISC sunt ieftine și foarte rapide din cauză că setul simplu de instrucțiuni le permite execuția cu viteză mare a programelor.

Pe de altă parte, microprocesoarele de tip CISC au avantajul unor posibilități extinse de lucru datorită setului complex de instrucțiuni.

Procesoarele de ultimă generație împrumută atât caracteristici CISC cât și RISC.

Setul de instrucțiuni al unui procesor formează limbajul mașină al procesorului respectiv.

Viteza de lucru a unui microprocesor este determinată de:

- frecvența ceasului intern
- capacitatea registrelor interne
- intervalul de timp în care se efectuează un transfer între două registre ale procesorului
- capacitatea magistralei de date
- capacitatea memoriei cache
- tipul microprocesorului

- **Ceasul intern** nu are legătură cu ora exactă, fiind un oscilator care trimite în calculator pulsuri la intervale de timp egale. Toate activitățile calculatorului sunt coordonate de aceste pulsuri periodice.
- Frecvența cu care sunt generate aceste impulsuri se numește **frecvența** ceasului intern și se măsoară în **hertzi**.
- Viteza de lucru este dependentă de capacitatea registrelor interne astfel: cu cât dimensiunea registrelor este mai mare, numărul operațiilor de transfer între microprocesor și memoria internă este mai mic și timpul de lucru se micșorează.
- În plus, cu cât dimensiunea magistralei de date este mai mare, cu atât volumul de date care circulă pe această magistrală este mai mare, iar viteza de procesare crește.

- Numărul de biți prelucrați simultan de microprocesor reprezintă de fapt lățimea magistralei de date.
- Viteza de lucru a unui microprocesor depinde și de tipul acestuia (Pentium, Celeron, Core 2 Duo, Core i3, i5, i7) și de firma producătoare (Intel, IBM, AMD).

Memoria internă are două funcții de bază:

- înregistrarea informațiilor (date de intrare și programe), destinate prelucrării pentru ca apoi să le furnizeze UAL pentru executarea comenzilor primite de la UCC;
- păstrarea temporară a rezultatelor intermediare și finale obținute în urma prelucrării.

Organizarea memoriei - două arhitecturi:

- **arhitectura von Neumann** - consideră memoria ca un tot unitar în care se află atât programele cât și datele;
- **arhitectura Harvard** - consideră memoria formată din două părți distincte: memorie pentru programe și memorie pentru date.

- În cazul arhitecturii von Neumann, împărțirea informațiilor în date și programe are un caracter convențional, ambele fiind stocate sub formă numerică binară.
- Unitatea centrală este cea care decide dacă numărul citit din memorie reprezintă o valoare numerică (dată) sau o comandă (instrucțiune dintr-un program).
- Prin convenție, la pornire sau după inițializare (RESET) unitatea centrală consideră că valoarea citită din memorie reprezintă o comandă.

Exemplu

- Se citește din memorie comanda: “adună numărul a cu numărul b ”.
- Următoarele două valori citite din memorie se vor considera ca reprezentând valorile numerelor a și b .
- După executarea adunării, unitatea centrală va citi din memorie o nouă valoare pe care o va considera, în mod automat, codul numeric al unei alte instrucțiuni din program.
- În consecință, programatorul este responsabil pentru ca în memorie să fie înscrisă o succesiune corectă de informații reprezentând valori numerice sau coduri de instrucțiuni.

Principalele caracteristici ale memorie sunt:

- capacitatea
- lungimea cuvântului
- timpul de acces
- viteza de transfer
- modul de accesare al memoriei

- **Capacitatea memoriei** unui calculator reprezintă numărul maxim de octeți(bytes) din care este formată memoria sa internă. Aceasta este exprimată de obicei în MB (mega bytes) și multipli acestuia:
1 GB (giga byte) = 2^{10} MB,
1 TB (tera byte) = 2^{10} GB,
1 PB (peta byte) = 2^{10} TB,
1 EB (exa byte) = 2^{10} PB,
1 ZB (zetta byte) = 2^{10} EB,
1 YB (yotta byte) = 2^{10} ZB.
- **Lungimea cuvântului** desemnează mărimea zonei adresabile, fiind dependentă de tipul calculatorului.
- Cuvântul reprezintă numărul maxim de biți pe care calculatorul îi poate prelucra la un moment dat, iar adresarea reprezintă identificarea unei zone de memorie prin adresa ei.

- **Timpul de acces** se exprimă în nanosecunde și reprezintă intervalul de timp scurs între momentul furnizării adresei unei zone de memorie de către procesor și momentul obținerii informației din acea zonă de memorie. Timpul de acces este invers proporțional cu prețul memoriei.
- **Viteza de transfer** reprezintă numărul de unități de informație transferate de memorie în unitatea de timp.
- În funcție de modul de acces la memorie distingem:
 - memorie RAM (Random Access Memory - memorie cu acces aleator) pentru programe și date, accesibilă utilizatorului
 - memoria ROM (Read Only Memory - memorie numai de citire), rezervată sistemului de operare și inaccesibilă utilizatorului.

- Memoria RAM este o memorie volatilă, fiind necesară alimentarea electrică pentru reținerea datelor.
- Memoria ROM este o memorie permanentă, în care este stocat, de obicei, **firmware-ul**.
- Din punct de vedere tehnologic, se disting două clase principale de memorii RAM:
 - Static RAM (SRAM)
 - Dynamic RAM (DRAM)
- Atributul dinamic specifică necesitatea unui interval de timp foarte mic între momentele de reîmprospătare (refresh), reîmprospătarea realizându-se de sute de ori pe secundă pentru a se reține datele stocate în celulele de memorie.
- Există mai multe tipuri de module DRAM utilizate în sistemele de calcul din generația curentă: SDRAM (Synchronous DRAM), RDRAM (Rambus DRAM), DDR și DDR2 (Double-Data-Rate Synchronous DRAM), etc..

- DRAM-ul este utilizat pentru memoria principală a sistemelor, în timp ce SRAM-ul este utilizat în primul pentru memoria **cache**.
- Memoria cache este o memorie foarte rapidă, de dimensiuni reduse, în care sunt stocate anumite secvențe de program, necesare la un moment microprocesorului. Această memorie este prima la care microprocesorul face apel.
- Eficiența unei memorii cache se măsoară în procentajul de situații în care datele căutate se găsesc în cache (hit ratio).
- Pentru o utilizare mai eficientă, în ultimii ani, memoria cache este organizată pe niveluri.

- Memoriile de tip ROM sunt și ele de mai multe tipuri:
 - Programmable ROM (PROM) - pot fi scrise o singură dată cu ajutorul unui echipament special;
 - Erasable Programmable ROM (EPROM) - pot fi șterse cu ajutorul unui flux de ultraviolete, iar apoi pot fi rescrise;
 - Electrically Erasable Programmable ROM (EEPROM) - memorii ROM programabile ce pot fi șterse și rescrise exclusiv prin mijloace electrice;
 - memorii de tip flash (flash memory) - memorii care păstrează informația și după întreruperea tensiunii de alimentare, dar care pot fi șterse și programate similar cu memoriile RAM.

Placa de bază

- Este o componentă fundamentală a unui calculator personal asigurând conectarea și gestionarea celorlalte componente.
- Plăcile de bază au unele componente comune, iar altele diferă.
- Printre componentele comune se numără porturile seriale, paralele, PS2 sau USB, care asigură conectarea cu echipamentele periferice.
- Pe de altă parte, conectoarele specifice procesoarelor, sloturile pentru memorii sau plăci video și anumite funcții depind de model și producător.
- Unele plăci de bază au jumperi (conectori ce fac legătura între doi pini) ce sunt folosiți de utilizator pentru a seta unele caracteristici ale acestora.

Magistrale

- Magistralele reprezintă medii de comunicare între componentele unui sistem de calcul.
- După echipamentele conenctate, magistralele se clasifica în:
 - **magistrale de sistem**, care realizează conectarea unității centrale cu componentele de bază ale sistemului
 - **magistrale specializate**, care se folosesc pentru comunicarea cu anumite tipuri de echipamente periferice.

Magistrale

- După modul de transfer, magistralele pot fi:
 - **magistrale de tip paralel** - realizează transferul în paralel a unui număr de n biți prin cele n linii ale magistralei. Acestea sunt magistrale interne, eficiente pentru transmiterea rapidă a informațiilor pe distanțe mici.
 - **magistrale de tip serial** - realizează transferul informațiilor bit cu bit. Aceste magistrale sunt mai lente, transmisia se face printr-o singură linie și se utilizează pentru distanțe mari.

- În ultimii ani majoritatea PC-urilor folosesc magistrala serială universală **USB (Universal Serial Bus)**, care are în componență patru fire, două pentru transferul bi-direcțional de date și două pentru alimentarea cu energie.
- USB-ul se utilizează pentru conectarea unor periferice: tastatură, mouse, imprimantă etc.
- După sensul transferului de informație, magistralele pot fi:
 - magistrale unidirecționale
 - magistrale bidirecționale

Dispozitive periferice

Din categoria dispozitivelor periferice fac parte:

- dispozitivele de stocare(unități de memorie externă)
- dispozitive de intrare
- dispozitive de ieșire

Memoria externă

- Capacitatea limitată și costurile ridicate ale memoriei interne au dus la apariția suportilor externi de memorie.
- Memoria externă poate fi utilizată atât ca extensie a memoriei interne cât și pentru stocarea pe o perioadă îndelungată a informațiilor.
- Aceasta are în componență:
 - discuri magnetice fixe (Hard Disk)
 - discuri magnetice flexibile (Floppy Disk)
 - discuri optice (CD, DVD)
 - memorii flash

Discuri magnetice

- Discurile magnetice urmează același principiu fizic cu cel utilizat în înregistrarea casetelor și benzilor audio-video.
- Deosebirea principală între cele două sisteme de memorare este datorată naturii semnalului de înregistrare folosit: analogic, în cazul audio-video și digital (numeric), în cazul discurilor sistemelor de calcul.
- Și benzile magnetice sunt înregistrate tot digital dar, spre deosebire de discurile magnetice la care modul de acces este direct, la benzi modul de acces era secvențial.
- Înregistrarea magnetică digitală se realizează datorită peliculei de oxid de fier care acoperă discurile. Suprafața de înregistrare este tratată ca o arie de puncte, iar fiecare punct este considerat un bit care poate fi configurat la echivalentul magnetic al valorilor 0 sau 1.

- Suprafețele de înregistrare ale unui disc magnetic sunt împărțite într-un număr fix de cercuri concentrice numite **piste**.
- Adresa unei piste este o pereche de numere întregi reprezentând numărul curent al suprafeței de înregistrare, respectiv numărul curent al pistei.
- Suprafețele de înregistrare se numerotează începând de la zero, de sus în jos iar, pentru fiecare suprafață, pistele se numerotează crescător de la 0 (pista de rază maximă).
- Fiecare pistă este împărțită la rândul său în sectoare, fiecare sector având un număr fix de octeți.
- Astfel, capacitatea unui disc magnetic este dată de:

$C = \text{nr. suprafețe de înregistrare} \cdot \text{nr. pistelor unei suprafețe} \cdot \text{nr. de sectorare al unei piste} \cdot \text{dimensiunea unui sector}$

Dischete

- Discurile flexibile (dischetele) au două suprafețe pe care se poate scrie informația și pot fi protejate la scriere prin fanta de protecție.
- Acestea sunt confecționate din plastic flexibil, acoperit pe ambele fețe cu un strat subțire și uniform de oxid magnetic, și sunt închise într-o carcasă protectoare.
- Pentru scrierea/citirea informațiilor pe/de pe dischetă se utilizează unitatea de discuri flexibile care conține două capete de citire/scriere care se deplasează de la o pistă la alta.
- Apariția unor suporți de informație cu capacitate mare de stocare și viteză sporită de transfer, au dus la o utilizare din ce în ce mai redusă a dischetelor.

Hard Disk

- Hard-discul este principalul dispozitiv de stocare a unor cantități mari de informație.
- Un hard-disc este format din mai multe discuri fixate pe un ax, a căror rotire este asigurată, la viteză constantă, de un motor (5400, 7200 rotații/minut).
- Viteza de rotație a hard-discului influențează și viteza cu care pot fi scrise sau citite informațiile.
- Operațiile de citire și scriere se realizează la nivel de sector.
- Hard-diskurile pot fi partiționate, ceea ce înseamnă că putem avea mai multe discuri logice numite partiții.

Astfel, principalele caracteristici ale hard-diskului sunt:

- capacitatea de stocare (exprimată în MB sau GB)
- viteza de acces
- numărul de rotații pe minut
- rata de transfer (cantitatea de informație care se transferă în memoria internă în unitatea de timp).

Discuri optice

- Discurile optice sunt discuri cu densitatea mare de înregistrare ce se bazează pe tehnologii optice, folosind unde luminoase în locul câmpurilor magnetice.
- Astfel, scrierea folosește un fascicul laser pentru modificarea unui material sensibil la lumină amplasat pe suport, iar citirea datelor se bazează pe evidențierea unor modificări survenite în fasciculul de lumină reflectată de suport.

Din punct de vedere tehnologic distingem mai multe tipuri de discuri optice:

- CD-ROM (Compact Disk-ROM): discuri preînregistrate al căror conținut poate fi doar citit;
- CD-R (Compact Disk-Recordable): discuri care pot fi scrise de către utilizator o singură dată;
- MO (Magneto-Optice): discuri la care scrierea se realizează magnetic, iar citirea optic. Aceste discuri pot fi scrise de câte ori este necesar, atâta timp cât suportul nu este deteriorat;
- CD-RW (CD ReWritable): discuri asemănătoare cu CD-R, dar reutilizabile;
- DVD (Digital Video Disc): discuri cu o capacitate mult mai mare de stocare decât CD-urile (disponibile în variantele DVD-R, DVD-RW).

Tastatura

- Tastatura este principalul echipament periferic de intrare realizând comunicarea între utilizator și calculator.
- Aceasta permite utilizatorului, prin șirurile de biți generate conform unui cod, atât introducerea de date cât și transmiterea de comenzi.
- Comenzile se introduc sub forma unor șiruri de caractere, fiecare caracter fiind generat prin apăsarea uneia sau mai multor taste. Această acțiune are ca efect închiderea unui circuit electronic prin care se generează un cod unic, care este codul ASCII (sau Unicode) al caracterului respectiv.
- Reprezentarea ASCII (American Standard Code of Information Interchange) este un sistem de codificare a informației în cadrul căruia fiecărui caracter îi corespunde o valoare memorată pe un octet.

Deși au diverse forme și structuri, tastaturile conțin, în general, patru blocuri de taste:

- tastatura mașinii de scris: taste care conțin caractere alfanumerice, simboluri speciale, TAB, SPACE, ESC, SHIFT, CTRL, etc.
- tastatura de editare: tastele pentru deplasarea cursorului: săgeți, Home, End, Page Up, Page Down, Insert, Delete.
- tastatura numerică: tastele pentru cifre și operațiile aritmetice: +, -, *, / și . ca separator între partea întreagă și partea zecimală a unui număr.
- tastele funcționale programabile cărora utilizatorul le poate asocia diferite acțiuni (F1-F12).

Există o serie de combinații de taste cu rol special. De exemplu:

- *ALT + nr* are ca efect afișarea caracterului cu codul ascii *nr*.
- *CTRL + ALT + DEL* determină sistemul de operare Windows să afișeze Managerul de Procese (Task Manager).

Pe de altă parte, tastatura are și taste comutator:

- *Caps Lock*: asigură comutarea între starea care generează litere mici și cea care generează litere mari
- *Num Lock*: comută între starea numerică și starea de editare pentru blocul tastelor numerice
- *Insert*: comută între corectura prin inserare și corectura cu suprascriere.

Mouse-ul

- Mouse-ul este un alt dispozitiv frecvent utilizat în “dialogul” dintre utilizator și calculator, datorită modului de lucru cu ferestre și meniuri.
- Deplasării fizice a mouse-ului (pe o suprafață specială numită pad), îi corespunde deplasarea pe ecran a unei săgeți.
- Mouse-ul dispune de butoane a căror apăsare este interpretată de programele sistemului de calcul care generează o secvență de operații corespunzătoare.
- Mouse-ul se conectează la calculator print-un port serial, un port de tip PS2 sau un port USB.

Alte dispozitive de intrare

- **Trackball-ul** - asemănător cu mouse-ul ca principiu de funcționare dar, în acest caz, mișcarea cursorului este realizată prin rotirea unei bile.



- **Touchpad-ul** - dispozitiv care sesizează orice atingere cu degetul sau un obiect ascutit, determinând deplasările corespunzătoare ale cursorului pe ecran.
- **Scaner-ul** - convertește orice imagine de pe hârtie sau altă suprafață plană în format digital.
- **Creionul optic** - dispozitiv de selecție asemănător unui creion ce are în vârf un senzor optic și se utilizează pentru aplicații speciale cum ar fi proiectarea grafică sau desenarea asistată de calculator.

Monitorul

- Monitorul este principalul dispozitiv periferic de ieșire fiind utilizat pentru afișarea mesajelor transmise de sistem utilizatorului, a informațiilor despre starea sistemului sau a rezultatelor prelucrărilor de date.
- Transformarea informațiilor ce urmează a fi afișate pe ecran, din forma binară în care se află stocate într-o zonă de memorie numită memorie ecran (memorie video) în forma semnalelor video care se transmit monitorului, este realizată de o componentă numită **adaptor de ecran**.

Principalele caracteristici ale unui monitor sunt:

- rezoluția
- numărul maxim de culori ce pot fi afișate
- dimensiunea diagonalei
- rata de înprospătare a imaginii
- pasul dintre pixeli
- tipul tehnologiei folosite

- Rezoluția reprezintă gradul maxim de rafinare pentru informația afișată, exprimat prin numărul de dreptunghiuri elementare, numite **pixeli**, din care se constituie caracterele sau figurile (ex. 800×600 , 1024×768).
- Dimensiunea diagonalei monitorului este reprezentată în inch.
- Rata de înprospătare a imaginii se măsoară în Hertzi și reprezintă numărul de cadre afișate într-o secundă.
- Pasul dintre pixeli reprezintă distanța dintre două elemente de culoare succesive.
- Tehnologii utilizate: tuburi catodice (CRT-Cathode Ray Tube), cristale lichide (Liquid Cristal Display - LCD), plasmă (Gas Plasma Display - GPD), LED (Light Emitting Diode) sau OLED (Organic LED).

Imprimanta

- Imprimanta este un dispozitiv periferic de ieșire care realizează tipărirea pe hârtie a informațiilor rezultate în urma prelucrării, sub formă direct utilizabilă (text sau grafice).
- Principalele caracteristici ale unei imprimante sunt:
 - rezoluția
 - viteza maximă de tipărire
 - memoria proprie
 - dimensiunea maximă a hârtie
 - tehnologia folosită

- Rezoluția unei imprimante reprezintă numărul de puncte pe care le poate afișa într-un inch. Unitatea de măsură se numește *dpi* (dots per inch).
- Pentru a nu bloca fluxul informațiilor ce urmează a fi tipărite, imprimantele au propria memorie RAM în care sunt stocate temporar informațiile ce urmează a fi tipărite.
- Din punct de vedere al tehnologiei de imprimare distingem imprimante matriciale, imprimate cu jet de cerneală și imprimante laser.

Dispozitive periferice de intrare/ieșire

- **Modemul** este un dispozitiv ce permite comunicarea între sisteme de calcul aflate la distanță.
- Denumirea de modem este prescurtarea de la Modulator - Demodulator, două componente ale modemului care fac posibilă decodarea impulsurilor în informație digitală și invers.
- Principala caracteristică a unui modem este viteza de transfer care se măsoară în *bps* (bits per second).
- **Touchscreenul** este un dispozitiv ce permite selectarea prin atingere a unor opțiuni afișate pe un ecranul dotat cu senzori.
- **Multifuncționalele**-dispozitive ce au în componență imprimante, scanare, copiatoare sau faxuri.