

CAPITOLUL 1

Elemente fundamentale de structura calculatoarelor

- 1.1. Configuratia si arhitectura unui sistem de calcul
- 1.2. Placa de baza
- 1.3. Microprocesorul
- 1.4. Magistralele
- 1.5. Memoria interna
- 1.6. Memoria externa
- 1.7. Echipamente periferice de intrare/iesire

Un calculator, numit și computer sau ordinator, este o mașină de prelucrat date și informații conform unei liste de instrucțiuni numită program. Calculatoarele care sunt programabile liber și pot, cel puțin în principiu, prelucra orice fel de date sau informații se numesc universale (engleză general purpose, pentru scopuri generale). Calculatoarele actuale nu sunt doar mașini de prelucrat informații, ci și dispozitive care facilitează comunicația între doi sau mai mulți utilizatori, de exemplu sub formă de numere, text, imagini, sunet sau video, sau chiar toate deodată (multimedia).

Știința prelucrării informațiilor cu ajutorul calculatoarelor se numește informatică (engleză Computer Science). Tehnologia necesară pentru folosirea lor poartă numele Tehnologia Informației, prescurtat TI sau IT (de la termenul englezesc Information Technology).

În principiu, orice calculator care deține un anumit set minimum de funcții (altfel spus, care poate emula o mașină Turing) poate îndeplini funcțiile oricărui alt asemenea calculator, indiferent că este vorba de un PDA sau de un supercalculator. Această versatilitate a condus la folosirea calculatoarelor cu arhitecturi asemănătoare pentru cele mai diverse activități, de la calculul salarizării personalului unei companii până la controlul roboților industriali sau medicali (calculatoare universale).

Calculatoarele de astăzi vin în forme și prezentări diverse. Probabil cel mai familiar este calculatorul personal și varianta sa portabilă (denumită în engleză laptop sau notebook). Însă cea mai răspândită formă este cea a calculatorului integrat (engleză embedded), adică înglobat complet în dispozitivul pe care îl comandă. Multe mașini și aparate, de la avioanele de luptă până la aparatele foto digitale, sunt controlate de calculatoare integrate. Un alt exemplu este calculatorul de bord al automobilelor.

1.1. Configurația și arhitectura unui sistem de calcul

Un sistem de calcul (în limbajul uzual actual un **calculator**) poate fi definit ca un echipament electronic de prelucrare automată a datelor, pe bază de program. **Programele de calculator** sunt seturi de instrucțiuni scrise prin intermediul unui limbaj de programare ce transcriu un algoritm.

Limbajul de programare este un limbaj accesibil atât operatorului uman cât și echipamentului tehnic. **Un algoritm** este o metodă de rezolvare a unei probleme printr-un număr finit de pași. Un pas este o operație ce poate fi efectuată de către un operator. Datele sunt informațiile trecute pe un suport.

Configurația unui sistem este lista componentelor aceluși sistem.

Arhitectura unui sistem este configurația împreună cu relațiile dintre elemente.

Un sistem de calcul este un ansamblu de doua componente:

- **HARDWARE** – este un termen care acoperă totalitatea componentelor electronice și mecanice ale sistemului de calcul (partea fizică);
- **SOFTWARE** – este un termen care acoperă totalitatea programelor utilizate într-un sistem de calcul. În cadrul componentei software se distinge un element care asigură interconectarea tuturor componentelor sistemului de calcul, transformându-le într-o entitate – calculatorul și care asigură și interconectarea acestuia cu mediul exterior. Acest element software se numește sistem de operare.

Modelul care sta la baza arhitecturii unui sistem de calcul este modelul microcalculatorului pe baza arhitecturii VON NEUMANN.

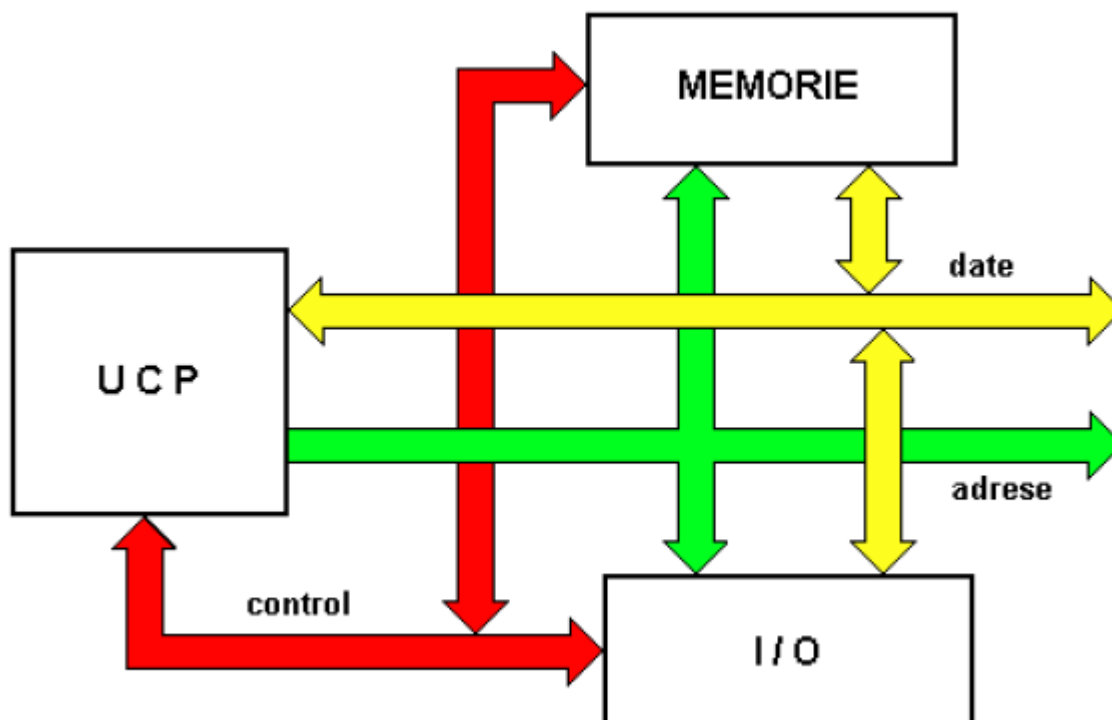


Fig. 1.1 Modelul Von Neumann al calculatorului

Cele trei blocuri funcționale prezentate în modelul Von Neumann sunt:

1. **UCP - Unitatea Centrală de Prelucrare** realizează două funcții de bază :
 - a. prelucrarea datelor;
 - b. controlul activității întregului microcalculator.

Pentru realizarea celor două funcții, UCP are în structura sa o **unitate logico-aritmetică (UAL)** și o **unitate de control (UC)**.

O unitate centrală de prelucrare informației, având cele două funcții enunțate mai sus, care coordonează un sistem structurat funcțional ca în figura 2.1 și care, fizic, se prezintă sub forma unui singur cip se numește **MICROPROCESOR (μP)**.

UAL este din multe puncte de vedere „inima“ calculatorului. Aceasta este capabilă să efectueze mai multe tipuri de operații de prelucrare a datelor, de exemplu operații aritmetice (adunare, înmulțire ș.a.), operații de comparație, operații de manevrare a datelor (duplicare, mutare, trunchiere ș.a.).

Unitatea de control este un modul central care comandă și leagă toate celelalte module între ele. Rolul ei este să culegă („citească“) instrucțiunile și datele din memorie sau de la dispozitivele I/E (intrare/ieșire), să decodeze instrucțiunile, să ofere UAL (unității aritmetico-logice) date de intrare corecte conform cu instrucțiunea, să comande UAL ce anume operație să efectueze asupra intrărilor, precum și să trimită (scoată afară) rezultatele, adică să "scrie" în memorie sau către dispozitivele de ieșire, „E“. O componentă cheie a unității de control este un contorul (numărătorul) de instrucțiuni. El conține la orice moment adresa instrucțiunii curente din secvența de program în execuție, și numără instrucțiunile, fiind astfel în permanentă schimbare.

2. **MEMORIA** - este o secvență de locații pentru stocarea informației. Fiecare locație este definită prin două entități informaționale:

- **Conținutul**, reprezentat de o înșiruire de cifre binare **0** sau **1** ("**biți**") și este conferit de programator în concordanță cu funcțiile specifice realizate de microprocesor sub forma de:

- numere binare, atunci când ne referim la date (operanzi/rezultate);
- coduri, când ne referim la instrucțiuni.

În schema bloc funcțională propusă, memoria nu are nici un control asupra semnificației informației pe care o conține.

Numărul de cifre binare (biți) conținute într-o locație depinde de modul în care microprocesorul organizează informația în memorie; mărimea unei locații va fi denumită **formatul memoriei**, exprimat în număr de biți (de regulă 8, 16, 32 sau 64).

- **Adresa**, reprezentând numărul de ordine al locației, care permite identificarea sa în cadrul secvenței de locații (există o corespondență biunivocă între fiecare locație de memorie și adresa sa).

Conceptual, memoria unui calculator poate fi văzută ca o mulțime de „celule“ numerotate. Fiecare celulă primește drept adresă un număr unic propriu; ele pot înmagazina o cantitate mică, prestabilită de informație. Informația poate fi ori o instrucțiune, ori date propriu-zise. Instrucțiunile spun calculatorului ce să facă, iar datele sunt acele informații care trebuie

prelucrate conform cu instrucțiunile. În principiu orice celulă poate stoca (memora) atât instrucțiuni cât și date. Interesant este și cazul când una sau mai multe instrucțiuni, deja stocate în memorie, sunt privite de către alte instrucțiuni drept date de prelucrat/modificat și sunt deci ele însele modificate dinamic („în mers“), după necesitate.

Fizic, memoria este constituită din elemente care prezintă două stări stabile, adică două nivele de tensiune la ieșire sau două nivele magnetice. Cele două stări stabile sunt reprezentate convențional prin simbolurile 0 și 1 denumite biți sau cifre binare. Biții se grupează câte 8 formând octeți sau bytes, notat B. Pentru a măsura capacitatea de memorie se utilizează multiplii ai byte-ului și anume: kilobyte-ul, megabyte-ul, gigabyte-ul.

Într-un calculator există două tipuri de memorie: **internă și externă**, fiecare având un rol bine determinat.

3. **Dispozitive de Intrare - Ieșire (I/O)** – reprezintă circuitele prin care se realizează legătura între microcalculator și lumea exterioară. O unitate elementară de conversație cu exteriorul poartă numele de "**port de intrare/ieșire**". Porturile sunt în esență tot locații de memorare a informației, adresabile; informația care se folosește uzual aici este alcătuită din operanzi/rezultate (date).

Prin aceste dispozitive, un calculator primește informații din lumea exterioară, inclusiv instrucțiuni despre ce să facă, sau trimite înapoi (în afară) rezultatele calculelor pe care le-a efectuat. Rezultatele pot fi destinate oamenilor, sau pot fi folosite în dirijarea altor mașini; de exemplu în cazul unui robot industrial.

Sistemele de calcul rapide pot avea înglobate mai multe procesoare, în acest caz vorbim de supercomputere. Fiecare procesor (CPU) include o unitate de control precum și unul sau mai multe nuclee de proces logic-aritmetic, fiecare dispunând de o UAL proprie.

Structura HARDWARE fundamentală al unui PC este compusă din 8 elemente majore:

- **Placa de bază** – suportul fizic și logic al celorlalte componente, fiind componenta hardware ce asigură interconectarea fizică a tuturor elementelor din configurația unui sistem de calcul;
- **Microprocesorul** – identifică și execută instrucțiunile aritmetice și logice din programele sistemului de calcul. Acesta poate fi un microprocesor INTEL sau unul dintre procesoarele compatibile produse de alte companii (de exemplu AMD);
- **Set de echipamente intrare/iesire** – incluzând:
 - dispozitive de intrare ca **tastatura, mouse, scanner, CD-ROM sau cititoare de cod de bare**;
 - dispozitive de ieșire precum **imprimantele și monitoarele**;
- Un set compus din **memoria rapidă și dispozitive de stocare mai lente** – pentru a salva și regăsi date și programe;
- **O magistrală / set de magistrale** – reprezintă ansamblul conexiunilor care transferă semnalele între două componente ale calculatorului. Are rolul de a conecta microprocesorul la memorie sau la adaptoarele care fac posibilă atasarea altor dispozitive prin porturile sau conectorii lor de extensie. Magistralele pot fi gândite ca niște autostrăzi electronice care interconectează componentele hard ale unui PC;
- **Set de adaptoare** - permit microprocesorului să controleze și să comunice cu echipamentele I/O și de stocare. Aceste adaptoare sunt ansambluri de circuite

electronice care se atașează magistralelor sistemului și care convertesc fiecare magistrală într-un port de interfață care acceptă conectarea anumitor echipamente I/O. De exemplu, un adaptor de port serial se conectează la o magistrală a calculatorului și se creează un port COM (de comunicare) la care poate fi conectat un modem. Adaptorul este deci puntea de legătură între magistralele calculatorului și dispozitivele care trebuie conectate la el;

- **Porturile** – sunt interfețe hard (conectori fizici) care permit ca în timpul fabricației sau mai târziu să poată fi atașată la magistralele calculatorului o gamă largă de adaptoare;
- **Dispozitive de stocare lente** – unde datele și programele sunt păstrate pe termen lung. Acestea includ medii de stocare nevolatile (magnetice sau optice) ca, de exemplu, CD-URI și dischete.

Componente SOFTWARE

Softurile sunt programele pentru calculator care îi permit unui utilizator să folosească calculatorul pentru realizarea de activități specifice cum sunt editarea de text, prelucrarea grafică, etc.

Componenta software principală (de bază) a unui calculator se numește **sistem de operare (SO)**. Sistemul de operare este programul (softul) care gestionează funcționarea în mod unitar a componentelor hardware, adică le permite acestora să colaboreze unele cu celelalte în scopul funcționării optime a softurilor (programelor) instalate pe calculator. Rolul SO nu se limitează însă la asigurarea unei interfețe între hardware și software, ci el are și alte roluri extrem de importante, ca de exemplu gestionarea resurselor calculatorului alocate softurilor care rulează în același timp. Cel mai răspândit SO pentru PC este **Windows** care există în mai multe versiuni, dintre care cele mai noi sunt Win 98 SE, Win ME, Win 2000, Win XP sau Windows 7, enumerate în ordinea apariției lor pe piață.

Fiecare calculator definește un număr de operații care pot fi executate de unitatea sa centrală. Aceste operații sunt în principal destinate memorării sau recuperării informațiilor din memoria internă, calculelor aritmetice sau logice și controlului dispozitivelor periferice. În plus, există un număr de instrucțiuni pentru controlul ordinii în care sunt executate operațiile.

O instrucțiune este o operație elementară executabilă de către unitatea centrală a unui calculator. O secvență de mai multe instrucțiuni executate una după cealaltă o vom numi program. Instrucțiunile care compun un program trebuie să și ele reprezentate în memorie, la fel ca orice altă informație, din cauza faptului că unitatea centrală nu are posibilitatea să-și păstreze programele în interior. Pentru memorarea acestor instrucțiuni este nevoie de o nouă convenție de reprezentare care să asocieze un număr sau o secvență de numere naturale fiecărei instrucțiuni a unității centrale.

Execuția unui program de către calculator presupune încărcarea instrucțiunilor în memoria internă și execuția acestora una câte una în unitatea centrală. Unitatea centrală citește din memorie câte o instrucțiune, o execută, după care trece la următoarea instrucțiune. Pentru păstrarea secvenței, unitatea centrală memorează în permanență o referință către următoarea instrucțiune într-o locație internă numită **indicator de instrucțiuni**.

Modelul de execuție liniară a instrucțiunilor, în ordinea în care acestea sunt așezate în memorie, este departe de a fi acceptabil. Pentru a fi util, un program trebuie să poată să ia decizii de schimbare a instrucțiunii următoare în funcție de informațiile pe care le prelucrează. Aceste decizii pot însemna uneori comutarea execuției de la o secvență de instrucțiuni la alta. Altfel, este necesar să putem executa o secvență de instrucțiuni în mod repetat până când este îndeplinită o anumită condiție exprimabilă cu ajutorul informațiilor din memorie.

Numărul de repetări ale secvenței de instrucțiuni nu poate fi hotărât decât în momentul execuției. Aceste ramificații ale execuției se pot simula destul de ușor prin schimbarea valorii referinței memorate în indicatorul de instrucțiuni.

Instrucțiunile calculatorului se împart în patru mari categorii:

- instrucțiuni de transfer - mutare de date dintr-o locație în alta;
- instrucțiuni aritmetice și logice - executare de operații aritmetice și logice asupra datelor;
- instrucțiuni de testare sau de condiție - testare a unor condiții, de exemplu "conține celula de memorie;
- instrucțiuni de comandă propriu-zise - modificare a secvenței (șirului) de operații.

Programele de calculator (software) sunt listele de instrucțiuni de executat de către un calculator. Acestea pot număra de la câteva instrucțiuni, care îndeplinesc o sarcină simplă, până la milioane de instrucțiuni pe program (unele din ele executate repetat), plus tabele de date. În practică, programele nu se mai scriu demult în limbajul mașină al calculatorului. Scrierea în limbaj-mașină era extrem de laborioasă și erorile se puteau strecura ușor, ceea ce putea provoca scăderea productivității la programare. Actualmente programele dorite sînt de obicei descrise/scrie într-un limbaj de programare de nivel mai ridicat (superior), care, înainte de a putea fi executat, este tradus automat în limbaj-mașină de către programe specializate (interpretoare și compilatoare), adică într-o „limbă” inteligibilă mașinii de calcul.

Unele limbaje de programare sînt foarte strîns legate de limbajul mașină de la baza calculatorului, ca de ex. limbajul de asamblare, de aceea sînt numite limbaje de "nivel jos". La cealaltă extremă se situează limbajele de "nivel înalt", de ex. C++, Java, Lisp, Visual Basic ș.a. Acestea oferă programatorilor posibilitatea operării cu concepte foarte abstracte, complexe, a căror implementare concretă la nivelul de jos nu mai interesează (dacă interpretorul sau compilatorul funcționează corect). Limbajul ales pentru o anumită problemă depinde în primul rînd chiar de natura problemei, de competența profesională a programatorilor, de disponibilitatea uneltelor de proiectare precum și de bugetul disponibil.

Instrumentele moderne de proiectare software precum și tehnicile de programare ce pun accentul pe reutilizarea codului (de ex. programarea orientată pe obiecte) fac posibilă realizarea unor programe complexe, constituite din zeci de milioane de instrucțiuni; de exemplu browserul Firefox al organizației Mozilla se compune din peste 2 milioane de linii de cod în limbajul C++. Gestiunea acestor programe complexe face obiectul unei științe numite ingineria programării.

1.2. Placa de bază

Arhitectura plăcii de bază – descrie forma sa generală, tipurile de carcase și surse de tensiune pe care le poate folosi precum și organizarea sa fizică. Există mai multe tipuri de plăci de bază din punct de vedere al form-factorului:

- AT: cel mai ieftin tip de placă de bază, însă de obicei acest tip de placă de bază este foarte mic și are o multitudine de cabluri pentru porturile seriale, paralele și PS/2 care pot împiedica introducerea unor plăci;
- AT și Baby AT: Aceste două variante diferă în principal prin dimensiuni, mai ales prin lățime;
- AT/ATX: Este la fel ca AT numai că există un conector și pentru sursa de alimentare de tip ATX, pentru a folosi facilitățile acesteia din urmă, acest tip de placă de bază a fost, pentru o perioadă, cel mai vândut model pe piața din România;
- ATX: Avantaj: Nu mai există cablurile pentru porturile seriale, paralele și PS/2, acestea fiind în suporturi metalice;
- ATX și Baby ATX: A fost prima schimbare semnificativă după mulți ani a design-ului plăcii de bază (1995);
- Micro ATX: Este un ATX cu mai puține sloturi de extensie, de obicei pe placă sunt puse și placa video și aceea de sunet;
- NLX: La fel ca MicroATX, numai că placa de bază nu se fixează în nici un șurub și ea este introdusă într-un slot special;
- LPX și LPX: Folosit în general în produsele de serie; Principalul scop este acela de a reduce spațiul ocupat și costurile;
- NLX – Este forma modernă a plăcilor LPX fiind orientat tot spre micșorarea dimensiunilor sistemului.

Placa de bază conține:

1. **Chipset-ul (Setul de cipuri)** – Este o componentă de control și comandă, fiind în general format din câteva cipuri principale, ușor de identificat (cele mai mari cipuri de pe placa de bază cu excepția procesorului). Chipset-urile sunt integrate, însemnând că sunt lipite, pe placa de bază și nu sunt upgradabile fără a schimba întreaga placă.

Aceste circuite logice controlează transferul de date dintre procesor, cache, magistrale sistem, periferice etc, aproape tot ce există în interiorul calculatorului.

Toate chipset-urile au 3 caracteristici comune: **System controller**, **Peripheral controller** și **Memory controller**.

System controller – tipul de răspuns al sistemului este critic pentru calculatoarele din ziua de astăzi, deoarece toate componentele trebuie să se sincronizeze perfect. Un semnal este înmulțit sau împărțit pentru a determina frecvența componentei cu care comunică. Pulsul sistemului este ținut de către system clock. Un oscilator produce un semnal cu care componentele de pe placa de bază se vor sincroniza. Majoritatea chipset-urilor actuale au acest system clock programabil. Acest lucru dă posibilitatea utilizării unor procesoare la frecvențe foarte mari prin schimbarea câtorva jumperi de pe placa de bază sau la unele plăci de bază din BIOS.

Memory controller – Această parte a chipset-ului determină tipul, viteza și cantitatea de RAM care va fi folosită de către sistem. De asemenea, el se ocupă cu folosirea memoriei cache L2/L3, corectarea erorilor și greșelilor apărute la transferul de date dinspre / înspre memoria RAM.

Peripheral controller – conectează PC-ul cu alte device-uri.

Componentele principale ale unui chipset modern sunt:

- **Northbridge** – se referă la principalul circuit de control al magistralei cum ar fi memoria cache, memoria principală și controller-ul magistralei PCI;
 - **Southbridge** – caracterizează controller-ele periferice, ca EIDE sau porturi seriale.
2. **Soțul pentru procesor** – O altă caracteristică importantă după care se deosebesc plăcile de bază sunt soclurile în care se introduce procesorul denumite SOCKET.
 3. **Magistrala** – Reprezintă ansamblul conexiunilor care transferă semnalele între două componente ale calculatorului.
 4. **Componenta BIOS**

Acronimul vine de la BASIC INPUT OUTPUT SYSTEM, componenta hardware de memorie ROM care asigură interfața dintre sistemul de operare (software) și hardware-ul calculatorului.

BIOS-ul este un set de rutine de program care dau sistemului de calcul caracteristicile fundamentale. Programele din BIOS se ocupă de POST (Power On Self Test) – testarea componentelor hardware (memorie, tastatura etc), la pornirea PC-ului și alocarea resurselor (Plug and Play – Introdu și pornește).

BIOS-ul include și programul de setare CMOS care reține informații despre dată și timp, tipul de afișaj instalat, numărul și tipul harddiskurilor instalate etc.

5. Conectorii

Există următoarele tipuri de conectori:

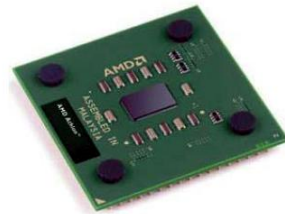
- Socket-ul – asigură conectarea procesorului la MB
 - Slot conector pentru plăci (ISA, PCI...)
 - Conectori de extensie
 - Conectori electrici (mufe) care furnizează diferite tensiuni componentelor.
6. **Ceasul** - este componenta hard ce generează un număr de impulsuri electrice într-o perioadă de timp. Un impuls generat de ceas se numește tact, iar frecvența ceasului MB se măsoară în multiplii unui Hz. Fiecare tact este un semnal de efectuare a unei operații elementare.
 7. **CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)** este o componentă hard de tip memorie internă, întreținută de o baterie ce conține o serie de parametri funcționali interni ai sistemului de calcul precum parola de intrare sau setările ceasului intern.

Proprietăți ale plăcii de bază

Funcțional, ea realizează conectarea componentelor sistemului. Prin logica de control realizează arbitrarea accesului la magistrală între elementele ce solicită acest acces; transferul între diverse dispozitive. Mecanismul de întreruperi este foarte important deoarece generează logica de comandă (control). Implementarea mecanismului multitasking se face în mod virtual pe sisteme cu un singur procesor, însă pe sistemele multiprocesor paralelismul task-urilor este unul real. În prezent există plăci de bază care au încorporate multe funcții (audio, video etc). Este recomandată evitarea acestor tipuri deoarece stricarea unei componente duce la o placă inutilă. Se recomandă utilizarea plăcilor cu structură modulară care pot fi ușor upgradabile.

1.3. Microprocesorul

Microprocesorul este componenta hardware a calculatorului, care identifică și execută instrucțiunile aritmetice și logice din programele sistemului de calcul.



Pentru a înțelege mai bine cum funcționează un microprocesor trebuie pornit de la prezentarea unităților care alcătuiesc un microprocesor modern:

- **Instruction cache** – o memorie intermediară în care se stochează instrucțiunile înainte de a intra în microprocesor pentru prelucrare;
- **Decode Unit** – Unitatea de decodare ce transformă instrucțiunile complexe, scrise de programator în simple instrucțiuni înțelese doar de Arithmetic Logic Unit (ALU) și Registers;
- **Prefetch unit** – Această unitate are rolul de a ordona instrucțiunile și a le trimite către Control Unit;
- **Control Unit** – Are rolul de a da comenzi unității de prelucrare matematică;
- **Arithmetic logic unit** – Unitatea de prelucrare matematică. Aceasta știe să adune, să scadă, să împartă și să înmulțească două numere scrise în cod binar și să execute operații logice între operanzi legați prin operatori logici AND, OR și NOT;
- **Registers** – Este o mică yonă de stocare folosită de unitatea de prelucrare matematică pentru a executa comenzile date de Control Unit. Datele pot veni de la Control Unit, Memoria de bază sau Data cache;
- **Data cache** – Lucrează cu ALU și Registers și are rolul de a păstra instrucțiunile cele mai utilizate pentru a mări viteza de execuție a programului;
- **Bus Unit** – Puntea de legatura dintre microprocesor și memoria de bază;
- **Addressing Unit** – furnizează prin Bus Unit adresa calculată în vederea accesării memoriei interne în care se află atât instrucțiunile cât și datele cu care acestea lucrează;
- **Registre interne** – Un registru intern al procesorului este o mică zonă de memorie cu viteză de comutație foarte mare, cu care de fapt procesorul lucrează direct și prin care comunică cu mediul exterior lui. Mărimea (numărul de biți) al acestei memorii este un indiciu important asupra cantității de informație pe care o poate prelucra la un moment dat. Registrele interne sunt de obicei mai mari decât magistrala de date ceea ce înseamnă că procesorul are nevoie de două perioade de ceas pentru a umple un registru înainte de a-l prelucra.
- **Circuitele de control** – Aceste circuite conțin un decodor de instrucțiuni. Ele interpretează conținutul unui registru și încearcă să identifice instrucțiunea ce o conține (o compară cu instrucțiunile proprii), pentru a o lansa în execuție.

Caracteristici și proprietăți ale unui procesor:

- Tipul de procesor și producătorul;
- Capacitatea de memorie pe care o poate aloca la un moment dat;
- Setul propriu de instrucțiuni pe care le poate recunoaște și executa;
- Viteza de lucru este dată de caracteristicile registrelor de lucru, frecvența ceasului intern și tipul microprocesorului.

Procesorul lucrează direct cu memoria internă uneori cu o parte mai rapidă a acesteia și anume memoria cache. Bus Unit stabilește legături cu componentele externe procesorului prin magistrala de date, de adrese și de control, aducând instrucțiuni din memorie și depunându-le în Prefetch Queue. De aici, sunt transferate în Instruction Unit pentru a fi decodificate și apoi în Execution Unit pentru a fi executate.

Microprocesorul poate fi clasificat:

a) după lățimea magistralei de date:

microprocesoare pe 8, 16, 32, 64 sau 128 de biți.

b) după tipul de sarcini eficient realizabile:

- microprocesoare de uz general (μ PUG), nespecializate;
- microprocesoare specializate, ca de pildă:
 - procesoare de intrare/ieșire, pentru conversații complexe între microcalculator și lumea exterioară; exemplu: Intel 8089;
 - coprocesoare aritmetice, specializate pentru funcții aritmetice de utilitate generală (exponențiale, trigonometrice etc); exemplu: Intel 80387;
 - procesoare digitale de semnal, specializate pentru algoritmi specifici prelucrării semnalelor (FFT, produse de corelație, filtre digitale, calcul matriceal etc.); exemplu: Texas Instruments TMS 320.

c) după principiile de bază ale arhitecturii care guvernează funcționarea, modul în care se face tratarea instrucțiunilor în cod pentru mașina de aplicații în curs de executare:

- procesoare cu set complex de instrucțiuni (**arhitectura CISC**) numite microprocesoare "standard" sau simplu "microprocesoare"; Pe o arhitectură CISC se implementează în decodorul de funcții din UCC peste 400 de instrucțiuni. Instrucțiunile se descompun în microinstrucțiuni, iar o instrucțiune complexă se poate executa în unul sau mai multe instrucțiuni elementare, deci cu cât sunt mai multe instrucțiuni elementare, cu atât va fi mai lent microprocesorul.
- procesoare cu set redus de instrucțiuni (**arhitectura RISC**). Pe o arhitectură RISC se implementează în decodorul de funcții din UCC un set redus de instrucțiuni și se optimizează funcția pentru cea mai rapidă execuție. De asemenea, instrucțiunile sunt în număr minim, lungime fixă, codificare intensă, des utilizate. Acest tip de arhitectură este cu 50-75% mai rapid decât CISC, permițând prelucrarea paralelă a mai multor aplicații.

1.4. Magistrale

Magistrala de date (BUS) – este canalul de date prin care comunică între ele componentele din interiorul calculatorului. Cu cât se pot trimite simultan mai multe semnale cu atât mai multe date se pot transfera și deci magistrala este mai rapidă;

Magistrala de adrese – este grupul de linii care transportă informația de adresă necesară pentru precizarea locației de memorie către care este transmisă informația sau din care trebuie citită informația. Fiecare linie dintr-o magistrală de adresă transportă un singur bit de informație, deci un singur bit de adresă. Cu cât există mai multe linii pentru specificarea adresei cu atât se vor putea adresa mai multe locații din memorie.

Mărimea unei magistrale de adrese limitează dimensiunea maximă de memorie internă adresabilă direct pe care un procesor o poate accesa.

În calculator se întâlnesc următoarele tipuri de magistrale, în funcție de numărul de biți:

Numar	Denumirea	Utilizată pentru	Comentarii
1	AGP	Placa grafică	Viteze f. mari de transfer a datelor
2	PCI	Majoritatea comp.	Cea mai solicitată
3	AMR	Placă de sunet, modem	-
4	ISA	Pl. de sunet, modem, pl. de rețea	Pe punct de dispariție

Majoritatea calculatoarelor moderne au cel puțin patru magistrale. Magistralele sunt organizate ca o ierarhie pentru ca fiecare magistrală este extensia alteia, mergând astfel până la procesor. Avem astfel:

- Magistrala procesorului – este la cel mai înalt nivel, fiind folosită la transferul de date între chipset și procesor;
- Magistrala memoriei cache – are o arhitectură de nivel înalt, implicând o magistrală dedicată pentru accesarea memoriei cache;
- Magistrala de memorie – magistrala de sistem de al doilea nivel care conectează subsistemul de memorie cu chipset-ul și procesorul;
- Magistrala locală I/O – este o magistrală rapidă de intrare/iesire folosită pentru conectarea perifericelor importante la memorie, chipset și procesor. Cele mai comune magistrale locale I/O sunt Vesa Local Bus (VLB) și peripheral Component Interconnect (PCI);
- Magistrala standard I/O – conectează cele 3 magistrale de mai sus fiind standardul cel mai vechi folosit la sistemele actuale. Este folosit pentru periferice mai lente (modemuri, plăci de rețea) și pentru compatibilitate cu alte componente;

Accelerated Graphics Port (AGP) este mai mult un port decât o magistrala. Diferența este că în timp ce magistrala este destinată comunicării mai multor componente între ele, care o împart, pe un port comunică doar două.

1.5. Stocarea informației. Memoria internă

Într-un calculator informația este memorată sub formă numerică, sub formă de înșiruire de cifre binare. Transferul pe liniile de comunicație se face astfel: valoarea pentru 1 bit este dată de existența unei tensiuni, un interval de timp (un tact de ceas), pe un singur traseu al magistralei (o conexiune similară unui fir). Cel mai des se folosește tensiunea de 5V rezultând valoarea pentru 1 bit = "1" logic, dacă această tensiune există, sau valoarea pentru 1 bit = "0" logic, dacă tensiunea este egală cu 0V (lipsește).

Memoria calculatoarelor actuale este, din punct de vedere logic, o înșiruire de *cifre binare*, 0 sau 1. Alegerea bazei 2 de numerație are în principal rațiuni constructive: este mult mai ușor și mult mai fiabil să reprezinti un principiu binar ca absența/prezența sau plus/minus decât unul nuanțat. O cifră binară este numită, în termeni de calculatoare, *bit*. Biții sunt grupați, opt câte opt, în unități de memorare numite *octeți*.

Iarăși, alegerea cifrei opt are rațiuni istorice: era nevoie de o putere a lui doi care să fie cât mai mare, pentru a putea permite transferuri rapide între diversele componente ale calculatorului (unitate centrală, memorie, dispozitive periferice), dar totodată suficient de mică pentru ca realizarea fizică a dispozitivelor implicate, cu tehnologia existentă, să fie posibilă. Cifra opt avea în plus avantajul că permitea reprezentarea tuturor caracterelor tipăribile necesare la ora respectivă precum: literele, cifrele sau semnele de punctuație. Într-un octet se pot reprezenta până la 256 (2^8) astfel de caractere. În prezent octetul este depășit datorită necesității de reprezentare a caracterelor tuturor limbilor scrise din lume.

Pentru a accesa o informație în memorie este nevoie de un mod de a referi poziția acesteia. Din acest motiv, octeții memoriei au fost numerotați unul câte unul începând de la 0 până la numărul maxim de octeți în memorie. Numărul de ordine al unui octet îl vom numi pentru moment *adresă*. Noțiunea de adresă și-a extins semnificația în ultimul timp dar, pentru înțelegerea acestui capitol, explicația de mai sus este suficientă.

Zona fizică de memorie rezervată unei anumite informații se numește *locația* informației respective în memorie. În unele dintre locațiile din memorie putem păstra chiar adresa unor alte locații din memorie. Informația memorată în aceste locații se numește *referință*. Cu alte cuvinte, o referință este o informație memorată într-o locație de memorie care ne trimite spre (se referă la) o altă locație de memorie. O locație de memorie se poate întinde pe mai mult decât un octet.

După rolul pe care îl au în structura unui sistem de calcul, întâlnim mai multe tipuri de memorie internă:

- **Memoria RAM CMOS** – este o structură care își menține conținutul după oprirea sistemului, fiind alimentată cu ajutorul unei baterii. Această memorie folosește pentru memorarea unor parametrii de sistem cum ar fi data și ora curentă, configurația sistemului, configurația memoriei etc.
- **Memoria ROM** - este numită și memoria internă permanentă deoarece programele care au fost scrise în ea sunt fixate definitiv. Această memorie este ideală pentru păstrarea BIOS-ului sau a informațiilor primare despre configurația sistemului. În cadrul acestei categorii găsim PROM (Programmable ROM), EPROM (Erasable Programmable ROM), EEPROM (Electrically Erasable PROM) etc. În prezent, pentru BIOS sunt folosite memorii EEPROM, care pot fi șterse și rescrise, ceea ce permite actualizarea foarte ușoară a informațiilor.

- **Memoria RAM** este memoria la care accesul este permis atât pentru citire cât și pentru scriere. Această memorie lucrează împreună cu procesorul și are rolul de a stoca date și programe care pot fi accesate rapid de către procesor sau de alte dispozitive ale sistemului.
- **Memoria cache** – este un tip de memorie RAM, cu o viteză mult mai mare, viteză dată de modul de construcție. Este mult mai scumpă decât celelalte tipuri de memorii. Este folosită în principal de procesor ca memorie de lucru curent sau ca o interfață între procesor și alte tipuri de memorii sau alte elemente hardware. Uneori o singură zonă de memorie cache nu este suficientă pentru a face față capacităților procesorului și atunci se folosește încă o zonă de memorie cache, numită și de nivel 2 (Level 2).

Printre parametrii foarte importanți ai unei memorii interne RAM, menționăm **tipul constructiv de memorie, timpul de acces și capacitatea de memorare.**

Tipuri constructive de memorii DRAM

- SIP – conectori în formă de pini. Dezavantaj: fragilitatea pinilor.
- SIMM – o posibilitate mai ușoară de upgrade, circuitele grupate pe o plăcuță care poate fi ușor instalată sau deinstalată în socluri speciale cu care este prevăzută placa de bază.
- Două formate: cu 30 sau cu 72 de poziții de conectare.
- DIMM – circuite integrate situate pe ambele fețe, care pot fi de asemenea cu 30 sau cu 72 poziții de conectare.

Un nou tip de memorie, de data aceasta mult mai performantă, și care există în folosință și azi este memoria DIMM (Dual Inline Memory Module) de tip SDRAM (Synchronous Dynamic Random Access Memory), ce funcționează la 66, 100 sau 133 MHz și numără 168 de pini.

Ea poate fi instalată în orice slot de memorie, fără a ține seama de perechi sau orice altceva. Memoria SDRAM este pe interfață paralelă și are timp de acces între 10 și 8 ns.

Memoria **DDR - SDRAM** (Double Data Rate) – este o memorie rapidă, folosită în calculatoarele moderne, având o arhitectură FULL-DUPLEX. Memoria DDR are viteze la fel ca și cele ale memoriei SDRAM, însă înmulțite cu 2 (Double DR). Poate fi instalată atât pe plăci de bază pentru procesoare INTEL cât și pe plăci de bază pentru procesoare AMD. Ea este de mai multe tipuri în funcție de viteza de transfer a datelor între magistrala principală și cipurile de memorie. Astfel, există de exemplu module de memorie PC 1600 (conțin cipuri DDR200), PC 2100 (DDR266), PC 2700 (DDR333) și PC 3200 (DDR400), unde numărul de după DDR indică frecvența la care funcționează cipurile de memorie, iar numărul care intră în componența numelui modulelor indică lățimea de bandă ("bandwidth") în MHz.

În final, memoria specifică procesoarelor Pentium 4 este cea **RDRAM (Rambus Dynamic Random Access Memory)**, și se montează în sloturi **RIMM**. Ea a fost inventată de firma Rambus și este o memorie pe interfață serială, ce are o latență mai mare decât cea a memoriei DDR - SDRAM, însă o lățime de bandă superioară. Se instalează pe principiul perechilor, la fel ca și în cazul memoriilor SIMM, însă costul ridicat și plăcile de bază speciale ce sunt necesare o fac din ce în ce mai puțin utilizată.

Timpul de acces al memoriei se definește ca fiind intervalul de timp dintre momentul furnizării adresei de către procesor și momentul obținerii informației de la acea adresă din memorie.

Memoria de tip RAM (cu proprietatea că își menține conținutul după oprirea sistemului) poate fi SRAM (Static RAM) sau DRAM (Dynamic RAM). Cipurile DRAM sunt mai lente decât cele SRAM, din cauza tehnologiei de fabricație. SRAM-ul este compus din tranzistori, iar schimbarea stării unui bit este o operație foarte rapidă.

Tehnologia SRAM folosește un sistem matricial de reținere a datelor având linii și coloane, dar, pentru că folosește tranzistoare în tehnologie bipolară, este de 5-6 ori mai rapidă, de două ori mai scumpă și de două ori mai voluminoasă decât DRAM, unde tehnologia este MOS. De asemenea, SRAM-ul este o memorie volatilă care nu necesită o reîmprospătare constantă. SRAM-ul folosește pentru fiecare celulă de memorie un circuit de tip flip-flop care permite sarcinii electrice "să curgă spre ieșire".

În tehnologia memoriilor DRAM, pentru a păstra datelor se folosesc condensatori ce au nevoie de reîncărcare periodică (de tip tranzistoare MOS).

Viteza memoriei RAM este măsurată în ns (nano-secunde). Cu cât numărul de ns este mai mic, cu atât cipul este mai rapid. Cu ani în urmă, modulele de memorie aveau viteze de 120, 100 și 80ns. În prezent, sunt folosite cipuri de 10 ns sau chiar mai rapide.

Tipul tradițional de RAM este DRAM-ul (Dynamic RAM). La apariția primelor PC-uri, viteza cipurilor DRAM era suficientă pentru a ține pasul cu cei 4.77 MHz ai bus-ului 8086/8088 sau chiar cu mai rapidul 80286 (cu un bus de până la 12 MHz, care necesita memorii cu timp de acces de 80 ns). Odată cu apariția procesorului 80386 au apărut viteze de ceas de 20, 25 sau 33 MHz, cu care cipurile DRAM existente nu au mai putut ține pasul.

Reprezentarea informațiilor în memoria internă

După cum s-a observat până acum, în memoria calculatorului nu se pot înscrie decât numere naturale. Mai precis, fiecare octet de memorie poate memora un număr de la 0 la 2^8-1 , adică 255. Orice altă informație pe care dorim să o reprezentăm în memoria calculatorului trebuie redusă la unul sau mai multe numere naturale mici.

Această trăsătură a modelului actual de memorare introduce un pas suplimentar de abstractizare în procesul de proiectare de aplicații, și anume pasul în care se construiește un model de reprezentare în memorie a datelor, necesar aplicației.

Să presupunem, de exemplu, că o aplicație necesită reprezentarea în memoria calculatorului a unui set de culori. Pentru memorarea acestor culori este nevoie de o convenție care să stabilească o corespondență biunivocă între setul de culori și setul de numere naturale folosite la reprezentarea acestora. Corespondența este biunivocă pentru că ea trebuie să ofere posibilitatea de a regăsi în mod unic o culoare plecând de la un număr și, în același timp, să ofere o reprezentare unică, sub formă de număr, pentru fiecare culoare. De exemplu, putem pune în corespondență culoarea neagră cu numărul 0, culoarea roșie cu numărul 1, culoarea albastră cu numărul 2 și așa mai departe. Ori de câte ori vom memora 2 vom memora albastru și ori de câte ori vom dori să memorăm roșu, vom memora 1.

Ca rezultat al folosirii acestei abstractizări, datele aplicației devin dependente de convenția de reprezentare utilizată. Presupunând că o aplicație construiește în memorie o imagine grafică

folosindu-se de o anumită corespondență dintre culori și numere, oricare altă aplicație care vrea să utilizeze imaginea respectivă trebuie să folosească aceeași convenție.

O cale similară de rezolvare vom întâlni și la reprezentarea caracterelor. **Caracterele** sunt denumirea într-un singur cuvânt a literelor, cifrelor, semnelor de punctuație sau simbolurilor grafice reprezentate în memorie. Este nevoie de o convenție prin care atașăm fiecărui caracter câte un număr natural memorabil într-un octet.

În cazul reprezentării caracterelor, există chiar un standard internațional care definește numerele, reprezentabile pe un octet, corespunzătoare fiecărui caracter în parte, numit standardul **ASCII**. Alte standarde, cum ar fi standardul **Unicode**, reprezintă caracterele pe doi octeți, ceea ce le dă posibilitatea să ia în considerare o gamă mult mai largă de caractere.

Caracter	Reprezentare pe un octet (ASCII)
A-Z	65-90
a-z	97-122
0-9	48-57
Ă,ă	195,227
Î,î	206,238
Â,â	194,226
Ș,ș	170,186
Ț,ț	222,254

Desigur, este greu să ținem minte codul numeric asociat fiecărui caracter sau fiecărei culori. Este nevoie de pași suplimentari de codificare, care să pună informația în legătură cu simboluri mai ușor de ținut minte decât numerele. De exemplu, este mult mai ușor pentru noi să ținem minte cuvinte sau imagini. Dar să nu uităm niciodată că, pentru calculator, cel mai ușor este să memoreze și să lucreze cu numere.

Tipuri de numere reprezentabile în calculator

Deși toate informațiile reprezentabile direct în memoria calculatorului sunt doar numere naturale, constructorii calculatoarelor de astăzi au diversificat tipurile acestora prin stabilirea unor convenții de reprezentare pentru numerele negative, reale și pentru caractere. Aceste convenții folosesc numerele naturale pentru reprezentarea celorlalte tipuri de numere. Uneori, reprezentările ocupă mai mult de un octet în memoria calculatorului, dimensiunile obișnuite fiind 1, 2, 4 sau 8 octeți. Sau, echivalent, 8, 16, 32 sau 64 de biți.

Numerele naturale sunt întotdeauna pozitive. Pentru reprezentarea unui **număr întreg cu semn** pot fi folosite două numere naturale. Primul dintre acestea, având doar două valori posibile, reprezintă semnul numărului și se poate reprezenta folosind o singură cifră binară. Dacă valoarea acestei cifre binare este 0, numărul final este pozitiv, iar dacă valoarea cifrei este 1, numărul final este negativ.

Al doilea număr natural folosit în reprezentarea numerelor întregi cu semn conține valoarea absolută a numărului final. Această convenție, deși are dezavantajul că oferă două reprezentări pentru numărul zero, un zero pozitiv și altul negativ, este foarte aproape de reprezentarea numerelor cu semn folosită de calculatoarele moderne.

În realitate, convenția care se folosește pentru reprezentarea numerelor întregi cu semn este așa numita **reprezentare în complement față de doi**. Aceasta reprezintă numerele negative

prin complementarea valorii lor absolute bit cu bit și apoi adunarea valorii 1 la numărul rezultat. Complementarea valorii unui bit se face înlocuind valoarea 1 cu 0 și valoarea 0 cu 1. Dacă avem de exemplu numărul 1, reprezentat pe un octet ca un șir de opt cifre binare 00000001, complementarea bitcu bit a acestui număr este numărul reprezentat pe un octet prin 11111110.

Pentru a reprezenta valoarea -1 nu ne mai rămâne altceva de făcut decât să adunăm la numărul rezultat în urma complementării un 1 și reprezentarea finală a numărului întreg negativ -1 pe un octet este 11111111. În această reprezentare, numărul 00000000 binar reprezintă numărul 0 iar numărul 10000000, care mai înainte reprezenta numărul 0 negativ, acum reprezintă numărul -128. Într-adevăr, numărul 128 se poate reprezenta în binar prin 10000000. Complementat, acest număr devine 01111111 și după adunarea cu 1, 10000000. Observați că numerele 128 și -128 au aceeași reprezentare. Convenția este aceea că se păstrează reprezentarea pentru -128 și se elimină cea pentru 128. Alegerea este datorată faptului că toate numerele pozitive au în primul bit valoarea 0 și toate cele negative valoarea -1. Prin transformarea lui 10000000 în -128 se păstrează această regulă.

Folosind reprezentarea în complement față de doi, numerele întregi reprezentabile pe un octet sunt în intervalul -128 până la 127, adică -2^7 până la $2^7 - 1$. În general, dacă avem o configurație de n cifre binare, folosind reprezentarea în complement față de doi putem reprezenta numerele întregi din intervalul închis -2^{n-1} până la $2^{n-1} - 1$. În practică, se folosesc numere întregi cu semn reprezentate pe 1 octet, 2 octeți, 4 octeți și 8 octeți, respectiv 8, 16, 32 și 64 de biți.

Dacă dorim să reprezentăm un număr real în memoria calculatorului, o putem face memorând câteva cifre semnificative ale acestuia plus o informație legată de ordinul său de mărime. În acest fel, deși pierdem precizia numărului, putem reprezenta valori foarte aproape de zero sau foarte departe de această valoare. Soluția de reprezentare este aceea de a păstra două numere cu semn care reprezintă cifrele semnificative ale numărului real respectiv un *exponent* care dă ordinul de mărime. Cifrele reprezentative ale numărului se numesc împreună *mantisă*. Numărul reprezentat în final este $0.mantisaE^{exponent}$. E are valoarea 256 spre deosebire de exponentul 10 pe care îl folosim în uzual. Dacă valoarea exponentului este foarte mare și pozitivă, numărul real reprezentat este foarte departe de 0, înspre plus sau înspre minus. Dacă exponentul este foarte mare în valoare absolută și negativ, numărul real reprezentat este foarte aproape de zero. În plus, pentru a ne asigura de biunivocitatea corespondenței, avem nevoie de o convenție care să stabilească faptul că virgula este plasată imediat în fața cifrelor semnificative și că în fața acesteia se găsește o singură cifră 0. Numerele care respectă această convenție se numesc *numere normalizate*.

Această mutare a virgulei imediat în fața cifrelor semnificative poate să presupună modificarea exponentului care păstrează ordinul de mărime al numărului. Numerele fracționare se numesc în limbajul calculatoarelor *numere în virgulă mobilă* sau *numere flotante* tocmai din cauza acestei eventuale ajustări a poziției virgulei.

Cu această convenție nu se poate reprezenta orice număr real, dar se poate obține o acoperire destul de bună a unui interval al axei numerelor reale cu valori. Atunci când încercăm să reprezentăm în memoria calculatorului un număr real, căutăm de fapt cel mai apropiat număr real reprezentabil în calculator și aproximăm numărul inițial cu acesta din urmă. Ca rezultat, putem efectua calcule complexe cu o precizie rezonabilă.

Descrierea convenției exacte de reprezentare a numerelor reale în calculator depășește cadrul acestei prezentări. Unele dintre detalii pot fi diferite de cele prezentate aici, dar principiul este exact acesta. Convenția de reprezentare a numerelor reale este standardizată de IEEE în specificația 754.

Desigur, în unele probleme, lipsa de precizie poate să altereze rezultatul final, mai ales că, uneori, erorile se cumulează. Există de altfel o teorie complexă, analiza numerică, concepută pentru a studia căile prin care putem ține sub control aceste erori de precizie. Putem crește precizia de reprezentare a numerelor reale prin mărirea spațiului rezervat mantisei. În acest fel mărim numărul de cifre semnificative pe care îl păstrăm. În general, unitățile centrale actuale lucrează cu două precizii: *numerele flotante simple*, reprezentate pe 4 octeți și *numerele flotante duble*, reprezentate pe 8 octeți.

Șiruri de caractere

După cum spuneam mai înainte, deși orice informație reprezentată în calculator este în final un număr, mintea umană este obișnuită să lucreze cu cuvinte și imagini mai mult decât cu numere. De aceea, calculatorul trebuie să aibă posibilitatea să simuleze memorarea informațiilor de acest fel.

În ceea ce privește cuvintele, ele pot fi reprezentate în memoria calculatorului prin caracterele care le formează. Înșiruirea acestor caractere în memorie duce la noțiunea de *șir de caractere*. Pe lângă caracterele propriu-zise care construiesc cuvântul, un șir de caractere trebuie să poată memora și numărul total de caractere din șir, cu alte cuvinte *lungimea* sa.

În realitate, un șir de caractere nu conține doar un singur cuvânt ci este o înșiruire oarecare de caractere printre care pot exista și caractere spațiu. De exemplu, următoarele secvențe sunt șiruri de caractere: "Acesta este un șir de caractere", "Eugen", "ABCD 0123", "HGkdu!;.".!

Fiecare limbaj de programare trebuie să ofere o convenție de reprezentare a șirurilor de caractere în calculator precum și o convenție de scriere a acestora în program. De obicei, cea de-a doua convenție este aceea că șirul de caractere trebuie închis între apostroafe sau ghilimele. În paragraful anterior de exemplu, am folosit ghilimele pentru delimitarea șirurilor de caractere.

Convenția de reprezentare în memorie diferă de la un limbaj de programare la altul prin modul în care este memorată lungimea șirului, precum și prin convenția de reprezentare în memorie a caracterelor: ASCII, Unicode sau alta.

Împreună cu fiecare tip de dată, limbajele de programare trebuie să definească și operațiile ce se pot executa cu datele de tipul respectiv. Pentru șirurile de caractere, principala operație este *concatenarea*. Prin concatenarea a două șiruri de caractere se obține un șir de caractere care conține caracterele celor două șiruri puse în prelungire. De exemplu, prin concatenarea șirurilor de caractere "unu" și ", doi", rezultă șirul de caractere: "unu, doi".

Variabile

Uneori, atunci când calculele sunt complexe, avem nevoie să păstrăm rezultate parțiale ale acestor calcule în locații temporare de memorie. Alteori, chiar datele inițiale ale problemei trebuie memorate pentru o folosire ulterioară. Aceste locații de memorie folosite ca depozit de valori le vom numi *variabile*. Variabilele pot juca rol de operanzi în expresii.

Pentru a regăsi valoarea memorată într-o anumită variabilă, este suficient să memorăm poziția locației variabilei în memorie și tipul de dată memorată la această locație, numit și *tipul variabilei*. Cunoașterea tipului variabilei este esențială la memorarea și regăsirea datelor. La locația variabilei găsim întotdeauna o configurație de cifre binare. Interpretarea acestor cifre binare se poate face numai cunoscând convenția de reprezentare care s-a folosit la memorarea

acelor cifre binare. Mai mult, tipul de variabilă ne și spune câți octeți de memorie ocupă locația respectivă.

Pentru a putea referi variabilele în interiorul unui program, trebuie să atribuim câte un nume pentru fiecare dintre acestea și să rezervăm locațiile de memorie destinate lor. Această rezervare a locațiilor se poate face fie la pornirea programului fie pe parcurs.

Putem împărți variabilele în funcție de perioada lor de existență în *variabile statice*, care există pe tot parcursul programului și *variabile locale* care se creează doar în secțiunea de program în care este nevoie de ele pentru a fi distruse imediat ce se părăsește secțiunea respectivă. Variabilele statice păstrează de obicei informații esențiale pentru execuția programului precum numele celui care a pornit programul, data de pornire, ora de pornire sau numărul p .

Variabilele locale păstrează valori care au sens doar în contextul unei anumite secțiuni din program. De exemplu, variabilele care sunt utilizate la calculul sinusului dintr-un număr, sunt inutile și trebuiesc eliberate imediat ce calculul a fost terminat. În continuare, doar valoarea finală a sinusului este importantă.

În plus, există variabile care se creează doar la cererea explicită a programului și nu sunt eliberate decât atunci când programul nu mai are nevoie de ele. Aceste variabile se numesc *variabile dinamice*. De exemplu, se creează o variabilă dinamică atunci când utilizatorul programului introduce un nou nume într-o listă de persoane. Crearea și ștergerea acestui nume nu are legătură cu faza în care se află rularea programului ci are legătură cu dorința celui care utilizează programul de a mai adăuga sau șterge un nume în lista persoanelor cu care lucrează, pentru a le trimite, de exemplu, mesaje noi.

1.6. Memoria externă

Memoria externă este folosită pentru stocarea datelor pe o perioadă de timp mai mare decât o sesiune de lucru a unui sistem de calcul.

Memoria externă a unui calculator poate fi **pe suport sensibil la câmpul magnetic** (hard disk HDD și floppy disk FDD), **pe suport sensibil la lumină**, ce lucrează în mod optic cu raze laser (CD-ROM, CD-R, CD-RW și DVD-ROM, DVD-RAM) și **pe suport magnetooptic**.

Caracteristicile principale ale unei componente hardware de memorie externă sunt:

- Tipul de memorie și fabricantul
- Volumul memoriei
- Viteza de acces la informație
- Rata de transfer a informației
- Tipul de interfață cu sistemul de calcul
- Caracteristicile de formă și conectare

FDD – Floppy disk –ul este componenta hardware, suport de memorie externă, conectată la calculator prin intermediul unei interfețe. În unitățile de disc se introduc discuri flexibile. Inventarea unității de floppy disc este atribuită în general lui Alan Shugart, spre sfârșitul anilor 60, pe când acesta era angajatul firmei IBM. Unitatea a fost creată în 1967, în laboratoarele IBM din San Jose. Un disc de 3,5” cu formatul DS-HD (dublă față, înaltă densitate) are structura: 2 fețe, 80 de piste pe față, 18 sectoare pe pistă, capacitate 1,44 MB. Componentele unui FDD sunt:

- Capetele de citire – scriere
- Dispozitivul de acționare a capului
- Motorul pentru antrenarea dischetei
- Placi cu circuite electronice logice
- Cabluri și conectoare
- Masca frontală (opțională)

1. Capetele de citire – scriere

În mod normal, unitățile de floppy disk moderne au două capete de citire – scriere, ceea ce le conferă calitatea de unități “dublă față” HD. O astfel de unitate folosește unul dintre capete pentru o față a dischetei, iar pe cel de-al doilea pentru cealaltă față, astfel încât discheta poate fi citită sau scrisă pe ambele fețe. Capetele se pot mișca în linie dreaptă, înainte sau înapoi, pe suprafața dischetei, în vederea poziționării pe pista dorită. Datorită faptului că cele două capete sunt montate pe același mecanism de deplasare, mișcarea lor nu este independentă ci simultană. Capetele sunt confecționate din feroaliaje moi care încorporează bobine electromagnetice. Fiecare cap are o structură complexă, fiind alcătuit dintr-un cap de înregistrare centrat între două capete de ștergere tip “tunel” în cadrul aceluiași ansamblu. Metoda de înregistrare este denumită “ștergere tunel”; pe măsură ce este înregistrată pe o pistă, capetele de ștergere vin din spate în urma capului de înregistrare, șterg zonele periferice ale pistei, ceea ce duce la formarea unei piste mai curate. Datele sunt forțate astfel în cadrul unei yone înguste pe fiecare pistă. Prin această acțiune se împiedică apariția interfețelor. În

aceiași timp, prin eliminarea marginilor laterale ale pistei, sunt îndepărtate semnale a căror amplitudine este din ce în ce mai mică și care din această cauză ar putea crea probleme.

2. Dispozitivul de acționare al capului

Acesta folosește un motor și realizează mișcări ale capului înainte și înapoi pe suprafața dischetei. Motorul folosit este de tip special și se numește motor pas-cu-pas, putând efectua în ambele sensuri mișcări care să reprezinte o turăție completă și de aceea are puncte bine determinate de oprire. Fiecare pas definește poziția unei piste pe dischetă. Controlerul comandă poziționarea motorului prin transmiterea unui anumit număr de pași pe care motorul îi va executa. În mod obișnuit, motorul “pas cu pas” este legat de sania capului printr-o lamelă metalică, elastică, ce se înfășoară și se desfășoară pe fulia motorului, transformând mișcarea de rotație în mișcare de translație. Pentru transformarea celor două tipuri de mișcare, unele unități de floppy disk folosesc un alt sistem bazat pe un “șurub fără sfârșit”. În cazul acestui sistem sania capului este așezată pe un șurub care este răsucit de axul motorului pas-cu-pas. Datorită faptului că un astfel de sistem este mai complicat, el este utilizat în unități de dimensiuni mai reduse cum sunt cele de 3 ½ inci. Cele mai multe motoare pas-cu-pas folosite în unitățile de floppy disk au mărimea pasului impusă de spațiul dintre piste. În majoritatea unităților de floppy disk, motorul pas-cu-pas este un mic obiect cilindric situat într-unul din colțuri. De obicei, cursa completă a unui motor pas-cu-pas durează aproximativ 200 ms. În medie, o jumătate durează 100ms, iar o treime 66 ms. Durata unei jumătăți sau a unei treimi de cursă a dispozitivului de mișcare a capului este folosită la determinarea timpului mediu de acces al unității de floppy. Timpul mediu de acces este timpul necesar capetelor pentru deplasarea aleatoare de la o pistă la alta.

3. Motorul de antrenare a dischetei

imprimă dischetei mișcarea de rotație. Viteza obișnuită de rotație este, în funcție de tipul unității, de 300 sau 360 rotații pe minut. Unitatea de 5 ¼ inch high density (HD) este singura cu turația de 360 rotații pe minut. Toate celelalte unități de 5 ¼ inch double density (DD), de 3 ½ inch DD, de 3 ½ inch AD și de 3 ½ inch extra high density (ED) se rotesc cu o turație de 300 rotații pe minut. Noile mecanisme de antrenare folosesc, în majoritatea lor, un sistem de compensare automată a forței de rotație, care mărește această forță în cazul dischetelor cu frecare mai mare, sau o micșorează în cazul celor cu frecare mai mică, menținând tot timpul turația la valoarea fixată, de 300 sau 360 rotații pe minut.

4. Plăci logice cu circuite electronice

O unitate de floppy disk conține totdeauna una sau mai multe plăci “logice”, plăci cu circuite electronice folosite la comanda capetelor de citire/scriere, a dispozitivului de acționare a capului, a motorului de antrenare a dischetei, a diferiților senzori și a altor componente. Placa logică reprezintă interfața unității de floppy disk cu controlerul din calculator. Interfața standard folosită în toate calculatoarele personale pentru unitățile de floppy disk este interfața Shugart Associates SA – 400. Această interfață inventată de Shugart în anii 70 a constituit baza pentru majoritatea interfețelor de floppy disk.

5. Cabluri și conectori

Aproape toate unitățile de floppy disk au cel puțin 2 conectori: unul de alimentare și altul pentru cablul care asigură transferul datelor și comenzilor către și dinspre unitate.

6. Masca frontală

Este o piesă din plastic care îmbracă fața unității de floppy disk.

HDD - Hard disk-ul este o componentă hardware, un dispozitiv utilizat la stocarea cantităților mare de informații oferind un acces relativ rapid la acestea.

Componentele unui HDD sunt:

- Pachetul de discuri
- Capetele de citire – scriere
- Mecanismul de antrenare a capetelor
- Motorul pentru antrenarea pachetului de discuri
- Placa logică
- Cabluri și conectoare
- Elemente folosite pentru configurare
- Masca frontală (opțională)

Toate acestea sunt introduse de obicei într-o incintă etanș numită Head Disk Assembly. Incinta HDA, considerată de obicei ca fiind o singură componentă, ce este rareori deschisă. Alte piese aflate în afară de HDA, cum ar fi masca frontală, plăcile logice și alte componente hard folosite pentru asamblare sau configurare, pot fi dezasamblate și scoase din unitate.

Unitățile de hard disk au de obicei mai multe discuri montate unele peste altele, fiecare disc având două fețe pe care se pot înregistra informațiile. Cele mai multe tipuri de unități au cel puțin două sau trei discuri. Fiecare disc este împărțit în mai multe piste. Pistele care au aceeași poziție față de axul pachetului de discuri, de pe fiecare față a câte unui disk, luate toate la un loc, formează împreună un **cilindru**. Unitatea de hard disk are câte un cap de scriere-citire pentru fiecare dintre fețele unui disk, toate capetele fiind montate pe un dispozitiv comun care le pun în mișcare, numit **rack**. Stocarea datelor se face prin modificarea de către capete a câmpului magnetic al suprafeței discului pe diferite **sectoare / piste**. Capetele se mișcă împreună spre interiorul și spre exteriorul pachetului de discuri, fără să atingă suprafața acestora, fiind suspendate pe o pernă de aer, la o mică distanță deasupra sau dedesubtul fiecărei fețe de disc. În cazul în care capul ar putea veni în contact cu discul care se rotește cu viteză mare, s-ar putea pierde câțiva octeți de informație sau chiar s-ar distruge unitatea. Acest eveniment este numit coliziunea capului (head crash). Cele mai multe unități au pe discuri lubrifianți speciali și suprafețele discurilor sunt întărite pentru a putea rezista la “decolările și aterizările” zilnice ca și la ciocnirile mai puternice.

Un alt parametru important la un hard disk îl reprezintă timpul de căutare al unei piste pe disc. Această valoare se poate găsi sub diferite interpretări. Unii producători măsoară timpul de deplasare a capului de la o pistă la alta cu valori de 1-4 ms, în timp ce alții consideră timpul mediu de găsire a unei piste cu valori între 6 și 13 ms.

Interacțiunea dintre hard disk și calculator se face printr-o interfață (controller). Principalele tipuri de interfețe sunt ST 4121206, IDE, SCSI și Fiber Channel.

Unitățile HDD memorează 120 - 2000 GB, se rotește între 5,400 și 10,000 rpm (rotații pe minut) și rata de transfer a informației este de maxim 3 Gbit/s (SATA II). HDD este un dispozitiv de memorare a informației (programe, documente) în format digital, non-volatil, pe suprafața magnetică a unor platan care se rotesc rapid (sunt variante moderne de HDD numai cu piese statice)

Tot unități de memorie externe pe suport magnetic sunt:

- **controlerle și interfețele tip SCSI** foarte importante pentru servere și stații de lucru, **IDE si Serial ATA**;

- **discuri dure portabile** cu conectare USB, Firewire (IEEE 1394).

Discul optic memorează informația în deformațiile de pe suprafața unui disc circular, citește prin iluminarea suprafeței cu o *diodă laser* și este observată reflexia. Deformațiile pot fi permanente (read only media), inscripibile odată și de mai multe ori (recordable or read/write media). Memorarea este ne-volatilă.

Ca discuri optice putem menționa:

- 1) CD, CD-ROM, DVD, BD-ROM (Blu-ray Disc): Read Only Memory - folosite pentru distribuția comercială a informației în formă digitală (muzică, video, programe de calculator);
- 2) CD±R, DVD±R, BD±R: informațiile pot fi înregistrate (recordable) doar o dată, apoi funcționează ca un CD/DVD-ROM;
- 3) CD-RW, DVD-RW, DVD+RW, DVD-RAM, BD-RE: pot fi înregistrate (lent) de mai multe ori și citite repede;
- 4) DVD-Video, DVD-Audio.

Capacitatea de memorare:

DVD±R (SL-single layer): 4.7GB,

DVD±R DL (dual layer): 8.5GB

Blu-ray Disc (BD): 25 GB (single layer), 50 GB (dual layer),

* lungimea de undă a unui DVD laser standard este de 650 nm (culoarea roșie).

CD - ROM - UL a apărut ca o extensie a CD - ului în 1984. Este un disc de plastic cu diametrul de 4.7". Diferența constă în organizarea datelor. Pe CD-ROM informațiile sunt structurate în sectoare, care pot fi citite independent, așa cum se procedează și în cazul unui hard disk. Spre deosebire de hard disk-uri și floppy disk-uri CD-ROM-ul are o singură pistă, o spirală care pornește din centru spre marginea exterioară. Pe fiecare CD-ROM se pot stoca până la 700 MB de date sau 74 minute de muzică.

Există două principii folosite în citirea discurilor CD-ROM: CLV și CAV.

- 1) CLV (Constant Linear Velocity) - este o metodă care a fost utilizată la proiectarea primei generații de unități de citire. Pista de date trecea pe sub capul de citire cu o viteză constantă indiferent dacă erau accesate porțiuni de pe interiorul sau exteriorul discurilor. Acest proces este posibil prin schimbarea vitezei de rotație în funcție de poziția capetelor de citire. Cu cât capetele sunt mai aproape de centrul discului cu atât viteza de rotație este mai mare, pentru a menține un flux constant de informații.
- 2) CAV (Constant Angular Velocity) – este o metoda folosită în majoritatea unităților mai noi și rapide, implică o viteză de rotație fixă a discului. Prin urmare viteza de transfer variază, datele din zona exterioară a discului fiind transferate la o rată mult mai mare. Viteza de rotație cunoaște o limitare obiectivă. În cazul hard disk-urilor se pot atinge valori superioare deoarece platanele se învârt într-un mediu special și închis. În cazul unităților CD-ROM vitezele mari duc la apariția vibrațiilor și a zgomotelor supărătoare.

Pe piață se găsesc și unități CD-R (recordable) și CD-RW (rewriteable). Scrierea CD-R se bazează pe faptul că aceste discuri au un strat sensibil la temperatura care își poate modifica starea o singură dată. Suportul CD-R este numit și WORM (Write Once Read Many). O bună soluție pentru crearea CD-urilor o reprezintă unitățile CD-RW care permit scrierea discurilor de mai multe ori.

Datele tehnice care trebuie urmărite la achiziționarea unui CD-ROM:

- **Viteza de transfer a datelor** – această caracteristică trebuie să fie urmărită în primul rând având în vedere că ea trebuie să fie cât mai mare;
- **Timpul de acces** – reprezintă întârzierea dintre primirea comenzii de citire și citirea primului bit al datelor; exprimat în milisecunde cu valoare tipică de 350 ms;
- **Memoria internă** – unele unități CD-ROM sunt livrate cu cipuri de memorie pe placa logică. Aceste cipuri joacă rolul de buffere (stocarea datelor citite înainte de a fi trimise calculatorului);
- **Interfața** – există două modele de interfață, una fiind pe 8 biți și cea de-a doua pe 16 biți.

Unități DVD (Digital Versatile Disk) - au fost dezvoltate de câteva mari companii în domeniul mediilor de stocare optice, precum Sony și Philips. Citirea discurilor DVD se realizează prin intermediul unei raze laser cu o lungime de undă mai scurtă decât în cazul CD-ROM-ului. Sunt posibile astfel densități de stocare mai mari. Stratul pe care se păstrează informația este de două ori mai subțire decât în cazul CD-urilor. Există astfel posibilitatea scrierii datelor în două straturi. Nivelul exterior, aurit, este semitransparent, permițând citirea stratului inferior, argintat. Raza laser are două intensități, cea mai puternică fiind folosită pentru citirea celui de-al doilea strat.

Există trei versiuni DVD: DVD-ROM, DVD-R și DVD-RAM.

1.7. Echipamente periferice de intrare/iesire

Tastatura – este cel mai răspândit dispozitiv de introducere a textului pe calculator. Principalii parametri de caracterizare ai unei tastaturi sunt:

- Viteza de tastare
- Rata de eroare
- Rata de învățare
- Oboseala
- Portabilitatea
- Preferințele utilizatorilor

Interfața tastaturii: O tastatură constă dintr-o serie de comutatoare montate într-o rețea, numită matricea tastelor. Când se apasă o tastă, un procesor aflat în tastatură o identifică prin detectarea locației din rețea care arată continuitatea. De asemenea, acesta interpretează cât timp stă tasta apăsată și poate trata chiar și tastările multiple. Interfața tastaturii este reprezentată de un circuit integrat denumit keyboard chip sau procesor al tastaturii. Un buffer de 16 octeți din tastatură operează asupra tastărilor rapide sau multiple, transmițându-le sistemului succesiv.

În cele mai multe cazuri, atunci când apăsăm o tastă, contactul se face cu mici întreruperi, respectiv apar câteva clipuri rapide închis – deschis. Acest fenomen de instabilitate verticală a comutatorului se numește bounce, iar procesorul din tastatură trebuie să îl filtreze, adică să îl deosebească de o tastare repetată intenționat de operator. Lucrul acesta este destul de ușor de realizat deoarece întreruperile produse de instabilitatea verticală sunt mult mai rapide decât tastările repetate cele mai rapide.

Mouse-ul – este componenta hardware din categoria echipamentelor de intrare ale unui sistem de calcul, a cărui mișcare pe o suprafață plană este corelată cu deplasarea pe ecran a unui cursor cu o formă deosebită, de obicei săgeată, ce constituie cursorul de mouse.

Componentele principale ale unui mouse sunt:

- placa cu componente electronice;
- carcasă;
- bilă de cauciuc care semnalează sistemului mișcările făcute;
- câteva butoane;
- cablu pentru conectarea la sistemul de calcul;
- conector de interfață pentru atașarea dispozitivului la sistem.

Placa de rețea – face parte din categoria plăcilor de extensie și reprezintă echipamentul instalat pe un PC pentru a realiza conectarea acestuia la o rețea.

Calculatoarele personale și stațiile de lucru dintr-o rețea locală sunt echipate de obicei cu plăci de rețea ce realizează transmisia datelor folosind tehnologie Ethernet sau Token Ring. Conexiunea realizată prin intermediul unei plăci de rețea este permanentă spre deosebire de conexiunea oferită de modem care se limitează doar la timpul cât linia telefonică este deschisă.

Tehnologia Ethernet este cea mai răspândită în cadrul rețelelor locale. Dezvoltată inițial de Xerox, această tehnologie a fost îmbunătățită mai departe de Xerox, DEC și Intel. De obicei, sistemele sunt echipate cu plăci Ethernet sau de tip 10 BASE-T.

Modem-ul este echipamentul care permite unui calculator să comunice cu altul prin intermediul liniilor telefonice. Modem-ul convertește semnalul digital venit de la calculator în semnal analogic pentru circuitele telefonice convenționale pe bază de sârmă sau fibră optică, precum și cele prin undă radio sau prin cablu video și invers, adică primește semnal analogic și îl convertește în semnal digital.

Semnalul de la portul serial al unui PC preluat de modem, este transformat în semnal analogic modular care apoi este transmis pe linie telefonică la un alt modem. Acest al doilea modem demodulează semnalul primit, îl transformă în semnal digital și apoi în formatul interfeței RS 232 și îl trimite prin cablu de modem la portul serial al calculatorului la care este conectat.

Marea majoritate a modemurilor disponibile pe piață sunt capabile să transmită și să primească și date de tip fax. În acest caz, dacă documentul ce se dorește a fi trimis este în format electronic, calculatorul îl tratează ca pe o imagine scanată ce va fi trimisă ca bitmap.

Tipuri de modem: interne și externe.

Imprimanta este un dispozitiv atașat unui calculator ce permite tipărirea imaginilor și textelor aflate în calculator pe diferite formate standard de suport putând fi considerată ca un fel de mașină de scris automată. Imprimantele pot fi:

- 1) Imprimante orientate pe caracter – memorează și tipăresc un caracter dintr-o dată:
 - a) Imprimante cu impact – caractere metalice + panglică tușată
 - b) Imprimante cu ace (matriciale) – principiul matricii de puncte pentru afișare
 - c) Imprimante chimice – presiune (ardere) hârtie tratată chimic
 - d) Imprimante cu jet de cerneală – picături microscopice încărcate electric
 - 2) Imprimante orientate pe linie – imprimante de impact la nivel de linie
 - 3) Imprimante orientate pe pagină – numite imprimante laser asociază tehnologia laser cu tehnologia copiatoarelor.
- **Imprimanta matricială cu 9, 18 sau 24 de ace** – realizează imprimarea prin impactul acelor din metal prețios, acționate de electromagneși peste o bandă tușată, asupra hârtiei. Se caracterizează printr-o viteză de tipărire redusă, rezoluție mică și un zgomot pronunțat. Avntajul acestor imprimante este prețul foarte redus al consumabilelor.
 - **Imprimanta cu jet de cerneală** – funcționează prin pulverizarea fină a unor picături de cerneală pe hârtia de imprimat. Există mai multe tehnologii de imprimare cu cerneală, cum ar fi inkjet, bubblejet, cu sublimare etc care variază în funcție de modul de impregnare a cernelii pe foaie. În principiu, imprimarea cu cerneală constă în pulverizarea picăturilor de cerneală prin intermediul unor duze foarte fine. Avantajele oferite de aceste imprimante constau în rezoluția bună și viteza relativ mare de imprimare. Dezavantajul îl constituie costul ridicat al consumabilelor.
 - **Imprimanta laser** – după cum arată numele, folosește raze de laser sau mici diode luminescente care încarcă electrostatic un tambur de imprimare, corespunzător caracterului care urmează a fi imprimat. Prin facilitățile oferite, ele sunt dedicate îndeosebi utilizatorilor care au nevoie de performanță și viteză de tipărire. În plus, costul consumabilelor raportat la numărul de pagini tipărite este mult mai redus decât la imprimantele cu cerneală. Procedeele de imprimare constă în folosirea unei raze laser

pentru a atrage cerneala pe un tambur care apoi imprimă cerneala pe foaie. Această tehnologie asigură o viteză de imprimare, care poate varia între câteva pagini și câteva zeci de pagini pe minut, alături de o rezoluție foarte bună.

Principali parametri de caracterizare ai unei imprimante sunt:

- Calitatea imprimării sau rezoluția – numărul de puncte tipărite pe un inch;
- Viteza – se măsoară fie prin numărul de caractere tipărite pe secundă, fie prin numărul de pagini pe minut;
- Modalitatea de alimentare cu hârtie;
- Zgomotul care se produce în timpul tipăririi;
- Numărul de fonturi pe care le poate tipări, tipul acestora și compatibilitatea fonturilor pentru imprimantă cu fonturile pentru ecran;
- Limbajul de control al imprimantei – set de comenzi;
- Capacitatea de emulare a imprimantei – capacitatea unei imprimante de a recunoaște limbajul de control al altei imprimante;
- Costul imprimantelor;
- Conectivitatea;
- Lățimea carului – numărul de coloane de caractere imprimabile pe hârtie;
- Cromatica rezultatului imprimării.

Scannerul este un dispozitiv care transformă informația analogică în format digital. El se bazează pe fenomenul de modificare a intensității unui fascicul luminos în momentul în care acesta întâlnește o suprafață de culoare oarecare. Principalele caracteristici ale unui scanner sunt:

- Rezoluția
- Adâncimea culorii
- Suprafața și viteza
- Tehnologia folosită

Tipuri de scanner:

- **Flatbed scanners** – este cel mai răspândit tip de scanner acesta asemănându-se cu un copiator;
- **Sheetfed scanners** – se aseamănă mai mult cu un fax sau cu un plotter;
- **Drum scanners** - documentul se așează pe un cilindru de sticlă care apoi se rotește cu viteză foarte mare;
- **Hand scanners** – se aseamăna cu un mouse supradimensionat;
- **Slide scanners** – pentru filme foto, diapozitive, radiografii etc.

Monitorul este componenta hardware prin care se prezintă sub formă de imagini și text (afișare) informația generată de calculator.

Clasificarea monitoarelor

- a) După culorile de afișare
 - Monitoare monocrome: pot afișa doar două culori, de obicei negru și una din culorile alb, verde sau ocru-galben;
 - Cu niveluri de gri: pot afișa o serie de intensități de culoare între alb și negru.
 - Color: utilizează combinarea a 3 culori fundamentale: roșu, verde și albastru, cu diferite intensități pentru a crea ochiului uman impresia unei palete foarte mari de nuanțe.
- b) După tipul semnalelor video:
 - Monitoare digitale – acceptă semnale video digitale;
 - Monitoare analogice pot afișa un număr nelimitat de culori datorită faptului că acceptă semnalul video analogic
- c) După tipul grilei de ghidare a electronilor în tub:
 - Cu mască de umbrire – ghidarea fluxurilor de electroni spre punctele de fosfor corespunzătoare de pe ecran este realizată de o mască metalică subțire prevăzută cu orificii fine;
 - Cu grila de apertură: În locul măștii de umbrire se află o grilă formatată din fire metalice fine, verticale, paralele, bine întinse și foarte apropiate între ele.
- d) După tipul constructiv al ecranului
 - Monitoare cu tuburi catodice convenționale(CTR)
 - Dispozitive de afișare cu ecran plat (FPD)

Specificațiile monitorului

- Dimensiunea ecranului și suprafața utilă
- Lățimea de bandă – este o măsură a cantității totale de date pe care monitorul le poate manipula într-o secundă și se măsoară în MHz.
- Tactul de afișare – este tactul cu care placa video trimite informațiile grafice necesare afișării unui pixel pe ecranul monitorului.
- Rata de reîmprospătare pe orizontală – este o măsură a liniilor orizontale baleiate de monitor într-o secundă.
- Întreșeserea cadrelor – este o tehnologie mai veche provenită din televiziune unde inițial se lucra cu 30 de cadre întregi de imagine pe secundă. Din cauză că rata de refresh de 30 Hz produce pâlparea flagrantă a imaginii afișate, s-a divizat semnalul video în două câmpuri pentru un același cadru, rezultând câte două semicadre de imagine.
- Densitatea de punct – este definită ca distanța dintre oricare două puncte vecine de pe ecran.
- Rezoluția – capacitatea unui monitor de a afișa detalii fine.
- Monitoare cu frecvență fixă / multisincrone.
- Compatibilitatea DPMS – sau VESA DPMS , adică Video Electronics Standards Association's Display Power Management System, este un standard care definește

tehnicele de reducere a consumului de energie electrică și de prevenire a arderii punctelor de fosfor ale ecranului monitorului.

- Protecția anti-radiație – fixează limite maxime pentru radiațiile electro-magnetice de foarte joasă-frecvență.
- Tratarea anti-reflexie – pentru a evita reflecția luminii externe și fenomenul de oglindire, ecranele monitorului sunt tratate cu substanțe speciale, care dispersează lumina incidentă din exterior.
- Suport Plug & Play – ușurează munca de instalare și configurare a monitorului la sistemul de calcul gazdă.

Tipuri constructive de ecrane și tuburi:

- 1) Ecrane cu tub catodic
 - Tuburi catodice cu mască de umbrire
 - Tuburi catodice cu grilă de apertură
- 2) Ecrane plate
 - Ecranul cu cristale lichide
 - Ecranele cu plasmă
- 3) Ecrane tactile
 - Ecrane tactile capacitive
 - Ecrane tactile acustice
 - Ecrane tactile rezistive
 - Ecrane tactile cu infraroșii

Placa video este ansamblul de circuite care realizează prelucrările finale ale informației care va fi afișată pe ecranul monitorului, generând totodată comenzile de afișare necesare spre monitor. Componentele de bază ce alcătuiesc arhitectura unei plăci video sunt:

- Memoria video
- Coprocesorul video
- Regiștrii de deplasare
- Controllerul de atribute
- Circuitele de conversie analog-numerică
- Video-BIOS
- Controllerul de magistrală, generatoare de tact.

Memoria video – Pentru a funcționa, o placă video trebuie să dispună de memorie. Memoria este folosită de sistemele de afișare ca buffer de cadre, în care imaginea de pe ecran este stocată în formă digitală, fiecărui element de imagine corespunzându-i o unitate de memorie. Întregul conținut al buffer-ului de cadre este citit de 44 până la 75 de ori pe secundă în timp ce imaginea stocată este afișată pe ecran. În cazul cipurilor DRAM normale, operațiile de citire și de scriere nu pot fi făcute simultan. Una dintre operații trebuie să aștepte terminarea celeilalte. Așteptarea afectează negativ performanțele video, viteza generală a sistemului și răbdarea utilizatorilor. Stările de așteptare pot fi evitate prin folosirea unor cipuri speciale de memorie, aceste memorii funcționează precum un depozit cu două uși – microprocesorul poate introduce date în depozit pe o ușă în timp ce sistemul video le scoate pe cealaltă. Această memorie poate avea două forme: memorie cu două porturi reale, care permit scrierea și citirea simultană, și cipuri de memorie video având un port care permite accesul aleatoriu pentru citire și scriere și un port care nu permite decât citirea secvențială.

Multimedia este sistemul de punere alături pe un PC a vocii, imaginii, datelor și secvențelor video.

Placa de sunet

Calculatoarele moderne pot fi dotate cu o placă de extensie care face posibilă reproducerea muzicii sau vocii. Această placă de extensie se numește placă de sunet. Interfața MIDI – Musical instruments digital interface – este un concept de comunicație pentru instrumente electronice bazate pe interfețe seriale. Comunicația are loc pe baza unui protocol, fiind posibilă astfel comunicarea mai multor instrumente de la producători diferiți. MIDI posedă o serie de instrumente de comandă denumite MIDI EVANTS.

Caracteristici și parametrii ale unei plăci de sunet:

- înălțimea – rata de producere a vibrațiilor. Se măsoară în Hz sau cicluri pe secundă. Nu se pot auzi toate frecvențele posibile.
- intensitatea – unui sunet se numește amplitudinea produsă de puterea vibrațiilor care produc sunetul. Tăria sunetului se măsoară în decibeli (DB).
- răspunsul în frecvență – al unei plăci de sunet este gama în care un sistem audio poate înregistra și-sau reda la un nivel de amplitudine auditiv constant.
- distorsiune armonică totală – măsoară liniaritatea răspunsului unei plăci de sunet respectiv a curbei de răspuns în frecvență. Este o măsurare a acurateții cu care sunetul este produs.

După modul de conectare pe placa de bază, plăcile de sunet pot fi PCI sau ISA. Odată cu consacrarea standard a magistralelor PCI, plăcile ISA au devenit tot mai rare. O placă ISA bună nu va avea performanțe mult mai slabe în comparație cu versiunea PCI, dar plăcile de bază noi oferă din ce în ce mai puține sloturi ISA. Din această cauză, înainte de a se achiziționa o placă de sunet, trebuie să se aibe în vedere dacă există slot liber pe placa de bază.