

CAPITOLUL 2

SISTEME DE OPERARE

- 2.1. Noțiuni de bază
- 2.2. Rolul unui SO
- 2.3. Componentele unui SO
- 2.4. Funcțiile SO
- 2.5. Principalele tipuri de SO
- 2.6. Dezvoltări ale SO
- 2.7. Fișiere și directoare – concepte de bază

2.1. Noțiuni de bază

Un sistem de calcul nu poate să prelucreze date fără să fie programat, un program constând dintr-o succesiune de instrucțiuni care converg către soluția problemei ce se rezolvă.

Sistemul de calcul dispune pe lângă componenta fizică (hardware) și o componentă logică (software) alcătuită din ansamblul programelor și procedurilor care asigură îndeplinirea funcțiilor sistemului de calcul și din programele aplicative care asigură prelucrarea automată a datelor (software). Mulțimea datelor care urmează a fi prelucrate este organizată în fișiere sau baze de date.

Orice sistem de calcul, fie că acesta este centralizat sau distribuit, poate fi utilizat doar dacă are implementat și o componentă adecvată de software. Prin intermediul software-ului se poate *memora, prelucra, regăsi și distribui* informația. După rolul pe care îl deține în utilizare, software-ul se divide în două mari categorii:

- programe de sistem
- programe de aplicație

Programele de sistem sunt acele programe menite să asigure funcționarea sistemului de calcul. Acestea includ:

- Sistemul de operare;
- Translatoarele;
- Interpretoarele de comenzi;
- Editoare de texte și legături;
- Programele de comunicație.

Programele de aplicații rezolvă problemele utilizatorilor. Exemple de programe de aplicații sunt următoarele:

- Procesoare de texte;
- Programe pentru bazele de date;
- Navigatoare web;
- Instrumente pentru dezvoltare aplicații;
- Produsele pentru editarea de imagini;
- Sisteme bancare și financiar-contabile;
- Aplicații pentru evidența bibliotecilor.

Sistemul de operare este componenta soft principală a unui calculator care gestionează funcționarea în mod unitar a componentelor hardware, adică le permite acestora să colaboreze unele cu celelalte în scopul funcționării optime a aplicațiilor soft (programelor) instalate pe calculator. SO se interpune deci între componentele hardware și cele software iar de aici rezultă rolul său esențial pentru funcționarea calculatorului. Fiecare soft de aplicații (editoarele de text, programele de calcul tabelar, etc.) este specializat în realizarea anumitor sarcini și de aceea se poate spune că fiecare soft este un fel de "creier" specializat în domeniul său. Aceste "creiere" (diversele softuri instalate pe calculator) nu ar putea însă funcționa optim dacă nu ar avea la dispoziție un sistem de interacțiune cu componentele hardware. Aici intervine SO care pune la dispoziție "rețeaua nervoasă" prin care softul intra în contact cu "mușchii" (componentele hardware) care trebuie să producă acțiunile dorite de soft (de ex. generarea de imagini, sunete, etc.).

În timp, între evoluția componentei hardware și software a existat un paralelism. Astfel, după 1980, odată cu apariția primelor rețele de calculatoare, au început să se folosească *sistemele de operare în rețea* sau *sistemele de operare distribuite*, ca o completare a *sistemelor de operare centralizate* (care mai sunt cunoscute ca sisteme de operare monoprocesor).

SO este constituit dintr-un ansamblu de programe. Sistemul de operare, după inițializarea încărcării sale în memoria principală (RAM - Random Access Memory) prin programul denumit *bootstrap*, are rolul de a administra resursele sistemului și oferă baza pentru realizarea programelor de aplicație.

Programele de aplicații pot utiliza sistemul de operare prin lansarea cererilor de serviciu unei *interfețe de programare a aplicațiilor (API - Application Program Interface)*. API reprezintă setul de funcții ce poate fi folosit de programatori în vederea dezvoltării propriilor aplicații pentru un anumit sistem de operare (de exemplu: *Windows API*). În plus, utilizatorii pot interacționa direct cu sistemul de operare printr-o interfață, reprezentată printr-un limbaj de comenzi.

Sistemele de operare pot fi clasificate, la modul foarte general, astfel:

- *Sisteme GUI (Graphical User Interface)* – sunt sistemele de operare care au capacitatea de a utiliza mouse-ul prin intermediul unei interfețe grafice. Următoarele sisteme de operare fac parte din această categorie: *MacOS, MacOSX, UNIX, Linux, Windows 95/98/Me, Windows NT/2000/XP, Windows Vista, Win 7*.
- *Sisteme multi-utilizator* – aceste sisteme de operare permit mai multor utilizatori să folosească sistemul în același timp și să execute programele în mod simultan. În această categorie putem include sistemele de operare din familiile *UNIX, Linux și Windows*.
- *Sisteme multi-procesoare* – sunt sistemele de operare care permit utilizarea mai multor procesoare. Sistemele de operare incluse în această categorie sunt: *UNIX, Linux, Windows NT/2000/XP/Vista/7*.
- *Sisteme multitasking* – sunt sistemele de operare care permit ca multiple procese software să fie încărcate și rulate în același timp. Sistemele de operare incluse în această categorie sunt: *UNIX, Linux, Windows 95/98/Me/NT/2000/XP/Vista/7*.
- *Sisteme multi-threading* – sunt sistemele de operare care permit diferitelor părți ale programelor să fie executate concurențial. Sistemele de operare incluse în această categorie sunt: *UNIX, Linux, Windows 95/98/Me/NT/2000/XP/Vista/7*.

Pe calculatoarele compatibile IBM-PC sistemele de operare care pot fi folosite sunt: *MS-DOS*, *Windows 3.1*, *Windows 95/98/Me*, *Windows NT/2000/XP*, *Windows Vista*, *Win 7*, *OS2*, variante de *UNIX* sau *Linux*.

Calculatoarele *Macintosh* utilizează sistemul de operare denumit *MacOS* (sistemul *MacOSX* mai nou, bazat pe nucleu UNIX). Există și o versiune *free* a sistemului de operare Linux pentru calculatoarele Macintosh. Sistemul de operare pentru stațiile *HP*, stațiile *Silicon Graphics* și *Sun* este *UNIX*.

Dacă se ține seama de modul de execuție a programelor utilizatorilor, sistemele de operare pot fi grupate în:

- sisteme de operare cu *prelucrarea pe loturi (batch processing)*;
- sisteme de operare *time-sharing*;
- sisteme de operare în *timp real*.

În cazul sistemelor de operare cu *prelucrarea pe loturi (batch processing)*, programele utilizatorilor sunt reunite într-un punct central de calcul, unde sunt grupate pe loturi pentru a fi plasate într-un fir de așteptare pe unul din sistemele pe care se vor executa. Pe durata execuției programelor, utilizatorii nu au posibilitatea să interacționeze cu sistemul de calcul.

Sistemele de operare *time-sharing* oferă posibilitatea utilizatorilor concurenți să-și partajeze în timp resursele fizice și logice ale sistemului de calcul (procesor, memorie, imprimantă, fișiere etc.) în vederea execuției sarcinilor. Timpul de răspuns se poate reduce la câteva secunde.

Sistemele de operare în *timp real* au capacitatea să execute programe/aplicații într-un timp stabilit anterior. Prelucrarea în timp real implică menținerea unei comunicații directe între utilizator și sistemul de calcul. Sistemele de operare în timp real sunt proiectate pentru aplicații complexe, cum ar fi conducerea automată a unor procese de producție, sisteme bancare, sistemele de rezervare a locurilor pentru liniile aeriene etc. Sistemele de operare care se utilizează în mod frecvent reprezintă combinații ale tipurilor enumerate anterior.

Modalități de accesare a unui SO

Un SO realizează următoarele servicii pentru aplicații:

- În cazul sistemelor de operare *multitasking*, când programe multiple pot fi încărcate în același timp, sistemul de operare stabilește ce aplicații se vor executa, în ce ordine și cât timp se alocă fiecărei aplicații înainte de a se da controlul alteia;
- Administrarea memoriei centrale, care este alocată diverselor aplicații;
- Administrarea intrărilor și ieșirilor de la/spre dispozitivele conectate (harddisk, imprimantă, scanner);
- Emiterea de mesaje către aplicații sau utilizatorul interactiv (sau operatorul de sistem) despre starea operațională și orice eroare care poate apare;
- Pe calculatoarele care realizează prelucrări paralele, sistemul de operare poate decide modul în care este divizat programul, astfel încât să fie executat pe mai multe procesoare în același timp.

În general, există două modalități prin care programatorii pot accesa facilitățile unui sistem de operare: linia de comandă și apelurile de sistem. Spre exemplu, în cazul SO UNIX, o funcție a sistemului de operare poate fi accesată în două variante:

- prin intermediul interpretorului de comenzi, program de tip shell-script sau prin selecția de pe desktop în cazul unui mediu grafic;
- prin apeluri de funcții chemate din programe utilizator (folosind interfața *API - Application Programming Interface*).

Una dintre proprietățile de bază ale unui sistem de operare este aceea de a asigura accesul utilizatorilor la resursele hardware și software ale calculatorului. De regulă, sistemul de operare presupune existența mai multor nivele software dispuse logic sub forma unor cercuri concentrice, în centru fiind partea hardware, urmând apoi driverele și kernelul, interpretorul de comenzi și aplicațiile utilizator. Partea centrală (nucleul sau kernelul) care este în strânsă legătură cu componenta hardware este reprezentată de driverele de echipamente, administratorul memoriei și dispecerul de procese. Utilizatorul are acces la sistem prin intermediul liniei de comandă sau a mediului grafic cu ferestre.

O altă posibilitate de a da comenzi sistemului de operare este aceea a utilizării unor fișiere de comenzi, denumite shell-script-uri în cazul sistemului de operare UNIX și fișiere „batch” în cazul sistemului de operare DOS/Windows. Apariția **interfețelor grafice** a făcut ca activitatea de introducere a comenzilor să devină mai prietenoasă, astfel încât introducerea de la tastatură a comenzilor a fost completată de posibilitatea utilizării unui mediu grafic cu ferestre, meniuri cu diferite variante de selecție etc. Selectarea unui simbol grafic (*icon*) cu ajutorul unui pointer de mouse este o operație mai ușoară și mai simplă decât aceea de a reține o comandă de genul *ls* sau *dir*, *cp* sau *copy*. Totodată, pentru utilizatorii profesioniști și pentru administratorii de sisteme abilitatea de a scrie programe la linia de comandă și de a crea utilitare de tip shell-script sau batch este deosebit de importantă pentru automatizarea unor sarcini uzuale și pentru administrarea cu succes a sistemului. Sistemul de operare UNIX oferă o serie întregă de interpretoare (Bourne Shell, C Shell, Korn Shell, Bourne Again Shell, TC Shell etc.) din care utilizatorii își pot alege programul preferat.

În concluzie, sarcina principală a unui sistem de operare este aceea de a face ca resursele hardware și software ale calculatorului să fie cât mai disponibile utilizatorului. Atunci când un calculator este partajat de mai mulți utilizatori sau de mai multe sarcini, rolul sistemului de operare este acela de a aranja și arbitra utilizarea resurselor calculatorului precum și de a oferi soluții software prin intermediul programelor de aplicații. De multe ori eficiența de lucru a unui calculator depinde mai mult de „îndemânarea” sistemului de operare de a administra sarcinile decât de puterea brută de calcul a procesorului sau a unor dispozitive periferice.

2.2. Rolul unui SO

Așa cum am precizat în paragraful anterior, sistemul de operare reprezintă ansamblul de programe care asigură utilizarea optimă a resurselor fizice și logice ale unui sistem de calcul.

Un SO are rolul de a gestiona funcționarea componentelor hardware ale sistemului de calcul, de a coordona și controla execuția programelor și de a permite comunicarea utilizatorului cu sistemul de calcul. Folosirea hardware-ului unui sistem de calcul ar fi dificilă și ineficientă în lipsa unui sistem de operare. Pe scurt, sistemul de operare este componenta software care coordonează și supraveghează întreaga activitate a sistemului de calcul și asigură comunicarea utilizatorului cu sistemul de calcul.

Rolul SO nu se limitează însă la asigurarea unei interfete 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. Analogiile între corpul uman și calculator sunt instructive și în același timp destul de ușor de înțeles. Dacă lăsăm de-o parte analogia de mai sus putem să creăm o altă analogie referitoare la relația dintre SO și softurile instalate. Sistemul de operare poate fi asemănat cu scheletul uman care ofera stabilitate și, de asemenea, puncte de fixare pentru mușchi. Mușchii sunt aceia care pun în mișcare diversele părți ale corpului în așa fel încât să poată fi efectuate acțiunile pe care le dorește un om (mers, alergat, apucat, zâmbit, etc.). Softurile pe care le instalăm pe harddisc pot fi asemădate cu mușchii pentru ca ele sunt acelea care ne permit efectuarea operațiunilor pe care le dorim (editare de text, vizionare de filme, etc.). Mușchii nu ar putea însă funcționa dacă nu ar exista punctele de fixare oferite de oasele scheletului și în mod similar nici softurile nu ar putea funcționa dacă nu ar beneficia de suportul (ajutorul) sistemului de operare care le pune la dispoziție o parte din resursele calculatorului, în așa fel încât softurile să-și ducă la bun sfârșit sarcinile impuse de utilizator.

2.3. Componentele unui SO

În mod tradițional, sistemul de operare este constituit din trei componente:

- *Kernel-ul* include funcțiile de nivel jos care vor fi încărcate în memorie după execuția procesului de inițializare a calculatorului. Un exemplu ar fi modulul care realizează controlul fluxului de date între memorie și unitățile de I/E. Pentru sistemul de operare MS-DOS, nucleul este fișierul ascuns *msdos.sys* (*ibmdos.com*).
- *Shell-ul* sau *interpretorul de comenzi* asigură interfața între utilizator și calculator (spre exemplu, shell-ul sistemului de operare MS-DOS este fișierul *command.com*).
- *Sistemul de fișiere* - reprezintă, pe scurt, modalitatea de organizare a fișierelor pe disc. Există o diversitate de sisteme de fișiere, de la *FAT16*, *FAT32* și *NTFS* pentru sistemul de operare Windows până la *NFS (Network File System)*, *RFS (Remote File Sharing)* și *AFS (Andrew File System)* pentru sisteme de operare din familia UNIX.

Din punctul de vedere al interacțiunii cu componentele hardware ale sistemului de calcul și după modul de implementare a software-ului, sistemul de operare este organizat pe două niveluri:

- **nivelul fizic** include componenta firmware a sistemului de calcul; acest nivel oferă servicii privind lucrul cu componentele hardware ale sistemului de calcul și cuprinde acele elemente care depind de structura hardware a sistemului. Tot în nivelul fizic sunt incluse programe a căror execuție este indispensabilă, de exemplu programul care lansează încărcarea automată a sistemului de operare, la pornirea calculatorului.

La acest nivel, comunicarea cu sistemul de calcul se realizează prin intermediul sistemului de întreruperi, prin care se semnalează anumite evenimente apărute în sistem; la apariția unei întreruperi, controlul este dat unor rutine de pe nivelul următor al sistemului de operare;

Exemplu: la sistemele de calcul compatibile PC, componenta sistemului de operare de pe nivelul fizic este componenta ROM-BIOS.

Aceasta include programe grupate după funcția lor în :

- programele care se execută la pornirea sistemului de calcul: programul **POST (Power-On Self-Test)**, care verifică starea de funcționare a sistemului de calcul și programele de inițializare a activității sistemului (rutina de încărcare a primului sector al discului sistem) ;
 - rutinele care fac posibilă utilizarea componentelor fizice ale sistemului de calcul, rutine numite drivere fizice; ele oferă servicii pentru lucrul cu configurația hardware standard a sistemului de calcul : consola, tastatura, imprimanta, perifericele standard și ceasul sistemului. Avantajul acestei soluții este că asigură independența software-ului de pe nivelul logic față de caracteristicile constructive ale componentelor hardware de bază, ele fiind tratate unitar, prin intermediul driverelor.
- **nivelul logic** include partea de programe a sistemului de operare și oferă utilizatorului mijloacele prin care poate exploata sistemul de calcul; comunicarea utilizatorului cu

sistemul de calcul se realizează prin comenzi adresate sistemului de operare sau prin intermediul instrucțiunilor programelor pe care le execută invers, comunicarea se realizează prin intermediul mesajelor transmise de sistemul de operare către utilizator.

Programele nivelului logic adresează dispozitivele hardware prin intermediul programelor nivelului fizic al sistemului de operare și din acest motiv ele sunt independente de structura hardware a sistemului de calcul: nivelul fizic constituie o interfață între hardware și nivelul logic al sistemului de operare.

Din punct de vedere funcțional, programele sistemului de operare se împart în două categorii :

- programe de comandă și control, care cuprinde programe ce au rolul de a asigura utilizarea eficientă a resurselor sistemului de calcul prin coordonarea și controlul activității tuturor celorlalte componente ale SO, a executării întocmai a funcțiilor SO.
- programe de servicii (prelucrări), care cuprinde programe destinate minimizării efortului uman implicat de utilizarea sistemului de calcul. Aceste programe sunt executate sub supravegherea programelor de comandă și control, fiind utilizate de programatori pentru dezvoltarea unor programe de aplicație.

Programele de comandă – control cu principala componentă supervisorul (denumit și monitor sau executiv) coordonează activitățile tuturor celorlalte componente ale sistemului de operare.

Supervisorul (monitor sau executiv) este principala componentă a programelor de comandă și control. Cele mai frecvent utilizate componente ale supervisorului sunt încărcate în memoria internă; aceste componente sunt referite ca *rutine rezidente*, deoarece sunt păstrate în memoria internă pe tot parcursul execuției de către sistemul de calcul a oricăror programe.

Rutinele tranziente rămân în memoria externă cu celelalte componente ale sistemului de operare și sunt încărcate în memoria internă de către rutinele rezidente atunci când sunt solicitate.

Supervisorul execută operațiile de intrare/ieșire și alocă magistrala pentru diverse unități de intrare/ieșire în scopul transferului.

Programele de comandă-control controlează și coordonează UCP în timpul execuției programelor din memoria internă în sensul recepționării și transmiterii de mesaje către periferice prin intermediul magistralei; afectarea dispozitivelor periferice de intrare/ieșire etc.

Programele de servicii cuprind următoarele categorii de programe:

- translatoare de limbaje care au rolul de a traduce programele sursă scrise în diverse limbaje de programare, în formă binară recunoscută de sistemul de calcul. Programul în formă binară se numește programul obiect. Translatoarele de limbaj pot fi:
 - asamblatoare – componente specifice fiecărui sistem de calcul;
 - compilatoare – componente specifice unui anumit limbaj de programare evoluat;
 - interpretor – care după translatarea fiecărei instrucțiuni o și execută.
- editoarele de legături prelucrează modulele obiect, le assemblează într-un modul executabil, task, preluând eventual și module obiect din bibliotecile de sistem; el alocă adresele reale de memorie;
- încărcătorul încarcă în memoria internă în vederea execuției, programele executabile;

- editoarele de text sunt componente destinate creării și modificării programelor sursă, asimilate unor texte;
- utilitare care sunt destinate să execute anumite funcții specifice: transfer de fișiere, sortare, interclasare, compresie/decompresie date etc.;
- bibliotecarul și bibliotecile de sistem creează și gestionează module obiect ale sistemului, apelabile din programele de aplicații;
- organizarea colecțiilor de date este tratată de către componente ce vizează gestiunea operațiilor de intrare /ieșire prin fișiere, baze de date.

2.4. Funcțiile unui sistem de operare

Un sistem de operare este un program care controlează execuția programelor de aplicație și acționează ca o interfață între utilizator și partea hardware a calculatorului. Scopul unui sistem de operare este de a rezolva problemele utilizatorului, adică de a executa programele de aplicație. La executarea aplicațiilor concurează atât partea hardware, cât și cea software a calculatorului.

Partea din sistemul de operare este rezidentă în permanență în memoria internă. Ea se numește *Kernel* sau *nucleu* și conține funcțiile cele mai folosite ale sistemului de operare.

Funcțiile sistemului de operare sunt:

- *Administrarea proceselor*
 - crearea și terminarea proceselor;
 - planificarea și administrarea proceselor;
 - comutarea între procese;
 - sincronizarea proceselor și asigurarea comunicării între procese;
 - administrarea blocurilor de control a proceselor.
- *Administrarea memoriei:*
 - alocarea pentru proces a spațiului de adrese;
 - asigurarea schimbului între memoria internă și disc;
 - administrarea segmentelor sau paginilor.
- *Administrarea sistemului de intrare - ieșire:*
 - administrarea bufferelor;
 - alocarea la procese a canalelor de comunicație și a modulelor de intrare-iesire.

Funcția principală a unui sistem de operare este de a administra diferite resurse disponibile (memoria internă, procesoare, dispoziție de intrare-ieșire) și de a planifica utilizarea lor de către diferite procese active.

Resursa este o componentă a sistemului de operare. Un program care consumă o resursă sau un utilizator care folosește o resursă se numește *clientul resursei*.

Resursele fizice sunt componentele hardware ale calculatorului care au funcții de prelucrare, păstrare sau transferare a informației. Din această categorie fac parte procesorul, memoria internă, modulele de control ale operațiilor de intrare-ieșire și dispozitivele periferice.

Resursele fizice se pot clasifica în funcție de modul în care sistemul de operare pune resursa la dispoziția clientului:

- *Resurse fizice propriu-zise* care reprezintă componente efective ale sistemului de operare care pot fi eventual partajate între mai multe programe sau utilizatori.
- *Resurse virtuale* care sunt componente ale sistemului de operare pe care le pune la dispoziția clientului pentru a le folosi în exclusivitate.

Resursele logice sunt componentele software ale calculatorului, care au funcții de administrare a resurselor și a datelor, de planificare și executare a programelor de aplicație, de organizare și de prelucrare a datelor. Din această categorie fac parte programele și datele.

Sistemele de operare sunt alcătuite în principal din două *categorii de programe*:

- *programe de comanda - control*, având rolul de coordonare și control al tuturor funcțiilor sistemului de operare;
- *programe de servicii*, care sunt executate sub supravegherea programelor de comanda-control și sunt utilizate de programator pentru dezvoltarea aplicațiilor.

Programele de comandă - control sunt cunoscute și sub numele de monitoare, supervizoare sau executive, coordonează activitatea celorlalte componente ale SO

Cel mai frecvent utilizate componente ale supervisorului sunt încărcate în memoria internă încă de la generarea sistemului de operare, celelalte componente rămân în memoria externă fiind apelate și executate numai atunci când sunt solicitate de către nucleul SO asemenea programului de aplicație.

Supervisorul inițiază execuția operațiilor de intrare-ieșire pentru transferul componentelor tranzitorii din memoria externă în memoria internă, fiind totodată responsabil de alocarea canalelor de intrare-ieșire, de asemenea efectuează controlul și coordonarea unității centrale de prelucrare CPU, pe parcursul recepționării de mesaje de la canalele prin care se execută transferul, a execuției programelor din memoria internă, respectiv a transmiterii de mesaje către dispozitivele periferice de intrare-ieșire prin intermediul magistralelor.

Folosind programul *shell*, utilizatorul poate să comunice sistemului de operare activitățile pe care trebuie să le execute, modul în care sunt delimitate activitățile, structura acestor activități, resursele fizice și logice necesare pentru executarea lor și informații despre seturile de date folosite.

Evoluția sistemelor de operare a dus la descompunerea lucrărilor în procese pentru a se utiliza mai optim resursele sistemului de calcul. Aceste procese se pot executa reconvențional sau concurrent, în funcție de logica lucrării. Orice SO modern se bazează pe componenta *Kernel* pentru administrarea proceselor.

Obiectivele generale ale unui sistem de operare sunt:

- automatizarea operațiilor standard în toate etapele de exploatare a sistemului de calcul;
- minimizarea efortului uman pentru utilizarea sistemului de calcul;
- optimizarea utilizării resurselor sistemului de calcul;
- creșterea eficienței globale în utilizarea sistemului de calcul prin:
 - creșterea vitezei de execuție a prelucrărilor
 - reducerea timpului de răspuns al sistemului la solicitările utilizatorilor
 - creșterea gradului de utilizare a resurselor prin utilizarea lor la capacitate maximă.

Funcțiile prin intermediul cărora SO realizează aceste obiective sunt:

1. *instalarea automată a unui nou SO pe un sistem de calcul;*
2. *încărcarea în memoria internă a SO, la pornirea sistemului de calcul;*
3. *configurarea dinamică a SO, conform cu modificările intervenite în structura hardware sau cu necesitățile de exploatare a sistemului. De exemplu, sistemul de operare DOS se poate configura dinamic prin intermediul fișierului CONFIG.SYS care se consultă la fiecare încărcare a SO și care permite instalarea altor drivere de echipamente decât cele standard și definirea unor parametri de funcționare ai sistemului, permițând astfel modificarea, extinderea sau îmbunătățirea capacităților de funcționare ale SO, în cadrul arhitecturii de bază a sistemului de calcul;*
4. *efectuarea operațiilor de intrare/ieșire la nivel fizic, pentru a permite utilizatorului tratarea echipamentelor periferice la nivel logic, adică independent de caracteristicile constructive ale lor. Această funcție permite degrevarea utilizatorului de sarcina tratării specifice a fiecărui tip de echipament periferic în parte. De exemplu, orice tip de imprimantă este tratată în același mod de către utilizator; caracteristicile specifice fiecărui tip în parte sunt tratate de programul specializat de accesare la nivel fizic al echipamentului, numit driver de imprimantă și de componenta SO care tratează operațiile de ieșire prin intermediul imprimantei: driverul portului paralel;*
5. *oferirea unei interfețe cu utilizatorul: prin intermediul unui limbaj specific (de comandă), utilizatorul transmite comenzi sistemului de operare; ele sunt traduse și lansate în execuție de programul interpretor de comenzi al SO. În noile SO, interfața cu utilizatorul este asigurată prin folosirea de metode grafice evoluat și principii noi de comunicare, rezultatul fiind o modalitate mult mai prietenoasă de dialog cu utilizatorul; o astfel de interfață se numește interfață grafică cu utilizatorul (GUI);*
6. *controlul execuției programelor: SO încarcă programul în memoria internă, îl lansează în execuție, urmărește execuția în toate etapele sale și încheie execuția programului;*
7. *gestionarea alocării resurselor sistemului de calcul: SO gestionează alocarea timpului UCP, a memoriei interne, accesul la fișiere, accesul la echipamentele periferice, etc. pe toată durata execuției unui program, în scopul utilizării cât mai eficiente a acestor resurse. În cazul în care este posibilă executarea simultană a mai multor programe, SO realizează alocarea resurselor între programe pe baza unor criterii de alocare, în scopul optimizării execuției programelor, conform obiectivelor de eficiență de mai sus;*
8. *asigurarea protecției între utilizatori, acolo unde SO permite accesul concomitent al mai multor utilizatori (programe) la resursele sistemului de calcul, și asigurarea protecției între programe, fie că este vorba de programe utilizator sau programe ale SO. Această protecție se referă la evitarea cazurilor de interferență între mai multe programe în execuție, care ar putea duce la alterarea zonelor de program din memoria internă sau la alterarea, de către un program, a datelor utilizate de un alt program;*
9. *tratarea erorilor: SO poate trata erori la nivelul mașinii fizice (de exemplu: erori de citire / scriere în memoria externă, erori de acces la un echipament periferic, lipsa din configurația sistemului de calcul a unui echipament, etc.) sau erori logice, care pot să apară în timpul executării unui program (de exemplu: operații interzise, ca împărțirea la 0, tentativa de acces în zone protejate ale memoriei interne, tentativa de execuție a unor instrucțiuni privilegiate, etc.);*
10. *funcții auxiliare, cum ar fi: contabilizarea activității sistemului de calcul, jurnalizarea comenzilor adresate interpretorului de comenzi al SO, jurnalizarea erorilor, etc.*

2.5. Principalele tipuri de SO

Sistemul de operare	Data lansării	Platforma	Realizat de
LINUX	1991	Diverse	Linus Torvald
MAC OS 8.x		Apple Macintosh	Apple
MS-DOS		IBM/PC	Microsoft
System 7.x		Apple Macintosh	Apple
UNIX	Inițial a fost lansat în 1969.	Diverse	Laboratoarele Bell
Windows 2000	Februarie 2000	IBM/PC	Microsoft
Windows 3.x	Windows 3.0 - 1990; Windows 3.1 - 1992; Windows 3.11 - 1994.	IBM/PC	Microsoft
Windows 95	August 1995	IBM/PC	Microsoft
Windows 98	25 iunie 1998	IBM/PC	Microsoft
Windows CE	Windows CE 1.x - 1996; Windows CE 2.x - 1997; Windows CE 3.0 -1999;	PDA	Microsoft
Windows ME	Windows ME - 2000	IBM/PC	Microsoft
Windows NT	Windows NT 3.1 - 1993	IBM/PC	Microsoft
Windows XP	Windows XP - 2001	IBM/PC	Microsoft

Sistemul de operare MS-DOS

MS-DOS (MicroSoft Disk Operating System) – este un sistem de operare monoutilizator (un singur utilizator posibil), monotasking (o singură aplicație rulată simultan), monoprosesor, ce este bazat pe linia de comandă. Versiunea inițială a fost creată de Microsoft în 1981 pentru IBM și s-a numit PC-DOS. Microsoft a portat și vândut apoi sistemul pe calculatoare compatibile IBM-PC fabricate de alții decât IBM sub numele de MS-DOS. Această versiune a fost cea mai populară. Pe lângă versiunile originând din cod Microsoft/IBM există și alte variante de DOS, mai mult sau mai puțin compatibile cu MS-DOS/PC-DOS precum DR-DOS și FreeDOS. Acest lucru a fost posibil datorită simplității sistemului dar și datorită originii într-un alt sistem de operare, numit **CP/M**. Până la apariția Windows 95 a fost cel mai popular sistem de operare pe arhitectura x86.

MS-DOS funcționează pe microcalculatoarele dotate cu procesoare Intel 8088 și succesoarele acestuia (80286, 80386, 80486, Pentium etc.). Acest sistem de operare a fost inclus în alte sisteme de operare, cum ar fi: Windows 95/98/Me/NT/2000/XP și Novell NetWare.

Sistemul de operare OS/2 (Operating System/2) a fost introdus în 1988 de IBM și Microsoft și a fost proiectat să preia avantajele microprocesoarelor Intel 80286 și 80386 pentru seria de microcalculatoare IBM PS/2 pe 32 biți. OS/2 este un sistem de operare multitasking, fiind capabil să adreseze 16 MB memorie internă și necesită 1.5 MB memorie internă și spațiu pe disc. Versiunile recente **OS/2 Warp** și **OS/2 Warp Connect** au aspecte grafice și de operare similare și conțin pachetul Bonus Pack care include un procesor de texte, un program de tip foaie electronică de calcul (spreadsheet), generator de diagrame, sistem de gestiune a bazelor de date, generator de rapoarte; utilitare pentru accesoriile: plăci audio, fax/modem, video etc. OS/2 Warp Connect facilitează conectarea la Internet on-line Compuserve cu CIM pentru OS/2, respectiv cu Hyper ACCESS Lite la alte servicii on-line, la un Bulletin Board System sau la alt PC.

Sistemul de operare UNIX a fost inițial creat pentru minicalculatoare, pentru a mări disponibilitățile sistemului: memorie virtuală, multiutilizator și multitasking; rescris în limbajul C, a fost portabil pe o gamă mai largă de sisteme de calcul: mainframes, microcalculatoare, de unde și unul dintre marile sale avantaje. Actualmente, sistemele de operare UNIX sunt proiectate de mai multe firme specializate, ceea ce a condus la existența mai multor versiuni cum sunt: AIX, SCO-ODT, HP-UX, SOLARIS, Digital, UNIX, IRIX, Linux ș.a.

Trăsăturile principale ale sistemului de operare UNIX sunt:

- sistemul de fișiere structurat pe mai multe niveluri, ceea ce permite mai multor utilizatori să lucreze cu același calculator în același timp (multiuser);
- orice utilizator curent poate solicita execuția mai multor programe în același timp (multitasking);
- un program utilizator poate să transmită rezultatele sale altui program;
- utilizatorul poate redirecta rezultatele programului său de la un dispozitiv periferic la altul;
- existența unui interpretor de comenzi și un limbaj adecvat, cunoscut sub denumirea de *Shell*;
- folosește un limbaj structurat numit C, pentru programarea sistemelor;
- includerea unor componente pentru editarea textelor și formatarea lor pentru tipărire;
- utilizarea de tehnici evaluate pentru conectarea sistemelor de calcul care operează sub UNIX sau alt sistem de operare;
- nu impune vreo limită la eventualele modificări determinate de specificul aplicației.

Sistemul de operare OpenVMS inițial denumit VMS (Virtual Memory System) a fost conceput în 1976 ca un sistem de operare pentru noua linie de calculatoare pe 32 de biți a firmei DEC (Digital Equipment Corporation), numită VAX (Virtual Address eXtension). Primul model VAX (11/780) a fost denumit *Star*, de aici și numele de cod *Starlet* pentru sistemul de operare VMS, nume care se păstrează și astăzi pentru biblioteca sistem (*STARLET.OLB*). Versiunea actuală a sistemului de operare este OpenVMS 7.3. OpenVMS este un sistem de operare pe 32 de biți cu suport pentru multitasking, multiprocesor și memorie virtuală. Conceput ca un sistem de operare de uz general care rulează atât în mediile de dezvoltare, cât și în mediile de producție, OpenVMS poate fi implementat pe toată seria de calculatoare Alpha a firmei DEC (actualmente un departament al firmei Compaq Computer

Corporation, care la rândul ei a fost achiziționată de firma Hewlett-Packard), cât și pe seriile de calculatoare VAX, Micro VAX, VAX Station și VAX Server. Pentru ambele categorii de platforme OpenVMS asigură facilități de multiprocesare simetrică (Symmetric MultiProcessing – SMP).

Sistemul de operare OpenVMS poate fi configurat pentru a oferi performanțe maxime în medii foarte variate, ca de exemplu domenii care necesită calcule și operații de intrare/ieșire intense, medii client/server, sau execuție în timp real. Performanța sistemului depinde de tipul de calculator, memoria internă disponibilă, numărul și tipul discurilor etc.

Sistemul de operare WINDOWS (3.0, 3.1) este o interfață grafică orientată pe ferestre unde utilizatorul poate lansa concomitent mai multe aplicații fiecare în fereastra ei, existând posibilitatea de efectuare a schimbului de informații între programe ce se execută în ferestre distincte. Se consideră ca apariția sa marchează momentul în care calculatoarele IBM și compatibile, au putut egala facilitățile de utilizare și viteza calculatoarelor din gama Macintosh.

Windows 3.11. for Workgroups, este un sistem de operare pe 16 biți, și spre deosebire de Windows 3.1., dispune suplimentar de facilități pentru lucru în rețea a grupurilor de utilizatori conectați; aceștia pot efectua transferuri de date, mesaje, informații prin simpla selectare și activare a unor comenzi și funcții disponibile.

Windows NT (New Tehnology) apărut inițial în anul 1992, a evoluat până la versiunea 4.0, fiind comercializat în două variante: Windows NT Workstation și Windows NT Server; principalele caracteristici se pot sintetiza în:

- lucrul în modul *multitasking*;
- utilizarea ca un sistem *client/server*;
- operarea în modul exclusiv *protejat*;
- folosirea până la 4 GB de memorie internă RAM;
- facilități avansate de gestionare a fișierelor;
- stabilitatea deosebită în exploatare;
- gestiunea discurilor de până la 16 T.

Windows NT a fost proiectat în ideea compatibilității cu interfețele grafice precedente, Windows 3.1. și Windows 3.11. for Workgroups. Este implementat atât pe platforme Intel, cât și pe platforme bazate pe microprocesoare RISC.

Windows 95 lansat în exploatare în 1995 ca sistem de operare de sine stătător (nu necesită prezența platformei MS-DOS) are ca principale caracteristici:

- mod de lucru *multitasking preemptiv* care deține în permanență controlul asupra timpului de lucru și a aplicațiilor;
- modul de lucru *multithreading* ce permite executarea în paralel a mai multor procese ale aceleiași aplicații;
- executarea de aplicații pe 32 de biți;
- exploatarea ca sistem de operare cu interfață grafică;
- folosirea platformei de operare DOS numai pentru executarea aplicațiilor elaborate pentru DOS;
- folosirea unei interfețe de programare a aplicațiilor pe 32 de biți;
- includerea ca parte integrantă a sistemului de operare, a standardului *Plug and Play*.

Windows 95, spre deosebire de versiunile precedente, încearcă să fie un compromis de sistem de operare ce lucrează pe 32 de biți, păstrând compatibilitatea cu aplicațiile pe 16 biți.

Windows 95 încorporează majoritatea facilităților regăsite la celelalte interfețe grafice, adăugând și altele noi.

Windows 98 este un sistem de operare pe 32 de biți complet integrat cu Internetul, constituindu-se ca un suport pentru noile tehnologii hardware și păstrând compatibilitatea cu Windows 95 față de care apare ca un upgrade.

Windows 2000 este proiectat pentru organizații de orice dimensiune și oferă siguranță sporită și scalabilitate, costuri mai reduse, respectiv servicii pentru aplicații derulate prin Internet. Windows 95/98 și NT despărțite în ultimii ani, sunt combinate în Windows 2000, dotat pentru aplicații profesionale, multimedia, jocuri, cu o mare amprentă asupra securității datelor. Windows este considerat începând cu versiunea 98, ca un sistem de operare destul de stabil.

Windows Millennium Edition (Windows Me) extinde Windows 98 Second Edition cu elemente preluate din Windows 2000 și este ultima versiune de Windows 9x lansată de Microsoft. Necesitatea îmbunătățirii versiunii Windows 9x a fost o cerință reală, având în vedere faptul că această serie de sisteme de operare este cea mai populară pentru mediul Windows pe 32 biți, fiind scrise aproape toate versiunile celor mai căutate aplicații. Pe de altă parte, aproximativ 95% dintre programele educaționale sunt scrise pentru Windows 9x.

Windows Millennium și-a găsit destul de greu o poziție pe piață, integrându-se undeva între versiunea Second Edition Windows 98 și Windows 2000 de la care preia numeroase caracteristici. Destinat fiind segmentului *home-user*, spre deosebire de Windows 2000, Windows Millennium s-a dovedit greu de plasat în ierarhia numeroaselor versiuni ale sistemului de operare de la Microsoft, fiind uneori catalogat drept Windows 98 Third Edition sau Windows 95 Service Pack 5.

Windows XP este succesorul sistemelor de operare Windows Me și Windows 2000, și este primul sistem de operare pentru consumatori produs de Microsoft pe modelul kernel-ului și al arhitecturii NT ("New Technology") a lui Windows NT. Windows XP a înlocuit vechiul Windows NT cu unul nou compatibil cu mai multe programe. Windows XP a fost lansat la 25 octombrie 2001.

Windows 2003 este un sistem de operare destinat serverelor și este bazat pe tehnologia Microsoft.NET.

Windows Vista a fost lansat în noiembrie 2006 pentru firme și parteneri de afaceri iar în ianuarie 2007 a fost lansat pentru utilizatorii obișnuiți. Windows Vista are sute de facilități noi, cum ar fi o interfață grafică modernă și un stil vizual nou, Windows Aero, tehnologia de căutare îmbunătățită, noi unelte multimedia, precum și sub-sistemele complet remodelate de rețea, audio, imprimare și afișare (display). Vista va îmbunătăți comunicarea dintre mașini pe o rețea casnică folosind tehnologia peer-to-peer, și va facilita folosirea în comun a fișierelor, parolelor, și mediilor digitale între diverse computere și dispozitive. Pentru proiectanții de software, Vista pune de asemenea la dispoziție versiunea 3.0 a sistemului de proiectare numit .NET Framework.

Windows 7 reprezintă cea mai recentă versiune de Microsoft Windows, un sistem de operare produs de compania Microsoft pentru utilizarea pe calculatoarele personale de tip PC, inclusiv cele utilizate în domeniul afacerilor, pe desktop-uri, laptop-uri, Tablet PC-uri, netbook-uri și PC-uri de tip Media Center Edition (MCE). Windows 7 a intrat în faza „liber pentru producție” (Release To Manufacturing, RTM) la 22 iulie 2009. Data de punere pe piață a fost 22 octombrie 2009, la mai puțin de trei ani de la lansarea sistemului anterior Windows Vista. La aceeași dată a fost lansat și **Windows Server 2008 R2** (pentru servere).

Windows 7 se prescurtează deseori cu Win 7, Win7 sau chiar și numai cu W7. În comparație cu predecesorul său Vista, Windows 7 se dorește a fi o actualizare a lui, cu scopul de a fi pe deplin compatibil cu driverele, aplicațiile și echipamentul cu care acesta a fost deja compatibil. Prezentările oferite de companie în 2008 s-au axat pe suport de ecrane multi-touch, un Windows Shell reconceput cu o nouă bară de activități, o grupă de rețele de sistem numit „HomeGroup”, precum și pe îmbunătățiri de performanță. Unele aplicații care au fost împachetate împreună cu versiunile anterioare de Microsoft Windows, mai ales Windows Movie Maker și Windows Photo Gallery, nu mai sunt puse acum în același pachet software (package) cu Windows 7, ci sunt oferite separat (dar gratuit), ca parte din Windows Live Essentials Suite.

În ianuarie 2011 Steve Ballmer, președintele companiei Microsoft, a prezentat la expoziția anuală Consumer Electronics Show (CES 2011) din Las Vegas pe urmașul lui Windows 7. Probabil că se va numi **Windows 8** și va apărea pe piață cel mai devreme la sfârșitul lui 2011.

2.6. Dezvoltări ale sistemelor de operare

Multiprogramarea

UCP poate executa numai o instrucțiune într-o anumită cantitate de timp și nu poate opera decât cu date ce se găsesc în memoria internă. Dacă sistemele de calcul dispun de un sistem de operare simplu, atunci prelucrarea mai multor programe se realizează serial unul după altul, ceea ce conduce la o ineficientă utilizare a UCP, care deși operează cu viteze foarte ridicate, trebuie să aștepte încărcarea lentă a datelor și programelor în memoria internă de la dispozitivele periferice de intrare, apoi transferul rezultatelor din memoria internă către dispozitive periferice de ieșire.

Multiprogramarea sau multitasking-ul mărește eficiența utilizării UCP prin alocarea efectivă a resurselor sistemului de calcul și deplasarea în timp a vitezelor scăzute ale dispozitivelor periferice de intrare/ieșire; la un moment dat mai multe programe sunt rezidente în memoria internă, UCP executând o instrucțiune dintr-un program, apoi următoarea instrucțiune a programului, până ce acest program solicită o operație de intrare/ieșire, moment în care se va da controlul dispozitivului periferic pentru execuția operației de intrare/ieșire, iar UCP va trece la execuția unei instrucțiuni din alt program; similar vor fi parcurse toate programele, până când UCP ajunge să execute din nou la primul program. Această manieră de execuție a programelor rezidente în memoria internă apare pentru utilizator ca o execuție simultană a programelor care în acest caz se numesc concurente.

În aceste condiții, fiecare program este plasat într-o zonă relativ independentă a memoriei RAM numită partiție; fiecare partiție are asociat un număr ce reprezintă prioritatea sa la execuție față de celelalte partiții. Ținând seama de natura operațiilor și prioritatea partițiilor, sistemele de operare ce lucrează în multitasking posedă algoritmi de planificare și control al concurenței execuției aparent paralele a programelor.

Memoria virtuală

O limitare a multiprogramării este aceea că fiecare partiție trebuie să poată încărca întregul program, deoarece acesta este rezident în memorie până la execuția sa completă; solicitările vor fi astfel limitate de spațiul fizic de memorie internă disponibilă. În acest context, memoria virtuală se bazează pe principiul potrivit căruia numai porțiunile programului care vor fi referite în momentul imediat de către microprocesor trebuie să fie în memoria internă, celelalte părți ale programului și datele pot fi păstrate în memoria externă.

Memoria virtuală oferă sistemului capacitatea de a adresa memoria externă ca și când ar fi o extensie a memoriei interne, ceea ce creează iluzia unei memorii nelimitate.

Adresele locațiilor de memorie reală sau virtuală sunt indicate de către sistemul de operare; dacă datele sau instrucțiunile necesare nu se află în memoria reală, atunci porțiuni din memoria externă ce conțin datele sau programele solicitate sunt transferate în memoria reală, concomitent cu plasarea unor porțiuni din memoria reală care nu vor fi referite imediat, pe suportul de memorie externă, denumit mecanism de evacuare temporară (*swapping*).

Există două modalități de implementare a memoriei virtuale:

a) *segmentarea*, prin care fiecare program este divizat în blocuri de diverse dimensiuni numite segmente, care sunt părți logice ale programului; sistemul de operare alocă spațiu de memorie în concordanță cu lungimea acestor segmente;

b) *paginarea*, prin care memoria reală este divizată în arii fizice de lungime fixă numite pagini; ele au aceeași lungime pentru toate programele, lungimea unei pagini depinzând de caracteristicile sistemului. Comparativ cu segmentarea, paginarea nu ia în considerare porțiunile logice ale programului, dar oferă o protecție sporită la interferențele ce pot avea loc în cadrul transferurilor dintre memoria reală și memoria externă.

Multiprelucrarea

Multiprelucrarea implică legarea a cel puțin două UCP ce lucrează împreună; instrucțiunile unui program pot fi executate simultan de către UCP diferite sau fiecare dintre UCP-urile conectate pot executa programe diferite.

Unul dintre obiectivele multiprelucrării este de a degreva o anumită UCP cu caracteristici mai performante (numită *slave*) de aplicații curente cum sunt de exemplu, tabelări de date, editări de texte, operații cu fișiere, etc.; pentru a realiza acest deziderat, la o UCP *slave* este cuplată o UCP mai puțin performantă denumită *master*, dar care coordonează toate activitățile din sistem; astfel, în timp ce UCP *master* coordonează operațiile de intrare/ieșire, UCP *slave* mare execută operații complexe UCP *master* este referită ca *front-end processor*, având rolul de interfață între o UCP *slave* și dispozitivele periferice de intrare/ieșire; dar UCP *master* poate fi utilizată și ca interfață între UCP *slave* și o bază de date memorată pe unități de memorie externă, situație în care UCP *master* se referă ca *back-end processor* fiind responsabilă de menținerea bazei de date.

Sistemele de multiprelucrare pot lucra și cu mai multe UCP, acestea nediferind esențial de cele care lucrează cu o singură UCP (*standalone*).

Fiecare UCP poate avea memorie proprie sau toate UCP-urile pot accesa o memorie unică, activitatea fiecăreia fiind controlată integral sau parțial de supervisor. În cazul unor prelucrări complexe de date, fiecare UCP poate fi dedicată unor părți din program specifice cum ar fi prelucrările de intrare/ieșire sau prelucrări aritmetice; în mod alternativ, două UCP pot fi utilizate împreună pentru un același program în vederea furnizării unor răspunsuri rapide în multe din aplicațiile solicitate.

Coordonarea mai multor UCP solicită un software de nivel înalt în special pentru planificarea execuției și utilizarea eficientă a resurselor sistemului.

2.7. Fișiere și directoare – concepte de bază

Sistemul de operare este un sistem de programe care intră în funcțiune la pornirea microcalculatorului, asigurând în principal următoarele activități:

- gestiunea operațiilor de intrare/ieșire;
- gestiunea datelor pe suportul de memorie externă;
- controlul încărcării în memoria internă, punerii în funcțiune și încetării activității programelor utilizatorului.

Conceptele de bază utilizate sunt: fișier, unitate, director, cale, prompter și specificator de fișier. Pentru a realiza gestiunea datelor pe suportul de memorie externă, acestea sunt memorate sub o formă care să permită manipularea lor ca o entitate denumită fișier ce se poate identifica prin numele său.

Fișierul (File) este conceptul fundamental pe care se bazează organizarea structurală a tuturor informațiilor memorate pe discuri magnetice și gestionate de SO. Un fișier este o colecție de informații (date de prelucrat, programe, comenzi, texte, imagini, sunete), omogenă din punct de vedere al naturii, precum și al cerințelor de prelucrare, organizată după reguli bine determinate și memorată pe un suport tehnic de pe care pot fi citite automat de calculator în timpul prelucrării. Fișierul se identifică după numele și extensia atribuită la creare.

Orice fișier are un nume alcătuit din două părți:

- *numele propriu-zis* – numele după care poate fi identificat fișierul și care este obligatoriu;
- *extensia sau tipul* – opțional.

Tipul sau extensia fișierului este un șir de caractere alcătuit din unu până la trei caractere, pentru sistemul MS-DOS și peste trei caractere pentru sistemele de operare pe 32 de biți. Extensia trebuie să se separe de numele propriu-zis prin caracterul special punct (.).

Dacă pentru anumite fișiere extensia este obligatorie și impusă prin folosirea numai a anumitor grupe de caractere (cum sunt .dll, .exe, .avi, .sys, .doc etc.), atunci acestea sunt considerate cuvinte rezervate și au un rol determinant în prelucrarea fișierelor respective.

Unele dintre extensiile obligatorii (denumite și extensii standard) sunt atașate la numele propriu-zis al fișierelor în mod implicit de către programul cu care sunt create fișierele respective.

După extensie, se identifică următoarele tipuri de fișiere: **executabile, de sistem, text, grafice, multimedia**.

Fișierul executabil asociat editorului de texte Notepad este *notepad.exe*. Se observă că numele fișierului este *notepad* și estensia este *exe*, aceasta fiind despărțită prin punct de nume.

Unitatea (device) reprezintă un echipament periferic identificat printr-un nume simbolic de dispozitiv. Numele de dispozitiv pentru unitățile de disc magnetic constă dintr-o literă urmată de caracterul special două puncte (:); de exemplu litera A: identifică unitatea de dischetă, litera C: identifică discul, iar F: identifică unitatea de CD-ROM.

Un disc poate fi împărțit logic în mai multe discuri virtuale numite partiții, care se identifică tot printr-un nume simbolic asociat (de exemplu: D:, E: pentru trei partiții logice).

Directorul (folder) este un concept fundamental pe care se bazează organizarea memoriei externe a PC-urilor pe niveluri ierarhice arborescente pentru gestionarea fișierelor pe dischete sau discuri. Un director se constituie ca o tabelă, ca un catalog ce conține nume de fișiere, dimensiunile acestora exprimate în octeți, data când fișierele au fost create sau modificate și eventual numele de subdirectori incluși.

Directorul apare ca o zonă virtuală de disc alocată unui grup de fișiere. O comandă este limitată implicit numai la prelucrarea fișierelor și programelor din directorul curent, dacă nu s-a specificat în mod explicit un alt director.

Atunci când numărul de fișiere dintr-un director este destul de mare sau când există mai mulți utilizatori, fiecare utilizator având fișiere proprii, se pot folosi subdirectori incluși într-unul din directori; în acest caz, organizarea structurală poartă denumirea de *sistem de directori multinivel* sau sistem ierarhizat de directori; primul nivel este constituit din *directorul rădăcină* (ROOT) creat automat atunci când se formatează discul, director la care se conectează ceilalți directori. O astfel de organizare are o structură arborescentă. Un director al unei astfel de structuri care conține subdirectori se numește *director de origine* sau director părinte.

Calea (path) este o secvență de directori separați prin caracterul special „\” (backslash), secvență ce trebuie parcursă pentru a ajunge la directorul care conține fișierul. Atunci când se folosesc directori multinivel, cum este cazul SO MS-DOS, este necesar să se precizeze unde sunt situate fișierele în sistemul de directori de pe discul implicit, folosind în acest scop o cale. Sintaxa generală este următoarea:

[\nume_director_1][\nume_director_2...]\nume_director_n

Un **nume de cale** este o cale urmată de un nume de fișier, având sintaxa următoare:

[\nume_director_1][\nume_director_2...]\nume_fișier

Numele unei căi poate conține orice număr de directori; restricția este să nu aibă o lungime mai mare de 260 de caractere.

Dacă un nume de cale începe cu caracterul \ (backslash) sistemul de operare caută fișierul începând cu directorul rădăcină, iar dacă începe cu numele directorului de lucru, căutarea se realizează începând de la acest director. De exemplu, o cale care începe cu directorul rădăcină este: `\windows\sol.exe` iar când fișierul este în directorul curent, în cazul de față *windows*, se scrie: `sol.exe`.

Prompterul sistemului de operare MS-DOS este un simbol afișat pe ecranul monitorului format din numele dispozitivului urmat de cale și de semnul >. Prezența prompterului semnifică faptul că sistemul așteaptă comenzi.

Specificatorul de fișier este termenul folosit pentru a desemna fără ambiguități un fișier memorat pe un disc. El se compune din numele unității, cale și numele și extensia fișierului:

[nume_dispozitiv][\cale]\nume_fișier

De exemplu `c:\windows\explorer.exe` este un specificator complet de fișier.

Când se folosesc directori multinivel, pentru prelucrarea mai ușoară a fișierelor dintr-un director, în numele și extensia fișierelor se pot folosi caracterele speciale ? și * denumite și **metacaractere (wildcards)**.

Semnul ? semnifică faptul că orice caracter poate ocupa poziția respectivă. De exemplu dacă se dorește căutarea fișierelor care au extensia BMP și numele lor este alcătuit din cinci caractere, primele patru fiind POZA, se specifică în fereastra de căutare *POZA?.BMP*. Următoarele fișiere pot fi returnate ca rezultat al căutării: *POZA1.BMP*, *POZA2.BMP*, *POZA3.BMP*.

Simbolul * semnifică faptul că orice șir de caractere poate fi inclus în specificatorul de fișier începând cu poziția respectivă, atât în numele fișierului cât și în extensie. De exemplu:

- *.BMP – semnifică toate fișierele cu extensia .BMP;
- PROG.* – fișierele cu numele PROG și orice extensie;
- *.* – semnifică toate fișierele și toate extensiile.

Discurile gestionate de sistemul de operare MS-DOS au o structură standard care le asigură portabilitatea de la un calculator la altul. Datele memorate pe disc sub forma unor fișiere sunt precedate de următoarele zone speciale:

- zona de BOOT – este zona în care se află memorat programul de încărcare a sistemului de operare de pe disc (pista zero, sectorul zero a oricărui disc);
- tabela FAT (File Allocation Table) tabela de alocare a fișierelor – servește pentru gestiunea spațiului alocat fișierelor de pe disc;
- zona ROOT – zona alocată directorului rădăcină ce servește pentru inventarul directorilor, subdirectorilor și a conținutului acestora.

Aceste zone nu sunt accesibile utilizatorului obișnuit. Ele sunt create în momentul formatării discului și sunt gestionate automat de către sistemul de operare.