

INFORMATICA GENERALĂ

NOTE DE CURS

Autor: Eugeniu Plohotniuc

Bălți - 2021

I. INFORMATICA ȘI INFORMAȚIA - NOTIUNI GENERALE

→ 1.1. Obiectul și scopul informaticii

Formarea noțiunii "informatica" ca domeniu al științei are o istorie relativ scurtă. Termenul "informatica" (INFORMATIQUE de la INFORMATION automATIQUE) a apărut în Franța în anul 1965. Până în prezent noțiunea "informatica" nu este definită complet. În sursele enciclopedice publicate până în anul 1990 găsim următoarea definiție: **informatica este un domeniu al științei care se ocupă de cercetarea structurii și proprietăților generale ale informației științifice, de studierea problemelor legate de colectarea, păstrarea, explorarea, prelucrarea, transformarea, distribuirea și utilizarea informației în diverse domenii de activitate ale societății umane.**

O altă definiție a informaticii es expusa de V. M. Glușcov: "**Informatica este un domeniu al științei, care are drept scop cercetarea și satisfacerea necesităților informaționale ale activităților societății umane civilizate, iar tehnica de calcul este un mijloc instrumental efectiv pentru accelerarea deservirii acestor necesități.**

Obiectul informaticii poate fi determinat numai atunci când scopurile ei vor fi interpretate sub prisma studiului necesităților informaționale ale societății umane și elaborarea metodelor și mijloacelor satisfacerii lor în modul cel mai rațional. Rezolvarea practică a acestor probleme reprezintă niște procese complexe de elaborare și implementare în diverse sfere de activitate umană a realizărilor informaticii și mijloacelor necesare pentru utilizarea lor.

Acste procese au primit denumirea de procese informaționale. Procesele și necesitățile informaționale sunt premisele de bază pentru elaborarea prin utilizarea informaticii a unui arsenal de metode și mijloace de informatizare, a unor tehnologii informaționale pentru automatizarea prelucrării informației.

1.2. Tehnologii informaționale

Noțiunea de tehnologie, utilizată în prezent, este definită drept un complex de metode de prelucrare, confectionare, de schimbare a stării, proprietăților, formei materiei prime efectuate în procesul producării produselor materiale. Această noțiune poate fi în mod firesc transformată în noțiune de tehnologie informațională. În plan aplicativ concret tehnologia informațională poate fi definită **drept sistem cu un grad înalt de organizare, utilizat pentru prelucrarea complexă a informației la toate etapele circulației**. Este necesar să menționăm că tehnologia informațională contemporană nu poate fi efectivă fără utilizarea tehnicii de calcul, însă această tehnică este privită numai ca mijloc de realizare a tehnologiei informaționale, dar nu drept componentă de formare a sistemului.

Cu alte cuvinte, tehnologia informațională este privită ca o parte componentă a tehnologiei generale utilizate pentru deservirea informațională a activității obiectului corespunzător.

Asfel tehnologia informațională, trebuie să fie în modul maxim unificată și ușor adaptabilă la condițiile funcționării obiectului respectiv.

În prezent, pentru elaborarea unei tehnologii informaționale sunt toate premisele necesare, esența cărora se reduce la următoarele:

- este creat sistemul argumentat de clasificare a informației;
- este creată structura unificată a bazei informaționale de date;
- este demonstrată posibilitatea grupării întregului ansamblu de proceduri de prelucrare a informației în trei clase: informațional-explorative, logico-analitice și explorativ-optimizaționale;
- sunt elaborate metode unificate de realizare a procedurilor prelucrării informației în limitele fiecărei clase;
- este argumentată posibilitatea prezentării întregului complex de mijloace și metode, necesare pentru asigurarea circulației informației și prelucrării ei la toate etapele de circulație în formă de tehnologie unică cu înaltă organizare;
- sunt elaborate mijloacele și metodele asigurării funcționării efective a tehnologiilor informaționale.

Tehnologia informațională este un domeniu foarte vast și cuprinde un set bogat de funcții, aspecte, activități.

Tehnologiile de colectare a informației includ diverse procedee de culegere a informației de la sursele respective pentru completarea bazei informaționale a sistemului, de exemplu, colectarea informației despre populația unei țări, colectarea parametrilor meteo în diferite regiuni sau colectarea informației despre proprietățile fizice ale unui obiect. Pentru stocarea informației pe suporturi fizice sunt implementate tehnologii de scriere pe hârtie, bandă magnetică, discuri magnetice sau optice, în memoria internă a calculatorului. Pentru

păstrarea și identificarea informației în memoria calculatorului, datele sunt organizate în fișiere, directoare, liste, tablouri.

Tehnologiile de prelucrare a informației prevăd obținerea rezultatelor finale necesare din informația primară. Rezultatul final poate fi obținut prin generalizări, sistematizări, calcule, optimizări, elaborarea proiectelor, etc.

Tehnologiile de transmitere a informației diferă în funcție de tipul rețelelor de calculatoare (locale sau globale), performanțele necesare, mediile de transmisie și metodele de comutație utilizate.

Tehnologiile de protejare a informației pot fi clasificate după nivelul de protejare. Informația poate fi protejată la nivel de resursă sau la nivel de utilizator.

Tehnologiile de prezentare a informației au drept scop demonstrarea caracteristicilor calitative, cantitative sau estetice ale informației într-un mod accesibil pentru om.

1.3. Definirea noțiunii de informație

Noțiunea de informație provine de la cuvântul latin "**informatio**", ce înseamnă explicare, comunicare.

Există mai multe definiții ale noțiunii de informație, începând cu definiția generală filozofică: **informația este o reflectare a lumii reale sau inventate și prezентate prin intermediul simbolurilor sau semnalelor**; până la definiții practice cu sens îngust: **informația reprezintă cunoștințe care pot fi păstrate, transmise și prelucrate**.

Noțiunea de informație este legată de modelele obiectelor (fenomenelor) reale sau imaginare, ce reflectă esența lor în măsura necesară pentru realizarea scopurilor practice. În același timp informația în mod obligatoriu primește o anumită formă: articol, pictură, film, desen tehnic, semnale etc.

Conținutul informației poate fi caracterizat prin următorii parametri: **autenticitate, plinătate, actualitate, valoare, claritate și cantitate**.

Informația este **autentică** dacă ea reflectă real obiectul sau fenomenul dat, în caz contrar astă informație poate duce la greșeli în luarea deciziilor.

Informația este **deplină** dacă pentru înțelegere și luarea deciziilor ea nu trebuie completată.

Actualitatea informației variază în cazul schimbării condițiilor utilizării ei. **Valoarea** informației depinde de problemele care pot fi rezolvate cu ajutorul ei.

În procesul circulației informației se pot distinge următoarele faze: **perceperea, transmiterea, prelucrarea, prezentarea**.

Perceperea informației reprezintă un proces ce constă în captarea cunoștințelor și datelor despre proprietățile, structura și interacțiunea obiectelor lumii înconjurătoare, în formarea imaginii obiectelor, recunoașterea și evaluarea lor. În procesul perceperei este necesar de a efectua separarea informației utile de distorsiuni. Această operație în unele cazuri concrete (experiențe fine biologice, fizice, radiolocație, astronomie) este extrem de greu de îndeplinit. În rezultatul perceperei se obține informația (date, semnale) sub forma comodă pentru transmitere și prelucrare. În faza perceperei informației pot fi incluse operațiile de pregătire, normalizare, cuantificare, codare, modulare și de construire a modelelor.

Transmiterea informației prezintă un proces de transfer la distanță și în timp prin intermediul semnalelor de diversă natură fizică (acustice, optice, electromagnetice), corespunzător prin canale mecanice, hidraulice, pneumatice, acustice, optice, electrice și electromagnetice. Recepția informației în procesul transmiterii ne întoarce în faza perceperei cu problemele ei concrete.

Prelucrarea informației poate fi efectuată prin mai multe metode cu sau fără dispozitive adăugătoare. În majoritatea cazurilor prelucrarea informației se efectuează cu ajutorul dispozitivelor electrice analogice sau mașinilor electronice de calcul, care execută transformări analogice sau numerice asupra datelor. Drept etapă intermediară în procesul prelucrării poate fi numită memorizarea și păstrarea informației în memoria permanentă (pe un timp îndelungat) sau în memoria operativă (pe un interval de timp scurt). Dispozitivele de memorare pot fi realizate pe relee, bistabili, discuri magnetice sau optice, bandă magnetică, matrice de tranzistori etc. Citirea informației din memorie reprezintă un element din faza perceperei.

Faza de prezentare a informației este necesară atunci când în procesul circulației ei se include omul. Scopul prezentării constă în demonstrare omului prin semne convenționale a caracteristicilor calitative și cantitative a informației. Pentru aceasta se utilizează diverse dispozitive care pot acționa asupra organelor de simț ale omului: aparate electrice numerice sau indicatoare, vizualizatoare, mașini de dactilografiat, difuzeoare, osciloscoape etc.

După forma de prezentare informația poate fi împărțită în două categorii: nedocumentală și documentală.

Inițial a apărut **informația nedocumentală**. Pentru a transmite o astă informație se utilizează gesturile, sunetele, substanțe mirosoitoare. Din părțile pozitive a acestui mod de transmitere a informației vom menționa operativitatea, selectivitatea, garantarea primirii informației de către consumator. Un neajuns esențial al informației nedocumentale este timpul mic de depozitare, absența controlului obiectiv și estimarea autenticității informației transmise.

Informația documentală presupune plasarea ei pe un oarecare suport: hârtie; peliculă de film; bandă magnetică; disc magnetic sau optic.

Reprezentările concrete ale informației, care permit efectuarea diferitor operații asupra lor (colectare, păstrare, prelucrare, transmitere, prezentare) se numesc **date**. În acest sens datele diferă de informația pe care o prezintă.

→ 1.4. Proprietățile informației

Informația este caracterizată prin următoarele categorii de proprietăți: **atributive; pragmatic; dinamice; semantice; sintactice**.

1.4.1. Proprietățile atributive

Prin proprietăți atributive se subînțeleg proprietățile fară de care informația nu poate exista. Cele mai importante proprietăți atributive a informației sunt;

- inseparabilitatea de suportul fizic (material) și limbajul de expunere;
- discretitatea și continuitatea.

Informația poate exista numai împreună cu suportul fizic și exprimată într-un limbaj oarecare. Drept suport fizic al informației poate servi: hârtia; peliculă de film; bandă magnetică; discul magnetic flexibil sau rigid; discul optic. Informația nu poate fi strict legată de un anumit suport fizic sau de o limbă concretă. Aceeași informație poate fi expusă în diferite limbi pe diferite suporturi fizice.

Informația constă din cunoștințe concrete despre mediul înconjurător, care caracterizează proprietățile și legitățile obiectelor sau fenomenelor. Cunoștințele se acumulează treptat, pe porțiuni sau reprezintă informații discrete. Cunoștințele pot fi transmise prin comunicări compuse din cuvinte, fragmente de text, capitole, articole, reviste, cărți, etc. În astă mod se manifestă **proprietatea de discretitate a informației**.

Proprietatea de continuitate a informației se manifestă prin completarea informației cunoscute cu informație nouă și formarea unei consecutivități continuu de cunoștințe.

1.4.2. Proprietățile pragmatic

Proprietățile pragmatic se manifestă în procesul utilizării informației și caracterizează, în primul rând, utilitatea informației și proprietatea de cumulare.

Utilitatea informației se determină prin efectul care poate fi obținut pentru a atinge anumite scopuri economice, politice, științifice, estetice. Dacă este necesar de a rezolva o problemă concretă, atunci utilitatea informației poate fi exprimată prin majorarea probabilității rezolvării problemei și calculată cu ajutorul formulei

$$I = \log p_2 - \log p_1 = \log \frac{p_2}{p_1}, \quad (1.1)$$

unde p_1 - probabilitatea rezolvării problemei prin utilizarea informației inițiale, p_2 -probabilitatea rezolvării problemei prin utilizarea informației adăugătoare.

Conform (1.1) utilitatea informației poate fi pozitivă, nulă sau negativă. Informația cu utilitate negativă, care micșorează probabilitatea rezolvării problemei, se numește **dezinformație**.

Pentru informație în general și, mai ales, pentru informația tehnică și științifică, în plan retrospectiv, există tendință către comprimare: tot ce este fundamental primește o explicare relativ simplă și scurtă, tot ce e de primit se înălătură. În acest proces se evidențiază **proprietatea pragmatică de cumulare a informației**. Această proprietate se utilizează în procesele de obținere a cunoștințelor noi, la sumarea, sistematizarea și sintetizarea informației cunoscute. Proprietatea de cumulare se caracterizează prin densitatea informațională

$$E = \frac{I}{Q}, \quad (1.2)$$

unde, I - cantitatea de informație reală și Q - capacitatea informațională. Capacitatea informațională poate fi măsurată prin enumerarea cuvintelor cu sens.

→ 1.4.3. Proprietățile dinamice

Din mulțimea de proprietăți dinamice vom cerceta următoarele:

- proprietatea de creștere;
- proprietatea de distribuție multiplă;
- proprietatea de utilizare multiplă;
- proprietatea de învecire;
- proprietatea de disipație.

Creșterea volumului informației în urma activității societății umane are loc conform formulei

$V=V_0e^k$ unde, V_0 - volumul informației în momentul de timp $t = 0$, k - coeficientul intensității creșterii volumului de informație.

Proprietatea de distribuție multiplă a informației se manifestă prin multiplicarea, translarea în mai multe limbi și înscrierea pe diferiți purtători fizici.

Proprietatea de utilizare multiplă a informației se manifestă prin folosirea ei de mai mulți consumatori în diferite momente de timp.

Proprietatea de "învecire" a informației se manifestă prin micșorarea intensității utilizării unei informații concrete în virtutea pierderii actualității sau apariției informației noi care neagă, completează sau modifică informația veche.

Procesul de învecire a informației poate fi estimat de următorii parametri:

- **perioada semivieții** - indică perioada de timp în care a fost editată o jumătate din informația totală;
- **perioada semiînvechirii** - indică perioada de timp în care numărul de adresări se micșorează de două ori;
- **indicele lui Prais** - raportul dintre numărul de adresări într-o perioadă de 5 ani și numărul total de adresări.

Proprietatea de disipație a informației este una din cele mai importante proprietăți studiate în informatică. Proprietatea de disipație se supune legii de disipație a lui S. Bradford, formulată în an. 1934 și prezentată în formă de histogramă în fig. 1.2. S. Bradford a analizat tematica articolelor la geofizica aplicată pentru anii 1928... 1931. În urma analizei au fost obținute următoarele rezultate:

- o treime din numărul total de articole cu tematica geofizică aplicată a fost publicat într-un număr mic de reviste de profil;
- a doua treime de articole a fost publicată în revistele adiacente după tematică, numărul cărora era de 5 ori mai mare față de numărul revistelor de profil;
- ultima treime de articole a fost publicată în reviste cu o tematică străină geofizică aplicată și numărul revistelor de acest tip era de 25 ori mai mare față de numărul revistelor de profil.

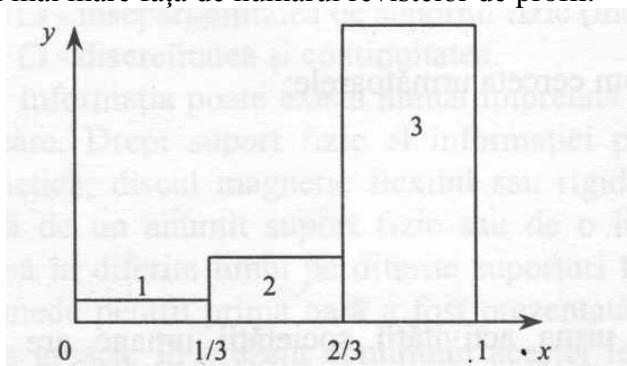


Fig. 1.2. Legea disipației informației după S. Bradford:
 y – numărul revistelor; x – numărul relativ al articolelor; 1 – numărul revistelor de profil; 2 – numărul revistelor adiacente; 3 – numărul revistelor cu tematică străină.

→ 1.5. Tipuri de informație

Tipul informației poate fi definit conform domeniului de cunoștințe, naturei fizice de percepere, destinației sociale, proprietăților metrice etc.

1.5.1. Caracterizarea informației după domeniul de cunoștințe

După domeniul de cunoștințe informația se împarte în informație semantică și informație estetică. Divizarea informației în informație semantică și estetică are caracter relativ. Orice informație concomitent este și

semantică și estetică, numai că într-un tip de informație predomină partea semantică, iar în alt tip - partea estetică.

Informația semantică cuprinde informația obținută în rezultatul cunoașterii legilor naturii, societății, gândirii și este divizată după domeniile de cunoștințe concrete: matematică, fizică, informatică, tehnică, biologie, sociologie, economie, istorie, etc. Aspectul semantic indică utilitatea și valoarea informației.

Informația semantică, obținută nemijlocit în procesul activității științifice, de producere, sau social-politice a oamenilor, se numește informație semantică primară; informația semantică obținută în rezultatul sintetizării și prelucrării analitice a informației primare se numește informație semantică secundară. Divizarea informației semantice în primară și secundară are deasemenea un caracter relativ.

Informația estetică este percepță de către om prin simțul frumosului. Informația estetică se împarte în informație estetică naturală și informație estetică artificială. Informația estetică naturală reprezintă rezultatul combinării naturale a luminii, culorii, sunetului și mirosului. Informația estetică artificială a apărut în rezultatul activității creațoare a societății umane.

1.5.2. Caracterizarea informației după natura fizică de percepere

Omul percep informația despre mediul înconjurător cu ajutorul analizorilor **vizuali, auditivi, senzitivi, olfactivi și gustativi**.

Informația transmisă prin intermediul luminii, simbolurilor, imaginilor și percepță cu ajutorul organelor vizuale se numește **informație optică**.

Informația transmisă prin intermediul sunetelor și percepță cu ajutorul organelor auditive se numește **informație acustică**.

Informația percepță cu ajutorul analizorilor cutanăți se numește **informație senzitivă**.

Informația percepță prin miros se numește **informație olfactivă**, iar informația percepță prin gust se numește **informație gustativă**.

1.5.3. Caracterizarea informației după destinația socială

Informația, caracterizată după destinația socială se împarte în: **informație mass media, informație specială, informație personală**.

Informația mass media este destinată populației unei regiuni, țări sau mai multor țări indiferent de vârstă, gen sau profesie. Drept purtători a informației mass media servesc revistele, ziarele, radioul, televiziunea și rețelele de calculatoare. Informația mass media poate fi divizată în informație social-politică, științifico-populară și uzuală.

Informația specială este destinată unui cerc mai îngust de specialități. Informația specială poate fi divizată în informație științifică, tehnică, tehnologică etc.

Informația științifică se obține în rezultatul cercetării mediului înconjurător, dezvoltării societății și gândirii și poate fi clasificată după domeniile științifice: matematică; fizică; chimie; filologie etc.

Informația tehnică se obține în rezultatul cercetărilor și elaborărilor în domeniul mecanizării și automatizării proceselor de producere și poate fi clasificată după ramurile de producere: constructoare de mașini; transport; comunicații etc.

Informația tehnologică se obține în sfera de producere, desfacere și utilizare a produselor agricole și industriale. Informația tehnologică poate fi clasificată în dependență de caracterul de producere, de proiectare, de planificare etc.

Informația personală (individuală, confidențială) este adresată unei singure persoane sau unui cerc foarte restrâns de persoane legate prin relații de rudenie, prietenie, afaceri etc.

→ 1.5.4. Caracterizarea informației după proprietățile metrice

Clasificarea informației după proprietățile metrice este cea mai des utilizată în aplicații tehnice. Conform acestei clasificări informația poate primi următoarele forme: **parametrică, topologică, abstractă**.

Forma parametrică a informației include garnituri numerice de evaluare a unor parametri (mărimi măsurate), rezultatele cantitative obținute în rezultatul cercetărilor, analizei, controlului. Forma parametrică este des utilizată în știință și tehnică pentru prezentarea rezultatelor măsurărilor.

Forma topologică a informației include figuri geometrice, hărți geografice, diverse imagini plane și obiecte tridimensionale. Prin informația topologică este comod de prezentat imaginile care trebuie recunoscute.

La forma abstractă se referă relațiile matematice, fizice și unele noțiuni generale. Informația abstractă se utilizează în cercetări de înalt grad teoretic, când sunt necesare generalizări, simbolizări, abstractizări.

Tabelul 1.1. Clasificarea informației după proprietățile metrice.

Parametrică	Topologică	Abstractă
Eveniment – F^0	Punct – F^0	$M(1,0,2)$
Mărime – F^1	Linie – F^1	$y = ax + b$
Funcție – F^2	Plan – F^2	$f(x, y, z, \dots) = 0$
Complexitate – F^3	Volum – F^3	$V = a \cdot b \cdot c$
P-spațiu – F^n	T-spațiu – F^n	$U = f(x, y, z, \dots, t)$

În tabelul 1.1 formele de informație pot fi împărțite după puterea mulțimilor informaționale. Vom numi putere informațională de ordinul zero puterea care corespunde puterii punctului (informația cu dimensiunea zero), de primul ordin - liniei (informație unidimensională), de ordinul doi - planului (informație bidimensională), de ordinul trei - spațiului (informație tridimensională), de ordinul n - spațiul de ordinul n (informație n -dimensională).

În așa mod arhitectura informației poate fi schimbată trecând de la o formă la alta.

În tehnică o aplicare largă are informația parametrică, care poate fi redusă la următoarele patru forme de bază: eveniment, mărime, funcție, complexitate.

Evenimentul Drept element primar indivizibil de informație e primit evenimentul elementar binar-alternativ dintră confirmare și contestare, adevăr și minciună, prezență și lipsă etc.

Dualitatea evenimentului permite prezentarea lui convențională prin simbolica geometrică - cu punct și spațiu liber, prin simbolica aritmetică - cu unu și zero (1,0), prin simbolica semnalelor - cu impuls și pauză.

Evenimentul are o putere informațională de ordinul zero sau dimensiune geometrică nulă.

Mărimea Mărimea reprezintă o mulțime de evenimente introduse în ordine unidimensională conform scării valorilor. Fiecare eveniment primește o singură valoare. Mărimea poate fi discretă sau continuă. Mulțimile de evenimente pot fi finite sau infinite. Mărimea geometrică poate fi prezentată printr-o linie.

Funcția Funcția prezintă coresponderea între mărime și timp, mărime și spațiu, între două mărimi. Din acest punct de vedere funcția poate fi tratată drept câmp bidimensional de evenimente.

Complexitatea Complexitatea deplină de informație prezintă o corespondere între mărime, pe de o parte, timp și spațiu - de altă parte. În așa mod complexitatea deplină de informație poate fi tratată drept câmp tridimensional de evenimente.

Informația parametrică cel mai des comunică diferențe mărimi fizice, estimate după scări de măsură individuale sau jalonate la o scară unică. Informația despre o singură mărime scalară este unidimensională. Informația despre dependența funcțională între două mărimi este bidimensională. Relațiile mai complicate între multe mărimi sunt prezentate prin categorii n -dimensionale. Informația despre variația parametrilor în timp ocupă de la două până la n dimensiuni și depinde de numărul parametrilor.

Spațiile geometrice (linia, planul, volumul) reprezintă categorii informaționale numai în cazul când determină locul evenimentului. Spațiile raportate la un anumit moment de timp tot au sens informațional, numai în cazul descrierii unor evenimente, drept exemplu: mișcarea trenului pe calea ferată; mișcarea vaporului pe mare.

Spațiile parametrice pot conține informație despre distribuirea unor parametri pe linie, în plan sau volum. La ele se referă, în particular, câmpurile fizice unidimensionale, bidimensionale, tridimensionale sau complexe de producere pentru care punctele de control sunt plasate într-o linie, matrice plană sau machet în spațiu.

Spațiile parametrice raportate la un anumit moment de timp pot conține informație despre variația unei mulțimi de mărimi, jalonate față de una, două sau trei coordonate spațiale și o scară unificată de măsură. Drept exemplu poate servi variația câmpurilor electomagnetică în timp.

→ 1.6. Structura informației

Informația poate suporta diverse transformări structurale (vezi tabelul 1.3). Consecutivitatea transformărilor poate varia în diferite sisteme informaționale. Structurile obținute în procesul transformărilor au un caracter abstract și nu corespund direct etapelor de prelucrare a informației în mijloacele tehnice numerice.

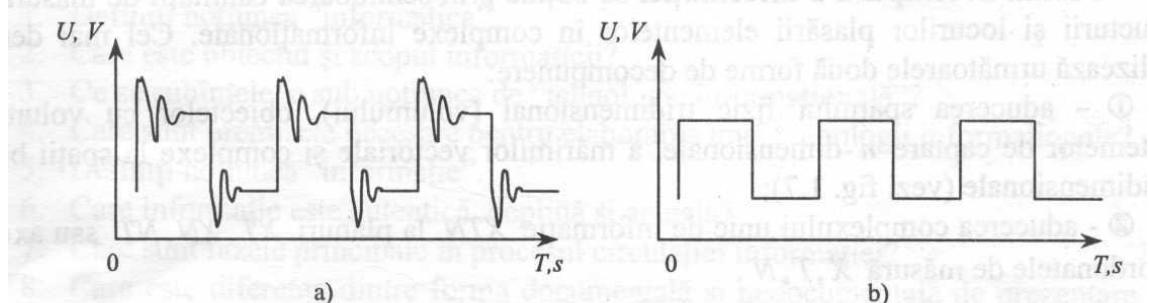
Informația naturală reflectă particularitățile reale ale obiectelor, este prezentată în formă analogică, conține zgromot și nu este optimală după diapazonul necesar de utilizare. Toate aceste limitări sunt condiționate nemijlocit de proprietățile fizice ale obiectului cercetat. Informația naturală poate fi condițional prezentată

printr-o totalitate de mărimi X , momente de timp T și puncte ale spațiului N în formă de mulțimi $\{X\}$, $\{T\}$ și $\{N\}$.

Tabelul 1.3. Structura informației

Semnul convențional	Structura	Caracteristica structurii
$\{X\}\{T\}\{N\}$	Naturală	Structura inițială a informației
$M, D, L\{X\}\{T\}\{N\}$	Normată	Are o scară unică de măsură
$\{X, T, N\}$	Complexă	Are coordonate generalizate X, T, N
$\{X, T, N\}$	Decompusă	Este transformat numărul de măsurări, structura și ordinea
$G_A\{X, T, N\}$	Generalizată	Este înlăturată excedența și evidențiată componenta esențială conform condiției A
X^*, T^*, N^*	Discretă (cuantificată)	Date în forma discretă
m_X, m_T, m_N	Fără unitate de măsură	Mărimi discrete fără unitate de măsură

Drept exemplu de informație naturală poate servi graficul variației tensiunii în impuls într-un circuit electric real (vezi fig. 1.4a), care reflectă particularitățile unui circuit concret al calculatorului. Observăm, că semnalul util este distorsionat (conține zgomot). Într-un circuit electric ideal semnalul util nu conține zgomot (vezi fig. 1.4b).



Informația normată se deosebește de cea naturală prin aceea că fiecare mulțime $\{X\}$, $\{T\}$ și $\{N\}$ are aceeași scară de măsură, același diapazon și alte caracteristici unificate. Informația normată poate fi tratată drept rezultatul acțiunii asupra informației naturale cu următorii operatori: de unificare a scării - M ; de unificare a diapazonului - D ; de unificare a locului în spațiu - L . Drept exemplu de informație normată (adusă la aceeași scară de măsură) poate servi variația în timp a vitezei automobilului (în formă naturală este măsurată în km/oră) și avionului (în formă naturală este măsurată în m/s).

Informația complexă se formează în rezultatul aducerii întregii informații la un complex unic sau la un sistem tridimensional XTN , unde X - coordonata generalizată a valorilor parametrilor sau scara unificată a unor evaluări; T - coordonata generalizată de timp; N - coordonata generalizată a spațiului surselor de informație. Informația complexă reprezintă o mulțime legată și coordonată $\{X, T, N\}$. Drept exemplu de informație complexă poate servi fig. 1.6 în care sunt prezentate un set de grafice a variației amplitudinii semnalului electric într-un conductor (fiecare grafic este obținut în momente diferite de timp).

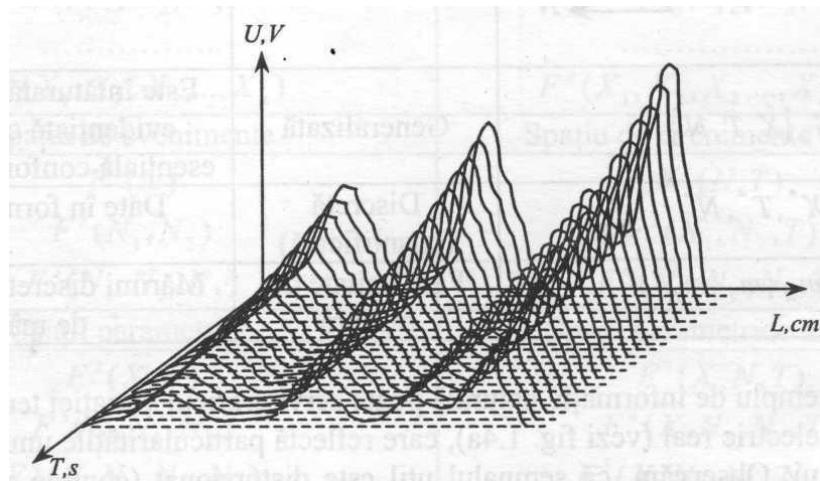


Fig. 1.6 Variația în timp a semnalului electric într-un conductor cu lungimea L.

Forma decompusă a informației se obține prin schimbarea cantității de măsurări a structurii și locurilor plasării elementelor în complexe informaționale. Cel mai des se utilizează următoarele două forme de decompunere:

- aducerea spațiului fizic tridimensional (volumului), obiectelor cu volum, a sistemelor de captare n - dimensionale, a mărimilor vectoriale și complexe la spații bi- și unidimensionale;
- aducerea complexului unic de informație XTN la planuri XT , XN , NT sau axe cu coordonatele de măsură X, T, N .

Informația decompusă nu este corelată. În aşa informație sunt dereglate sau alungite legăturile între elementele de informație.

→ II. MĂSURAREA INFORMAȚIEI

Problema principală a teoriei informației constă în determinarea unității de măsură și calității informației. În teoria informației unitățile de măsură a informației trebuie să reflecte următoarele trei aspecte: **structural**, **statistic**, **semantic**.

Aspectul structural cercetează configurația discretă a masivelor de informație și măsurarea lor prin simpla numărare a elementelor informaționale (cuantelor) sau prin metoda combinatorică, care presupune o codificare simplă a masivelor de informație.

Aspectul statistic operează cu noțiunea de entropie, drept mărime nedeterminată care scontează probabilitatea apariției și ca urmare calitatea surselor de informație.

Aspectul semantic indică utilitatea și valoarea informației.

Fiecare din aceste trei aspecte are domeniul său de aplicare. Teoria structurală se aplică pentru evaluarea posibilităților echipamentelor sistemelor informaționale (canalelor de comunicație, dispozitivelor de memorare și înregistrare) indiferent de condițiile utilizării. Teoria statistică permite evaluarea sistemelor informaționale în condiții concrete, drept exemplu, la transmiterea informației cu caracteristice determinante prin sistemul de comunicație. Teoria semantică se utilizează în procesul evaluării eficacității experimentului logic.

În prezent în teoria informației se dezvoltă și alte direcții mai generalizate care țin cont de proprietățile sursei, canalelor de transfer și receptoarelor de informație.

Înainte de a trece la unitățile de măsură a informației, este necesar să menționăm, că sursele de informație și comunicările create de ele pot fi discrete sau continui. Alfabetul sursei reprezintă o trusă de elemente informaționale, iar elementele în parte - simboluri. Noțiunea de simbol în acest caz include litere, cifre etc. Numărul de simboluri determină volumul alfabetului.

O sursă discretă într-un interval de timp limitat creează o mulțime finită de comunicări. Drept exemple de comunicări discrete pot servi un articol cules în orice limbă, o consecutivitate de cifre.

Comunicările continui sunt prezentate de mărimi fizice ce variază într-un interval dat de timp. O mulțime finită de comunicări într-un interval de timp se poate obține prin discretizarea (în timp) și cuantificarea (atribuirea valorilor corespunzătoare mărimilor discrete) a unei comunicări continui.

2.1. Unitățile structurale de măsură a informației

În procesul utilizării unităților structurale de măsură se ia în considerație numai configurația discretă a complexului informațional, în particular, numărul elementelor informaționale ce se conțin în el, numărul legăturilor dintre ele sau numărul de combinații din elementele complexului.

Sub elemente informaționale se subînțeleg părțile indivizibile (cuante) ale informației în modelele discrete ale complexelor informaționale reale, elementele alfabetelor sau elementele sistemelor de numerație.

În teoria structurală se utilizează următoarele unități de măsură a informației: **geometrică, combinatorică și aditivă**.

Cea mai răspândită este unitatea aditivă logaritmica binară de măsură (unitatea de măsură Hartley) care prezintă cantitatea de informație în unități binare - biți.

2.1.1. Unitatea geometrică de măsură a informației

Definirea cantității de informație prin metoda geometrică se reduce la măsurarea lungimii liniei, suprafeței planului sau volumului modelului geometric al complexului informațional dat în unități discrete - cuante. Prin metoda geometrică se determină cantitatea maximal posibilă (potențială) a informației în gabaritele structurale date denumită și capacitate informațională a sistemului informațional cercetat. Capacitatea informațională poate fi calculată ca suma valorilor discrete ale tuturor măsurărilor.

Capacitatea informațională poate fi prezentată printr-o cifră care arată numărul de cuante ce se conțin în întregul masiv informațional.

Unitatea geometrică de măsură poate fi utilizată atât pentru evaluarea capacitatii informaționale, cât și pentru determinarea cantității de informație ce se conține într-o comunicare aparte. Dacă despre mărimea reflectată printr-o comunicare se știe că are o valoare maximală din acel set de mărimi pe care le-a avut mai înainte, atunci se poate afirma, că cantitatea de informație care se conține în această comunicare, cât și în comunicările primite mai înainte, se determină prin numărul de cuante ce se conțin în mărimea maximală.

Fie că informația este reflectată într-un complex deplin sau sistem tridimensional XTN, unde X - coordonata generalizată a valorilor parametrilor sau scara unificată a unor evaluări; T - coordonata generalizată a timpului; N - coordonata generalizată a spațiului surselor de informație. Dacă măsurările discrete sunt efectuate după axele X, T și N cu intervalele $\Delta_X, \Delta_T, \Delta_N$ atunci coordonatele continui se descompun în elemente (cuante),

$$m_X = \frac{X}{\Delta_X}; m_T = \frac{T}{\Delta_T}; m_N = \frac{N}{\Delta_N}.$$

numărul căror se determină de formulele: atunci complexul deplin XTN, se prezintă în următorul numar de cuante $M=m_x+m_t+m_n$.

De unde reiese, că unitatea geometrică de măsură a informației reprezintă o mărime fără dimensiuni (număr de cuante).

→ 2.1.2. Unitatea combinatorică de măsură a informației

Unitatea combinatorică se utilizează în cazul când este necesar de a evalua posibilitatea de transferare a informației cu ajutorul diverselor combinații de elemente informaționale. Formarea combinațiilor este o formă de codificare a informației.

Cantitatea de informație prezentată în unități combinatorice de măsură se calculează ca o cantitate de combinații ale elementelor. În aşa mod se pot evalua proprietățile combinatorice ale complexelor informaționale.

În complexele informaționale se permite combinarea elementelor neechivalente, cu legături variabile sau care ocupă diverse poziții în spațiu. Elementele sunt neechivalente dacă se deosebesc între ele cel mult printr-un singur parametru - mărime, formă, culoare, temperatură, umiditate etc.

Elementele echivalente după toți parametrii pot deveni neechivalente dacă se ia în considerație poziția, locul plasării, ce influențează asupra întregului complex. Drept exemplu a influenței poziției elementului într-un complex informațional poate servi transferul unei cifre într-un sistem pozitional de prezentare a numerelor binare: 1110 și 0111 sau 0001 și 1000. În primul caz își schimbă poziția cifra zero, iar în cazul al doilea unitatea. În primul caz se schimbă numărul (14 și 7 - în sistemul zecimal de numerație), iar în al doilea caz unitatea se transformă în 8.

În teoria combinatorică se analizează diverse forme de cuplare a elementelor: **combinări, combinări cu repetări, permutări, permutări cu repetări, aranjări, aranjări cu repetări**.

Combinările din h elemente luate câte l se deosebesc prin componența elementelor. De exemplu, combinările din trei elemente a, b, c luate căte 2 sunt: ab, ac, bc . Numărul combinărilor posibile poate fi prezentat de formula

$$C_h^l = \frac{h!}{l!(h-l)!}, \quad (0!=1). \quad (2.2)$$

Combinările cu repetări de asemenea se deosebesc prin componența elementelor, însă elementele în acest caz se pot repeta. Numărul de combinări cu repetări din h elemente luate căte l poate fi calculat conform formulei:

$$\bar{C}_h^l = \frac{(h+l-1)!}{l!(h-1)!}. \quad (2.3)$$

Permutările din h elemente se deosebesc numai prin ordinea plasării elementelor. De exemplu, pentru elementele a, b, c obținem următoarele permutări: $abc, bca, cab, cba, bac, acb$. Numărul permutărilor posibile din h elemente diferite se determină conform formulei

$$P_h = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots h = h!. \quad (2.4)$$

Permutările cu repetări din h elemente, în care primul element se repetă de α ori, al doilea element - de β ori și, în sfârșit, ultimul - de γ ori se determină conform formulei

$$\bar{P}_h(\alpha, \beta, \dots, \gamma) = \frac{h!}{\alpha! \beta! \dots \gamma!}. \quad (2.5)$$

Aranjările din h elemente luate căte l diferă și prin componența elementelor și prin ordinea plasării lor. De exemplu, aranjările din trei elemente a, b, c luate căte 2 sunt: ab, ac, bc, ba, ca, cb . Numărul aranjărilor din h elemente luate căte l se determină conform formulei

$$A_h^l = \frac{h!}{(h-l)!}. \quad (2.6)$$

Numărul posibil de **aranjări cu repetări** din h elemente luate căte l este

$$\bar{A}_h^l = h^l. \quad (2.7)$$

Dacă se utilizează unitatea combinatorică de măsură, atunci cantitatea de informație Q coincide cu numărul posibil de combinări. Din cele prezentate reiese, că determinarea cantității de informație Q prin unități combinatorice de măsură nu prezintă o simplă numărare a cuantelor ca în cazul utilizării unităților de măsură geometrice, ci în determinarea numărului posibil sau real de combinări realizate în evaluarea diversității structurale. În acest caz cantitatea de informație pentru același număr de elemente crește esențial.

→ 2.1.3. Unitatea de măsură aditivă

Pentru a determina unitatea de măsură aditivă a informației vom introduce noțiunile de adâncime h și lungime l a numărului dat.

Definiție. Vom numi adâncime h a unui număr cantitatea de elemente (simboluri) diferite care se conțin în alfabetul dat.

Adâncimea numărului corespunde bazei sistemului de numerație sau a sistemului de codificare. Un alfabet deplin ocupă o singură celulă numerică, adâncimea căreia este egală cu h . În fiecare moment dat se realizează numai un simbol din h posibile.

Definiție. Vom numi lungime l a unui număr numărul de celule numerice sau numărul de repetări ale alfabetului necesar și suficient pentru prezentarea numărului de o mărime indicată.

Lungimea numărului corespunde ordinului sistemului de numerație sau sistemului de codificare. Un set din l celule - alfabelete constituie un sir numeric care permite prezentarea și păstrarea unui număr deplin cu lungimea l . O mulțime oarecare de numere Q se prezintă prin câmp de miniere.

Pentru adâncimea h și lungimea l cantitatea de numere prezentată printr-un sir numeric poate fi exprimată prin formula $Q = h^l$, unde capacitatea sirului depinde exponențial de l .

Definiție. Numim unitate aditivă logaritmică de măsură a informației egală cu un bit aşa o cantitate de informație a unei comunicări (număr) pentru care lungimea $l = 1$ iar adâncimea $h = 2$.

Dacă ne referim la sistemele de numerație, atunci sistemul pentru care $l = 1$ (ordinul sistemului) și $h = 2$ (baza sistemului) se numește sistem binar de numerație și are alfabetul deplin compus din 0 și 1. În sistemul

binar de numerație mărimea de un bit corespunde evenimentului elementar care poate avea loc sau nu (1 bit este egal cu 0 sau 1). O grupă de 4 biți se numește **nibble**. Un grup de 8 biți se numește **octet** sau **byte**.

Cantitatea de informație definită în așa mod este echivalentă cantității simbolurilor binare - zero și unu. Prezentarea informației în sistemul binar de numerație se mai numește și codificare.

Unitatea aditivă logaritmica de măsura a informației asigură posibilitatea adunării și proporționalitatea cantității de informație lungimii numărului l sau cantității celulelor numerice.

În cazul prezenței mai multor surse de informație formula $Q=h^l$ evident are forma

$$Q = h^{l_1 + l_2 + \dots + l_n}, \quad (2.10)$$

iar în unități aditive

$$I = l_1 \log_2 h + l_2 \log_2 h + \dots + l_n \log_2 h. \quad (2.11)$$

→ 2.2. Unitățile statistice de măsură a informației

2.2.1. Probabilitatea și informația

Din punct de vedere al probabilității informația este privită drept o comunicare despre apariția sau nu a unor evenimente, realizarea sau nu a unor mărimi și funcții, iar cantitatea informației depinde de probabilitățile apriorice ale evenimentelor, mărimilor, funcțiilor.

Comunicarea este puțin informativă dacă conține informație despre evenimente ce se produc de multe ori sau probabilitatea apariției lor tinde spre unitate (spre autenticitate deplină). Tot așa, este puțin informativă comunicarea despre evenimentele inverse (antievenimente), probabilitățile apariției cărora tind spre zero și care, în consecință, sunt aproape imposibile.

Evenimentul și antievenimentul reprezintă un eveniment binar monoobiect. Anume această pereche reprezintă elementul indivizibil (cuanta) de informație: DA, NU; 1, 0.

Alt tip de comunicare poate conține informații despre evenimentele binare biobiecte care includ patru elemente.

Evenimentele pot fi privite drept rezultate a unei experiențe, formând un ansamblu sau un grup deplin de evenimente discrete. Suma probabilităților evenimentelor unui grup deplin este întotdeauna egală cu unitatea. Evenimentele unui ansamblu sunt incompatibile. În ansamblul de elemente are loc realizarea obligatorie a unui

$$\sum_{i=1}^k p(x_i) = p(x_1) + p(x_2) + \dots + p(x_k) = 1. \quad (2.20)$$

eveniment și se îndeplinește relația

Definiție. Vom numi ansamblu de evenimente un grup finit de evenimente incompatibile cu o repartizare cunoscută a probabilităților, suma cărora este egală cu o unitate.

În caz general probabilitățile nu rămân constante. Ele pot varia în timp sau spațiu în dependență de condițiile reale. De aici rezultă că și caracteristicile statistice (valoarea medie, dispersia) devin mărimi variabile. Procesele descrise de aceste mărimi se numesc procese nestaționare din punct de vedere statistic.

2.2.2. Noțiunea de entropie

Noțiunea de entropie se utilizează în diferite domenii de știință și caracterizează mărimea probabilității apariției evenimentului.

Utilizarea entropiei pentru măsurarea cantității de informație necesită o atenție deosebită, deoarece în acest caz nu ne putem baza pe caracteristice ideale, parametrii constanți și condițiile inițiale pe deplin cunoscute. În practică utilizării și prelucrării informației totul se află în mișcare (schimbare): se schimbă parametrul stării evenimentului, se schimbă momentul de timp de realizare al evenimentului sau locul în spațiu, fapt ce creează o informație nouă. Practic, pentru a utiliza entropia ca unitate de măsură a informației este necesar de a lua în considerație toate condițiile posibile, de a concretiza tipul informației, timpul prelucrării, destinația și condițiile prezentării.

2.2.3. Entropia ansamblului

Entropia ansamblului de evenimente reprezintă unitatea de măsură a cantității probabilității realizării lor. În teoria statistică a informației, propusă de Schenon în an. 1948, entropia este exprimată cantitativ ca media sumei probabilităților apariției fiecărui eveniment posibil al ansamblului.

Schenon prin afirmă, că valoarea medie a informației este egală cu entropia cantității de informație a unui ansamblu de evenimente sau

$$H = I_{med} \cdot \quad (2.27) \text{ unde}$$

$$I_{med} = -\sum_{i=1}^k p_i \log_2 p_i \text{ [biți].} \quad (2.26)$$

Baza logaritmului în formula (2.26) determină unitatea de măsură a entropiei și cantității de informație.

Dacă logaritmul este în baza 2, atunci unitatea de măsură se numește **bit**.

Dacă logaritmul este în baza e= 2,718, atunci unitatea de măsură se numește **nit**, unde 1 nit= 1,44269 biți.

Dacă logaritmul este în baza 10, atunci unitatea de măsură se numește **dit**, unde 1 dit = 3.32193 biti.

În practică cel mai mult se utilizează formula cu logaritmul în baza doi care prezintă cantitatea de informație în biți și permite o concordanță deplină cu logica și tehnica sistemului binar de numerație.

Entropia poate fi definită și ca valoarea medie a cantității de informație a unei comunicări sau drept speranță matematică a cantității de informație pentru mărimele măsurate x_i ale sistemului

$$H(p) = -\sum_{i=1}^k p_i(x_i) \log_2 p_i(x_i). \quad (2.28)$$

X:

Funcția $H(p)$, unde $p = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ este vectorul probabilității evenimentului, a fost aleasă de Schenon în aşa mod ca ea să satisfacă următoarelor cerințe:

- $H(p)$ continuă pe intervalul $0 < p_i < 1$, adică pentru schimbări mici ale lui p_i mărimea $H(p)$ se schimbă puțin;

- $H(p)$ e simetrică față de p_i , adică nu se schimbă la orice schimbare a locurilor argumentilor p_i ;

- $H(p_1, p_2, \dots, p_{k-1}, q_1, q_2) = H(p_1, p_2, \dots, p_k) + p_k H(q_1/p_k, q_2/p_k)$, adică în cazul când evenimentul x_i , constă din două evenimente x_i și x_j cu probabilitățile q_{x1} și q_2 , unde $q_1 + q_2 = p_i$, atunci entropia totală este egală cu suma entropiilor sistemului neramificat și ramificat cu ponderea p și probabilitățile relative q_1/p_k și q_2/p_k (vezi fig. 2.10).

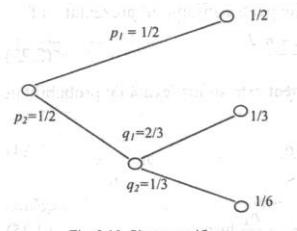


Fig. 2.10. Sistem ramificat.

Entropia este caracterizată prin următoarele proprietăți:

- entropia întotdeauna este pozitivă;

- entropia este egală cu zero numai în cazul când despre eveniment este totul cunoscut (rezultatul evenimentului nu aduce informație nouă).

- entropia are valoare maximă dacă toate probabilitățile sunt egale între ele $P_1 = P_2 = \dots = P_k = 1/h$.

Utilizând ultima proprietate pentru H obținem. (2.29)

$$H = -\log_2 \frac{1}{k} = \log_2 k. \quad (2.29)$$

Unitatea statistică de măsură a informației a lui Schenon (2.29) coincide cu unitatea aditivă de măsură a informației a lui Hartley dacă în (2.9) $h = k$, $l = 1$, iar în (2.29) probabilitățile evenimentelor sunt egale, adică $P_1 = P_2 = \dots = P_k = 1/h$.

În rezultat pentru H obținem $H = \log_2 h$ [biți].

Coincidența unităților de măsură după Schenon și Hartley în cazul stărilor echiprobabile $P_1 = P_2 = \dots = P_k = 1/h$ presupune utilizarea completă a capacitatii informaționale a unui sistem informațional.

În cazul probabilităților inegale cantitatea de informație calculată după formula lui Schenon (2.29) este mai mică de cât capacitatea informațională a sistemului calculată după formula lui Hartley (2.9), adică ..capacitatea informațională, a unui sistem informațional nu este utilizată complet.

→ 2.3. Unitățile semantice de măsură a informației

2.3.1. Consistența informației

În teoria semantică informația este caracterizată prin consistență și utilitate. Unitatea de măsură a consistenței informației se înseamnă prin **cont** (de la cuvântul englez "content" - conținut).

Consistența evenimentului i poate fi exprimată prin funcția de măsură $m(i)$ în modul următor

$$cont(i) = m(\sim i) = 1 - m(i), \quad (2.47)$$

unde: i - evenimentul analizat, m - funcția unității de măsură; \sim semnul negării.

Evaluarea consistenței se bazează pe logică matematică în care funcțiile de veridicitate $m(i)$ și de falsitate $m(\sim i)$ formal se aseamănă cu funcțiile probabilității evenimentului $p(i)$ și antievenimentului $q(i)$ din teoria probabilității. În ambele cazuri au loc condiții asemănătoare:

- suma probabilității evenimentului $p(i)$ și antievenimentului $q(i)$ este întotdeauna egală cu 1 sau $p(i)+q(i)=1$, suma veridicității $m(i)$ și falsității $m(\sim i)$ tot este egală cu $m(i)+m(\sim i)=1$;
- probabilitatea și consistența se schimbă în același interval, respectiv $0 \leq p(i) \leq 1$ și $0 \leq m(i) \leq 1$;
- evaluarea statistică a cantității de informație se face conform relației

$$I = \log_2 \frac{1}{p(i)} = -\log_2 p(i), \quad (2.48)$$

iar evaluarea logică se face printr-o relație asemănătoare

$$Inf = \log_2 \left(\frac{1}{1 - cont(i)} \right) \quad (2.49)$$

$$Inf = \log_2 \frac{1}{m(i)} = -\log_2 (1 - m(\sim i)). \quad (2.50)$$

sau

Diferența dintre evaluarea statistică și logică constă în aceea, că în primul caz se iau în considerație probabilitățile realizării evenimentelor, iar în cazul doi - unitățile de veredicitate și falsitate a evenimentelor, ce ne apropie la evaluarea sensului informației.

2.3.2 Utilitatea informației

Utilitatea informației poate fi evaluată conform efectului manifestat asupra procesului rezolvării unor probleme, dirijării unor procese tehnologice, economice sau sociale. Drept unitate de măsură a utilității informației este propusă aşa o mărime, care se determină prin schimbarea probabilității atingerii unui scop în procesul obținerii informației adăugătoare.

Informația adăugătoare este egală cu zero dacă ea nu schimbă probabilitatea atingerii unui scop. În alte condiții informația primită adăugător poate micșora probabilitatea atingerii scopului. Așa informație e numită dezinformație și se măsoară prin mărimea negativă a cantității de informație. Dacă informația obținută mărește probabilitatea atingerii unui scop, atunci ea se măsoară prin mărimea pozitivă a cantității de informație.

Unitatea de măsură a utilității informației în caz general poate fi prezentată prin următoarea relație

$$I = \log_2 p_1 - \log_2 p_0 = \log_2 \frac{p_1}{p_0},$$

analitică unde p_0 - probabilitatea inițială (până la primirea informației) de atingere a scopului, iar p_1 probabilitatea finală (după primirea informației) de atingere a scopului.

III. SISTEME DE NUMERAȚIE

→ 3.1. Clasificarea sistemelor de numerație

Definiție. Numim sistem de numerație totalitatea regulilor folosite pentru scrierea numerelor cu ajutorul unor simboluri numite cifre.

Istoria dezvoltării societății umane cunoaște mai multe sisteme de numerație. Sistemele de numerație cunoscute în prezent pot fi împărțite în:

- sisteme de numerație nepozitionale;
- sisteme de numerație poziționale.

Cel mai reprezentativ **sistem nepozitional de numerație** este sistemul roman care folosește simbolurile: I - unu; V - cinci; X - zece; L - cincizeci; C - o sută; D - cincisute; M - o mie. Regulile folosite în acest sistem pentru formarea numerelor sunt:

- sumarea cifrelor de aceeași valoare, așezate una lângă alta: CC=200 sau XXX=30;
- o cifră de valoare mai mică așezată înaintea uneia de valoare mai mare, se scade din ultima: IX=9 sau XL=40;
- o cifră de valoare mai mare așezată înaintea uneia de o valoare mai mică, se adună la ultima: VI=6 sau LXX=70.

Regulile de mai sus au o serie de neajunsuri care au și dus la abandonarea acestui sistem, el având doar importanță istorică:

- unul și același număr se poate reprezenta în mai multe moduri: 80 se poate scrie LXXX sau XXXC;

- lungimea numărului nu are nici o legătură cu valoarea lui, de exemplu, după lungimea numerelor VIII, IX și XVI nu se poate face concluzia despre valoarea lor;

- există dificultăți în efectuarea calculelor, de exemplu, încercați să înmulțești două numere XXI și VL în acest sistem de numerație.

Sistemele poziționale de numerație se împart în sisteme poziționale uniforme de numerație și sisteme poziționale mixte de numerație.

Cel mai semnificativ reprezentat al sistemelor poziționale uniforme de numerație este sistemul zecimal, cunoscut mai mult ca sistem arab de numerație. Acest sistem a fost inventat în India, împrumutat apoi de arabi și adus în Europa. Pentru înscrierea numerelor în sistemul zecimal sunt folosite cifrele zecimale obișnuite: 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9. Sistemul zecimal se caracterizează prin faptul că aportul unei cifre la valoarea numărului depinde atât de valoarea ei cât și de poziția pe care o ocupă în scrierea numărului. Astfel, de exemplu, dacă scriem numărul 323, cifrele 3 din poziția unităților și a sutelor au valori diferite.

În sistemele poziționale mixte de numerație numărul cifrelor admise pentru fiecare poziție poate fi diferit. Drept exemplu, în sistemul de fixare a timpului în categoriile secundelor și minutelor se utilizează 60 gradeații, iar în categoria orelor - 24 gradeații.

Sistemele poziționale uniforme de numerație au o utilizare mult mai largă în comparație cu sistemele poziționale mixte.

3.2. Sisteme poziționale uniforme de numerație

Un număr în sistemul pozițional uniform de numerație se scrie sub forma unei consecutivități de cifre separată de virgulă (sau punct) în partea întreagă și partea fracționară, drept exemplu: 523,791.

Orice număr real N , format din partea întreagă și partea fracționară, înscris în sistemul pozițional uniform de numerație

$$N = \pm a_{n-1}a_{n-2}...a_1a_0a_{-1}...a_{-m} \quad (3.1)$$

poate fi prezentat prin suma consecutivității:

$$N = \pm (a_{n-1}b^{n-1} + a_{n-2}b^{n-2} + \dots + a_1b^1 + a_0b^0 + a_{-1}b^{-1} + \dots + a_{-m}b^{-m}) \quad (3.2) \text{ sau}$$

$$N = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} a_i b_i, \quad (3.3)$$

unde

- $a_i = 0,1,2,\dots, b-1$ reprezintă cifrele (simbolurile) sistemului de numerație;

- b - baza sistemului de numerație ($b \geq 2$ - număr natural), care indică numărul total de cifre (simboluri) utilizate pentru reprezentarea unui număr;

- $i = n-1, n-2, \dots, 1, 0, -1, \dots, -m$ - numărul (categoria, ordinul, rangul) poziției cifrei;

- $b^i = b^{n-1}, b^{n-2}, \dots, b^1, b^0, b^{-1}, \dots, b^{-m}$ - ponderea cifrei reprezintă un coeficient ce depinde de rangul cifrei (pentru a afla valoarea reală a cifrei într-un număr din sistemul pozițional de numerație e necesar de înmulțit cifra dată cu ponderea ei);

- n - numărul de cifre a părții întregi;

- m - numărul de cifre a părții fracționare;

- a_{n-1} - cifra cea mai semnificativă ($a_{n-x} \neq 0$, ponderea ei este cea mai mare);

- a_{-m} - cifra cea mai puțin semnificativă (ponderea ei este cea mai mică).

Tabelul 3.1. Sisteme poziționale uniforme de numerație.

Baza	Denumirea sistemului	Simbolurile utilizate
2	Binar	0,1
3	Ternar	0,1,2
4	Cuaternar	0,1,2,3
8	Octal	0,1,2,3,4,5,6,7
10	Zecimal	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
12*)	Bizecimal	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B
16*)	Hexazecimal	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

*) Sistemele de numerație, în cadrul cărora se utilizează cifre și litere, se numesc sisteme de numerație alfanumerice.

Tabelul 3.2. Numere naturale în diferite sisteme poziționale uniforme de numerație.

Sistemul de numerație					
Zecimal	Binar	Ternar	Cuaternar	Octal	Hexazecimal
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1
2	10	2	2	2	2
3	11	10	3	3	3
4	100	11	10	4	4
5	101	12	11	5	5
6	110	20	12	6	6
7	111	21	13	7	7
8	1000	22	20	10	8
9	1001	100	21	11	9
10	1010	101	22	12	A
11	1011	102	23	13	B
12	1100	110	30	14	C
13	1101	111	31	15	D
14	1110	112	32	16	E
15	1111	120	33	17	F
16	10000	121	100	20	10
17	10001	122	101	21	11
18	10010	200	102	22	12
19	10011	201	103	23	13
20	10100	202	110	24	14
21	10101	210	111	25	15
22	10110	211	112	26	16

→ 3.3. Conversii între baze de numerație

Existența și utilizarea mai multor baze de numerație ridică problema conversiei numerelor dintr-o bază în alta. Pentru efectuarea conversiei sunt cunoscute următoarele patru metode des utilizate în practică:

- metoda împărțirii succesive cu calcule în baza veche;
- metoda înmulțirii succesive cu calcule în baza veche;
- metoda substituției cu calcule în baza nouă;
- metoda substituției automate.

3.3.1. Conversia numerelor întregi prin împărțiri succesive

Metoda împărțirii succesive cu calcule în baza veche se utilizează pentru conversia bazei unui număr întreg.

Algoritmul de conversie dintr-o bază în alta a unui număr întreg se deduce pornind de la expresia $N = a_{n-1}b^{n-1} + a_{n-2}b^{n-2} + \dots + a_1b^1 + a_0b^0$. (3.4)

Expresia (3.4) se poate scrie sub formă:

$$N = b(a_{n-1}b^{n-2} + a_{n-2}b^{n-3} + \dots + a_1) + a_0 \quad (3.5)$$

sau $N = bN_1 + a_0$, (3.6)

unde $N_1 = a_{n-1}b^{n-2} + a_{n-2}b^{n-3} + \dots + a_1$ (3.7)

Regula generală de conversie a unui număr întreg dintr-o bază de numerație în alta:

Conversia unui număr întreg dintr-o bază în alta se îndeplinește prin împărțirea succesivă a numărului dat la baza sistemului nou de numerație. Împărțirea se oprește când catul devine mai mic de cât valoarea bazei noi. Numărul în sistemul nou de numerație va fi scris sub formă de resturi ale operației împărțirii, începând cu ultimul. Ultimul rest reprezintă cifra de ordin superior a numărului în sistemul nou de numerație. Toate calculele se îndeplinesc în bază veche.

$27_{10} = 11011_2 = 16 + 8 + 0 + 2 + 1 = 27$

$27 : 2 = 13 \text{ (1)}$

$13 : 2 = 6 \text{ (1)}$

$6 : 2 = 3 \text{ (0)}$

$3 : 2 = 1 \text{ (1)}$

1

11011_2

3.3.2. Conversia numerelor fracționare prin înmulțiri succesive

Metoda înmulțirii succesive cu calcule în baza veche se utilizează pentru conversia numerelor fracționare.

Conversia unui număr fracționar dintr-o bază în alta se îndeplinește prin înmulțirea succesivă a părților fracționare a numărului dat la baza b a sistemului nou de numerație. Algoritmul se oprește când se ajunge la una din următoarele situații:

a) partea fracționară a produsului este zero; în acest caz, rezultatul conversiei este număr subunitar cu un număr finit de cifre a părții fracționare;

b) partea fracționară a produsului se reprezintă prima dată în succesiunea de produse obținute; în acest caz rezultatul conversiei este o fracție periodică;

c) dacă nu se ajunge la nici una din cele două situații menționate, algoritmul se oprește când se consideră că s-au calculat suficiente cifre ale rezultatului conversiei;

Partea fracționară a numărului în sistemul nou de numerație va fi scrisă sub formă de numere întregi obținute în rezultatul înmulțirilor succesive, începând cu primul.

În continuare vom prezenta unele exemple de conversie a numărului fracționar $0,491_{10}$ în numere cu baza 2, 4, 8 și 16.

a) Conversia numărului

subunitar zecimal în număr binar.
cuaternar.

$$\begin{aligned} 0,491 \times 2 &= 0,982 \rightarrow 0 \\ 0,982 \times 2 &= 1,964 \rightarrow 1 \\ 0,964 \times 2 &= 1,928 \rightarrow 1 \\ 0,928 \times 2 &= 1,856 \rightarrow 1 \\ 0,856 \times 2 &= 1,712 \rightarrow 1 \\ 0,712 \times 2 &= 1,424 \rightarrow 1 \\ 0,424 \times 2 &= 0,848 \rightarrow 0 \\ 0,848 \times 2 &= 1,696 \rightarrow 1 \end{aligned}$$

Direcția de citire a numărului în baza 2.

$$\text{Rezultatul: } 0,491_{10} = 0,01111101_2 \\ \text{sau } 0,491 D = 0,01111101 B.$$

b) Conversia numărului

subunitar zecimal în număr

$$\begin{aligned} 0,491 \times 4 &= 1,964 \rightarrow 1 \\ 0,964 \times 4 &= 3,856 \rightarrow 3 \\ 0,856 \times 4 &= 3,424 \rightarrow 3 \\ 0,424 \times 4 &= 1,696 \rightarrow 1 \\ 0,696 \times 4 &= 2,784 \rightarrow 2 \\ 0,784 \times 4 &= 3,136 \rightarrow 3 \\ 0,136 \times 4 &= 0,544 \rightarrow 0 \\ 0,544 \times 4 &= 2,176 \rightarrow 2 \end{aligned}$$

Direcția de citire a numărului în baza 4.

$$\text{Rezultatul: } 0,491_{10} = 0,13312302_4 \\ \text{sau } 0,491 D = 0,13312302 C.$$

c) Conversia numărului

subunitar zecimal în număr octal.
hexazecimal.

$$\begin{aligned} 0,491 \times 8 &= 3,928 \rightarrow 3 \\ 0,928 \times 8 &= 7,424 \rightarrow 7 \\ 0,424 \times 8 &= 3,392 \rightarrow 3 \\ 0,392 \times 8 &= 3,136 \rightarrow 3 \\ 0,136 \times 8 &= 1,088 \rightarrow 1 \\ 0,088 \times 8 &= 0,704 \rightarrow 0 \\ 0,704 \times 8 &= 5,632 \rightarrow 5 \end{aligned}$$

Direcția de citire a numărului în baza 8.

$$\text{Rezultatul: } 0,491_{10} = 0,3733105_8 \\ \text{sau } 0,491 D = 0,3733105 Q.$$

d) Conversia numărului

subunitar zecimal în număr

$$\begin{aligned} 0,491 \times 16 &= 7,365 \rightarrow 7 \\ 0,365 \times 16 &= 5,840 \rightarrow 5 \\ 0,840 \times 16 &= 13,440 \rightarrow D \\ 0,440 \times 16 &= 7,040 \rightarrow 7 \\ 0,040 \times 16 &= 0,640 \rightarrow 0 \\ 0,640 \times 16 &= 10,240 \rightarrow A \\ 0,240 \times 16 &= 3,840 \rightarrow 3 \end{aligned}$$

Direcția de citire a numărului în baza 16.

$$\text{Rezultatul: } 0,491_{10} = 0,75D70A3_{16} \\ \text{sau } 0,491 D = 0,75D70A3 H.$$

Observații:

a) o conversie dublă, în sensul conversiei într-o bază și reconverțirea în baza inițială poate conduce la erori de trunchiere;

b) conversia unui număr real se îndeplinește separat pentru partea întreagă conform metodei împărțirii succesive și pentru partea fracționară conform metodei înmulțirii succesive.

3.3.3. Conversia numerelor reale prin metoda substituției cu calcule în baza nouă

Prezenta metodă realizează conversia unui număr N dintr-o bază veche b într-o bază nouă s , efectuând calcule în baza nouă s . Fie că avem numarul:

$$N_b = a_{n-1}b^{n-1} + a_{n-2}b^{n-2} + \dots + a_1b^1 + a_0b^0 + a_{-1}b^{-1} + \dots + a_{-m}b^{-m}. \quad (3.14)$$

Pentru a efectua conversia numărului N_b într-un număr cu baza s vom prezenta cifrele b și $a_{n-1}, a_{n-2}, \dots, a_1, a_0, a_{-1}, \dots, a_{-m}$ în sistemul de numerație cu baza nouă s .

Substituțiile se fac direct dacă $a_i < s$ sau prin împărțiri succesive la s dacă $a_i > s$. Substituțiile pot fi efectuate utilizând tabelul 3.2.

După îndeplinirea substituțiilor expresia (3.14) poate fi scrisă sub forma:

$$N_b = (A_{n-1})_s B_s^{n-1} + \dots + (A_1)_s B_s^1 + (A_0)_s B_s^0 + (A_{-1})_s B_s^{-1} + \dots + (A_{-m})_s B_s^{-m}, \quad (3.15)$$

unde $B_s = b_b$, $(A_i)_s = (a_i)_b$, iar $i \in \{n-1, -m\}$.

După calcularea în baza s a expresiei (3.15) se obține numărul prezentat în baza nouă de numerație

$$N_s = c_{j-1}s^{j-1} + c_{j-2}s^{j-2} + \dots + c_1s^1 + c_0s^0 + c_{-1}s^{-1} + \dots + c_{-k}s^{-k}. \quad (3.16)$$

EXEMPLU

a) $\mathbf{N}_{10} \rightarrow \mathbf{N}_2$

$$479_{10} = 4_{10} \times (10_{10})^2 + 7_{10} \times (10_{10})^1 + 9_{10} \times (10_{10})^0$$

$$4_{10} = 100_2$$

$$7_{10} = 111_2$$

$$9_{10} = 1001_2$$

$$10_{10} = 1010_2$$

$$479_{10} = 100_2 \times (1010_2)^2 + 111_2 \times (1010_2)^1 + 1001_2 \times (1010_2)^0 =$$

$$= 110010000_2 + 1000110_2 + 1001_2 = 111011111_2 = 1 \times 2^8 + 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2$$

$$+ 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 256 + 128 + 64 + 0 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 479_{10}$$

b) $\mathbf{N}_{16} \rightarrow \mathbf{N}_2$

$$1AB_{16} = 1_{16} \times (10_{16})^2 + A_{16} \times (10_{16})^1 + B_{16} \times (10_{16})^0$$

$$1_{16} = 1_2$$

$$A_{16} = 1010_2$$

$$B_{16} = 1011_2$$

$$10_{16} = 10000_2$$

$$1AB_{16} = 1_2 \times (10000_2)^2 + 1010_2 \times (10000_2)^1 + 1011_2 \times (10000_2)^0 =$$

$$= 100000000_2 + 10100000_2 + 1011_2 = 110101011_2$$

3.3.4. Metoda substituției automate

Conversia numerelor binare în numere octale sau hexazecimale și invers poate fi efectuată destul de rapid prin simple înlocuiri care nu necesită calcule voluminoase. Prezenta metodă de conversie se bazează pe relațiile între bazele 2, 4, 8 și 16. Din tabelul 3.2 observăm:

a) orice grup de 2 cifre binare determină în mod unic o cifră cuaternară; reciproc, o cifră cuaternară se reprezintă în binar printr-un grup de 2 cifre binare, completând zerourile necesare la stânga;

b) orice grup de 3 cifre binare determină în mod unic o cifră octală; reciproc, o cifră octală se reprezintă în binar printr-un grup de 3 cifre binare, completând zerourile necesare la stânga (un astfel de grup de 3 cifre binare se numește triadă);

c) orice grup de 4 cifre binare determină în mod unic o cifră hexazecimală; reciproc, o cifră hexazecimală se reprezintă în binar printr-un grup de 4 cifre binare, completând zerourile necesare la stânga (un astfel de grup de 4 cifre binare se numește tetradă).

În general se poate demonstra fară dificultate următoarea teoremă: **dacă o bază $b = s^k$, atunci orice cifră din baza b se reprezintă cu un grup de k cifre din baza s și invers.**

A. Conversii între sistemele de numerație binar și octal.

• Pentru conversia unui număr din baza 2 în baza 8, se grupează cifrele reprezentării lui binare în triade, pornind de la virgulă spre stânga și spre dreapta. Dacă cel mai din stânga grup al părții întregi, respectiv cel mai din dreapta grup al părții fracționare, nu are exact trei cifre, se completează cu zerouri la stânga pentru partea întreagă, respectiv la dreapta pentru partea fracționară. Se înlocuiește fiecare triadă cu cifra octală corespunzătoare.

EXEMPLU

$$10011100011,11010101_2 = 010\ 011\ 100\ 011,110\ 101\ 010_2 = 2343,652_8$$

• Pentru conversia unui număr din baza 8 în baza 2, pornind de la virgulă, spre stânga și spre dreapta se înlocuiește fiecare cifră octală cu triada binară corespunzătoare ei (fiecare cifră octală se va înlocui cu exact trei cifre binare). Dacă în urma înlocuirii rezultă zerouri nesemnificative (la stânga părții întregi sau la dreapta părții fracționare) acestea se omit.

EXEMPLU

$$20347,4305_8 = 10000011100111,100011000101_2$$

B. Conversii între sistemele de numerație binar și hexazecimal.

• Pentru conversia unui număr din baza 2 în baza 16, se grupează cifrele reprezentării lui binare în tetrade, pornind de la virgulă spre stânga și spre dreapta. Dacă cel mai din stânga grup al părții întregi, respectiv cel mai din dreapta grup al părții fracționare, nu are exact patru cifre, se completează cu zerouri la stânga pentru partea întreagă, respectiv la dreapta pentru partea fracționară. Se înlocuiește fiecare tetradă cu cifra hexazecimală corespunzătoare.

EXEMPLU

$$10011100011,110101011_2 = 0100\ 1110\ 0011,1101\ 0101\ 1000_2 = 4E3,D58_{16}$$

• Pentru trecerea unui număr din baza 16 în baza 2, pornind de la virgulă spre stânga și spre dreapta, se înlocuiește fiecare cifră hexazecimală cu tetradă binară corespunzătoare ei (fiecare cifră hexazecimală se va înlocui cu exact patru cifre binare). La sfârșit zerourile binare nesemnificative se omit, ca și în cazul exemplului precedent.

EXEMPLU

$$2A34,4B5_{16} = 0\ 010\ 101\ 000\ 110\ 100,010\ 010\ 110\ 101_2 = 25064,2265_8$$

C. Conversii între sistemele de numerație octal și hexazecimal.

Este evident că cel mai simplu mod de a face conversii între aceste două baze de numerație este cel al folosirii bazei 2 ca intermediar. Pentru a nu opera cu siruri nesfărșite de cifre binare, facem următoarele recomandări:

• Pentru conversia din baza 8 în 16, se grupează la stânga și dreapta virgulei, câte 4 cifre octale. Acestea vor fi transformate mai întâi în 12 cifre binare, care apoi vor fi transformate în 3 cifre hexazecimale.

• Pentru conversia din baza 16 în 8, se procedează analog, adică se grupează la stânga și dreapta virgulei, câte 3 cifre hexazecimale. Acestea vor fi transformate mai întâi în 12 cifre binare, care apoi vor fi transformate în 4 cifre octale.

3.4. Operații aritmetice în diferite baze de numerație

În cele ce urmează va fi expus modul de efectuare a operațiilor aritmetice (adunarea, scăderea, înmulțirea și împărțirea) a numerelor reprezentate în sisteme poziționale uniforme de numerație (binar, octal și hexazecimal). Calculele în diverse baze de numerație sunt necesare dacă se dorește programarea la calculator a unor algoritmi de efectuare a operațiilor la nivel de cifre. În practica informatică, calculele manuale cele mai frecvente se fac în baza 16, urmate de calculele în baza 2. Calculele în baza 8 sunt rar folosite.

3.4.1. Adunarea în sisteme de numerație poziționale $1+1 = 10$

Adunarea se îndeplinește conform regulilor sistemului zecimal de numerație.

a) Adunarea numerelor naturale:

$$\begin{array}{r} +11_{10} \\ -13_{10} \\ \hline 24_{10} \end{array} \quad \begin{array}{r} +1011_2 \\ -1101_2 \\ \hline 11000_2 \end{array} \quad \begin{array}{r} +13_8 \\ -15_8 \\ \hline 30_8 \end{array} \quad \begin{array}{r} +B_{16} \\ -D_{16} \\ \hline 18_{16} \end{array}$$

b) Adunarea numerelor reale:

$$\begin{array}{r} +15,7_{10} \\ -4,2_{10} \\ \hline 19,9_{10} \end{array} \quad \begin{array}{r} +1111,1011_2 \\ -100,0011_2 \\ \hline 10011,1110_2 \end{array} \quad \begin{array}{r} +17,54_8 \\ -4,14_8 \\ \hline 23,70_8 \end{array} \quad \begin{array}{r} +F,B_{16} \\ -4,3_{16} \\ \hline 13,E_{16} \end{array}$$

3.4.2. Scăderea în sisteme de numerație poziționale

Operația de scădere tot poate fi efectuată prin utilizarea tabelelor de adunare. Exemple:

a) scăderea numerelor naturale:

$$\begin{array}{r} 24_{10} \\ -13_{10} \\ \hline 11_{10} \end{array} \quad \begin{array}{r} 11000_2 \\ -1101_2 \\ \hline 1011_2 \end{array} \quad \begin{array}{r} 28_8 \\ -15_8 \\ \hline 13_8 \end{array} \quad \begin{array}{r} 18_{16} \\ -D_{16} \\ \hline B_{16} \end{array}$$

b) scăderea numerelor reale:

$$\begin{array}{r} -19,9_{10} \\ -4,2_{10} \\ \hline -15,7_{10} \end{array} \quad \begin{array}{r} -10011,1110_2 \\ -100,0011_2 \\ \hline -1111,1011_2 \end{array} \quad \begin{array}{r} -23,7_8 \\ -4,2_8 \\ \hline -17,5_8 \end{array} \quad \begin{array}{r} -13,E_{16} \\ -4,3_{16} \\ \hline -F,B_{16} \end{array}$$

Operația de scădere în sistemul binar poate fi înlocuită prin operația de adunare a numerelor complementare (Coduri bipolare ponderate). Aceasta permite de a executa operațiile de adunare și scădere a două numere în calculator cu aceleași dispozitive numerice denumite sumatoare.

3.4.3. Înmulțirea în sisteme de numerație poziționale

Operația de înmulțire se îndeplinește conform regulilor cunoscute în sistemul zecimal de numerație și concomitent pot fi utilizate tabelele de înmulțire și de adunare.

Observații:

- **înmulțirea generează o serie de produse parțiale care sunt adunate. Există câte un produs parțial pentru fiecare cifră a înmulțitorului;**

- produsele parțiale sunt fie deînmulțitul, fie 0;

- produsele parțiale nenule sunt obținute deplasând deînmulțitul spre stânga cu câte o poziție și pot fi adunate unul câte unul;

- **înmulțirea a două numere binare de câte n biți generează un produs care ocupă $2n$ biți.**

Aceste observații stau la baza construcției circuitelor electronice care realizează operațiile de înmulțire în calculator.

$$\begin{array}{r}
 1011 \times \\
 1101 \\
 1011 \\
 0000 \\
 1011 \\
 1011 \\
 \hline
 10001111
 \end{array}$$

3.4.4. Împărțirea în sisteme de numerație poziționale A

Operația de împărțire se reduce la o succesiune de înmulțiri și scăderi. Împărțirea în sistemul hexazecimal de numerație se îndeplinește cu mult mai ușor prin conversia numerelor hexazecimale în binare sau zecimale și invers.

$ \begin{array}{r} 1101,1 \quad 11 \\ -11 \quad 100,1_2 \\ \hline 00011 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 60 \quad 4 \\ -4 \quad 14_8 \\ \hline 00011 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 165 \quad 15 \\ -15 \quad 11_{10} \\ \hline 00011 \end{array} $	$ \begin{array}{r} 1649 \quad A3 \\ -146 \quad 23_{16} \\ \hline 1E9 \end{array} $
--	---	---	---

→ 3.5. Codificarea informației

Informația destinată prelucrării, prealabil trebuie transpusă și adaptată proprietăților fizice ale aparatului utilizat. Drept exemple de transpunere prealabilă a informației pot servi:

- prezentarea cuvintelor prin litere și cifre;
- prezentarea unei melodii prin note muzicale;
- prezentarea unei mărimi fizice prin cifre și litere;
- prezentarea cifrelor sistemului zecimal de numerație prin cifrele sistemului binar de numerație.

Definiție. Procesul de reformare a modului de prezentare a informației se numește codificare.

Codificarea a apărut inițial din necesitatea de a transmite mesaje într-o formă cifrată, formă ce poate deveni inteligibilă numai pentru cel ce cunoaște cheea codificării. Acestea sunt situații specifice a manipulării unor informații secrete sau confidențiale. Esențial este aici mecanismul codificării, care trebuie să fie suficient de complex încât să nu poată fi ușor de depistat. Acest domeniu a devenit un domeniu distinct în informatică și anume domeniul criptografierii informațiilor, domeniu care depășește sfera de preocupări a prezentului manual.

Definiție. Codul format exclusiv din cifre se numește cod numeric iar codul compus din cifre și litere - cod alfanumeric.

În tehnica de calcul se utilizează sistemul binar de numerație {0, 1} care stă la baza principiului de lucru al circuitelor integrate. Prin urmare orice informație (cifră, literă, instrucțiune) în tehnica de calcul este prezentată prin coduri compuse din 0 și 1.

3.5.1. Coduri numerice

Codurile numerice sunt utilizate pentru prezentarea mărimilor unipolare sau bipolare și respectiv deosebim coduri numerice unipolare sau bipolare. Codurile numerice pot fi ponderate sau neponderate. În codurile ponderate ponderea fiecărei cifre depinde de poziția ocupată în consecutivitatea de cifre a numărului. Codurile ponderate cele mai utilizate sunt: codul binar natural; 8421; 2421; 4221; 7421. În afară de codurile numite în tehnica de calcul sunt și coduri numerice detectoare de erori utilizate pentru verificarea transmiterii corecte a datelor.

3.5.1.1. Coduri unipolare ponderate

Pentru prezentarea mărimilor pozitive se utilizează următoarele coduri unipolare ponderate:

- codul binar natural;
- codurile ponderate zecimal - binare.

Codul binar natural este cel mai utilizat cod. Prin codul binar natural pot fi prezentate atât numerele întregi cât și numerele subunitare. Un cuvânt de cod în codul binar natural este identic cu numărul respectiv în sistemul binar de numerație. Bitul (rangul) cel mai semnificativ situat pe primul loc din stânga se notează **MSB (Most Significant Bit)**.

Significant Bit) și are ponderea cea mai mare. Bitul cel mai puțin semnificativ situat pe primul loc din dreapta de notează **LSB (Least Significant Bit)**.

Numărul zecimal prezentat în codul binar natural poate fi calculat prin adunarea ponderilor rangurilor diferite de zero: $1011,0111_2 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4} = 11,4375_{10}$. Virgula în codul binar natural este echivalentă cu virgula în sistemul zecimal de numerație. Tabelul Codul binar natural.

Numărul zecimal		Codul binar natural
întreg	fractionar	
0	0	0000
$1 = 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	$1/16 = 0 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 0 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4}$	0001
$2 = 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	$2/16 = 0 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4}$	0010
$3 = 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	$3/16 = 0 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4}$	0011
$4 = 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	$4/16 = 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 0 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4}$	0100
$5 = 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	$5/16 = 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 0 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4}$	0101
$6 = 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	$6/16 = 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4}$	0110
$7 = 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	$7/16 = 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4}$	0111
$8 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	$8/16 = 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 0 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4}$	1000
$9 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	$9/16 = 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 0 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4}$	1001
$10 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	$10/16 = 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4}$	1010
$11 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	$11/16 = 1 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4}$	1011
$12 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	$12/16 = 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 0 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4}$	1100
$13 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	$13/16 = 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 0 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4}$	1101
$14 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$	$14/16 = 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 0 \cdot 2^{-4}$	1110
$15 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$	$15/16 = 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4}$	1111

Coduri zecimal-binare. În această clasă de coduri zecimal-binare (**BCD-Binary Coded Decimal**) mulțimea A a sursei primare de informație supusă codificării este $A = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$, iar mulțimea S a cuvintelor de cod trebuie să conțină cel puțin 10 cuvinte distințe. Cuvintele de cod trebuie să aibă cel puțin 4 biți, deoarece $2^3 < 10 < 2^4$. În rezultat se obțin posibilități de codificare din S cuvinte a mulțimii $\{0000, 0001, \dots, 1001\}$. Din acest număr mare de coduri posibile există anumite variante mai uzuale care pot fi divizate în coduri BCD ponderate și neponderate.

Codurile zecimal-binare ponderate cele mai utilizate (8421, 2421, 4221 și 7421) sunt prezentate în tabelul:

Nr	8421	2421	4221	7421
0	0000	0000	0000	0000
1	0001	0001	0001	0001
2	0010	0010	0010	0010
3	0011	0011	0011	0011
4	0100	0100	0110	0100
5	0101	1011	1001	0101
6	0110	1100	1100	0110
7	0111	1101	1101	0111
8	1000	1110	1110	1001
9	1001	1111	1111	1010

Codul zecimal-binar 8421 se utilizează în tehnica de calcul pentru prezentarea numerelor zecimale 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 și 9. Fiecărei cifre a ce aparțină $\{0, 1, 2, \dots, 9\}$ din sistemul zecimal de numerație se atașează un cod zecimal-binar: $s = \beta_3 \beta_2 \beta_1 \beta_0$. Fiecărei cifre binare β_i din $\{0, 1\}$ i se atașează o pondere p_i astfel încât:

$$N = \sum_{i=0}^3 \beta_i p_i = \beta_3 \cdot 8 + \beta_2 \cdot 4 + \beta_1 \cdot 2 + \beta_0 \cdot 1. \quad (3.20)$$

$$N = 1 \cdot 2 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 2 + 4 + 0 + 1 = 7$$

Din (3.20) se vede că ponderea rangurilor în codul zecimal-binar este identică cu ponderea rangurilor în codul binar natural. Din această cauză codul zecimal-binar 8421 se numește **zecimal-binar natural (NBCD)**. Analog cu (3.20) pot fi scrise și relațiile pentru codurile 2421, 4221 și 7421.

Numerele zecimale se pot prezenta în codul zecimal-binar prin înlocuirea fiecărei cifre cu codul respectiv. Drept exemplu, numărul zecimal 7389 în codul zecimal-binar natural este 0111 0011 1000 1001, iar în codul binar natural 1 1100 1101 1101.

Această regulă de fixare a ponderii din cuvântul de cod, egală cu cea din notația codului, se respectă la toate celelalte coduri ponderate. Însă apar unele ambiguități în prezentarea unor cifre, ca de exemplu în cazul codului

2421 - cifra 6 poate fi prezentată prin $\underline{1100}$ și 0110: s-a ales cuvântul de cod 1100 punând condiția de complementaritate: $C(6) = C(9) - C(93)$; $C(6) = C(3)$. (3.21)

3.5.1.2. Coduri bipolare ponderate

Pentru prezentarea în tehnica de calcul a mărimilor bipolare se utilizează următoarele coduri bipolare ponderate (vezi tabelul 3.11): codul direct, codul invers, codul complementar, codul deplasat.

Număr întreg	Număr fracționar	Codul direct	Codul invers	Codul complementar	Codul deplasat
+7	+7/8	0111	0111	0111	1111
+6	+6/8	0110	0110	0110	1110
+5	+5/8	0101	0101	0101	1101
+4	+4/8	0100	0100	0100	1100
+3	+3/8	0011	0011	0011	1011
+2	+2/8	0010	0010	0010	1010
+1	+1/8	0001	0001	0001	1001
0	+0 (-0)	0000 (1000)	0000 (1111)	0000 (0000)	1000 (1000)
-1	-1/8	1001	1110	1111	0111
-2	-2/8	1010	1101	1110	0110
-3	-3/8	1011	1100	1101	0101
-4	-4/8	1100	1011	1100	0100
-5	-5/8	1101	1010	1011	0011
-6	-6/8	1110	1001	1010	0010
-7	-7/8	1111	1000	1001	0001
-8	-8/8	-	-	(1000)	(0000)

Conform tabelului bitul cel mai semnificativ MSB situat pe prima poziție din stânga este rezervat semnului. Dacă MSB = 0, atunci este vorba de semnul (+), iar dacă MSB = 1, atunci este vorba de semnul (-).

A. Codul direct. În codul direct pentru numerele pozitive și negative egale după valoarea absolută valorile tuturor rangurilor coincid, cu excepția rangului de polaritate care este egal cu '0' pentru numerele pozitive și egal cu '1' pentru numerele negative. La trecerea prin '0' codul direct se schimbă lent ce permite utilizarea lui pentru codificarea semnalelor ce alternează în jurul lui zero.

B. Codul invers este supranumit și complement față de 1 sau complement logic. Codul invers al unui număr pozitiv coincide cu codul direct (vezi tabelul). Numărul negativ în codul invers se obține prin înlocuirea tuturor cifrelor '0' prin '1' și '1' prin '0' în reprezentarea binară a numărului pozitiv. Astfel **inversul unui număr negativ se obține prin inversarea tuturor cifrelor și atașarea cifrei 1 în rangul semn**.

C. Codul complementar este supranumit și complement față de 2 sau complement aritmetic. Fie $N=a_{n-1}a_{n-2}...a_1a_0a_{-1}...a_{-m}$ modulul numărului binar N. Definim prin N_c codul complementar față de 2 al numărului N astfel: $N_c = N$ dacă $N \geq 0$ și $N_c = 2^{n+1} + N$ dacă $N < 0$

În baza relației se poate enunța următoarea regulă: **complementul unui număr negativ se obține prin inversarea tuturor cifrelor, sumându-se 1 la LSB, cifra semn fiind 1.**

De exemplu: $N = -1010,1101_2$; $N_c = 10101,0010 + 0,0001 = 10101,0011_2$.

Prin utilizarea codului complementar operația de scădere a două numere pozitive este înlocuită prin adunarea codului complementar al descăzutului pentru care $N_c = 2^{n+1} + N$.

Importanța practică a acestui demers constă în faptul că înlocuind scăderea printr-o adunare, ea se realizează în același dispozitiv numit sumator.

Observație: prin sumarea celor două numere cifra de transport apărută în rangul superior se negligează.

În cazul când suma a două numere depășește formatul, atunci pot apărea diferite erori.

Depășirea aritmetică superioară (overflow), se datorează numărului fix de locații de reprezentare a numerelor în calculator.

Depășirea aritmetică inferioară (underflow), se obține datorită înmulțirii sau împărțirii.

Depășirea nearitmetică (carry). În cazul reprezentării numerelor fară semn, dar și în cazul celor cu semn, există posibilitatea depășirii superioare de pe poziția bitului de semn sau a celei inferioare, care duce la trunchiere. Această depășire se semnalizează în calculatoare cu un fanion special numit **carry**.

Rotungirea se utilizează pentru a recupera erorile de trunchiere. Astfel, dacă în urma calculelor într-un sistem de numerație se obține o eroare de depășire inferioară care depășește jumătatea unității (în cazul bazei

$b=10$ avem 0.5, iar în cazul bazei $b=2$ avem 0.1) se utilizează în unele cazuri rotunjirea, adică se adaugă o unitate la numărul respectiv.

Pentru sesizarea cazurilor de depășire de pe poziția bitului de semn se poate utiliza așa-numitul **cod complementar modificat**, prin introducerea codificării prin 00 a semnului (+) și prin 11 a semnului (-).

Regulă: dacă suma codurilor complementare modificate are semnul 01 sau 10 s-a produs o depășire de format

Avantajele codului complementar:

- posibilitatea înlocuirii operației de scădere a două numere prin operația de adunare;
- cifra 0 este reprezentată numai într-un mod $(\pm 0)_c = 00\dots 0$.

Schimbarea bruscă a consecutivității de cod la trecerea prin zero ($0001 \rightarrow 0000 \rightarrow 1111$) se socotește drept neajuns al codului complementar deoarece poate aduce la procese tranzitorii cauzate de diferență în timp a comutării rangurilor.

Codul deplasat se deosebește de codul complementar numai prin rangul superior. Menționăm: codul deplasat de rangul 3 reprezintă un cod binar natural de ordinul 4 cu zero deplasat la capătul negativ al diapazonului numerelor prezentate (vezi tabelul).

→ 3.5.1.3. Coduri detectoare de erori

Transmiterea informației prin medii puternic influențate de zgomot poate fi însotită de apariția erorilor. Verificarea transmiterii corecte a datelor se poate face cu ajutorul codurilor detectoare sau corectoare de erori numite și coduri neponderante.

Codul "exces 3" se obține din cuvântul de cod 8421 al cifrei zecimale respective la care se adaugă 0011. Codul "exces 3" este util în situația sesizării informației inexistente în suportul fizic (locație de memorie, registru).

Codul Gray zecimal este prezentat de primele zece cifre din tabelul 3.12. Avantajul codului Gray față de codul binar natural constă în aceea că la trecerea de la o cifră zecimală la alta în cuvântul de cod Gray se

Tabelul 3.12. Coduri detectoare de erori.

Nr	Cod "exces3"	Gray	Gray închis	"2 din 5"	8421 cu paritate impară
0	0011	0000	0010	00011	10000
1	0100	0001	0110	00101	00001
2	0101	0011	0111	00110	00010
3	0110	0010	0101	01001	10011
4	0111	0110	0100	01010	00100
5	1000	0111	1100	01100	10101
6	1001	0101	1101	10001	10110
7	1010	0100	1111	10010	00111
8	1011	1100	1110	10100	01000
9	1100	1101	1010	11000	11001

schimbă valoarea unui singur rang

Codul Gray închis are o proprietate suplimentară: codul lui 9 diferă printr-un singur bit de codul 0.

În codul "2 din 5" fiecare cifră zecimală are un cod format din 5 cifre binare, din care în mod obligatoriu 2 cifre au valoarea 1.

Codurile detectoare de erori se pot obține și din codurile ponderate BCD prin introducerea unui bit suplimentar (de exemplu înaintea MSB în codul 8421), astfel încât să existe un număr de biți 1 impar (paritate impară) sau par (paritate pară). În tabelul 3.12 este prezentat **codul 8421 cu paritate impară**, în care MSB este cifra binară ce are valoarea 0 sau 1, astfel încât numărul cifrelor de 1 din cei 5 biți ai cifrei zecimale să fie impar.

Există coduri mai complexe care pe lângă faptul că detectează eroarea, o pot și corecta și care sunt denumite coduri corectoare.

Codul "binar reflectat" tot poate fi utilizat pentru detectarea erorilor. Codul "binar reflectat" se obține prin "reflectări repetitive" în oglinzi imaginare a codului binar natural cu $n - 1$ ranguri, adăugând biți 0 în partea superioară și biți 1 în partea inferioară:

Numerele zecimale se pot prezenta în codurile propuse înlocuind fiecare cifră cu codul respectiv.

3.5.2. Coduri alfanumerice

Codurile alfanumerice în tehnica de calcul stabilesc o corespondență biunivocă între mulțimea caracterelor textuale (litere, cifre, semne speciale) $s=(a, b, \dots, z, A, B, \dots, Z, 0, 1, \dots, 9, +, *, \dots, \$)$ și mulțimea cuvintelor binare de cod de o lungime anumită.

Pentru codificarea acestor caractere, standardele internaționale impun o serie de restricții. După cum se va vedea, aceste restricții sunt benefice pentru prelucrarea caracterelor. Să considerăm mulțimile: l - mulțimea literelor mici ale alfabetului latin, L -mulțimea literelor mari, c - mulțimea cifrelor zecimale, s - mulțimea caracterelor speciale (spațiul îl vom nota cu), iar f - mulțimea caracterelor funcționale, cele care nu apar la listare (afișare) ci doar dirijează listarea. Deci: $l=\{a, b, \dots, z\}$; $L=\{A, B, \dots, Z\}$; $c=\{0, 1, \dots, 9\}$; $s=\{ , +, *, :, $, \dots\}$; $f=\{CR, LF, TAB, FF, BEL, BS, \dots\}$.

Înainte de a descrie condițiile codificării, să prezintăm rolul câtorva dintre caracterele funcționale, simbolizate mai sus prin grupuri de litere mari:

- CR provoacă deplasarea dispozitivului de listare la început de rând de aceea se mai numește **retur de car (Carriage Return)**.
- LF provoacă deplasarea dispozitivului cu un rând mai jos, **linie nouă (Line Feed)**. Trebuie subliniat faptul că LF păstrează poziția în cadrul rândului și în cazul PC-urilor, de obicei, se folosește succesiunea de caractere CR, LF pentru a separa două linii de afișat, efectul lor cumulat fiind trecerea la începutul rândului următor.
- **TAB** este caracterul de tabulare, deci avansul dispozitivului la poziția următorului stop de tabulare (de obicei peste 5-8 caractere).
- **FF (From Feed)** provoacă trecerea la pagina (ecranul) următoare (următor).
- **BEL** provoacă emiterea unui semnal sonor, numit și bip.
- **BS** provoacă deplasarea dispozitivului de listare cu o poziție spre stânga, în vederea ștergerii (supraimprimării) ultimul caracter pe ecran (a caracterului din stânga cursorului).
- **DEL** provoacă ștergerea sau supraimprimarea caracterului de deasupra cursorului.

Un prim sistem de codificare stabilit a fost **EBCDIC (Extended Binary Decimal Interchange Code)**, care codifică în intervalul [0,255]. Această codificare s-a menținut la calculatoarele medii/mari (mai ales la cele din familia IBM).

Prin codificarea EBCDIC se asociază fiecărui caracter o succesiune de 8 cifre binare (8 biți), astfel ca la două caractere distincte să corespundă două coduri distincte. Cu 8 biți se pot reprezenta $2^8 = 256$ caractere, dar sunt utilizate doar 106 combinații: 10 cifre, 26 litere mari, 26 litere mici, 44 caractere speciale.

Codul EBCDIC hexazecimal î se poate asocia și codul EBCDIC binar reprezentând fiecare caracter hexazecimal prin codul său binar.

În prezent, codul cel mai folosit este **ASCII (American Standard Code for Information Interchange)**, deoarece el a fost adoptat pentru calculatoarele personale. Acesta este un cod de 7 biți, deci valorile codurilor pot fi în intervalul [0,127]. El are în plus o serie de calități dintre care amintim:

- codurile literelor mari și mici sunt succesive, adică $C('z') = C('V') + 25$ sau $C('Z') = C('A') + 25$;
- trecerea de la litere mari la cele mici se realizează simplu;
- este simplă trecerea de la codificarea sirurilor de caractere la codul BCD;
- bitul cel mai semnificativ nefiind utilizat se consideră implicit 0.

Dacă se consideră însă bitul cel mai semnificativ 1, atunci se mai obțin 128 de caractere care formează setul extins de caractere sau setul ASCII extins.

Trebuie subliniat, că diferite standarde naționale diferă între ele puțin; astfel, de exemplu, în standardul britanic simbolul \$ este înlocuit cu £. În ceea ce privește codurile extinse, fiecare calculator utilizează codurile extinse după propria sa necesitate. În general în cadrul codurilor extinse întâlnim caractere străine limbii engleze, cum ar fi literele grecești, ebraice, ideograme japoneze sau chinezești, literele cu sedile din limba română sau franceză etc, dar și simboluri matematice și grafice. În general, pentru codurile ASCII extinse nu există standarde. Unele sisteme de operare, de exemplu MS-DOS, admit mai multe tabele de coduri ASCII extinse. Tabelele de cod ASCII extinse, în cazul MS-DOS se numesc și pagini de cod. Dintre acestea cele mai utilizate sunt pagina de cod **IBM_ASCII**, numit și pagina de cod **standard SUA**, deoarece a fost adoptată ca standard de majoritatea societăților din domeniul informaticii, precum și **tabelul de cod multilingual**, în care apar o serie de caractere specifice diferitelor limbii.

→ 3.6. Reprezentarea numerelor în tehnica de calcul

În tehnica de calcul se utilizează în special sistemul binar de numerație și coduri construite în baza acestui sistem. Reprezentarea numerelor se face, de regulă, pe un număr întreg de octeți (8 biți formează un **octet** sau **byte**). Numerele reprezentate în forma binară se păstrează în registre compuse din circuite bistabile.

Definiție. Definim prin registru un dispozitiv electronic numeric compus din bistabili și destinat memorării numerelor binare, iar prin circuit bistabil un dispozitiv electronic cu două stări stabile destinat memorării unei cifre binare.

În tehnica de calcul deosebim următoarele moduri de reprezentare a numerelor:

- reprezentarea numerelor întregi fară semn;
- reprezentarea numerelor fracționare fară semn;
- reprezentarea numerelor cu semn și virgulă fixă;
- reprezentarea numerelor în virgulă flotantă.

3.6.1. Reprezentarea numerelor întregi fără semn

Pentru acest mod de prezentare se utilizează numai numerele naturale în sistemul binar de numerație. Gama numerelor posibile de reprezentare este $\{0, \dots, 2^{n-1} - 1\}$, adică de la 00...0 până la 11...1.

Concret aceste intervale pentru diferite valori ale lui n sunt: $n = 8 \rightarrow [0, 255]$; $n = 16 \rightarrow [0, 65535]$; $n = 32 \rightarrow [0, 4294967295]$; $n = 64 \rightarrow [0, 18446824753389551615]$.

În situația în care un număr binar necesită mai puțin de n cifre binare, restul bițiilor de la stânga (cei mai semnificativi), vor fi completăți cu zerouri.

În fig. 3.2, drept exemplu, este reprezentat într-un registru de 8 biți numărul întreg fără semn $243_{10} = 11110011_2$, unde: a) MSB (Most Significant Bit) - cel mai semnificativ bit; LSB (Least Significant Bit) - cel mai puțin semnificativ bit.

	7	6	5	4	3	2	1	0	Rang
MSB	1	1	1	1	0	0	1	1	LSB

Fig. 3.2. Reprezentarea numărului binar întreg $11110011_2 = 243_{10}$ într-un registru de 8 biți.

3.6.2. Reprezentarea numerelor fracționare fără semn

La fel ca și numerele întregi fară semn, numerele fracționare binare fară semn pot fi reprezentate printr-un cod binar (vezi fig. 3.3). În această convenție se operează numai cu numere pozitive.

	7	6	5	4	3	2	1	0	Rang
MSB	1	1	1	1	0	0	1	1	LSB

Punct zecimal

Fig. 3.3. Reprezentarea numărului binar fracționar $11110,011_2 = 30,375_{10}$ într-un registru de 8 biți.

Punctul zecimal nu se reprezintă fizic în registru sau locație de memorie, el fiind fixat implicit, de unde și denumirea de reprezentare în virgulă fixă.

3.6.3. Reprezentarea numerelor cu semn

Principala cauză care a impus standarde speciale de reprezentare a numerelor este existența numerelor negative. Ca regulă generală, bitul cel mai semnificativ MSB este rezervat semnului. Dacă $MSB = 0$, atunci avem număr pozitiv, iar dacă $MSB = 1$ avem număr negativ (vezi fig. 3.4).

	7	6	5	4	3	2	1	0	Rang
MSB	0	1	1	1	0	0	1	1	LSB

Punct zecimal

a)

	7	6	5	4	3	2	1	0	Rang
MSB	1	1	1	1	0	0	1	1	LSB

Punct zecimal

b)

Fig. 3.4. Reprezentarea numărului fracționar în registru de 8 biți:

- a) număr pozitiv $01110,011_2 = +1110,011_2 = +14,375_{10}$;
- b) număr negativ $11110,011_2 = -1110,011_2 = -14,375_{10}$.

Numerele cu semn pot fi reprezentate în registre sau locații de memorie prin codul direct, codul invers sau codul complementar. Pentru acest mod de reprezentare a numerelor pot să apare o serie de erori datorită numărului fixat de bistabili în registru. Dintre acestea amintim: depășirea aritmetică superioară (overflow); depășirea aritmetică inferioară (underflow); depășirea nearitmetică (carry).

→ 3.6.4. Reprezentarea numerelor în virgulă flotantă

Acest mod de reprezentare a numerelor este utilizat în tehnica de calcul cu scopul înlăturării neajunsurilor legate de depășirile aritmetice și nearitmetice. Sarcina gestiunii virgulei zecimale pentru modul de reprezentare a numerelor în virgulă flotantă revine sistemului de calcul.

Se știe că orice număr real N , dacă $N \neq 0$, se poate scrie în sistemul binar de numerație astfel $N = 1, M \cdot 2^E$, (3.30) unde M poartă numele de mantisă, E este un exponent, M și E fiind scrise în baza 2. Acestui mod de scriere îi vom spune scriere cu mantisă supraunitară.

Numerele reprezentate sub forma (3.30) se spune că sunt reprezentate în virgulă flotantă sau virgulă mobilă.

Fie reprezentarea unui număr în virgulă flotantă pe 4 octeți (vezi fig. 3.5).

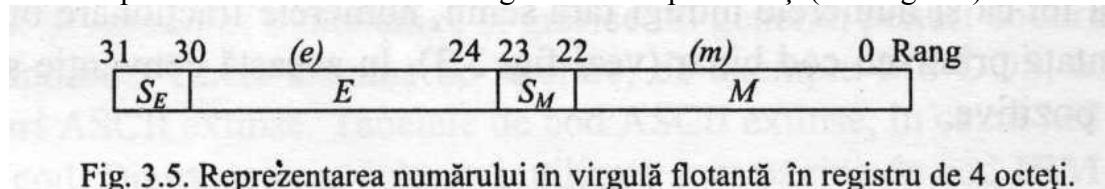


Fig. 3.5. Reprezentarea numărului în virgulă flotantă în registru de 4 octeți.

Conform fig. 3.5 în locația de memorie sunt 4 zone:

- zona S_E de 1 bit reține bitul de semn al exponentului;
- zona E pe e biți reține cifrele exponentului;
- zona S_M de 1 bit reține bitul de semn al mantisei;
- zona M pe m biți reține cifrele mantisei.

Dacă n este dimensiunea locației de reprezentare (a registrului), atunci pentru n obținem $n=2+m+e$. În exemplul din fig. 3.4 $m=23$, $e=7$ și $n=32$.

Forma de reprezentare a numerelor din fig. 3.5 în prezent este puțin modificată. Din rațiuni tehnice, bitul S_E de semn al exponentului a fost înlocuit. Astfel, în prezent, sunt folosite reprezentări conform fig. 3.6, în care C este o mărime numită caracteristică. Valoarea ei se obține adăugând la exponentul E o constantă a reprezentării Q , numită exces de exponent (deplasament, increment etc). Deci:

$$C = E + Q. \quad (3.31)$$

Valorile posibile (numai numere întregi) ale lui E sunt:

$$0 \leq E + Q \leq 2^e - 1 \Leftrightarrow -Q \leq E \leq 2^e - Q - 1. \quad (3.32)$$

De obicei, constanta Q are una dintre valorile: $Q = 2^e - 1$; $Q = 2^e + 1$.

S_M	C	M
-------	-----	-----

Fig. 3.6. Forma modificată de prezentare a numărului în virgulă flotantă.

Reprezentarea din figura 3.6 s-a adoptat din mai multe motive, dintre care cel mai important este legat de posibilitatea de a putea muta virgula, modificând corespunzător exponentul. Dacă s-ar fixa poziția virgulei, deci dacă s-ar fixa numărul de biți pentru partea întreagă și numărul de biți pentru partea fracționară, rezultatele unor calcule extrem de simple nu ar mai încăpea în spațiul alocat.

Regulile de convertire a unui număr zecimal într-un număr binar în virgulă flotantă sunt:

- se convertește numărul zecimal în număr binar, conform regulii de convertire a unui număr mixt și se reprezintă numărul în cod complementar;
- se aduce mantisa la forma normalizată, adică mantisa trebuie să aparțină intervalului $[1/2, 1)$; pentru aceasta dacă numărul este supraunitar se vor executa deplasări la dreapta și se adună câte un unu la exponent, reprezentat și el sub formă binară, dacă este subunitar se execută deplasări la stânga și se scade câte un unu din exponent;
- se determină caracteristica numărului.

Astfel, de exemplu, numărul $33,5_{10}$, se convertește în virgulă flotantă în modul următor:

- se convertește în binar și fiind pozitiv coincide cu codul său complementar, adică $100001,1_2$;
- se normalizează obținând: $M=0,1000011_2$ și $E=110_2$;
- considerând $Q = 128_{10} = 1000000_2$, se obține $C = Q + E = 1000110$.

Se poate observa, evident, că: regulile de conversie inversă, din binar virgulă flotantă în zecimal, sunt următoarele:

- se convertește mantisa în numărul binar corespunzător (fiind considerată în cod complementar) și se pune eventual semnul în față;
- se convertește caracteristica în exponent;
- se consideră virgula zecimală între semn și prima cifră;
- se mută virgula zecimală la dreapta cu atâtea poziții cât este valoarea exponentului, dacă acesta este pozitiv și respectiv la stânga dacă este negativ;
- numărul astfel obținut se convertește în baza 10.

3.7. Standarde de reprezentare în virgulă flotantă

Standardele Societății de Calculatoarele IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) au adus precizări și îmbunătățiri reprezentării în virgulă flotantă. Datorită popularității acestor îmbunătățiri, și alte firme constructoare de calculatoare au îmbrățișat noile moduri de reprezentare.

S-a folosit în acest scop reprezentarea numerelor cu mantisa subunitară, adică: $N=1.M \cdot 2^E$.

Deci "partea de mantisă" nu mai este un număr subunitar, ci un număr din intervalul [1,2). În noile standarde, cifra 1 din fața virgulei nu este reprezentată ci este presupusă implicit, deoarece normalizarea se face față de 2 și ea este întotdeauna prezentă.

→ 3.7.1. Reprezentarea numerelor în simplă precizie

Reprezentarea în virgulă flotantă, simplă precizie (**simple**), se face pe 4 octeți. Structura pe biți a acestei reprezentări este dată în figura 3.7.

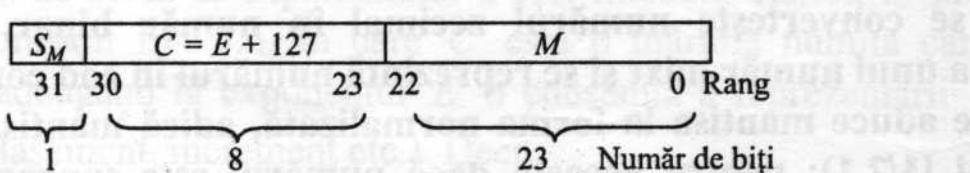


Fig. 3.7. Reprezentarea numerelor în virgulă flotantă simplă precizie.

- pentru cel mai mare număr pozitiv $N_{max(+)} C=255, E_{max} = 128$ și $N_{max(+)} = 1, M_{max} \cdot 2^{E_{max}} = 1,11\dots_{(23 \text{ de unități de tot})} \dots 1 \cdot 2^{128} = (2-2^{-23}) \cdot 2^{128}$;
- pentru cel mai mic număr pozitiv $N_{min(+)} C=0, E_{min}=-127$ și $N_{min(+)} = 1, M_{min} \cdot 2^{E_{min}} = 1,00\dots_{(22 \text{ de zerouri de tot})} \dots 01 \cdot 2^{-127} = (1+2^{-23}) \cdot 2^{-127}$;
- pentru cel mai mare număr negativ $N_{max(-)} C=0, E_{min}=-127$ și $N_{max(-)} = -1, M_{min} \cdot 2^{E_{min}} = -1,00\dots_{(22 \text{ de zerouri de tot})} \dots 01 \cdot 2^{-127} = -(1+2^{-23}) \cdot 2^{-127}$;
- pentru cel mai mic număr negativ $N_{min(-)} C=255, E_{max}=128$ și $N_{min(-)} = -1, M_{max} \cdot 2^{E_{max}} = -1,11\dots_{(23 \text{ de unități de tot})} \dots 1 \cdot 2^{128} = -(2+2^{-23}) \cdot 2^{128}$;

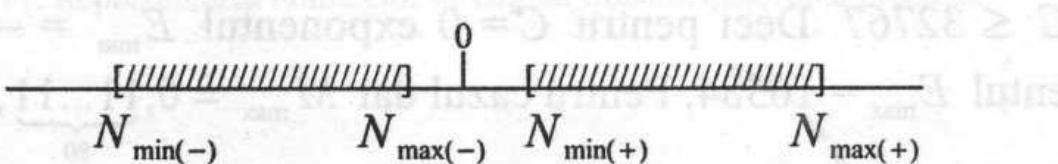


Fig. 3.8. Repartizarea numerelor prezentate în simplă precizie.

3.7.2. Reprezentarea numerelor în dublă precizie

Reprezentarea numerelor în virgulă flotantă, dublă precizie (**double**), se face pe 8 octeți. Structura pe biți a acestei reprezentări este dată în figura 3.9.

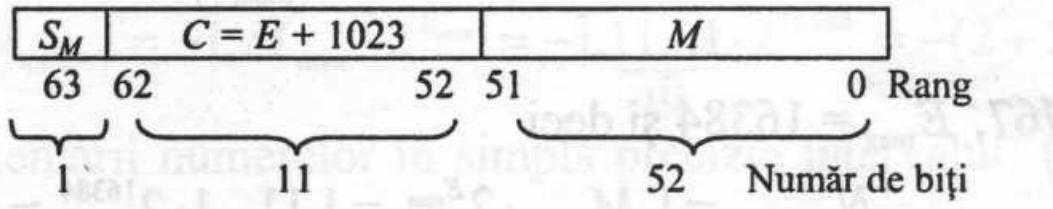


Fig. 3.9. Reprezentarea numerelor în virgulă flotantă dublă precizie.

Din structura pe biți prezentată $C=0$ exponentul $E_{min} = -1023$, iar pentru $C=2047$ exponentul $E_{max}=1024$. Pentru cazul dat $M_{max}=0,11\dots_{(52 \text{ de unități de tot})} \dots 1$, iar $M_{min}=0,00\dots_{(51 \text{ de zerouri de tot})} \dots 01$.

Calculând în baza 2 obținem:

- pentru cel mai mare număr pozitiv $N_{max(+)}$ care se poate prezenta în dublă precizie $C=2047$, $E_{max}=1024$ și $N_{max(+)}=1, M_{max}\cdot 2^{E_{max}}=1,11\dots_{(52 \text{ de unități de tot})} \dots 1 \cdot 2^{1024}=(2-2^{-52})\cdot 2^{1024}$;
- pentru cel mai mic număr pozitiv $N_{min(+)}$ $C=0$, $E_{min}=-1023$ și $N_{min(+)}=1, M_{min}\cdot 2^{E_{min}}=1,00\dots_{(51 \text{ de zerouri de tot})} \dots 01 \cdot 2^{-1023}=(1+2^{-52})\cdot 2^{-1023}$;
- pentru cel mai mare număr negativ $N_{max(-)}$ $C=0$, $E_{min}=-1023$ și $N_{max(-)}=-1, M_{min}\cdot 2^{E_{min}}=-1,00\dots_{(51 \text{ de zerouri de tot})} \dots 01 \cdot 2^{-1023}=-(1+2^{-52})\cdot 2^{-1023}$;
- pentru cel mai mic număr negativ $N_{min(-)}$ $C=2047$, $E_{max}=1024$ și $N_{min(-)}=-1, M_{max}\cdot 2^{E_{max}}=-1,11\dots_{(52 \text{ de unități de tot})} \dots 1 \cdot 2^{1024}=-(2+2^{-52})\cdot 2^{1024}$;

3.7.3- Reprezentarea numerelor în dublă precizie extinsă

Reprezentarea în virgulă flotantă, dublă precizie extinsă (**double extended**), se face pe 12 octeți. Structura pe biți a acestei reprezentări este dată în figura 3.10.

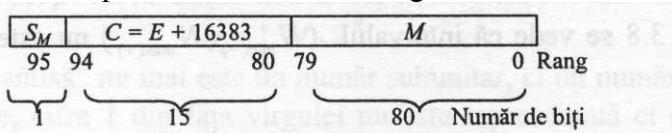


Fig. 3.10. Reprezentarea numerelor în virgulă flotantă dublă precizie extinsă.

Calculând în baza 2 obținem:

- pentru cel mai mare număr pozitiv $N_{max(+)}$ care se poate prezenta în dublă precizie extinsă $C=32767$, $E_{max}=16384$ și $N_{max(+)}=1, M_{max}\cdot 2^{E_{max}}=1,11\dots_{(80 \text{ de unități de tot})} \dots 1 \cdot 2^{16384}=(2-2^{-80})\cdot 2^{16384}$;
- pentru cel mai mic număr pozitiv $N_{min(+)}$ $C=0$, $E_{min}=-16383$ și $N_{min(+)}=1, M_{min}\cdot 2^{E_{min}}=1,00\dots_{(79 \text{ de zerouri de tot})} \dots 01 \cdot 2^{-16383}=(1+2^{-80})\cdot 2^{-16383}$;
- pentru cel mai mare număr negativ $N_{max(-)}$ $C=0$, $E_{min}=-16383$ și $N_{max(-)}=-1, M_{min}\cdot 2^{E_{min}}=-1,00\dots_{(79 \text{ de zerouri de tot})} \dots 01 \cdot 2^{-16383}=-(1+2^{-80})\cdot 2^{-16383}$;
- pentru cel mai mic număr negativ $N_{min(-)}$ $C=32767$, $E_{max}=16384$ și $N_{min(-)}=-1, M_{max}\cdot 2^{E_{max}}=-1,11\dots_{(80 \text{ de unități de tot})} \dots 1 \cdot 2^{16384}=-(2+2^{-80})\cdot 2^{16384}$;

3.7.4. Reprezentarea numerelor în quadruplă precizie

Reprezentarea în virgulă flotantă, quadruplă precizie (**quadruple precision**), se face pe 16 octeți. Structura pe biți a acestei reprezentări este dată în figura 3.11.

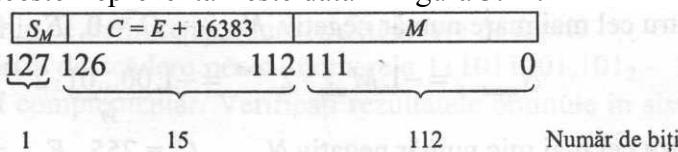


Fig. 3.11. Reprezentarea numerelor în virgulă flotantă quadruplă precizie.

Din structura pe biți prezentată în figură reiese pentru $C=0$ exponentul $E_{min}=-16383$, iar pentru $C=32767$ exponentul $E_{max}=16384$. Pentru cazul dat $M_{max}=0,11\dots_{(112 \text{ de unități de tot})} \dots 1$ iar $M_{min}=0,00\dots_{(111 \text{ de zerouri de tot})} \dots 01$.

Calculând în baza 2 obținem:

- pentru cel mai mare număr pozitiv $N_{max(+)}$ care se poate prezenta în quadruplă precizie $C=32767$, $E_{max}=16384$ și

$$N_{\max(+)} = 1, M_{\max} \cdot 2^{E_{\max}} = 1, \underbrace{11\dots1}_{112} \cdot 2^{16384} = (2 - 2^{-112}) \cdot 2^{16384};$$

- pentru cel mai mic număr pozitiv $N_{\min(+)} = 0, C=0, E_{\min}=-16383$ și

$$N_{\min(+)} = 1, M_{\min} \cdot 2^{E_{\min}} = 1, \underbrace{00\dots01}_{112} \cdot 2^{-16383} = (1 + 2^{-112}) \cdot 2^{-16383};$$

- pentru cel mai mare număr negativ $N_{\max(-)} = 0, C=0, E_{\min}=-16383$ și

$$N_{\max(-)} = -1, M_{\min} \cdot 2^{E_{\min}} = -1, \underbrace{00\dots01}_{112} \cdot 2^{-16383} = -(1 + 2^{-112}) \cdot 2^{-16383};$$

- pentru cel mai mic număr negativ $N_{\min(-)} = 32767, C=32767, E_{\max}=16384$ și

$$N_{\min(-)} = -1, M_{\max} \cdot 2^{E_{\max}} = -1, \underbrace{11\dots1}_{112} \cdot 2^{16384} = -(2 + 2^{-112}) \cdot 2^{16384}.$$

3.8. Standarde populare de reprezentare a numerelor

Datorită popularității și a ariei largi de răspândire prezentăm mai jos standardul de reprezentare a tipului de date REAL din Turbo Pascal (vezi figura 3.12). Numerele în acest standard sunt prezentate pe 6 octeți.

S_M	M	$C=E+129$
47	46	8 7
1	39	0 Rang

Număr de biți

Fig. 3.12. Standardul de reprezentare a tipului de date REAL din Turbo Pascal.

Calculând în baza 2 obținem:

- pentru cel mai mare număr pozitiv $N_{\max(+)}$ care se poate prezenta în acest standard $C=255, E_{\max}=126$ și

$$N_{\max(+)} = 1, M_{\max} \cdot 2^{E_{\max}} = 1, \underbrace{11\dots1}_{39} \cdot 2^{126} = (2 - 2^{-39}) \cdot 2^{126};$$

- pentru cel mai mic număr pozitiv $N_{\min(+)} = 0, C=0, E_{\min}=-129$ și

$$N_{\min(+)} = 1, M_{\min} \cdot 2^{E_{\min}} = 1, \underbrace{00\dots01}_{39} \cdot 2^{-129} = (1 + 2^{-39}) \cdot 2^{-129};$$

- pentru cel mai mare număr negativ $N_{\max(-)} = 0, C=0, E_{\min}=-129$ și

$$N_{\max(-)} = -1, M_{\min} \cdot 2^{E_{\min}} = -1, \underbrace{00\dots01}_{39} \cdot 2^{-129} = -(1 + 2^{-39}) \cdot 2^{-129};$$

- pentru cel mai mic număr negativ $N_{\min(-)} = 255, C=255, E_{\max}=126$ și

$$N_{\min(-)} = -1, M_{\max} \cdot 2^{E_{\max}} = -1, \underbrace{11\dots1}_{39} \cdot 2^{126} = -(2 + 2^{-39}) \cdot 2^{126}.$$

Trebuie să menționăm, că în cazul calculatoarelor IBM PC mai există un format temporar (**Temporary real**) utilizat de toate microprocesoarele 80x86. În formatul temporar prezentarea se face pe 10 octeți cu excesul de exponent $C = E + 16383$.

→ IV. EVOLUȚIA MIJLOACELOR DE CALCUL

4.1. Istoria dezvoltării mijloacelor de calcul

Operațiile de calcul pot fi efectuate prin diverse forme: în mod oral, în formă scrisă sau cu ajutorul dispozitivelor speciale. Dispozitivele utilizate pentru calcul reflectă nivelul dezvoltării societății umane la etapa dată, au diverse posibilități și denumiri: bețișoare cu semne, firul cu noduri, abacul, rigla logaritmică, mașina aritmetică, mașina analitică, și în sfârșit, la mijlocul secolului XX - **mașina electronică de calcul (calculatorul electronic)** sau **computatorul** (de la cuvântul englez **computer** - a calcula).

Perioada utilizării mijloacelor instrumentale de calcul începe cu mai mult de 5000 de ani în urmă și poate fi convențional împărțită în următoarele etape:

- utilizarea mijloacelor instrumentale de calcul tip abac și inventarea riglei logaritmice (până în anul 1630);
- utilizarea mașinilor aritmetice mecanice (anii 1642-1834);
- elaborarea proiectului mașinii analitice de către matematicianul și economistul englez Charles Babbage, care a determinat direcția dezvoltării calculatoarelor, creării și utilizării calculatoarelor electronice (începând cu anul 1834).

Cel mai vechi mijloc "instrumental" de calcul, creat de natură și prezentat omului pentru utilizare a fost propria sa mână. Numărarea și calcularea cu ajutorul degetelor a adus la apariția sistemului de numerație în baza cinci, zece, douăzeci. Numărarea cu ajutorul degetelor s-a păstrat și până în prezent.

Din antichitate se cunoaște despre betișoarele cu semne (răboj) care erau utilizate în Anglia până în secolul XVII pentru strângerea impozitelor. Răbojul era desfăcut în 2 părți, o parte rămânea țăranului, iar cealaltă era păstrată de perceptorul impozitelor. Conform semnelor făcute pe ambele părți ale răbojului se ducea contul impozitelor percepțate.

Locuitorii din China, India, Peru utilizau pentru prezentarea numerelor și numărare firul cu noduri.

Odată cu dezvoltarea comerțului răbojul și firul cu noduri nu mai puteau satisface necesitățile crescute în mijloacele de numărare iar forma scrisă încă nu era pe larg utilizată (până în secolul V î.e.n.). Forma scrisă de efectuare a calculelor nu putea fi utilizată pe larg, deoarece:

- nu exista materialul corespunzător - tablele din lut și ceară nu puteau fi utilizate pentru calcule, pergamentul a fost inventat numai în secolul V î.e.n. și era foarte scump, iar hârtia a apărut abia în secolul XI în Europa;

- sistemele de numerație utilizate în antichitate nu erau disponibile pentru efectuarea calculelor (de exemplu, încercați să înmulțești două numere CLXI și LXXIV, prezentate în sistemul roman de numerație).

Prin aceste circumstanțe se poate explica apariția unui dispozitiv special de calcul numit **abac** cunoscut în Egipt și Grecia antică începând cu secolul VII î.e.n.

În Roma antică abacul era numit calculi sau abaculi și era confectionat din bronz, marmură, sticlă colorată. Modelul contemporan al abacului a apărut abia în secolul XII. Abacul nu a rezolvat problema ușurării calculelor, mai ales cu numere mari. Această problemă s-a simplificat simțitor odată cu introducerea noțiunii de logaritm de către baronul scoțian John Napier, care în anul 1614 a publicat tractatul "Mirifici logarithmorum canonis descriptio" ("Descrierea tabelelor logaritmice uimitoare") unde a prezentat și o tablă de calcul pentru logaritmi. Imediat după aceasta, în anul 1620, William Oughtred a inventat rigla logaritmică. Istoria modificării riglei logaritmice cuprinde aproape 350 ani și s-a finisat odată cu apariția calculatoarelor electronice.

Se socoate că primul proiect al mașinii mecanice de calcul a fost elaborat de profesorul V. Schickard (Universitatea Tiibingen) în anul 1623, care probabil a construit machetul ei în anul 1624. Cu ajutorul acestei mașini de calcul se puteau efectua operațiile de adunare și înmulțire. Mașina poseda mecanismul de înregistrare a datelor intermediare. Spre regret, această mașină nu a fost construită și nu a avut nici o influență asupra dezvoltării calculatoarelor mecanice. Machetul acestei mașini a fost construit după proiectul lui V. Schickard în anii 60 ai sec. XX.

În anul 1642 matematicianul și fizicianul Blaise Pascal inventează o mașină de calcul (Pascalina), care putea efectua adunarea și scăderea cu șase cifre zecimale.

Mașina lui B. Pascal putea executa adunări și scăderi. Pentru scăderi, B. Pascal a introdus conceptul de complement, concept care a fost preluat în informatică modernă. În perioada 1642-1645 B. Pascal construiește peste 50 de modele de calculatoare mecanice. O limitare a mașinilor Pascal era că înmulțirea se realiza prin adunări repetitive ceea ce scădea din performanțe. La sfârșitul anului 1960, pentru a sublinia meritele lui B. Pascal în modernizarea dispozitivelor de calcul, profesorul Nicolaus Wirth a dat numele Pascal unuia dintre cele mai cunoscute limbi de programare.

Cu câteva decenii mai târziu (anul 1671) această mașină este perfecționată de matematicianul german Gottfried Wilhelm Leibnitz, asigurându-se astfel efectuarea celor patru operații aritmetice și extragerea rădăcinii pătrate.

Calculatoarele mecanice posedă trei neajunsuri esențiale, ce devin evidente mai ales în cazul unor calcule mai complexe:

- depozitarea datelor inițiale, intermediare și finale este făcută pe un suport extern, de regulă pe foi de hârtie, de unde rezultă necesitatea ca cineva să vehiculeze aceste date, înainte și după fiecare operație, între suport și mașină;

- ordinea operațiilor, cu alte cuvinte programul de rezolvare a problemei, trebuie să existe sau în mintea operatorului, sau scris, ca și datele, pe un suport extern; operatorul trebuie să urmărească acest program și să comande, la fiecare pas de calcul, operația corespunzătoare;

- viteza scăzută de lucru.

Până la începutul secolului al XIX-lea devenise clar că o mașină de calcul perfecționată ar trebui să-și gestioneze singură datele, cu alte cuvinte să le ia de pe suportul pe care se află depozitate în ordinea efectuării operațiilor, reînscriind rezultatele pe același suport. Pe de altă parte, o astfel de mașină ar trebui să poată

executa mai multe operații la rând, fară intervenția omului, conform unui program dat. Unele precedente tehnice existau deja. J. M. Jacquard construise în 1804 o mașină care executa, singură, țesături cu modele complicate, comanda operațiilor fiind realizată prin cartele perforate.

Matematicianul englez Charles Babbage (1791-1871), considerat părintele sistemelor de calcul, în an. 1834 a elaborat proiectul unei "mașini analitice", de fapt al primei mașini de calcul automate, în care se regăsesc toate elementele de bază ale unui calculator electronic modern:

- memoria ("depozit" în terminologia lui C. Babbage);
- unitatea aritmetică ("moara" sau "fabrica");
- unitatea de comandă ("contoră");
- dispozitivele de intrare-ieșire (datele și programele trebuiau introduse pe cartele perforate).

În concepția autorului, mașina analitică putea memora 1000 de numere de câte 50 de cifre zecimale, realiza o adunare de câte două cifre într-o secundă și o înmulțire a acestora într-un minut.

În pofida faptului că mașina analitică nu a putut fi realizată din cauza dificultăților de ordin tehnic și finanțier, structura ei a determinat dezvoltarea calculatoarelor electronice, care au apărut un secol mai târziu. Pentru mașina analitică a fost scrisă prima programă din lume pentru calcularea numerelor lui Bernoulli de către Ada de Lovelace (1815-1852), fiica poetului Byron. Unul dintre limbajele de programare cele mai complete a fost denumit în cinstea ei "Ada".

În anul 1874 inginerul din Peterburg V. Odnev a inventat roata cu număr variabil de dinți și în baza ei a construit o mașină de calcul - aritmometru, ultimele variante ale căreia ("Felix") se produceau până la începutul anilor 60 ai sec. XX.

O altă direcție bine cunoscută a fost cea a calculatoarelor electromecanice (numite și mașini electromecanografice, sisteme Hollerith sau tabulatoare). Statisticianul american Hermann Hollerith (1860-1929), care a fondat compania Hermann Hollerith Tabulating Recording Company, confruntat în 1890 cu volumul imens de calcule cerut de un recensământ, a propus ca datele să fie perforate pe niște cartele de carton și prelucrate apoi cu viteza de 50-80 cartele pe minut, cu ajutorul unor mașini mecanografice. O astfel de mașină citea o cartelă, efectua asupra datelor codificate pe ea mai multe operații, conform unor cablaje pregătite apriori pe un panou de comandă, tipărea cu mare viteză rezultatele pe hârtie, totaliza unele valori, după care citea următoarea cartelă, repetând aceleași operații. Alte dispozitive din același ansamblu erau capabile să selecteze cartelele după anumite criterii, să le așeze în ordinea crescătoare sau descrescătoare a unor valori etc. Comercializate chiar de Hollerith, începând din 1896, apoi și de alți producători, dispozitivele mecanografice au cunoscut o largă răspândire în prima jumătate a secolului XX, pretutindeni unde volumul de date era prea mare pentru a i se putea face față numai cu funcționari disponibili. Un rezultat important al dezvoltării tabulatoarelor a fost și înființarea în an. 1911, prin fuzionarea a trei firme, printre care și cea a lui Hermann Hollerith, a firmei The Computing Tabulating Recording Company, care din an. 1924 poartă denumirea de IBM (International Business Machine Corporation), una din cele mai mari companii de calculatoare pe plan mondial.

Primul dispozitiv de calcul electromagnetic cu comandă program este realizat de savantul german Konrad Suze în anul 1941. Programul era memorat pe o bandă de film cinematografic, citit și executat consecutiv. Calculatorul era construit din 2600 de relee electromagnetice, putea memora 64 de numere de câte 22 de cifre binare, realiza adunarea a două numere în 0,3 secunde, iar înmulțirea acestora în 4,5 secunde.

În anii 1940-1946, în SUA, firma Bell Telephone realizează mai multe calculatoare cu relee electromagnetice și dispozitive mecanice. Ultimul model de calculator electromagnetic, Bell-V a fost construit din 9000 de relee, ocupa o suprafață de 90 m² și avea masa de 10 t. Adunarea se realiza în 0,3 s iar înmulțirea în 1,0 s. Tot în SUA la Universitatea Harvard, cu ajutorul IBM, în perioada 1939- 1944 sub conducerea lui Howard H. Aiken a fost realizat calculatorul electromagnetic gigant MARK-1, ce opera cu numere de câte 23 de cifre zecimale și a fost în funcțiune până în anul 1949. Construirea calculatoarelor electromecanice a fost un progres, dar nu substanțial, în plus reprezentarea programelor rămânea tot atât de incomodă ca la dispozitivele mecanografice. Cu aceasta se pune capăt preistoriei sau generației zero de calculatoare.

Roțile dințate, releele, ca și toate elementele componente ale calculatoarelor generației zero posedau o inerție mecanică, motiv pentru care mărirea vitezei dincolo de limitele deja atinse era practic imposibilă. Devenise lipsede pentru toată lumea, că dacă se doreau performanțele mai înalte, trebuiau găsite noi componente, care să fie, pe cât e posibil, lipsite de inerție. Un astfel de element era tubul electronic. Inventat în 1904, el parcurse deja o carieră glorioasă, în primul rând în radio și televiziune, apoi pentru rapidizarea calculatoarelor electromagnetice de către conferențiarul John Atanasoff și un student al său Clifford Berry de la Institutul Superior de Stat din Iowa, socotiți autorii primului calculator electronic modern Atanasoff-Berry Computer

(ABC). Din păcate, în an. 1942 lucrările lui Atanasoff au fost abandonate. Astfel, când la data de 1 iunie an. 1943 se lansa proiectul ENIAC (Electronic Numeric Integrator and Calculator) existau deja câteva calculatoare dotate cu tuburi electronice. În anul 1946, ca rezultat al lucrărilor lui J. W. Mauchley și J. P. Eckert, la Universitatea din Pensylvania, se termina construcția calculatorului ENIAC, conținând 18000 tuburi electronice, 7500 relee, 7 milioane de rezistențe și multe alte piese. Calculatorul ENIAC, calculator electronic propriu-zis, cântărea 30 de tone, ocupa o suprafață de 145 metri pătrați și consuma 150 kw. Performanțele erau și ele pe măsură - de pildă, cinci mii de adunări sau scăderi într-o secundă.

Urmează la scurt timp EDSAC (construit la Universitatea Cambridge în an. 1949), UNIVAC-1 (fabricat de firma Sperry Rand în an. 1951 - primul calculator destinat comercializării), MĀSM (realizat la Kiev în an. 1951 sub conducerea academicianului S. Lebedev) și BASM - unul din cele mai performante calculatoare în Europa (realizat la Moscova în an. 1952 sub conducerea academicianului S. Lebedev), EDVAC (construit la Universitatea Pensylvania în an. 1952). La aceste din urmă calculatoare s-au aplicat pentru prima dată principiile constructive elaborate în 1946 de matematicianul John von Neumann împreună cu G. Golstine și A. Burks (1903-1957), principii datorită cărora cel puțin patru generații de calculatoare electronice vor fi denumite calculatoare von Neumann.

Principiile von Neumann includ:

- un calculator numeric universal trebuie să conțină dispozitivul aritmetic, dispozitivul de comandă, memoria și unitățile intrare-ieșire;
- în memoria calculatorului se vor înmagazina nu numai datele de prelucrat, ci și programul respectiv;
- instrucțiunile unui program se înmagazinează în memorie în același mod ca și datele de prelucrat;
- după inițierea procesului de calcul instrucțiunile din memoria calculatorului vor fi extrase și executate automat, fără intervenția operatorului.

Aceste principii definesc structura clasică a unui calculator numeric, denumită **structura von Neumann**. Avantajele acestei structuri au fost valorificate odată cu dezvoltarea rapidă a electronicii. Descoperirea în 1948 a tranzistorului și apariția peste aproximativ 10 ani a circuitelor integrate a condus la o evoluție impresionantă în domeniul tehnicii de calcul și la posibilități noi în organizarea sistemelor de calcul: sisteme paralele; sisteme multiprocesor, sisteme **RISC (Reduced Instruction Set Computer)**.

4.2. Principiile clasificării calculatoarelor electronice

Clasificarea calculatoarelor electronice poate fi efectuată după următoarele criterii:

- destinație;
- principiul de lucru;
- principiul de organizare a procesului prelucrării informației;
- parametrii de bază (frecvența de tactare, capacitatea memoriei operative, viteza de lucru, prezența și capacitatea memoriei cache, numărul adaptorilor, numărul și tipul dispozitivelor periferice, prețul, masa, puterea consumată etc.)
- generații.

După destinație calculatoarele se împart în universale și speciale. **Calculatoarele universale** sunt destinate pentru rezolvarea unui cerc larg de probleme din diverse domenii: economic, științific, tehnic, literar, artistic. **Calculatoarele speciale** sunt destinate pentru rezolvarea unui cerc îngust de probleme sau numai a uneia (drept exemplu, dirijarea cu procesul de asamblare a unui dispozitiv). Resursele și posibilitățile calculatoarelor speciale sunt cu mult mai reduse față de resursele și posibilitățile calculatoarelor universale.

Informația cu care operează calculatoarele electronice poate fi prezentată în mod continuu, discret sau combinat. În corespondere cu cele spuse calculatoarele după principiul de lucru se clasifică în modul următor: analogice, discrete (numerice) și combinate.

Calculatoarele analogice operează cu informația prezentată în mod continuu. Fiecarei valori momentane a unei mărimi matematice îi corespunde o valoare momentană a mărimii fizice, drept exemplu, valoarea curentului electric sau a tensiunii curentului continuu, amplitudinea, fază sau frecvența tensiunii de curent alternativ. La baza funcționării calculatoarelor analogice se află principiul de modelare în care procesul fizic sau obiectul studiat este înlocuit de un model cu aceleași proprietăți.

Rezolvarea problemei de calculatorul analogic se efectuează practic momentan în corespondere cu viteza decurgerii proceselor fizice în circuitele calculatorului. Rezultatele obținute în majoritatea cazurilor sunt prezentate pe ecranul monitorului în formă de grafic.

Calculatoarele analogice au următoarele avantaje față de calculatoarele numerice:

- viteza foarte mare de lucru (cu mult mai mare ca la calculatoarele numerice);
- simplitatea construcției și exploatarii;
- preț redus.

Din neajunsurile calculatoarelor analogice trebuie de menționat:

- precizia relativ joasă a rezultatelor obținute (~ 91..95%);
- nu pot fi universale;
- complexitatea restructurării calculatorului pentru rezolvarea unui nou tip de probleme.

Această determină utilizarea calculatoarelor analogice în calitate de calculatoare speciale pentru rezolvarea unui cerc îngust de probleme.

Calculatoarele electronice discrete (numerice) prelucrează informația prezentată în mod discret în formă de șir de numere codificate prin impulsuri de curent sau tensiune de curent electric. În calculatoarele numerice, în principiu, se poate obține orice precizie a efectuării calculelor. Calculatoarele numerice sunt mașini universale cu ajutorul cărora pot fi rezolvate clase diverse de probleme, însă viteza de lucru este cu mult mai mică decât la calculatoarele analogice, au o construcție complicată și costă mai scump.

Calculatoarele combine (numerico-analogice) prelucrează informația prezentată atât în mod discret cât și în mod continuu. Acest tip de mașini au încorporat părțile pozitive ale calculatoarelor analogice și numerice.

Cele mai răspândite și utilizate practic sunt calculatoarele numerice. Funcționarea calculatoarelor numerice se bazează pe principiul dirijării programate (toate acțiunile efectuate de calculator se efectuează sub conducerea programelor speciale). Programul de lucru al calculatorului constă dintr-o consecutivitate de instrucțiuni. Sub instrucțiune se înțelege o indicație calculatorului pentru îndeplinirea acțiunii necesare.

4.3. Clasificarea calculatoarelor după L. N. Koroliov

Conform parametrilor de bază (viteza executării instrucțiunilor, capacitatea memoriei operative, valoarea frecvenței de tactare etc.) calculatoarele numerice se împart în următoarele clase (vezi fig. 4.8): calculatoare universale, minicalculatoare, microcalculatoare, calculatoare aritmetice.

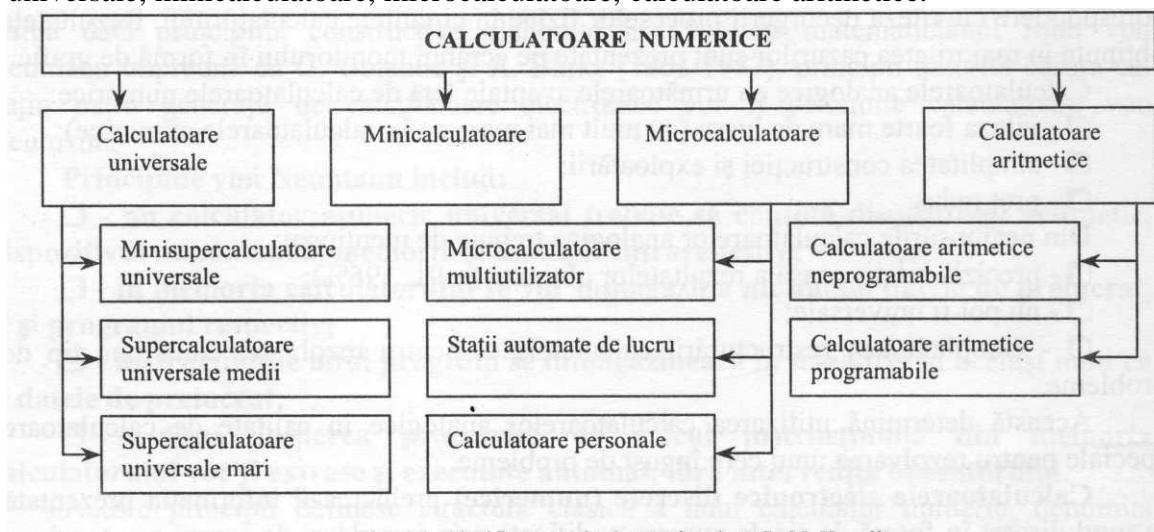


Fig. 4.8. Clasificarea calculatoarelor după L. N. Koroliov.

4.3.1. Calculatoare universale

Primele au apărut calculatoarele universale denumite și supercalculatoare universale, baza elementală a cărora a parcurs calea de la tuburile electronice până la circuite integrate cu un grad superînalt de integrare.

Un supercalculator universal (mainframe) reprezintă un sistem multiutilizator de calcul cu cele mai înalte performanțe posibile în momentul dat, proiectat pentru a satisface cerințele de lucru pe calculator ale unor organizații mari. Acea calculatoare sunt montate în dulapuri metalice staționare și necesită locale cu temperatură și umiditate constantă. Ca regula supercalculatoarele universale lucrează în regim de partajare a timpului (time-sharing) - o tehnică de a împărti resursele unui calculator cu mai mulți utilizatori, în care fiecare utilizator are impresie că este singura persoană ce folosește sistemul.

Deservirea supercalculatoarelor universale cere un mare volum de lucru, în schimb au o viteză mare de executare a instrucțiunilor (peste 10^{12} instrucțiuni/s), memorie internă de mare capacitate (>256 Mo), operează cu cuvinte de 32 și 64 biți.

Productivitatea supercalculatoarelor universale îndestulează necesitățile unui șir de aplicații utilizate pentru prelucrarea unui volum enorm de date, precum: prognoza meteo (de scurtă durată), modelarea proceselor fizice,

sociale, gestionarea problemelor financiare unei companii mari sau a unei țări, securitatea națională etc. Pentru rezolvarea unor probleme mai complexe (prognoza meteo de lungă durată, descifrarea structurii informației genetice) viteza de lucru a calculatoarelor universale este încă prea mică.

Cercetări și proiectări în industria supercalculatoarelor universale sunt realizate de firmele Cray Research, Fujitsu, ETA Systems, Sutherland etc. Cele mai reprezentative supercalculatoare universale sunt:

- Cray-1, Cray-2, Cray-3, Cray X-MP al corporației Cray Research;
- Cyber 205 al firmei CDC (Control Data Corporation);
- IBM 4381-3, IBM AS/400, TF-1 al firmei IBM.

La elaborarea supercalculatoarelor universale au început să fie utilizate unele principii diferite de principiile von Neumann. Drept exemplu, pentru executarea instrucțiunilor în mod paralel supercalculatoarele universale sunt dotate cu câteva procesoare (sistem multiprocesor), iar unele instrucțiuni (funcții), care în alte calculatoare sunt îndeplinite în regim de program, aici se realizează de dispozitive electronice analogice.

Supercalculatoarele universale la rândul său se împart în:

- minisupercalculatoare universale;
- supercalculatoare universale medii;
- supercalculatoare universale mari.

4.3.2. Minicalculatoare

În anii 1970-1980 au apărut minicalculatoare. Apariția minicalculatoarelor a fost cauzată de:

- progresul obținut în dezvoltarea bazei elementale;
- excedența resurselor supercalculatoarelor universale pentru deservirea unui sir de aplicații.

Minicalculatoarele sunt utilizate în regim de partajare a timpului (regim multiutilizator), pentru dirijarea cu procesele tehnologice, drept sisteme de prelucrare a datelor și noduri a rețelelor de calculatoare, pentru organizarea schimbului de informație pe liniile de comunicație. Minicalculatoarele sunt îndeplinite constructiv în formă de dulapuri staționare și au o productivitate mai joasă în comparație cu supercalculatoarele universale. Minicalculatoarele nu necesită locul amenajat special și se evidențiază printr-un grad mare de fiabilitate (pot lucra în condiții extreme).

Drept exemplu de minicalculatoare pot fi numite calculatoarele seriei PDP-11 ale firmei Digital Equipment Corporation (DEC), CM 1420, EC 1007 (Rusia).

Minicalculatoarele utilizează unitate centrală pe 32 sau 64 biți, au o memorie internă peste 32 Mo, pot efectua peste 10^8 I/s și ocupă o suprafață de 1...20 m².

Dezvoltarea în continuare a minicalculatoarelor a adus la elaborarea supermini-calculatoarelor. Superminicalculatoarele au o arhitectură și dimensiuni comparabile cu cele ale minicalculatoarelor însă o productivitate a calculatoarelor universale. Superminicalculatoarele sunt sisteme multiutilizator utilizate în regim de partajare a timpului.

4.3.3. Microcalculatoare

Inventarea în 1969 a microprocesoarelor a adus la apariția unei clase noi -microcalculatoarele. Microcalculatoarele se împart în:

- microcalculatoare multiutilizator;
- stații automatizate de lucru ;
- microcalculatoare încorporate;
- calculatoare personale.

Microcalculatoarele multiutilizator lucrează în regim de partajare a timpului, sunt completate cu mai multe videoterminale și pot fi plasate pe masa utilizatorului.

Stațiiile automatizate de lucru reprezintă microcalculatoare complete cu toate mijloacele necesare pentru îndeplinirea unor lucrări specifice. Deosebim stații automatizate de lucru tehnice, grafice, de proiectare, tipografice etc.

Termenul de stație automatizată de lucru (**workstation**) este des utilizat și pentru denumirea nodurilor de calculatoare a unei rețele de calculatoare.

Microcalculatoarele încorporate reprezintă niște mijloace de calcul utilizate pentru dirijarea (drept exemplu, unui strung) și prelucrarea datelor, de obicei, în regim de timp real. Constructiv microcalculatoarele încorporate reprezintă una sau câteva placete modulare încorporate în utilajul dirijat.

Calculatorul personal reprezintă un microcalculator universal monoutilizator. Pentru caracterizarea acestui tip de calculatoare vom evidenția următoarele momente:

- prezența dispozitivelor periferice, necesare pentru introducerea/evacuarea datelor;

- prezența resurselor de aparataj suficiente pentru rezolvarea problemelor reale, în particular, memorie internă suficientă;
- susținerea limbajelor de programare de nivel înalt;
- utilizarea sistemelor de operare dezvoltate ce simplifică în mare măsură interacțiunea utilizator/calculator;
- prezența culorilor, sunetului, sistemului grafic;
- prezența suporturilor externi de informație cu dimensiuni mici și capacitate mare;
- volum mic, nivel înalt de integrare a elementelor, stabilitate în lucru;
- energetică mică;
- o arhitectură deschisă care permite modernizarea continuă;
- compatibilitatea cu alte microcalculatoare la nivelul interfeței externe și suporturilor de informație și prețul relativ mic;

Microcalculatoarele personale (**Personal Computer - PC**) sunt utilizate pentru rezolvarea unui set larg de probleme economice, tehnice, de dirijare cu procese tehnologice, în sistemele centralizate de control, drept terminal al rețelelor de calculatoare, pentru deservirea poștei electronice etc.

Microcalculatoarele efectuează operații asupra datelor reprezentate pe 16, 32 și 64 biți. În dependență de arhitectura constructivă calculatoarele personale se împart în: staționare, portabile, laptop, notebook sau handheld, pocket sau palmtop.

În prezent se elaborează supermicrocalculatoarele cu o productivitate și resurse ce acoperă parametrii minicalculatoarelor. Liderii mondiali în producerea microcalculatoarelor sunt firmele IBM, DEC, Apple, Olivetti, Hewlett-Packard.

4.3.4. Calculatoare aritmetice

Calculatorul aritmetic reprezintă o mașină electronică de calcul care după posibilitățile ei este aproximativ echivalentă cu rigla logaritmică. Deosebesc calculatoarele aritmetice programabile și neprogramabile.

Calculatorul aritmetic programabil efectuează calculele conform programului introdus cu ajutorul tastaturii.

Calculatorul aritmetic neprogramabil efectuează calculele conform indicațiilor utilizatorului îndeplinite prin apăsarea tastelor de comandă. Viteza îndeplinirii calculelor în mare măsură depinde de viteza introducerii datelor și instrucțiunilor de către utilizator.

Calculatorul aritmetic este pe larg utilizat în procesul de studiu al elevilor pentru efectuarea calculelor aritmetice elementare, pentru efectuarea calculelor inginerești, drept calculator de birou etc.

Calculatoarele aritmetice pot avea următoarele dispozitive periferice:

- unitatea de introducere a datelor și programelor (tastatura);
- unitatea de prezentare a datelor (indicatorul);
- unitatea de imprimare a datelor pe hârtie cu lățimea de 10 cm.

→ 4.4. Generații de calculatoare

Istoria dezvoltării calculatoarelor numerice se împarte în perioade în funcție de tipul și tehnologia componentelor electronice, de ordinea cronologică și resursele calculatoarelor care în ultima instanță și determină generațiile de calculatoare. Generațiile de calculatoare sunt determinate conform următoarelor criterii:

- tehnologia CPU (Central Processing Unit - procesorul central) și baza elementală a calculatorului;
- viteza de lucru - numărul de operații elementare îndeplinite într-o secundă (instrucțiuni mașină pe secundă - I/s);
- volumul memoriei operative;
- programatura utilizată;
- complexul de dispozitive periferice.

Conform acestor criterii deosebim calculatoare numerice de generațiile 1, 2, 3 și 4.

Astfel, prima generație (anii 1946-1956) cuprinde calculatoarele cu tuburi electronice. Primul calculator din această generație, UNIVAC-1 (Universal Automatic Computer) a fost dat în exploatare în anul 1951. În continuare, pe piață au fost lansate modelele IBM-701, IBM-704 (SUA), E3CM-2, E3CM-3, E3CM-4 (fosta URSS).

Calculatoarele din prima generație aveau viteza de operare de ordinul miilor de operații pe secundă și un număr de tuburi electronice care ajungea la 20000. Drept element de memorare era utilizat tamburul magnetic.

Pentru elaborarea programelor se folosea limbajul de asamblare. Consumul mare de energie, fiabilitatea redusă și dimensiunile mari ale tuburilor electronice nu permiteau crearea unor calculatoare mai performante.

Generația a doua (anii 1957-1963) include calculatoarele realizate, în principal, pe tranzistori. Printre primul din această generație este calculatorul PHILCO-2000 (SUA), elaborat în anul 1958. Acest calculator conținea circa 56000 de tranzistori. Drept element de memorie era utilizat inelul de ferită. Din cele mai performante calculatoare din generația a doua vom remarca modelele Atlas (Anglia), STRETCH și CDC-6600 (SUA), E3CM-6 (fosta URSS). În aceste modele viteza de operare se apropie de un milion de instrucțiuni pe secundă, numărul tranzistorilor fiind de ordinul sutelor de mii. Memoria internă avea o capacitate aproape de 100 Ko. Pentru calculatoarele generației a doua au fost elaborate limbaje de programare de nivel înalt: FORTRAN, COBOL.

Cresterea vertiginioasă a numărului de tranzistori necesari pentru realizarea circuitelor logice ale unui calculator a adus la apariția circuitelor integrate, denumite deseori microcircuite.

Generația a treia (anii 1964-1981) include calculatoare, care au la bază circuite integrate. Primele din această generație au fost calculatoarele din familia IBM-360, elaborate în anul 1964, SISTEM-4 (Anglia, 1966), seria IBM-370 (SUA, 1970), compatibile cu IBM-360 la nivel de program, EC 3BM (URSS, 1972).

Calculatoarele generației a treia au avut o viteză de $3..5 \cdot 10^6$ I/s și o memorie de 1... 16 Mo. Memoria internă a calculatoarelor era construită pe baza materialelor semiconductoare. Pentru calculatoarele generației a doua au fost elaborate limbaje de programare de nivel înalt: PASCAL, C, LISP, limbaje grafice.

Au apărut primele unități de discuri magnetice utilizate drept suporturi de memorie externă.

Din generația a patra fac parte calculatoarele care au început să fie produse începând cu anul 1982. Evoluția acestor calculatoare este indisolubil legată de apariția în anul 1971 și dezvoltarea ulterioară a microprocesoarelor. Din cele mai performante calculatoare din generația a patra vom remarca modelele PS/2 ale firmei IBM (anul 1987), Apricot VX FT Server pe baza microprocesorului 80486 al companiei britanice Apricot (anul 1989), Macintosh II al companiei Apple Computer. Din 1994 se produc calculatoare pe baza microprocesorului Pentium.

Calculatoarele generației a patra au o viteză de $10^9..10^{12}$ I/s și o memorie internă de ordinul unităților de Go. Au apărut discuri optice ca suporturi de memorie externă. Au fost elaborate limbaje orientate pe obiect, concurențe, logice, funcționale. **Începând cu anul 1990 au început să fie produse calculatoare pe baza procesoarelor cu arhitectura paralelă de tip RISC.**

4.5. Calculatoarele generației a cincea

În numai cinci decenii industria tehnicii de calcul s-a dezvoltat într-un ritm care o face de neegalat cu alte ramuri industriale. Patru generații de calculatoare s-a succedat într-un ritm alert, determinat atât de progresele din domeniul componentelor electronice, al microelectronicii, cât și de progresele înregistrate în domeniul arhitecturii și structurii echipamentelor electronice de calcul și al sistemelor de programare sau software-ului.

De regulă, cele patru generații de calculatoare au fost definite după apariția produselor sau, cel mult, în cazul celei de-a patra generației, simultan cu apariția unor modele care au reclamat facilități ale respectivei generații. Aceste sisteme - bazate pe principiile von Neumann - erau secvențiale, efectuând la un moment dat o singură operație. În plus ele utilizau un singur element de procesare, o unitate secvențială de control centralizat, posedând în același timp un limbaj secvențial de nivel inferior, adresare liniară și memoria fixă.

De fapt, fiecare generație a fost definită prin progresele înregistrate de circuitele electronice de bază - tuburi electronice, semiconductoare discrete, circuite integrate - cât și prin progresele arhitecturale și de programare care au însotit evoluția de la structurile simple programate în limbaj-mașină (ale primei generații), la limbajele evolute ale generației a doua și la sistemele de operare continue cu elementele de interactivitate, rețele și grafică ale generațiilor a treia și a patra.

În anul 1981, în luna octombrie, a fost organizată la Tokyo o conferință internațională ce avea să bulverseze întreaga lume științifică și tehnologică, prin lansarea Programului național japonez de realizare a generației a cincea de calculatoare.

La această manifestare au participat aproximativ 300 de specialiști, printre care circa 90 străini, din țări ca R. P. Chineză, R. P. Bulgară, Anglia, Franța, R. F. Germană, SUA (prin reprezentanți ai învățământului superior sau ai unor firme mari, ca, de exemplu IBM, Honeywell, Univac, NCR, Cray). La aceasta conferință a fost pusă în discuție lansarea unui program de cercetare-proiectare cu adevărat revoluționar pentru tehnica de calcul, calculatoarele de generația a cincea inaugurând o nouă eră în informatică, cu implicații tehnologice, economice și sociale încă greu de evaluat. În concepția inițiatorilor programului, calculatoarele din această nouă generație vor avea o structură radical modificată, o nouă organizare a memoriei interne, noi limbaje de programare,

operații microprogramate și legături operaționale pentru a manipula simboluri și numere. Aceasta înseamnă de fapt trecerea de la prelucrarea datelor (principiu propriu actualelor calculatoare) la prelucrarea logică, inteligentă a cunoștințelor, adică îndeplinirea funcției de inteligență artificială.

Dificultatea de a accepta ideea unei mașini inteligente provine din concepția obișnuită despre mașină, a cărei principală funcție este de a prelucra energie, de a o amplifica, distribui sau transforma. Dintr-un astfel de punct de vedere calculatorul electronic este o mașină, având în atenție faptul că informațiile sunt prelucrate în mod electromagnetic. Dar esența revoluției calculatoarelor constă în preluarea parțială de către mașini (a se citi calculatoare) a sarcinii de a produce informații, în ideea amplificării puterii minții umane.

Înteligența artificială se dezvoltă pe multe planuri: robotică, înțelegerea limbajului natural, a imaginilor, modelarea unor procese, demonstrarea teoremelor, sistemele-expert.

În concepția unor cercetători, termenul de "calculator" de generația a cincea este impropriu, mai nimerit fiind cel de sistem de prelucrare a cunoștințelor, KIPS (Knowledge Information Processing System), motivul constă în aceea că noile echipamente - în viziunea celor care le preconizează - nu mai sunt mașini de calcul, ci procesoare de cunoștințe.

Programul japonez pentru a cincea generație - eșalonat pe 10 ani (1982-1992) - a cuprins trei faze:

- primii 3 ani - formarea colectivelor de cercetare și a laboratoarelor, construirea echipamentelor și elaborarea programelor pentru o primă variantă de procesor logic, realizarea primei stații operaționale PROLOG - care ar urma să asigure în prima fază 1 milion de raționamente logice pe secundă, LIPS (Logical Inferences Per Second) -elaborarea primelor prototipuri de aplicații cu sisteme-expert (consultații medicale, diagnosticarea avariilor, programarea reparațiilor de echipamente, proiectarea asistată de calculator "inteligent" pentru circuite integrate, echipamente mecanice etc);

- a doua fază, de 4 ani, prevedea experimentarea inginerescă și realizarea de prototipuri, inclusiv primele experimentări ale sistemelor integrate;

- faza a treia - denumită a ingineriei avansate - cu o durată de 3 ani, prevedea construirea prototipurilor ingineresti finale și a noilor sisteme integrate, realizarea de către firmele participante la program a exemplarelor comerciale ale noilor echipamente.

În mod firesc, inițiativa japoneză a stârnit reacția țărilor mari producătoare de calculatoare. Astfel, firma MIT (Massachusetts Institute of Technology) a favorizat intenția profesorului Arvind de a realiza un nou tip de calculator pornind de la calculatorul Symbolics 3600; noul echipament conținea 12 calculatoare Symbolics 3600, care lucrau simultan la rezolvarea unei probleme, folosind în acest scop o tehnică complexă (datele se deplasau însotite de etichete speciale). Un grup de companii americane au creat Corporația de Microelectronică și Tehnologie pentru Calculatoare (MCC), propunându-și elaborarea proiectului de arhitectură pentru un echipament de calcul cu performanțe superioare, denumit Alpha/Omega, destinat creșterii productivității în domeniul software-ului. Totodată, au fost propuse mai multe proiecte de echipament ce urmău să fie folosite în domeniile conducerii și proiectării asistate de calculator. De asemenea, a fost lansat programul Strategic Computing and Survivability (Rolul strategic al calculatoarelor și supraviețuirea), subvenționat de Ministerul Apărării cu 500 milioane de dolari. Acest program al oficialităților americane pentru "nth generation" (deci, nu se precizează că este vorba de a cincea generație) prevedea și realizarea unui supercalculator mult mai puternic decât cel preconizat de japonezi, de circa 1000 de ori mai rapid decât CRAY și CYBER din anii 1980-1990.

Tările din cadrul Pieții Comune au elaborat programul ESPRIT (European Strategic Program for Research of Information), destinat să acopere o arie mai largă de domenii, incluzând microelectronică, software-ul, procesele informative avansate, realizarea de calculatoare noi și automatizarea activității din birouri. Hardware-ul folosit în sfera inteligenței artificiale este reprezentat de calculatoarele personale pe care poate fi folosit limbajul de programare LISP (LISt Processing Language) - primul limbaj de inteligență artificială. În prezent, printre producători de hardware pentru inteligență artificială se numără firmele DEC, Fujitsu Ltd., Lisp Machines Inc., Symbolics Inc., Xerox etc.

Programele indicate urmăreau realizarea de echipamente și sisteme de programe pentru ingineria cunoștințelor, bazându-se, în principal, pe inovarea tehnologiilor existente astfel încât sistemele din generația a cincea să poată asimila o bază logică de cunoștințe, să permită regăsiri asociative foarte rapide, să realizeze operații de interpretare logică, să utilizeze legături paralele în structura programelor și în echipamente, să asigure viteze înalte, precum și interfațarea cu utilizatorul, capabilă să folosească vorbirea naturală și imaginile, înălțând necesitatea existenței actualelor intermediari dintre utilizatori și calculatoare-programatorii.

Realizările prezente în teoria, tehnologia și programatura calculatoarelor care susțin următoarele categorii principale de funcții:

- de interfață logică și de rezolvare a problemelor (implementarea unor astfel de funcții, prin mecanisme de arhitectură distribuită cu prelucrare de tip paralel va conduce spre sisteme-expert cu raționamente deductive și inductive, cu decizii bazate pe date incomplete și alte raționamente logice, elemente ce caracterizează în prezent numai sistemele complexe de inteligență artificială);

- de acumulare și prelucrare de cunoștințe (sistemele-expert necesită acumularea și prelucrarea informației generalizate, sub formă de cunoștințe; se prevede realizarea în primul rând a unor noi arhitecturi de memorii și structuri software corespunzătoare);

- de interfață inteligentă (pentru îmbunătățirea calitativă a interfeței om-calculator, pentru o comunicare flexibilă cu utilizatorul se prevede dezvoltarea de echipamente și programe care să permită reprezentarea și transferul informației grafice sub formă sonoră sau de imagini);

- de programare intelligentă (actualul efort greoi de programare ce însoțește realizarea oricărui tip nou de calculator și în continuare utilizarea lui va fi redus prin facilități de generare automată a programelor, în primul rând prin realizarea de sisteme de programare modulară, automatizarea validării programelor și noi limbaje de programare care să faciliteze automatizarea programării);

→ 4.6. Evoluția calculatoarelor personale

Primul calculator personal Altair 8800 a fost elaborat de firma americană MITS în anul 1975 și costa aproape 6 mii de dolari. Următorul calculator personal Apple-I a fost construit de americanii S. Vozneac și S. Jobson în anul 1976. În primăvara anului 1977 tot ei au construit un calculator personal destul de ieftin, numit Apple-II. Alte două companii - Commodore și Radio Shack (filiala corporației Tandy) au început vânzarea calculatoarelor sale ceva mai înainte, însă rolul detonatorului care a adus la o dezvoltare în avalanșă a calculatoarelor personale, totuși îi revine calculatorului Apple-II. În curând mai multe firme au început să producă calculatoare personale și milioane de cumpărători s-au grăbit să devină posesori ai acestor calculatoare. Drept rezultat, atelierul de domiciliu al S. Vozneac și S. Jobson s-a transformat într-o firmă de prim plan - Apple Computer care și în prezent ocupă un loc de frunte pe piață calculatoarelor personale. Primele calculatoare personale erau pe 8-biți și după posibilitățile sale semănau mai mult cu niște jucării, și nu instrument profesionist. Cele mai populare calculatoare personale ale anilor 1975-1980 au fost TRS-80, Apple-II și PET.

La începutul anilor 80 al sec. XX au început să producă calculatoare personale aşa firme mari ca International Business Machine Corporation (IBM), DEC, și Hewlett-Packard (HP). Aceasta a adus la o schimbare structurală radicală pe piața calculatoarelor personale. Așa în anul 1981 IBM a elaborat primul calculator personal destul de reușit PC (Personal Computer) pe 16 biți, și din acest moment devine principala firmă în producerea nu numai a calculatoarelor universale, dar și a calculatoarelor personale. În anii 1983 și 1984 au apărut modele noi de calculatoare personale - PC XT (Extended Technology) și PC AT (Advanced Technology) ale firmei IBM, care au devenit, de fapt, standarde pentru producătorii calculatoarelor personale. Multe firme producătoare au însușit tehnica elaborării calculatoarelor personale ale firmei IBM, ridicând la un nivel mai înalt unii parametri. Cel mai mult au reușit în acest domeniu firmele Compaq și Tandy. În ultimii ani s-au evidențiat firmele AST Research, Dell Computer, ZEOS International și altele. Unica firmă care are o pondere considerabilă pe piața calculatoarelor personale și nu este influențată de firma IBM rămâne compania Apple Computer care elaborează noi și noi modele de calculatoare personale. Tentative intensive pentru cucerirea pieței calculatoarelor personale au întreprins firmele Commodore și Atari prin elaborarea calculatoarelor Amiga și Atari 1040 ST respectiv. În pofida faptului că aceste calculatoare aveau performanțe mai înalte decât ale calculatoarelor firmei IBM, firmele Amiga și Atari n-au avut succes în lupta de concurență. Cauza acestui eșec este motivată de apariția întârziată a acestor modele, incompatibilitatea lor cu familia PC IBM și de arhitectura închisă care nu permite conectarea unor dispozitive periferice noi.

În anul 1987 s-a lansat pe piață o nouă familie de calculatoare personale - PC/2 (Personal System / 2) cu modele pe 16 și 32 biți, ce a adus la un nou salt în creșterea performanțelor calculatoarelor personale.

Peste puțin timp calculatoare personale pe 32 biți a început să producă firma Compaq și compania Apple Computer cu modelele familiei Macintosh II (Mac II).

În anul 1989 a avut loc un eveniment important - compania engleză Apricot a început producerea calculatorului personal pe 32 biți, utilizând microprocesorul 80486 al firmei Intel. Acest calculator personal a primit denumirea Apricot VX FT Server.

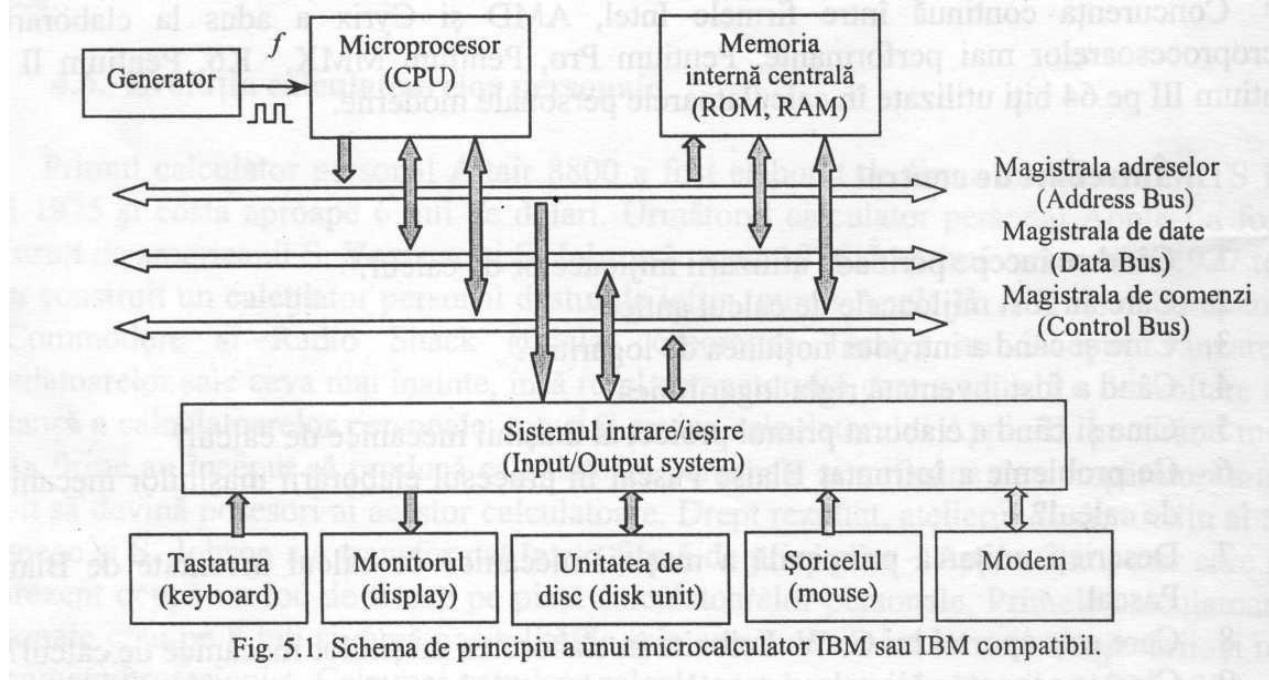
Dezvoltarea tehnologiei microprocesoarelor a adus la apariția în anul 1989 a primului microprocesor monocristal pe 64 biți - 80860 al firmei Intel.

Concurența continuă între firmele Intel, AMD și Cyrix a adus la elaborarea microprocesoarelor mai performante: Pentium Pro, Pentium MMX, K6, Pentium II și Pentium III pe 64 biti utilizate în calculatoarele personale moderne.

5. STRUCTURA CALCULATORULUI

→ 5.1. Structura microcalculatorului IBM PC

Din punct de vedere al utilizatorului un microcalculator IBM PC (**IBM Personal Computer**) sau IBM PC compatibil în funcție poate fi determinat ca un ansamblu de echipament (**hardware** sau **hard**) și programatură (**software** sau **soft**). În acest capitol vor fi prezentate componente hard. Schema standardă al unui microcalculator IBM este prezentată în fig. 5.1.



La rândul său componente hard se împart în:

- unitatea centrală (cutia centrală);
- unitățile periferice.

Cutia centrală este elementul fundamental al oricărui microcalculator. În funcție de forma cutiei centrale deosebim:

- calculatoare staționare (în majoritatea cazurilor sunt plasate pe un birou) de tip **Desk Top**, care au cutia centrală de formă paralelipipedică, cu baza mare jos și de tip turn (**Tower** sau **Minitower**), în care baza mică este jos;

- calculatoare portabile (**portable**), având masa și gabaritele comparativ mici pot fi transportate de un singur om. Din această familie de microcalculatoare deosebim: **laptop** - are geanta diplomat cu un ecran ultraplat, cu consum mic de energie (în general se alimentează de la baterii sau rețea), destinat călătoriilor, **notebook** - are gabaritele unei cărți, **pocket** - microcalculator de buzunar.

În cutia centrală se găsesc:

- placă de bază (**mother board**); această placă conține elementele electronice principale, cum ar fi: generatorul semnalului de tactare, microprocesorul, memoria operativă, controllerul de memorie, ceasul de timp real **RTC** (**Real Time Clock**), controllerul DMA (**Direct Memory Access**); controllerul tastaturii, microconectorii de configurare etc. Pe placă de bază există o serie de sochuri, care dă posibilitatea conectării extensiilor. Aceste extensii reprezintă niște microcircuite specializate, plăci sau cartele specializate, cum ar fi: plăci grafice, extensii de memorie, adaptori de rețea, plăci de modem, plăci de fax etc.

- magistrala de sistem (**BUS**), utilizată pentru conectarea părților componente ale calculatorului și transferul codurilor adreselor, datelor și instrucțiunilor. Magistrala de sistem logic se împarte în: magistrala adreselor (**ABUS** - Address Bus), magistrala de date (**DBUS - Data Bus**) și magistrala de comenzi (**CBUS** - Control Bus);

- sistemul intrare/ieșire (**Input/Output system**) compus din plăci sau cartele specializate numite des adaptorii și conectori de configurare, care asigură legătura cu mediul înconjurător, deci și interfața cu utilizatorul;
- unele dispozitive periferice, cum ar fi: una sau două unități de disc magnetic flexibil, una sau două unități de disc magnetic rigid, o unitate de disc optic;
- sursa de alimentare, care transformă curentul alternativ de la rețea de 220 V sau 110 V în curent continuu de 5 V, 10 V sau alte mărimi.

Unitățile periferice sunt acele dispozitive care asigură extinderea capacitaților sistemului de calcul. Unitățile periferice se clasifică după funcțiile îndeplinite în: unități periferice de memorare; unități periferice pentru introducerea informației în sistemul de calcul; unități periferice pentru extragerea informației din sistemul de calcul.

Drept unități periferice de memorare a datelor într-un microcalculator IBM se utilizează (ca regulă sunt plasate în cutia centrală): una sau două unități de disc magnetic flexibil, una sau două unități de disc magnetic rigid, o unitate de disc optic, unități de bandă și casetă magnetică, unități cu domeni magnetici cilindrici, unități holografice etc.

Pentru introducerea datelor în sistemul de calcul servesc următoarele dispozitive: tastatura, șoricele și alte diverse manipulatoare, scannerul, ecrane sensorice, mijloace audio și video.

Pentru extragerea datelor din sistemul de calcul servesc: monitoarele și adaptorii monitoarelor, imprimantele (matriceale, cu get de cerneală, termografice, electrofotografi-cele - cu laser, electrostatice, magnetografice), plotterul, sintezatori de sunet.

În componența unui microcalculator găsim și dispozitive care pot îndeplini ambele procese, și introducerea datelor în sistemul de calcul și extragerea datelor din acest sistem, cum ar fi modemul.

Dintre dispozitivele periferice ale unui microcalculator deosebim dispozitive periferice obligatorii, lipsa cărora face imposibil sau foarte dificil lucru utilizatorului cu sistemul de calcul, și dispozitive periferice după doleanță, care permit extinderea posibilităților sistemului de calcul. Dispozitivele periferice obligatorii sunt: tastatura; monitorul; una sau două unități de disc magnetic flexibil; una sau două unități de disc magnetic rigid; o unitate de disc optic; șoricele. Dintre dispozitivele periferice optionale vom numi: imprimanta; modemul; scannerul; ploterul.

5.1.1. Card, slot, socket, jumper...

În cele ce urmează vom defini unele noțiuni utilizate des pentru descrierea construcției și principiilor de lucru ale componentelor microcalculatorului.

Placa de sistem sau placa maternă (System Board, Mother Board) este placa principală a microcalculatorului pe care sunt instalate microcircuitele micropresorului, memoriei operative, memoriei permanente, diferitor adaptorii etc.

În microcalculatoarele IBM se utilizează următoarele standarde de plăci de sistem: Full AT (305x350 mm), Baby AT (220x330 mm), ATX (305x244 mm) și Mini-ATX (284x208 mm).

Intefăță (Interface) - legătura între două dispozitive hardware, două aplicații sau între un utilizator și programele de aplicație, cu ajutorul căreia se obține un schimb corect de date.

Conectorul (Slot) servește pentru instalarea diferitor echipamente.

Conectorul de extensie (Expansion Slot) reprezintă un conector (soclu) legat la magistrala de extensie, prevăzut pentru cuplarea adaptoarelor.

Socket este un dispozitiv în care se instalează microcircuitul. Există **ZIF-Socket (Zero Insertion Force - forță nulă de instalare)** în care microcircuitele pot fi introduse/scoase foarte ușor prin deschiderea unui lacăt special.

Jumper (călăret) - un conector electric de șuntare ce permite utilizatorului să selecteze o anumită configurație pe o placă echipată cu microcircuite (vezi fig. 5.5a). Conectorul de șuntare este un mic dreptunghi de plastic cu două sau mai multe orificii, Conectorul de șuntare se montează înfundându-l în doi sau mai mulți pini selectați dintr-un grup de pe suprafața plăcii cu microcircuite. Schimbarea poziției jumper-ului se face în starea deconectată a alimentării calculatorului.

Comutator DIP (DIP switch - Dual In-line package switch) - unul sau mai multe comutatoare cu două poziții, într-o carcăsă mică de plastic. Această carcăsă este prevăzută în partea de jos cu pini pentru a fi inserată într-un soclu pe o placă echipată cu microcircuite sau lipită direct pe placă. Comutatoarele DIP sunt utilizate frecvent pentru a oferi utilizatorului posibilitatea unei configurații ușoare pentru calculatoare, imprimante și alte echipamente electronice.

În echipamentele moderne există tendința de a exclude jumper-ii și comutatorii DIP prin transmiterea funcțiilor acestora componentelor electronice dirijate de program. Plăcile care pot fi configurate fară jumpere sunt numite Jumperless Cards. Echipamentele, care după instalare, sunt configurate în mod automat aparțin clasei **P&P (Plug and Play -instalează și joacă)**.

Cip (Chip) - un circuit electronic miniaturizat (microcircuit) produs în cantități de masă pe o placă de silicon.

Cipset (Chip Set) - un ansamblu de microcircuite specializate conectate împreună cu scopul formării unui bloc funcțional al sistemului de calcul. Cipseturile se utilizează pe larg în plăcile de sistem, controlere grafice și alte echipamente polifuncționale.

5.1.2. Conectorii periferiei

Pentru conectarea dispozitivelor periferice (monitor, tastatura, dispozitive MIDI, modem) se utilizează de obicei conectori de tipul **D, IDC și Centronics**.

Conectorii de tipul D se utilizează pentru conectarea monitorului, imprimantei, modemului, manipulatoarelor etc. Conectorii Female (feminini) se notează DB-xxS, unde xx - numărul de contacte, iar conectorii Male (masculini) se notează DB-xxP (vezi fig. 5.6). Destinația conectorilor de tipul D este standardizată (vezi tabelul

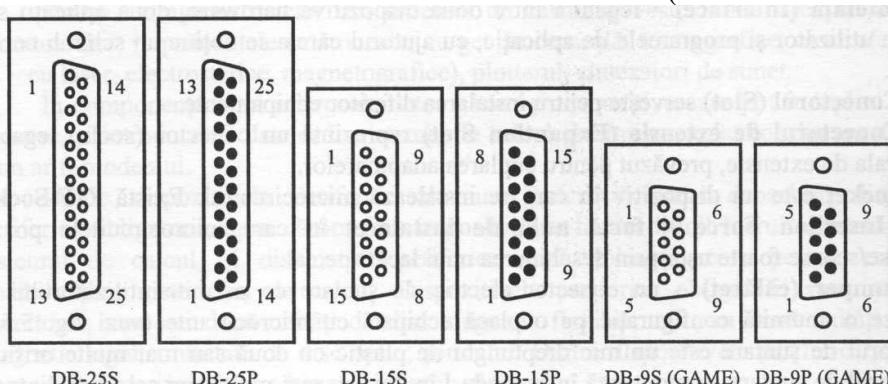


Fig. 5.6. Conectoare de tip D.

Tabelul 5.1. Destinația conectoarelor standarde de tip D.

Tipul conectorului	Destinația
Mufa DB-9P	COM-port
Conectorul DB-9S	Ieșirea pentru monitoarele Mono, CGA, EGA
Conectorul DB-15S (două rânduri)	Game-port, MIDI
Conectorul DB-15S (trei rânduri)	Ieșirea pentru monitoarele VGA, SVGA
Mufa DB-25P	COM-port
Conectorul DB-25S	LPT-port

Conectoarele **IDC (Insulation-Displacement Connector - conector pentru deplasarea izolației conductoarelor)** au primit astă denumire de la metoda conectării firelor conductoare. Aceste conectoare, pentru a fi conectate la un conductor sau la magistrala calculatorului, au contacte ascuțite care tăie și deplasează izolația conductorului, realizând în astă mod contactul electric (fig. 5.7a). Conectorii IDC se clasifică în conectori marginali pentru plăci (fig. 5.7b) și conectori cu pini (fig. 5.7c). Drept cheie pentru aceste conectoare poate servi lipsa unui pin (în conector lipsește gaura pentru pinul respectiv).

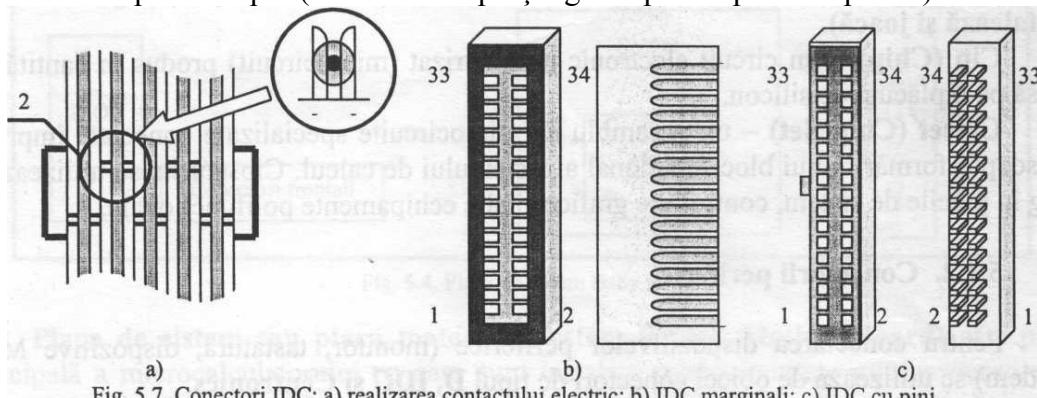


Fig. 5.7. Conectori IDC: a) realizarea contactului electric; b) IDC marginali; c) IDC cu pini.

Conecatorii (mufele) de tip Centronics (vezi fig. 5.8) se utilizează pentru conectarea imprimantelor și dispozitivelor periferice SCSI (Small Computer System Interface -interfață de sistem a calculatoarelor mici). Alte tipuri de conectori și cabluri vor fi prezentate pe parcursul descrierii echipamentelor calculatorului.

19

36

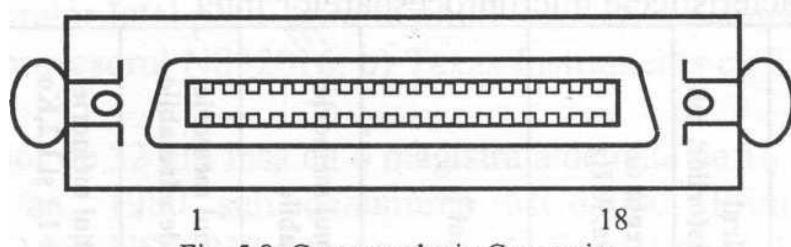


Fig. 5.8. Conector de tip Centronics.

→ 5.2. Microprocesorul

5.2.1. Preistoria și evoluția microprocesoarelor Intel

Apariția în an. 1948 a tranzistorului, inventat de William Shockley și o echipă de cercetători de la Bell Laboratories, bazat pe semiconductori (siliciu sau germaniu), a permis construirea echipamentelor de calcul de generația a II-a în volum, masă și energie consumată cu mult mai mici față de parametrii respectivi ale calculatoarelor primei generații, construite pe tuburi electronice. Elaborarea calculatoarelor generației a II-a nu a scos de pe primul plan scopul constructorilor de a micșora esențial masa, gabaritele și energetică calculatoarelor concomitent mărind productivitatea lor. Realizarea acestui scop a devenit posibilă odată cu prezentarea patentului pentru circuite integrate în an. 1953 de către Harwick Johnson de la RCA. Apariția circuitelor integrate a pus baza proiectelor calculatoarelor generației a III-a.

Prin circuit integrat (cip) se înțelege o placă sau o pastilă de siliciu sau germaniu, care prin inscripționare foto sau depuneri succesive poate conține zeci, sute, mii sau milioane de componente electronice (tranzistori, condensatori, rezistori etc). Circuitele integrate s-au perfecționat, miniaturizat și ieftinit într-un ritm nemaiîntâlnit la alte produse în epoca modernă, ce a adverit previziunea lui Gordon E. Moore, lansată în an. 1964, că numărul tranzistorilor creați într-un circuit integrat se va dubla anual.

În funcție de capacitate, circuitele integrate se împart în:

- **MSI (Medium Scale Integration)**, până la 500 componente;
- **LSI (Large Scale Integration)**, peste 500 componente;
- **VLSI (Very Large Scale Integration)**, peste 10 000 componente.

În anul 1969 compania Intel a elaborat un dispozitiv din patru microcircuite cu un ansamblu de elemente caracteristic microprocesorului. Lungimea cuvântului utilizat de acest microprocesor era de 4 biți. Microprocesorul propriu zis, ca o structură integrată, a fost inventat în anul 1971 de Marcian Ted Hoff și numit Intel 4004 (modelele și caracteristicile microprocesoarelor Intel sunt prezentate în tabelul 5.2). Microprocesorul

Intel 4004 a apărut ca reacție la expansiunea japoneză pe piața calculatoarelor aritmetice.

Tabelul 5.2. Caracteristicile microprocesoarelor Intel.

Modelul	Anul lansării	Numărul tranzistorilor, mii	Frecvența de tactare, MHz	Ordinul*)	Volumul memoriei adresabile	Volumul memoriei virtuale adresabile,	Volumul memoriei Cache L1 și L2,Ko	Modelul calculatorului
4004	1971	-	-	4/4/4		nu	nu	Calculatoare aritmetice
8008	1972	-	6	8/8/8		nu	nu	
8080	1974	-	6	8/8/8		nu	nu	
8086	1978	70	16	16/16/20	1 Mo	nu	nu	IBM PC IBM PC XT IBM PS/2 model 30
8088	1979	70	18	16/8/20	1 Mo	nu	nu	
80286	1983	140	6-25	16/16/24	16 Mo	1 Go	nu	IBM PC AT IBM PS/2 model 50 IBM PS/2 model 60
80386DX	1985	275	25-40	32/32/32	4 Go	64 Go	nu	IBM PS/2 model 70 IBM PS/2 model 80 Compaq DESKPRO 386
80386SX	1988	275		32/16/24	16 Mo	1 Go	nu	IBM PS/2 model 55SX
80386SL	1991	275	25	32/16/24	16 Mo	1 Go	nu	Zenith MasterFort 386SL
80486DX	1989	1160	25-100	32/32/32	4 Go	64 Go	L1-8	Apricot VX FT Server IBM PS/2 model 90 XP 486 IBM PS/2 model 95 XP 486 Compaq DESKPRO 486/50L
80486SX	1991	900	16-33	32/32/32	4 Go	64 Go	L1-8	IBM PS/2 model 90 XP 486S IBM PS/2 model 95 XP 486S
80586 Pentium	1993	3300	60-200	32/64/32	4 Go	64 Go	L1-8x2	Zeos Pantera ALR Evolution V
Pentium MMX **)	1994	3300	166-266	32/64/32	4 Go	64 Go	L1-16x2	CLR Infinity PT5-A 166c Quantex QP5/233 SM-3 Micron Millenia Mxe P200
Pentium PRO	1995	5500	150-200	32/64/36	64 Go	1 To	L1-8x2 L2-256	Dell Pentium Pro XPS 200 Dell Pentium Pro XPS 200 Micron
Pentium II **)	1997	-	233-333	32/64/36	64 Go	1 To	L1-16x2 L2-512	Gateway 2000 G6-233M Quantex QP6/233 SM-3 AST Bravo LC6233
Pentium III	1999	-	450-1130	128/64/36	64 Go	1 To	L1-16x2 L2-512	Compaq DESKPRO EP Compaq DESKPRO EN
Pentium IV	2000	42 mln	1400-1500	128/64/36	64 Go	1 To	L1-16x2 L2-512	-

*) Ordinul microprocesorului este prezentat în forma $m / n / k$, unde m - ordinul regiștrilor interni ai microprocesorului, n - dimensiunea magistralei de date și k - dimensiunea magistralei de adrese.

**) Pentium MMX și Pentium II au regiștri interni adăugători de 64 biți.

Puterea unui microprocesor, aşa cum se va vedea, constă în numărul de biți transmiși și prelucrați în paralel. Deci Intel 4004 prelucra în paralel 4 biți și era utilizat în calculatoarele aritmetice. Acest microprocesor a fost repede îmbunătățit, apărând în an. 1972 microprocesorul de 8 biți 8008, iar în an. 1974 o variantă nouă 8080 tot pe 8 biți, care constituia generația I de microprocesoare. Aceste microprocesoare au fost utilizate în microcalculatoarele de 8 biți. În paralel, principalul proiectant de 8008, Frederico Faggin, se desparte de Intel și formează firma proprie, Zilog, care va produce cunoscutele microprocesoare Z80 cu un set de instrucțiuni aproape identic 8080. În curând au apărut și microprocesoare concurente: 6802 al firmei MOS Technology; 6800 și apoi 6809 ale firmei Motorola. În an. 1978 firma Intel începe producerea microprocesorului 8086, iar în an. 1979 - 8088 prin care se trece de la microprocesoare de 8 la cele de 16 biți, adică începe generația a două de microprocesoare.

În an. 1982 apare microprocesorul Intel 80186, care este compatibil cu 8086, dar are o serie de funcții noi. În anul 1983 microprocesorul 80186 a fost înlocuit prin 80286 cu frecvență de tactare de 12 MHz, care tot poate lucra ca un 8086 dar are o serie de facilități în plus, cum ar fi mecanismele de memorie virtuală, protecție, multiprocesare etc. Pentru un 80286 deosebim două regimuri de lucru:

- regimul real de lucru cu memoria fizică - lucrează ca un 8086 cu o memorie operativă de 1 Mo;
- regimul protejat (formal - regimul protejat al adresării virtuale) - în acest regim se utilizează memoria virtuală și mecanismul protejării memoriei.

Concurenții, firmele Harris Semiconductor și AMD tot au început să producă microprocesoare de tipul 80286 dar cu caracteristici mai bune (cu frecvență de tactare 25 și 20 MHz, respectiv). Corporația NEC a elaborat microprocesorul V33 cu o energetică mai mică și un set de instrucțiuni mai mare.

Dintre producătorii microprocesoarelor de 16 biți cu o arhitectură diferită de arhitectura microprocesoarelor Intel pot fi numite următoarele firme americane: a) National Semiconductor cu microprocesorul NS32016; b) Texas Instruments cu TMS9900; c) Zilog cu Z8000 și Z8003.

Primul microprocesor de 32 biți însă cu o magistrală de date de 16 biți a fost elaborat de firma Motorola în an. 1980 sub denumirea MC68000. Primul microprocesor monocristal complet pe 32 biți NS32032 a fost propus de firma National Semiconductor în an. 1982. În an. 1984 a apărut un dispozitiv asemănător MC68020 al firmei Motorola. Firma Intel rămânea în urmă până în - an. 1985, când a început producerea microprocesorului 80386. Necesitatea asigurării compatibilității 80386 cu 8086 și 80286 nu a permis proiectanților realizarea unor probleme tehnice radicale. Din această cauză 80386 avea un sir de caracteristici sub nivelul caracteristicilor concurenților săi. Avantajul 80386 se evidenția prin utilizarea programaturii dezvoltate și susținerea firmei IBM.

Microprocesorul 80386 are o structură conveier bine dezvoltată, mijloace de susținere a memoriei virtuale cu posibilitatea organizării pe segment, pe pagini sau combinată, un sistem de protejare a configurației memoriei. În 80386 este realizată procedura schimbării dinamice a lătimii magistralei de date.

Microprocesorul 80386 poate lucra în următoarele regimuri:

- regimul real - lucrează ca un 8086 cu o memorie operativă de 1 Mo;
- regimul protejat, care, la rândul său, are trei subregimuri: a) regimul procesorului virtual 8086; b) regimul protejat 80286; c) regimul protejat 80386.

În regimul procesorului virtual 8086 este asigurat lucrul cu mai multe programe și executarea programelor pentru 8086. Acest regim este deservit de mijloacele "mediului de execuție multiprocesor" (multiple-execution environment), care permite executarea paralelă a diferitor programe și sisteme operaționale. Spațiul adresabil al memoriei pentru fiecare procesor virtual 8086 este limitat de 1 Mo.

Regimul protejat 80286 emulează lucrul procesorului 80286, asigură prelucrarea mai multor programe și un volum de memorie adresabilă de 16 Mo.

Regimul protejat 80386 se caracterizează prin asigurarea prelucrării mai multor programe și susținerii unui volum de memorie adresabilă de 4 Go.

În anul 1987 firma Motorola a elaborat un microprocesor nou MC68030 cu o frecvență de tactare de 50 MHz, care a devenit un concurent serios pentru 80386.

Companiile Harris Semiconductor și AMD în anii 1986-1988 au întrecut cu mult firma Intel în producerea microprocesoarelor modificate 80286 cu frecvență înaltă de tactare. Drept răspuns la situația creată firma Intel în anul 1988 a început producerea microprocesorului 80386SX pentru a înlocui 80286 fară o schimbare considerabilă a prețului calculatorului. În anul 1991 firma Intel a început producerea microprocesorului 80386SL destinat pentru calculatoarele notebook.

Următorul pas în dezvoltarea microprocesoarelor a devenit microprocesorul 80486 elaborat de firma Intel și MC68040 - de firma Motorola în anul 1989.

Microprocesorul 80486 este o dezvoltare a microprocesorului 80386 și conține adăugător:

- memoria Cache încorporată (nivelul II) pentru instrucțiuni și date cu un volum de 8 Ko folosită drept tampon dintre procesor și memoria operativă;
- coprocesor pentru executarea operațiilor în virgulă flotantă;
- mijloace de lucru în regim multiprocesor și noi instrucțiuni.

Dispozitivul de dirijare în 80486 este orientat la organizarea pe pagini a memoriei virtuale. Magistralele adreselor și datelor sunt demultiplexate. De acum în anul 1991 firma Intel a mărit frecvența de tactare pentru 80486 până la 100 MHz. În același an firma Intel a făcut un pas înapoi, începând producerea microprocesoarelor 80486SX. Acest pas a fost un răspuns firmei AMD, care a început să producă dispozitive

asemănătoare cu 80386 dar la o frecvență de tactare mai înaltă. Microprocesorul 80486SX repetă 80486 cu excepția coprocesorului pentru executarea operațiilor în virgulă flotantă.

Pentru a deosebi microprocesoarele 80386/80486 de 80386SX/80486SX la primele în partea dreaptă au fost adăugate două litere - 80386DX și 80486DX.

În anul 1989 firma Intel a început proiectarea unui nou microprocesor 80586 din generația a cincea cunoscut sub numele Pentium. Prezentarea primului variant al microprocesorului Pentium (P5) a avut loc la 22 martie an. 1993.

Microprocesorul Pentium (P5) include:

- 3,3 milioane tranzistori în pastile de siliciu;
- două memorii Cache incorporate (nivelul II - Code Cache și Data Cache) a către 8 Ko fiecare pentru instrucțiuni și date;
- o magistrală de date internă pe 64 biți;
- o arhitectură superscalară;
- blocul de previziune al transferului corect al adresei (Branch Prediction);
- susținerea regimului multiprocesor de lucru;
- mijloace pentru determinarea volumului paginei memoriei;
- mijloace pentru depistarea greșelilor și depășirilor;
- două unități aritmetico-logice pentru numere întregi (Integer ALU);
- blocul pentru efectuarea calculelor în virgulă flotantă (Pipelined Floating-Point Unit).

Microprocesorul Pentium avea tensiunea de alimentare de 5V, era compatibil cu peste 50 mii de programe cunoscute în anul 1993 și permitea utilizarea sistemelor de operare principale: Unix; Windows; Windows-NT; OS/2; Solaris; NEXTstep.

Microprocesoarele Pentium (P54), Pentium OverDrive erau construite după tehnologia VRT (Voltage Reduction Technology) cu tensiunile de alimentare de 3,3V și 2,9V ce a dus la micșorarea puterii consumate. Aceste microprocesoare au înlocuit microprocesoarele Pentium.

Microprocesoarele Pentium MMX (P55C) reprezintă o nouă serie construită pe tehnologia MMX, care este orientată spre procesarea sistemelor multimedia, graficii 2D sau 3D și deservirea comunicațiilor. În schema Pentium MMX au fost introdusi 8 registri de 64 biți, 4 noi tipuri de date și 57 instrucțiuni SIMD (Single Instruction Multiple Data) pentru prelucrarea cuvântului de 64 biți. Pentium MMX este compatibil cu Pentium. Ambele memorii Cache II sunt mărite până la 16 + 16 Ko. Pentium MMX poate executa calcule în paralel (2 instrucțiuni SIMD cu date de 16 biți într-un tact).

În anul 1995 firma Intel a prezentat un nou microprocesor din familia Pentium sub denumirea Pentium PRO (P6) cu o productivitate de două ori mai mare față de Pentium (are două magistrale independente). Microprocesorul Pentium PRO este construit din 2 cip-uri plasate într-un corp unic de ceramică cu 387 pini (dual cavity pin-dried array). Cip-ul microprocesorului conține 5,5 milioane tranzistori, iar cip-ul memoriei Cache L2 15,5 milioane tranzistori și un volum de 256 Ko (sunt și modificări cu 512 Ko și 1 Mo). Are două memorii Cache LI de date și de instrucțiuni a către 8 Ko fiecare. Efectuând compararea microprocesorului Pentium PRO cu microprocesoare concurente din familia x86, se poate face concluzia, că arhitectura Pentium PRO are multe puncte tangente cu arhitectura microprocesoarelor Nx586 a firmei NexGen, K5 a firmei AMD și MI a firmei Cyrix.

Microprocesorul **Pentium II** cunoscut din an. 1997 este o realizare a proiectului Klamath început în anul 1996. Arhitectura acestui microprocesor reprezintă o combinare a arhitecturii Pentium PRO și tehnologiei MMX. Are două memorii Cache LI de date și de instrucțiuni a către 8 Ko fiecare și alte modificări. Pentium II este optimizat pentru procesarea aplicațiilor pe 32 biți.

Noul microprocesor **Pentium III**, lansat pe data de 17 martie 1999, lucrează la frecvențele de tactare 450, 500 și 550 MHz, are integrat o nouă tehnologie **-Streaming SIMD Extension (SSE)** - ce oferă performanțe îmbunătățite în procesarea informației multimedia și în calcule în virgulă flotantă. Similar predecesorului Pentium II, Pentium III folosește Slot 1, are o magistrală de sistem de 100 MHz și are integrată o memorie tampon Cache L2 de 512 Ko.

SSE extinde MMX-ul cu noi instrucțiuni multimedia. În esență, sunt 8 noi registri de către 128 de biți, adresabili direct, 50 de noi instrucțiuni tip SIMD pentru operații în virgulă flotantă, noi instrucțiuni pentru manipularea eficientă a datelor din/in memorie și alte 12 noi instrucțiuni din clasa MMX, numite și New Media Instructions. Ultimele pot manipula simultan, într-un singur tact, date pe 128 de biți (4 blocuri de către 32 de biți sau 2 de 64 de biți). Pentium III are o putere de procesare superioară mai ales în domeniul graficii 3D, în

procesarea informației audio-video în timp real și în calcule în virgulă flotantă. Pentium III poate procesa următoarele aplicații: recunoașterea vocii, decodarea MPEG-2 prin soft, telefonia prin Internet, grafica 2D/3D (mai ales efectele de lumină și transformările geometrice). Pentium III posedă și un număr serial unic înscris în procesor. Acesta poate fi citit de către aplicațiile utilizator, chiar și de la distanță, prin rețea. Utilizatorul poate permite sau poate interzice citirea acestui identificator unic.

→ 5.2.2. Componentele microprocesorului virtual

Microprocesorul este unitatea centrală a calculatorului (**CPU - Central Processing Unit**), încorporat într-o singură capsulă de circuit integrat, citește instrucțiunile dintr-un bloc de memorie, le decodifică și execută comenzi formulate.

Definiție. Vom numi **bistabil** un dispozitiv electronic care se poate afla în una din cele două stări stabile și este utilizat pentru memorarea unui bit de informație.

Definiție. Vom numi **registrator** un dispozitiv electronic format din bistabili, utilizat pentru memorarea unui cuvânt de informație.

Pentru a citi din blocul de memorie codul instrucțiunii ce urmează să fie executată, microprocesorul va trebui să genereze o adresă pe care o va pune la dispoziția memoriei, până când din celula selectată pe baza acestei adrese va apărea codul instrucțiunii cerute. În afară de aceasta procesorul trebuie să transmită memoriei un semnal (o comandă) pentru **inițierea** procedurii de citire a codului instrucțiunii. Pentru a elabora codul adresei microprocesorul trebuie să posede un dispozitiv special numit contorul **adreselor** (CA). Pentru a putea menține starea liniilor de adresă pe durata întregii operații de citire, microprocesorul va trebui să posede un element memorator intermediar, pe care-l vom numi **registrator tampon de adrese AB** (Address Buffer).

Instrucțiunea codificată, citită din memorie o vom depune temporar, de asemenea într-un registrator intermediar. Fie numele acestuia **registrator tampon de date DB** (Data Buffer).

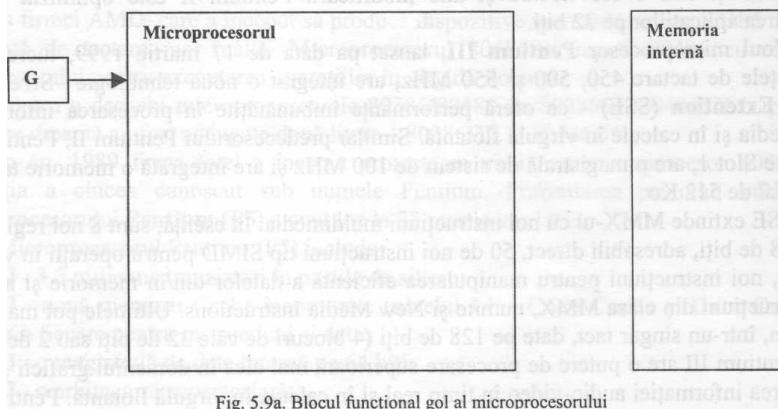


Fig. 5.9a. Blocul funcțional gol al microprocesorului

Liniile electrice prin intermediul cărora va fi transmis codul binar de adresă le vom numi **magistrala de adrese ABUS (Address Bus)**, pe cele dedicate pentru a transmite codurile instrucțiunilor sau datelor citite/scrise în memorie - **magistrala de date DBUS (Data Bus)**, iar pe cele dedicate pentru a transmite semnalele de comandă - **magistrala de control CBUS (Comand BUS)**.

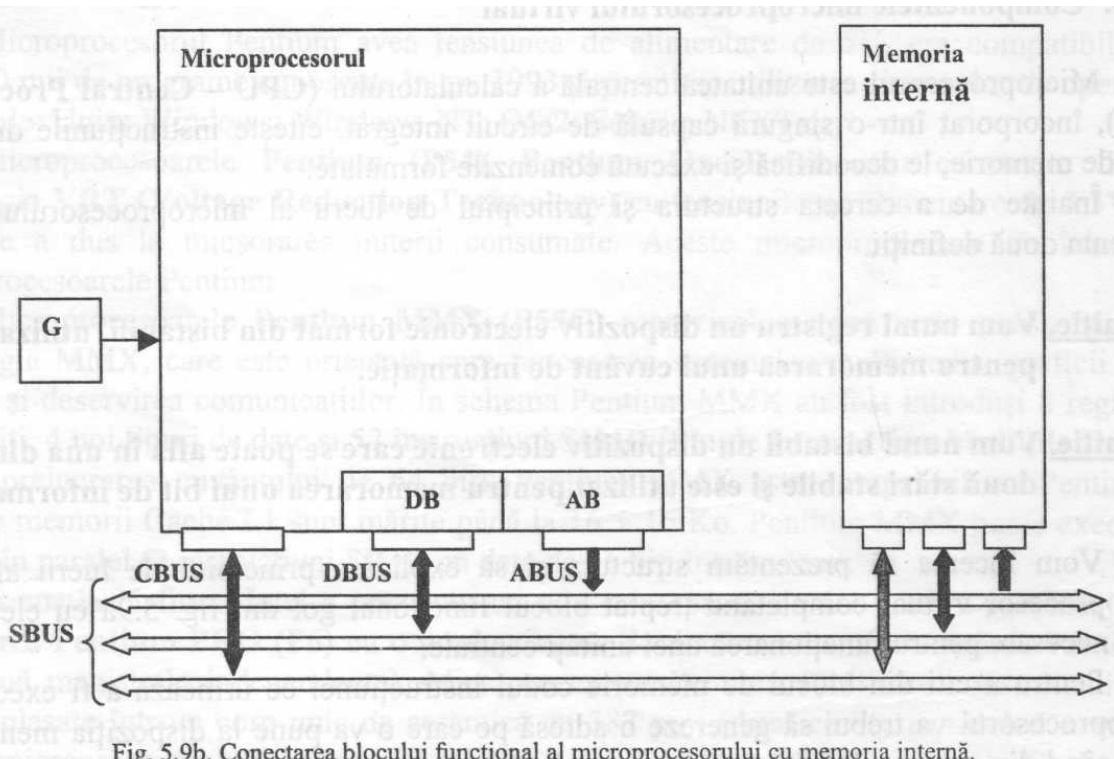


Fig. 5.9b. Conectarea blocului funcțional al microprocesorului cu memoria internă.

Împreună, magistrala de adrese ABUS, magistrala de date DBUS și magistrala de control CBUS formează **magistrala de sistem SBUS (System Bus)**. Pentru efectuarea transferurilor interne de date, microprocesorul trebuie să posede și o **magistrală internă** de date. Completând modelul, inițial gol, cu elementele numite, obținem structura prezentată în fig. 5.9b.

Să presupunem că instrucțiunea recent citită din memorie și depusă temporar în registrul de date DB are următoarea semnificație: "Citește conținutul celulei de memorie a cărei adresă este cu 4 mai mare decât adresa curentă (cea din AB), adaugă la această valoare 7 și rescrie rezultatul în aceeași celulă de memorie".

Pentru a efectua această instrucțiune microprocesorul are nevoie de o unitate aritmetică. Deoarece acesta instrucțiuni sunt îndeplinite cu ajutorul unor funcții logice vom numi unitatea necesară **unitate aritmetică/logică ALU (Arithmetic Logic Unit)**.

Pentru a putea executa cele formilate în instrucțiune, microprocesorul va trebui să fie dotat și cu o **unitate de comandă CCU (Computer Comand Unit)**. Unitatea de comandă CCU este aceea care va transforma instrucțiunea în pași elementari și va programa execuția secvențială în timp a tuturor operațiilor elementare pentru a duce la bun sfârșit misiunea ce i-a fost încredințată: generează semnale de comandă pentru întregul sistem, dirijază fluxul de date, coreleză viteza de lucru a unității centrale cu timpul de acces al memoriei etc. Activitatea unității de comandă CCU este pilotată de un semnal de tactare, elaborat de generatorul G. Semnalul de tactare are frecvența de ordinul MHz ($1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$).

Semnalele electrice prin care microprocesorul va da comenzi de execuție către memorie și celelalte componente din sistem, le vom numi **semnale de control**. Semnalele prin care el culege informații privind starea diverselor componente din sistem, le vom numi **semnale de stare**.

Pentru efectuarea transferurilor interne de date, microprocesorul va fi prevăzut și cu o **magistrală internă de date IDBUS (Internal Data Bus)**. Introducând elementele nou definite în modelul considerat, obținem structura din fig. 5.9c.

Să continuăm construcția. Dacă următoarea instrucțiune va folosi rezultatul instrucțiunii precedente pentru a efectua o nouă operărie aritmetică, atunci valoarea calculată în prealabil trebuie citită din nou din memorie. Acest acces suplimentar la memorie poate fi economisit, dacă în interiorul microprocesorului vom prevedea câteva elemente de memorare (reghizitori) în care se poate înmagazina temporar date, instrucțiuni care se repetă sau adrese de memorie.

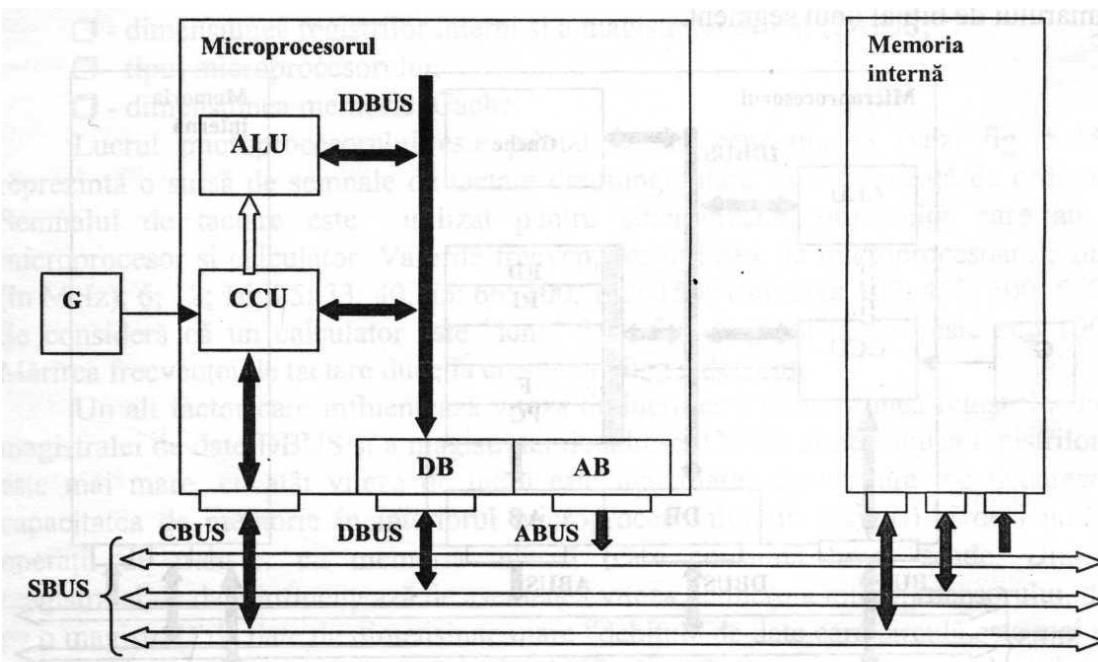


Fig. 5.9c. Blocul funcțional al microprocesorului completat cu registrul tampon de adrese AB, registrul tampon de date DB, unitatea de comandă CCU, unitatea aritmetică/logică ALU și magistrala internă de date IDBUS.

Unii din acești registri vor fi folosiți în scopuri dedicate, cum ar fi urmărirea execuției secvențiale a instrucțiunilor din memorie. Registrul tampon de adrese AB nu poate fi folosit în acest scop, fiindcă așa cum s-a văzut în exemplele prezentate, conținutul lui va trebui să se modifice, eventual de mai multe ori pe parcursul execuției unei instrucțiuni. Din cele prezentate rezultă că microprocesorul trebuie să posede următoarele tipuri de registri: registri de date; registri de instrucțiuni; registrul adresei; registrul stării.

Registri de date RD vor fi utilizati pentru memorarea temporară a datelor obținute în rezultatul operațiilor efectuate de ALU sau citite din memorie.

Registri de instrucțiuni RI vor fi utilizati pentru memorarea temporară a codurilor instrucțiunilor.

Registrul adresei numit și contor de program PC (Program Counter) va genera și păstra nealterată adresa de memorie a următoarei instrucțiuni de executat. Folosind acest regisztr, microprocesorul va putea continua, după terminarea instrucțiunii în curs, execuția următoarei instrucțiuni.

În **registru stării** numit și **indicator de condiție F (Flag - steguleț, fanion)** vom păstra informații referitoare la natura rezultatului unei operații aritmetice sau logice efectuate de ALU: număr pozitiv sau negativ; număr egal cu zero; număr par sau impar; prezența depășirii etc. În acest regisztr, fiecărui atribut considerat i se va rezerva un bit.

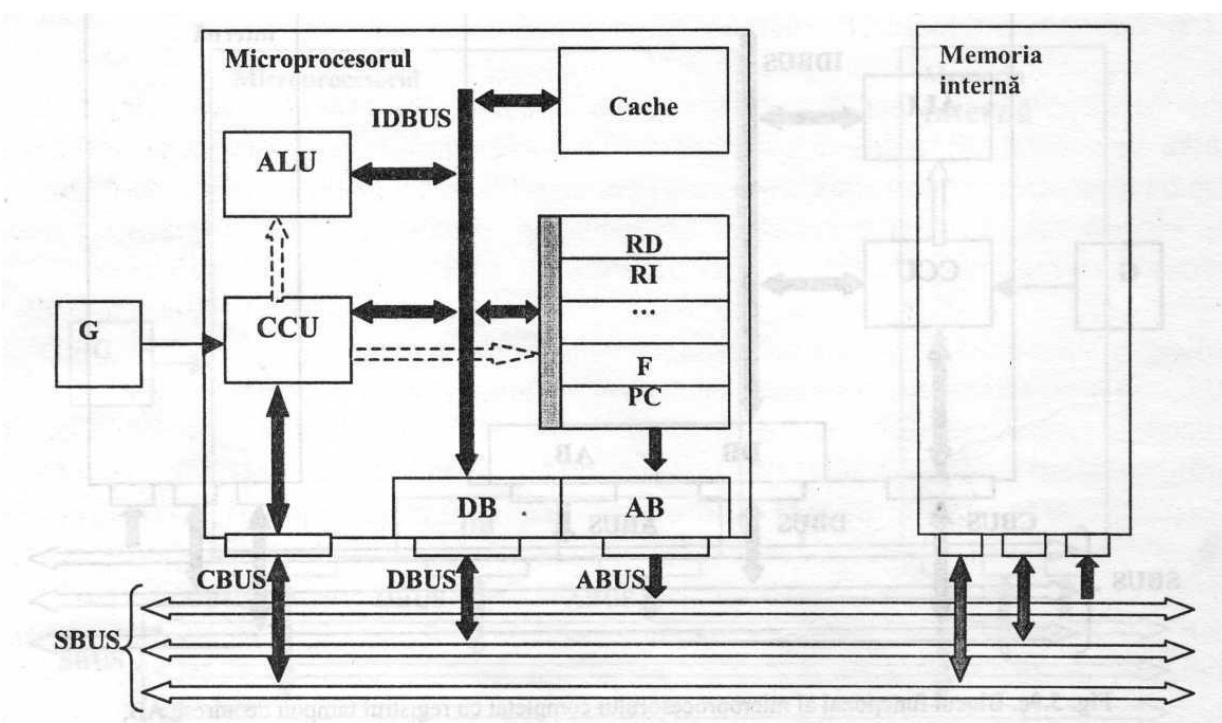


Fig. 5.9d. Blocul funcțional al microprocesorului virtual.

"Lungimea" (numărul de biți) regiștrilor interni ai microprocesorului se corelează de obicei cu numărul de fire conductoare ale magistralei de date DBUS. Aceasta este măsura ordinului microprocesorului. Microprocesoarele cu structură fixă sunt de 8, 16, 32 și 64 biți. Lungimea cuvântului microcalculatoarelor asamblate cu microprocesoarele care operează cu segmente de biți și au o structură flexibilă, va fi totdeauna un multiplu întreg al numărului de biți al unui segment.

Numărul de fire conductoare ale magistralei de adrese ABUS definește spațiul de memorie adresabil direct de microprocesor. O magistrală de adrese de 16 biți (16 fire conductoare) permite adresarea a $2^{16}=65536=64$ Ko celule de memorie distincte; o magistrală de adrese de 20 biți permite adresarea a $2^{20}=1\ 048\ 576=1$ Mo celule de memorie distincte sau, în caz general, spațiul memoriei adresabile direct de microprocesor poate fi determinat conform formulei $V_{mem}=2^n$ unde n -numărul de fire conductoare ale magistralei de adrese ABUS.

În plus un microprocesor poate avea și o **memorie proprie** încorporată numită **memorie Cache** cu un volum de ordinul Ko, utilizată pentru păstrarea datelor, instrucțiunilor des folosite. Prin aceasta se mărește considerabil viteza de lucru al microprocesorului.

Introducând regiștri și blocul memorie Cache în modelul considerat, obținem structura din fig. 5.9d. Cu aceasta putem considera încheiată definirea principalelor unități funcționale ale microprocesorului.

La magistrala de sistem SBUS pot fi conectate circuitele unității intrare/ieșire care stabilesc legătura cu dispozitivele periferice: tastatura; monitorul; unitățile de disc; șoricelel; imprimanta etc. Completând fig. 5.9d cu un sir de dispozitive periferice obligatorii, obținem schema bloc a unui microcalculator (vezi fig. 5.1).

5.2.3. Caracteristicile microprocesorului

Un microprocesor este caracterizat în principal de:

- A) viteza de lucru;
- B) spațiul memoriei direct adresabile de microprocesor;
- C) setul de instrucțiuni pe care le poate executa.

A. Viteza de lucru a unui microprocesor este determinată de următorii factori:

- frecvența de tactare;
- dimensiunea regiștrilor interni și a magistralei de date DBUS;
- tipul microprocesorului;
- dimensiunea memoriei Cache.

Lucrul microprocesorului este pilotat de un generator G (vezi fig. 5.9d), care reprezintă o sursă de semnale de tactare dreptunghiulare cu o frecvență de ordinul MHz. Semnalul de tactare este utilizat pentru sincronizarea proceselor care au loc în microprocesor și calculator. Valorile frecvențelor utilizate de microprocesoarele Intel sunt (în MHz): 6; 12; 16; 25; 33; 40; 55; 66; 100; 133; 1-50; 166; 200; 300; 450; 500; 550; 1000. Se consideră că un calculator este "lent" dacă frecvența de tactare este sub 100 MHz. Mărirea frecvenței de tactare duce la creșterea vitezei de lucru.

Un alt factor care influențează viteza de lucru este dimensiunea regiștrilor interni, a magistralei de date DBUS și a magistralei de adrese. Cu cât dimensiunea regiștrilor interni este mai mare, cu atât viteza de lucru este mai mare; aceasta are loc deoarece crește capacitatea de memorie în interiorul microprocesorului (în regiștri) ca urmare numărul de operații de transfer cu memoria internă (care consumă timp) scade. Dimensiunea magistralei de date influențează de asemenea viteza de lucru a microprocesorului, deoarece pe o magistrală de date de dimensiune mare "debitul" de date care circulă este mai mare. O magistrală de date cu un număr mic de fire conductoare este cauza lucrului lent al microprocesorului/microcalculatorului, chiar dacă celelalte componente sunt cu mult mai rapide.

Astfel, de exemplu, comparând caracteristicile microprocesoarelor 80386DX și 80386SX, se poate observa că, deși în unele cazuri frecvențele de tactare diferă puțin (pentru 80386DX 33 MHz, iar pentru 80386SX 25 MHz), vitezele de lucru diferă considerabil (8 MIPS la 80386DX și 4 MIPS la 80386SX). Dimensiunile tipice ale magistralei de date pentru un microprocesor sunt de 16, 32 sau 64 biți. Dimensiunea magistralei de adrese determină spațiul de memorie direct adresabil de microprocesor.

Următorul factor care influențează viteza de lucru este tipul microprocesorului. Există tipuri de microprocesoare (Pentium, Pentium MMX, Pentium PRO, Pentium II), produse în ultimii ani, care execută mai multe instrucțiuni la aceeași frecvență de tactare sau au conexiuni electrice mai scurte dintre unitățile interne ale microprocesorului.

Ultimul factor care influențează viteza de lucru este dimensiunea memoriei Cache (memorie tampon rapidă). Memoria Cache are conexiuni electrice cu microprocesorul cu mult mai scurte în comparație cu conexiunile memoriei interne și este folosită pentru a rapidiza operațiile intermediare dintre microprocesor și memoria internă. Memoria Cache este o memorie operativă și nu poate fi folosită de utilizator. Instalarea memoriei Cache poate mări viteza de lucru a microprocesorului aproape de trei ori. Deosebim memorie Cache L1 (încorporată în microprocesor - Level 1) și memorie Cache L2 (atașată microprocesorului - Level 2).

Viteza de lucru a microprocesoarelor se măsoară în **MIPS** (**Milioane de Instrucțiuni Pe Secundă**), **BIPS** (**Miliarde-Bilioane de Instrucțiuni Pe Secundă**) sau **TIPS** (**Trilioane de Instrucțiuni Pe Secundă**). Viteza de lucru pentru operații executate în virgulă flotantă se măsoară în **milioane de operații în virgulă flotantă pe secundă -Mflops** (**Milioane instrucțiuni FLOtant Pe Secundă**).

B. Spațiul memoriei direct adresabile de microprocesor este determinat de mărimea registrului de adrese PC. Dacă PC este de 16 biți, el poate conține valori între 0 și $1111\ 1111\ 1111\ 1111_2 = 65\ 535_{10}$ (65 535 - cel mai mare număr din 16 cifre binare), deci registrul poate adresa maxim $65\ 536 = 64\ Ko$ de memorie, restul memoriei calculatorului (dacă există) fiind nefolosită. Valoarea maximă a memoriei adresabile direct este importantă, în primul rând, pentru că microprocesorul lucrează mult mai rapid cu memoria internă decât cu cea externă, iar în al doilea rând, pentru că un program se poate executa doar dacă se află în memoria internă.

C. Setul de instrucțiuni pe care le poate executa un microprocesor este determinat de tipul microprocesorului. Setul de instrucțiuni include lista codurilor operațiilor. Pentru fiecare operație sunt indicați numărul operanzilor și metodele posibile de adresare. Metodele de adresare determină tehnica de generare a adreselor celulelor de memorie (în care se păstrează operanzii) și tehnica îndeplinirii operațiilor asupra regiștrilor adreselor.

În dependență de mărimea setului de instrucțiuni deosebim:

- microprocesoare cu un set complex de instrucțiuni sau tehnologie **CISC** (**Complex Instruction Set Computer**);
- microprocesoare cu un set redus de instrucțiuni sau tehnologie **RISC** (**Reduced Instruction Set Computer**).

Microprocesoarele CISC reprezintă microprocesoarele tradiționale cu un set de instrucțiuni complexe pentru executarea operațiilor aritmetice și logice, proceselor de dirijare, transportare și introducerea/extragerea datelor. Studii aprofundate, de exemplu pe 10 din cele mai frecvente instrucțiuni utilizate pe IBM 370, au arătat însă, că de fapt, statistic, utilizatorii folosesc foarte frecvent instrucțiunile simple. Astfel rezultă, că este mai avantajos (se mărește viteza de lucru a microprocesorului) de a forma un set de instrucțiuni simple executate într-un tact fiecare, iar restul instrucțiunilor, mai complexe, să fie simulate prin programe sau microprograme. Așa tehnologia a fost numită tehnologie RISC. Tehnologia RISC are următoarele avantaje:

- simplificarea structurii fizice a microprocesorului;
- majorarea vitezei de lucru a microprocesorului datorită micșorării intervalului de timp necesar pentru executarea unei instrucțiuni complexe prin executarea unui set de instrucțiuni simple;
- micșorarea energetică și gabaritelor microprocesorului.

Neajunsul esențial al tehnologiei RISC este reflectat în utilizarea unei programaturi cu mult mai complicate de cât în cazul tehnologiei CISC.

Dintre microprocesoarele RISC amintim: 80860 al firmei Intel; Am29000 al firmei AMD; Sparc-H al firmei Fujitsu Microelectronics; 88100 al firmei Motorola.

Microprocesoarele RISC se utilizează în adaptorii și dispozitivele periferice, pentru automatizarea proceselor de producere, sunt montate în plăcile acceleratoare utilizate de calculatoarele numerice.

În afară de cele prezentate un microprocesor poate fi caracterizat prin prezența unor unități adăugătoare: unitatea de susținere a memoriei virtuale; mijloace de protejare a memoriei; unitate de procesare a informației audio/video etc.

Microprocesoarele moderne susțin un spectru larg de regimuri de lucru:

- regimul monoprogram;
- regimul multiprogram;
- sistemul mașinilor virtuale.

În regimul monoprogram în fiecare moment de timp în memoria operativă se poate afla și executa numai o singură programă a utilizatorului. În regimul multiprogram în memoria operativă se pot afla mai multe programe ale utilizatorului care se execută consecutiv cu diferite regimuri de deservire. Sistemul mașinilor virtuale permite procesarea concomitentă a mai multor sisteme de operare.

După orientarea funcțională determinată de setul de instrucțiuni pe care le pot executa microprocesoarele pot fi divizate în microprocesoare **universale și microprocesoare specializate**.

Microprocesoarele universale au un set larg de instrucțiuni, pot realiza, în principiu, orice algoritm și sunt utilizate în calitate de procesor central în microcalculatoare.

Microprocesoarele specializate servesc pentru rezolvarea problemelor de un anumit tip. Microprocesoarele specializate sunt utilizate în calitate de **coprocesori**. Coprocesorii măresc viteza de lucru și lărgesc setul de instrucțiuni a microcalculatorului. Dacă microprocesorul central primește pentru executare o instrucțiune care lipsește în setul propriu de instrucțiuni, atunci dirijarea este transmisă coprocesorului cu scopul executării instrucțiunii în cauză.

5.2.4. Microprocesoare specializate

Microprocesoarele specializate convențional pot fi împărțite în:

- funcționale, orientate pentru executarea unor funcții;
- vectoriale și matriciale, care asigură executarea paralelă a operațiilor asupra structurilor de date omogene;
- microprocesoare care susțin un anumit limbaj de programare de nivel înalt (posibil un limbaj paralel).

Toate microprocesoarele specializate sunt utilizate în calitate de coprocesoare, adăugător, microprocesoarele care susțin un anumit limbaj de programare sunt utilizate în calitate de microprocesor central.

Dintre microprocesoarele funcționale deosebim: procesoare matematice; procesoare grafice; procesoare care susțin baze de date; procesoare utilizate în adaptorii și diferite dispozitive periferice. O răspândire mai largă au primit microprocesoarele specializate matematice, în special, dispozitivele pentru executarea operațiilor în virgulă flotantă.

Date despre unele microprocesoare matematice și firmele producătoare sunt prezentate în tabelul 5.3.

Tabelul 5.3. Microprocesoare matematice specializate.

Micropresorul central	Firma producătoare	Micropresorul specializat
8086/8088	Intel	8087
80286	Intel Integrated Information Technology Zaiaz	8087; 80287 2C87 Placa 933 Computer Engine
80386DX	Intel Integrated Information Technology Togai InfraLogic Weitek	80287; 80387 2C87; 3C87 FC110 Abacus 3167
80386SX	Intel	80287; 80387SX
80486DX	Intel Weitek	80487 Abacus 4167
80486SX	Intel Weitek	80487 Abacus 4167
MC68020	Motorola Weitek	MC68881 Abacus 3168
MC68030	Motorola Weitek	MC68882 Abacus 3168
WE32100	AT&T	WE32106

Coprocesoarele prezentate în tabelul 5.3 servesc pentru executarea operațiilor în virgulă flotantă. Menționăm că, coprocesoarele firmei Weitek au o viteză de lucru de 2...4 ori mai mare față de coprocesoarele asemănătoare Intel. În anul 1987 firma Integrated Information Technology a început producerea dispozitivelor 2C87 și 3C87 compatibile cu 80287 și 80387 și cu o viteză de lucru de două ori mai mare la aceeași frecvență de tactare dar cu un preț mai redus. Placa 933 Computer Engine conține un procesor RISC Clipper al firmei Fairchild Semiconductor la 30 MHz și o memorie operativă de 4...32 Mo. Placa 933 Computer Engine are o viteză de lucru de 5 MIPS și 1,5 MFLOPS. Coprocesorul Abacus 4167 al firmei Weitek asigură majorarea vitezei de lucru a microprocesorului 80486 de 5...6 ori. Coprocesorul FC110 deservește operațiile logice și poate mări viteza de lucru a microprocesorului 80386 de 10 ori.

Grupa microprocesoarelor vectoriale și matriceale conține:

- placa Zip 3232-20 a firmei Mercury Computer Systems utilizată de calculatoarele IBM PC și care asigură o viteză de 20 MFLOPS;

- procesorul matriceal Vortex al companiei Sky Computers pentru IBM PC AT, tot asigură o viteză de 20 MFLOPS;
- procesoarele matriceale RL800 și PL2500 pentru IBM PC AT a companiei Eighteen Eight Laboratories care execută operații în virgulă flotantă cu o viteză de 25 MFLOPS;
- placa acceleratorului cu coprocesoare de ordinul 64 TMS320C30 ce execută operații în virgulă flotantă a firmei Texas Instruments, este utilizată în calculatoarele PC IBM și asigură o viteză de lucru de 35 MFLOPS.

Drept exemplu de microprocesoare specializate, care susțin limbaje de programare de nivel înalt, pot fi numite următoarele:

- transputerul T800 al firmei Inmos care în mod hard realizează limbajul paralel de programare Occam și o viteză de 4 MFLOPS;
- procesorul LISP monocristal al firmei Texas Instruments utilizat în calculatoarele portabile cu elemente de inteligență artificială;
- placă PC400 a firmei Silicon Composers pentru calculatoarele IBM, îndeplinește programele în limbajul FORTH cu o viteză de 4 MIPS.

În prezent se elaborează un set larg de coprocesoare de firmele IBM, Motorola, AMD, Fairchild Semiconductor etc.

→ 5.3. Memoria internă

5.3.1. Structura ierarhică a memoriei calculatorului

Memoria (un dispozitiv fizic sau un mediu de stocare) este o parte obligatorie a unui calculator, are o structură ierarhică și este utilizată pentru înscierea, păstrarea și prezentarea informației.

Memoria calculatorului constă din:

1. memoria internă care este situată în interiorul calculatorului și este destinată pentru stocarea programelor și datelor acestora în timpul funcționării calculatorului;
2. memoria externă este organizată de diferite dispozitive periferice (unități de disc magnetice, unități de disc optice, sticul etc) și este destinată pentru stocarea programelor și datelor acestora pe termen lung.

Structura ierarhică a memoriei calculatorului (vezi fig. 4.1) este determinată de trei parametri: volumul (capacitatea) memoriei; timpul de acces; prețul/bit.

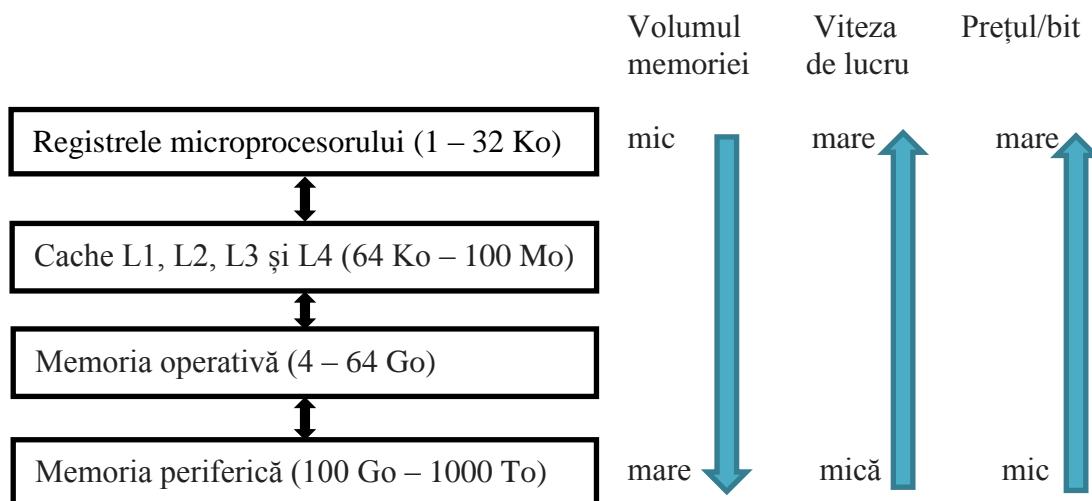


Fig. 4.1. Structura ierarhică a memoriei calculatorului.

5.3.2. Memoria internă a calculatorului

Memoria internă a calculatorului este distribuită în diferite dispozitive și include urmatoarele părți:

- a. memoria microprocesorului (fig. 4.2);
- b. memoria internă centrală (memoria permanentă și memoria operativă);
- c. memoria dispozitivelor intrare/ieșire.



Fig. 4.2. Imaginea microprocesorului.

Memoria microprocesorului include registre de comandă, registre de date, acumulatorul, memorile Cache de diferite niveluri - L1, L2, L3 și L4.

Registrele microprocesorului sunt cele mai rapide (au un timp de acces aproximativ egal cu perioada semnalului de tactare sau a unui ciclu de ceas), dar un volum mic (câteva sute sau, rareori, mii de octeți).

Cache este o unitate de memorie, concepută pentru a accelera accesul la datele care sunt plasate în unutăți de memorie cu o viteză de lucru mai mică, drept exemplu în memoria operativă. Unitățile de memorie Cache sunt utilizate de microprocesoare, hard disk-uri, browsere, servere web, serviciile DNS și WINS.

Memoria Cache a microprocesorului este împărțită în mai multe niveluri. Numărul maxim de cache-uri este de patru. În prezent, numărul de nivelurile dintr-un procesor de uz general poate ajunge la trei. Cache-urile de nivel $n + 1$ sunt, în general, mai mari după volum și mai lente în ceea ce privește accesul și viteza de transfer de date decât cache-urile de nivel n .

Cache L1 (Cache de nivel 1) este o unitate de memorie încorporată direct în microprocesor și are un volum de câțiva zeci de chilocteți. Cache L1 funcționează la frecvența microprocesorului și, în general, poate fi accesată la fiecare impuls de tactare (ciclu de ceas). În procesoarele moderne, Cache L1 este de obicei împărțită în două cache - cache-ul de instrucțiuni și cache-ul de date. Majoritatea procesoarelor fără Cache L1 nu pot funcționa.

Cache L2 este, de obicei, ca și Cache L1, încorporată direct în microprocesor. În primele versiuni de procesoare, Cache L2 a fost implementată ca un set separat de microcircuite de memorie pe placă de bază.

Volumul Cache L2 este de la 128 Ko la 1-12 Mo și de 2 până la 10 ori mai lentă decât Cache L1. În microprocesoarele moderne cu multe nuclee, memoria Cache L2 este divizată uniform la numărul de nuclee.

Cache L3 este implementată pe un microcircuit separat, de 5-10 ori mai lentă decât Cache L2, dar încă semnificativ mai rapidă decât memoria operativă și poate avea un volum de peste 24 Mo. În sistemele cu multe nuclee, este utilizată în mod obișnuit și este proiectată pentru a sincroniza datele diferitor Cache L2.

Cache L4 este implementată pe un microcircuit separat, de 2-5 ori mai lentă decât Cache L3, dar mai rapidă decât memoria operativă și poate avea un volum de peste sute de Mo. Utilizarea Cache L4 este justificată doar pentru serverele și mainframe-urile multiprocesor de înaltă performanță.

Memoria internă centrală include:

a) un microcircuit de memorie permanentă;

b) blocuri din microcircuite de memorie operativă care ocupă aproximativ 99,9% din memoria totală a calculatorului.

Memoria permanentă (ROM – Read Only Memory), care, în special, stochează informațiile necesare pentru pornirea inițială a calculatorului. După cum sugerează și numele, informațiile din memoria permanentă se păstrează și după deconectarea calculatorului.

În prezent există microcircuite de memorie permanentă de tipul MROM, PROM, EPROM, EEPROM și Flash.

Memoria MROM (Mask Read Only Memory) este organizată de o clasă de microcircuite al căror conținut informațional este programat (construit din circuite electrice) de producătorul circuitului integrat. Terminologia „mască” a provine din procesul de fabricare a circuitului integrat, unde regiunile cipului sunt măscate în timpul procesului de fotolitografie.

Principalul avantaj al microcircuitalor de tip MROM este costul acestora și sunt semnificativ mai mai ieftine decât orice alt tip de microcircuite de memorie construite din tranzistori. Memorii de tip MROM se folosesc în multe microprocesoare și unele microcontrolere.

Memoria PROM (Programmable Read Only Memory) este organizată de o clasă de microcircuite de memorie construite din semiconductoare (vezi fig. 4.3). Mediul de memorare reprezintă o matrice bidimensională de conductori (rânduri și coloane), la intersecția cărora se află o diodă (sau joncțiunea p-n a unui tranzistor) și un jumper special realizat din metal (de exemplu, nicrom sau aliaj de titan-tungsten) sau siliciu amorf. Programarea constă în trecerea unui curent prin jumperul corespunzător, care îl topește sau îl evaporă. Reconstrucția podurilor topite nu este posibilă.

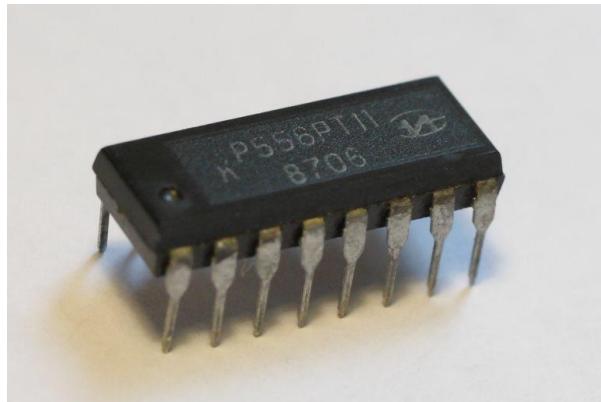


Fig. 4.3. Imaginea microcircuitului de tip PROM.

În ciuda fiabilității aparente a acestei soluții, această tehnologie s-a dovedit a fi destul de capricioasă. În timpul programării, punțile metalice au format picături și vaporii de metal, care s-au așezat înapoi pe cristal în cele mai neașteptate locuri, cu consecințe neplăcute corespunzătoare. Podurile din polisilicon sunt capabile de auto-vindecare datorită migrației atomilor. Din acest motiv, microcircuitele după programare trebuiau menținute la temperaturi ridicate pentru o lungă perioadă de timp pentru a identifica potențialele defecte de acest tip.

În cele din urmă, microcircuitele de tip PROM au fost înlocuite în majoritatea dispozitivelor numerice prin microcircuite EPROM, EEPROM și Flash.

Memoria EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) este organizată de o clasă de microcircuite de memorie construite din tranzistori. Pentru înscrierea informației este utilizat un dispozitiv electronic numit programator. Spre deosebire de microcircuitele PROM, după programare informația din microcircuitele EPROM poate fi ștersă (cu lumină ultravioletă puternică) și înscrisă altă informație cu ajutorul programatorului. Microcircuitele EPROM sunt ușor de recunoscut prin fereastra transparentă din sticlă de quarț din partea superioară a carcasei, prin care este vizibil cipul de siliciu și prin care lumina ultravioletă este iradiată în timpul ștergerii informației (vezi fig. 4.4).

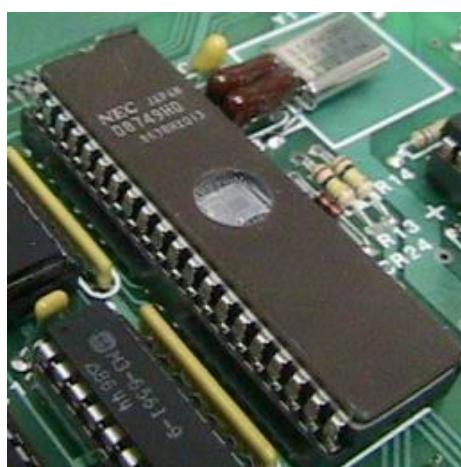


Fig. 4.4. Microcontrolerul 8749 cu memorie EPROM.

Memoria EEPROM sau E²PROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) este organizată de o clasă de microcircuite de memorie construite din tranzistori. Informația în aşa microcircuite

poate fi ştearsă (cu semnale electrice) şi înscrisă de sute de mii de ori atunci când sunt conectate la magistrala de sistem standardă micropresor. Pentru EEPROM, fiecare celulă de memorie este ştearsă automat atunci când sunt scrise informaţii noi, adică se pot schimba datele din orice celulă fără a afecta restul.

Memoria Flash este organizată de o clasă de microcircuite de memorie construite pe baza tehnologiei EEPROM. Datorită costului redus, a rezistenţei mecanice, a posibilităţii stocării unui volum mare de informaţie, al timpului de acces relativ mic şi a consumului redus de energie, memoria flash este utilizată pe scară largă în dispozitivele digitale portabile ca dispozitive de stocare (vezi fig. 4.5.). Un dezavantaj grav al acestei tehnologii este durata de viaţă limitată de microcircuitele (5 -10 ani), precum şi sensibilitatea la descărările electrostatice.



Fig. 4.5. Dispozitive cu memorie Flash.

Memoria operativă (RAM – Random Access Memory) este organizată, în majoritatea calculatoarelor, de microcircuite de memorie de tipul SRAM (Static Random Access Memory) şi DRAM (Dynamic Random Access Memory):

- microcircuitele SRAM sunt construite din bistabili;
- microcircuitele DRAM sunt construite din condensatori.

Microcircuitele SRAM sunt mai scumpe, în ceea ce priveşte stocarea 1 bit de informaţie, au un consum de energie mai mare, dar, de regulă, au un timp de acces mai scurt decât microcircuitele DRAM. În calculatoarele moderne, microcircuitele SRAM sunt des folosite în calitate de Cache ale procesoarelor. În microcircuitele SRAM informaţia se păstrează atât timp cât este alimentare electrică.

Microcircuitele DRAM stochează un bit de date sub formă de încărcare a condensatorului. O celulă de memorie conține un condensator și un tranzistor. Condensatorul este încărcat la tensiune înaltă sau joasă (logic 1 sau 0). Tranzistorul acționează ca un comutator care conectează condensatorul la circuitul de dirijare situat în același microcircuit. Circuitul de dirijare permite citirea stării de încărcare a condensatorului sau modificarea ei. Deoarece păstrarea 1 bit de informaţie necesită mai puțină energie, în comparaţie cu cantitatea de energie consumată de microcircuitele SRAM, microcircuitele DRAM predomină pe calculatoarele moderne. Neajunsul principal al microcircuitelor DRAM constă în aceea, că condensatorul se descarcă și informația se păstrează un timp scurt (1...2 ms). Din această cauză aşa microcircuite necesită un sistem de reînoire a informației.

În calculatoare se folosesc blocuri de microcircuite de memorie operativă. În fig. 4.6 este prezentat procesul evoluției constructive a memoriei operative (de sus în jos - DIP, SIPP, SIMM 30 pin, SIMM 72 pin, DIMM, DDR DIMM).

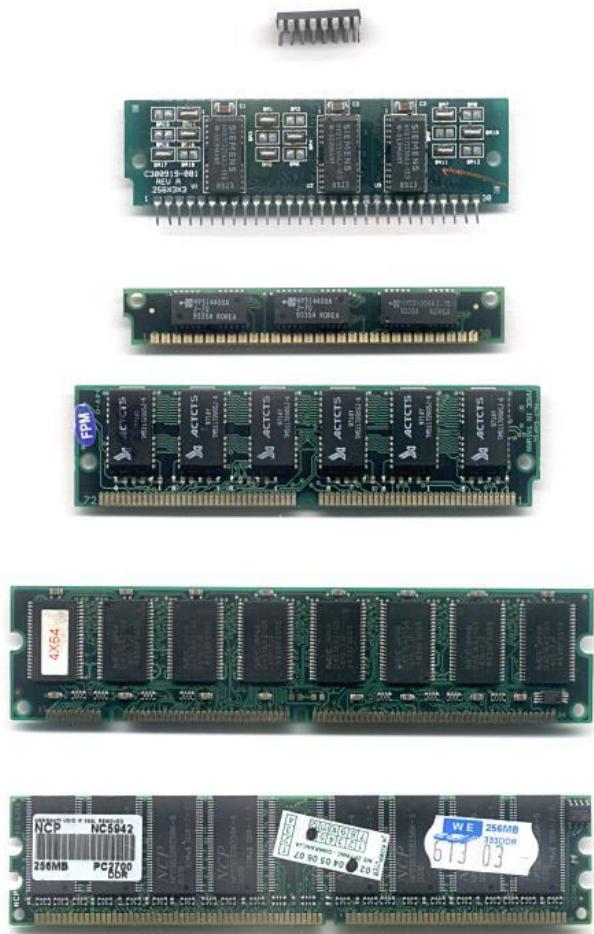


Fig. 4.6. Evoluția constructivă a memoriei operative.

5.3.3. Memoria externă a calculatorului

Memoria externă a calculatorului este realizată sub formă de dispozitive externe cu diferite principii de stocare a informațiilor. Dispozitivele externe de stocare a informației sunt utilizate pentru stocarea pe termen lung a informațiilor de orice fel și se caracterizează, în comparație cu microcircuiturile RAM, printr-o cantitate mare de memorie și viteză redusă de transfer. Memoria externă a unui calculator înseamnă, de obicei, atât dispozitive pentru citirea / scrierea informațiilor - dispozitive de stocare, cât și dispozitive în care informațiile sunt stocate direct - purtători de informații.

În calculatoarele personale, dispozitivele de memorie externă includ:

- unități de disc concepute pentru citirea / scrierea informațiilor pe discuri magnetice;
- unități de disc pentru lucrul cu discuri laser (optice);
- streamere concepute pentru a citi / scrie informații pe benzi magnetice;
- unități magneto-optice pentru lucrul cu discuri magneto-optice;

- dispozitive de memorie nevolatile (memorie flash).

Parametrii principali ale dispozitivelor externe de stocare a informației sunt:

- capacitatea (volumul) - cantitatea maximă de informații (volumul de date) care poate fi scrisă pe suport;
- timpul de acces la informații;
- rata de transfer a datelor.

Capacitatea memoriei externe este de sute și mii de ori mai mare decât capacitatea memorie interne RAM, sau chiar nelimitată atunci când vine vorba de unități cu suporturi amovibile (сменные носители). Dar accesul la memoria externă necesită mult mai mult timp, deoarece viteza de transfer a memoriei externe este semnificativ mai mică decât a memoriei RAM.

5.4. Evoluția memoriei DRAM

Microcircuitele de memorie DRAM, folosite și în prezent, au fost inventate în 1966 de Robert Dennard de la Centrul de Cercetare Thomas Watson al companiei IBM. Primul microcircuit comercial de memorie a fost Intel 1103 cu un volum de 1 Ko, lansat spre vânzare în octombrie 1970.

Spre deosebire de microcircuitele memoriei SRAM care au o schemă electrică mai complexă, sunt mai scumpe dar mai rapide și sunt utilizate, în principal, în microprocesoare și în memoria Cache, microcircuitele DRAM sunt mai lente, dar mai ieftine și sunt construite pe baza condensatoarelor de capacitate mică. Astfel de condensatori își pierd rapid încărcătura, și, pentru a evita pierderea datelor stocate, condensatorii trebuie reîncărcați la intervale de timp regulate. Acest proces se numește regenerarea/reînoirea memoriei și este realizat de un controler special instalat fie pe placă de bază, fie în microprocesor.

În ultimii 30 de ani, dezvoltatorii au creat diferite tipuri de DRAM, folosind diferite soluții tehnice. Principala forță motrică a dezvoltării microcircuitelor DRAM a fost dorința de a mări viteza de lucru și volumul memoriei operative.

PM DRAM (Page Mode DRAM) este una dintre primele memorii de tipul DRAM. Acest tip de memorie a fost produs la începutul anilor 1990.

FPM DRAM (Fast Page Mode DRAM) sunt microcircuit bazate pe PM DRAM și se caracterizează prin performanțe sporite. Acest tip de memorie a fost popular în prima jumătate a anilor 1990, iar în 1995 a ocupat 80% din piața de memorie pentru calculatoare. Microcircuitele FPM DRAM au fost utilizate în principal pentru calculatoare cu microprocesoare Intel 80486 sau procesoare similare de la alte companii. Funcționau la frecvențe de 25 și 33 MHz cu tempi de acces de 70 și 60 ns și cu un ciclu de regenerare de 40 și respectiv 35 ns. În 1996-1997 au fost înlocuite de EDO DRAM și SDR SDRAM. În 1997, cota de piață FPM DRAM a scăzut la 10%.

EDO DRAM (Extended Data out DRAM – DRAM cu ieșire extinsă de date) este un tip de DRAM creat pentru a înlocui FPM DRAM datorită ineficienței FPM DRAM atunci când s-a trecut la procesoare Intel

Pentium. Acest tip de memorie a apărut pe piață în 1996 și a fost folosit pe calculatoare cu procesoare Intel Pentium sau mai performante. A depășit performanțele FPM DRAM cu 10-15%. A funcționat la frecvențe de 40 și 50 MHz cu tempi de acces de 60 și 50 ns și cu un ciclu de regenerare de 25 ns și respectiv 20 ns.

SDR SDRAM (Single Data Rate Synchronous DRAM DRAM - DRAM sincron cu o singură frecvență) este un tip de DRAM creat pentru a înlocui EDO DRAM în legătură cu o scădere a stabilității EDO DRAM cu procesoare noi și o creștere a frecvențelor de operare ale magistralelor de sistem. Noile particularități ale acestui tip de memorie sunt utilizarea unui generator de semnale pentru sincronizarea proceselor înscrriere/citire și prelucrarea informațiilor în torrent. Acest tip de memorie a funcționat în mod fiabil la frecvențele magistralei de sistem de 100 MHz și mai mari. Frecvențele de lucru ale microcircuitelor SDRAM sunt de 66, 100 sau 133 MHz, timpul de acces – de 40 și 30 ns, iar ciclul de regenerare – 10 și 7,5 ns.

Tehnologia VCM (Virtual Channel Memory) a fost utilizată împreună cu SDRAM. VCM utilizează o arhitectură de canale virtuale care permite un transfer de date mai flexibil. Această arhitectură este integrată în SDRAM. Utilizarea VCM a majorat rata de transfer a datelor. SDRAM-urile VCM și non-VCM au fost interoperabile, permitând modernizarea sistemelor fără costuri sau modificări semnificative.

ESDRAM (Enhanced SDRAM – SDRAM îmbunătățit) este un tip de DRAM conceput pentru a rezolva unele probleme legate de frâñarea semnalelor în microcircuitele DRAM standarde. În esență, a microcircuitele SDRAM conțin memorii SRAM (10-15% din volumul total) care sunt folosite pentru a stoca și prelua datele cele mai frecvent utilizate, reducând astfel timpul de acces la datele stocate în DRAM lent. Memoria de acest tip funcționa la frecvențe de până la 200 MHz.

BEDO DRAM (Burst EDO DRAM - Bloc EDO RAM) este un tip de DRAM bazat pe EDO DRAM și care oferă suport pentru citirea datelor bloc cu bloc (un bloc de date este citit într-o perioadă a semnalului de tactare). Modulele de memorie de acest tip, datorită citirii bloc cu bloc, funcționează mai repede decât SDRAM și au devenit o alternativă ieftină a memoriei SDRAM, dar datorită incapacității de a lucra la frecvențe de magistrală de sistem care depășesc 66 MHz, nu au devenit populare.

VRAM (Video RAM) este un tip de memorie DRAM dezvoltat pe baza SDRAM special pentru utilizarea pe plăci video. Memoria de acest tip, datorită unor modificări tehnice performante, a depășit SDRAM cu 25%. Acest tip de memorie permite furnizarea unui flux continuu de date în procesul de actualizării imaginii de înaltă calitate. VRAM a devenit baza tipului de memorie **WRAM** (Windows RAM), care este uneori asociată greșit cu sistemele de operare din familia Windows.

DDR SDRAM (Double Data Rate SDRAM – SDRAM cu viteza dublă de transfer a de datelor sau SDRAM II) este un tip de DRAM bazat pe SDR SDRAM și caracterizat printr-o rată de transfer de date dublă (lățime de bandă dublă). Acest tip de memorie a fost utilizat inițial în plăcile video, ulterior a început să fie folosit și în microcircuitele memoriei operative.

Frecvențele de funcționare ale memoriei SDRAM DDR sunt 100, 133, 166 și 200 MHz, iar timpul de acces este de 30 și 22,5 ns.

Deoarece frecvențele de lucru se situează în intervalul de la 100 la 200 MHz, iar datele sunt transmise cîte 2 biți pe un impuls de tactare, atât după frontul anterior, cât și după frontul posterior al impulsului, frecvența efectivă de transmitere a datelor se află în intervalul de la 200 la 400 MHz. Modulele de memorie care funcționează la astfel de frecvențe sunt denumite „DDR200”, „DDR266”, „DDR333”, „DDR400”.

RDRAM (Rambus DRAM) este un tip de DRAM dezvoltat de compania Rambus. Memoria de acest tip s-a remarcat prin performanțe ridicate datorită unui număr de caracteristici care nu se regăsesc în memorile altor tipuri. Această memorie funcționa la 400, 600 și 800 MHz cu timpi de acces până la 30 ns. Inițial, era foarte scump, motiv pentru care producătorii de calculatoare au preferat SDRAM DDR mai lent dar mai ieftin.

DDR2 SDRAM este un tip de memorie DRAM bazat pe DDR SDRAM și lansat în 2004. Memoria de acest tip, în comparație cu DDR SDRAM, datorită modificărilor tehnice, are performanțe mai mari. Acest tip de memorie funcționează la frecvențe de 200, 266, 333, 337, 400, 533, 575 și 600 MHz. În acest caz, frecvența efectivă de transmitere a datelor este 400, 533, 667, 675, 800, 1066, 1150 și 1200 MHz, iar timpii de acces sunt 25, 11,25, 9, 7,5 ns sau mai puțin.

Unii producători de module de memorie, pe lângă modulele care funcționează la frecvențe standard, au produs module care funcționează la frecvențe nestandard (intermediare); astfel de module au fost destinate utilizării în sistemele accelerate în care era necesară marja de frecvență.

DDR3 SDRAM este un tip de memorie DRAM bazat pe DDR2 SDRAM, care oferă o viteză dublă ratei de transfer de date pe magistrala de memorie și un consum redus de energie. Acest tip de memorie funcționează la frecvențe în intervalul 800...3000 MHz.

DDR4 SDRAM (DDR four SDRAM) este un tip de memorie SDRAM, lansat în 2014 și bazat pe tehnologiile generațiilor anterioare de DDR și caracterizat prin caracteristici de frecvență crescute și tensiune redusă de alimentare. Principala diferență între DDR4 și standardul anterior (DDR3) este că numărul blocurilor de date a fost dublat și a devenit egal cu 16, ceea ce a făcut posibilă creșterea vitezei de transfer a datelor. Viteza de transfer a datelor poate atinge mărimea de 25,6 GB/s. Fiabilitatea DDR4 a fost sporită prin introducerea unui mecanism de control al parității pe magistrala adreselor și magistrala de comandă. Memoria DDR4 funcționează la frecvențele 1600, 2400 și 3200 MHz.

GDDR (Graphics Double Data Rate) este un tip de memorie RAM concepută pentru plăci video și bazată pe tehnologia DDR (vezi fig. 4.16). GDDR este destinată să înlocuiască VRAM (RAM video) învechit. În prezent sunt dezvoltate cinci generații – GDDR2, GDDR3, GDDR4, GDDR5 și GDDR6. Microcircuitele GDDR6 au apărut în anul 2017. Acest tip de memorie este utilizat în plăcile video pentru stocarea temporară a informațiilor necesare pentru construirea și afișarea datelor pe ecranul monitorului conform descrierii sale în baza de date. Drept exemplu, GDDR este folosit pentru a stoca textura unei imagini, ca microprocesorul să nu apeleze la memoria operativă, deoarece astfel de apeluri durează mai mult timp.



Fig. 4.16. Microcircuit de memorie GDDR.

Deși microcircuitele DRAM, în prezent, sunt cele mai populare și sunt utilizate pe larg în calculatoare, experții prezic dispariția lor. Motivul principal este imposibilitatea de a reduce dimensiunea celulei de memorie. Printre cei mai probabili succesiști ai DRAM se numește „memoria cu corp plutitor” (FBM), a cărei avantaj principal este absența unui condensator în celula de memorie.

5.5. Realizarea constructivă a memoriei DRAM

Constructiv memoria DRAM este realizată atât sub formă de microcircuite separate (DIP, SOIC, BGA), cât și sub formă de module de memorie (SIPP, SIMM, DIMM, RIMM).

Microcircuite separate de memorie DRAM. Până în prezent au fost produse microcircuite DRAM în corpuri de tip DIP, SOIC și BGA.

Înțial, microcircuitele de memorie au fost produse în corpuri de tip **DIP** (Dual In-line Package, vezi fig. 4.17), ulterior au început să fie produse în corpuri care au fost mai avansate din punct de vedere tehnologic pentru utilizare în module de memorie.

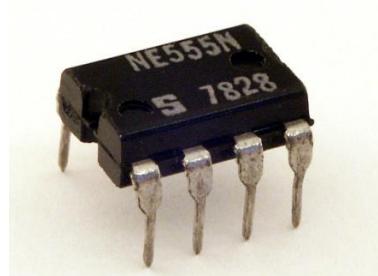


Fig. 4.17. Microcircuit DRAM în corp de tip DIP.

SOIC (Small-Outline Integrated Circuit) este un tip de corp de microcircuit conceput pentru montarea pe suprafață (vezi fig. 4.18). Are forma unui dreptunghi cu două rânduri de pinuri pe laturile lungi. Microcircuitele dintr-un corp SOIC ocupă cu 30-50% mai puțină suprafață decât omologii lor dintr-un corp DIP

și, de obicei, sunt cu 70% mai subțire. De regulă, numerotarea pinilor microcircuitelor DIP și SOIC sunt identice.

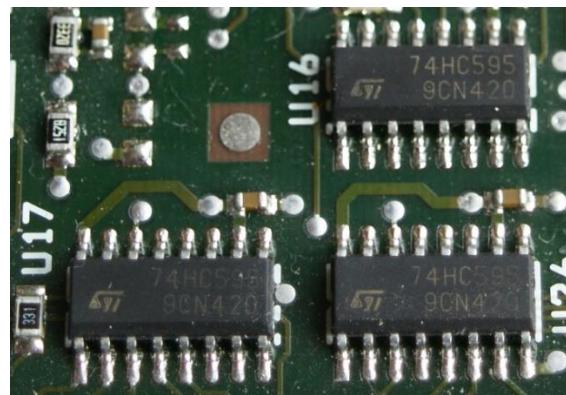


Fig. 4.18. Microcircuit DRAM în corp de tip SOIC.

BGA (Ball grid array) este un tip de corp pentru circuite integrate montate la suprafață (vezi fig. 4.19). Pinii BGA sunt niște bile de lipit aplicate pe suprafetele de contact de pe spatele microcircuitului. Microcircuitul este amplasat pe placă de montaj, conform marcajului primului contact de pe microcircuit și de pe placă. Microcircuitul este apoi încălzit folosind o stație de lipit sau o sursă cu infraroșu, astfel încât bilele să se topească. Tensiunea superficială a bilelor topite ține microcircuitul exact în locul în care ar trebui să fie pe placă de montaj și împiedică deformarea bilelor.

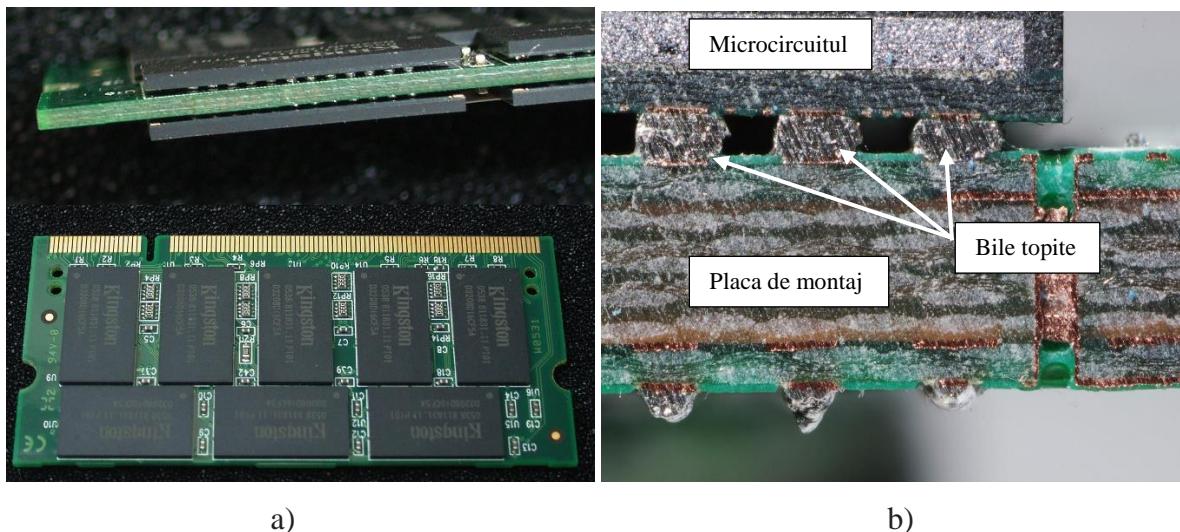


Fig. 4.19. Microcircuite DRAM în corp de tip BGA: a) – microcircuite cu pini BGA instalate pe placă; b) – secțiunea transversală a unei plăci de circuite cu un corp BGA.

Module de memorie DRAM. La momentul dat sunt cunoscute următoarele tipuri de module de memorie DRAM: SIPP; SIMM; DIMM; RIMM.

SIPP (Single In-line Pin Package) - module de memorie cu un singur aranjament în linie de pini (vezi fig. 4.20). Modulul este format dintr-o mică placă de microcircuite cu 30 de pini pe un rând, care sunt instalati în orificiile corespunzătoare de pe placă de bază a calculatorului.

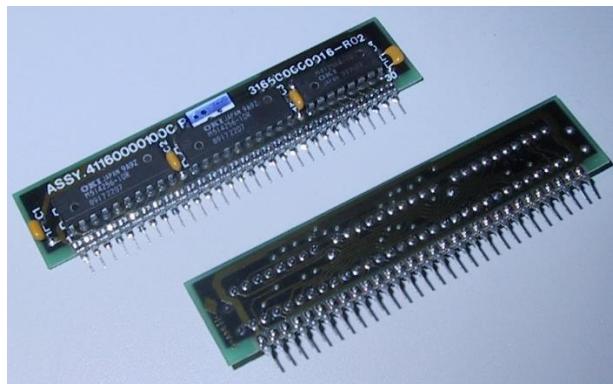


Fig. 4.20. Modul de memorie SIPP.

Aceste module de memorie au fost utilizate în calculatoare cu microprocesoare Intel 80286 și unele 80386. Ulterior au fost înlocuite cu SIMM-uri, care s-au dovedit a fi mai ușor de instalat.

SIMM (Single In-line Memory Module) este numele modulelor de memorie cu un singur aranjament în linie de contacte, care au fost utilizate pe scară largă în calculatoarele din anii '90. Modulele SIMM au avut mai multe modificări, cu 30, 68 și 72 de contacte (vezi fig. 4.21).



Fig. 4.21. Module de memorie SIMM cu 30, 68 și 72 de contacte.

SIMM-urile au fost dezvoltate și brevetate în 1983 de compania Wang Laboratories. Modulele erau inițial ceramice și aveau știfturi. Inițial SIMM-urile erau instalate în sloturi care nu aveau mecanisme de blocare, apoi au fost elaborate sloturile ZIF cu mechanism de blocare.

Primele SIMM-uri aveau 30 de contacte și un volum de memorie cuprins între 64 Ko și 16 Mo și o magistrală de date pe opt biți. Aceste module de memorie au fost utilizate în calculatoare cu microprocesoare Intel 8088, 80286, 80386.

Pentru calculatoarele cu microprocesoare Intel 80486 și Pentium au fost elaborate SIMM-uri cu 72 de contacte. Modulele cu 72 de contacte constau în esență din patru module cu 30 de contacte și aveau un volum de memorie de la 1 Mo până la 64 Mo.

DIMM (Dual In-line Memory Module – modul de memorie față-verso) este numele modulelor de memorie care au contactele situate pe ambele suprafete a plăcii de montaj. Microcircuitele de memorie pot fi plasate pe una sau pe ambele părți ale plăcii de montaj. Există și module SO-DIMM (Small Outline DIMM) concepute pentru utilizare pe laptopuri.

Modulele de tip DIMM sunt construite din microcircuite de memorie DDR, DDR2, DDR3 și DDR4.

În fig. 4.22 sunt prezentate imaginiile schematicice ale modulelor DIMM și SO-DIMM.

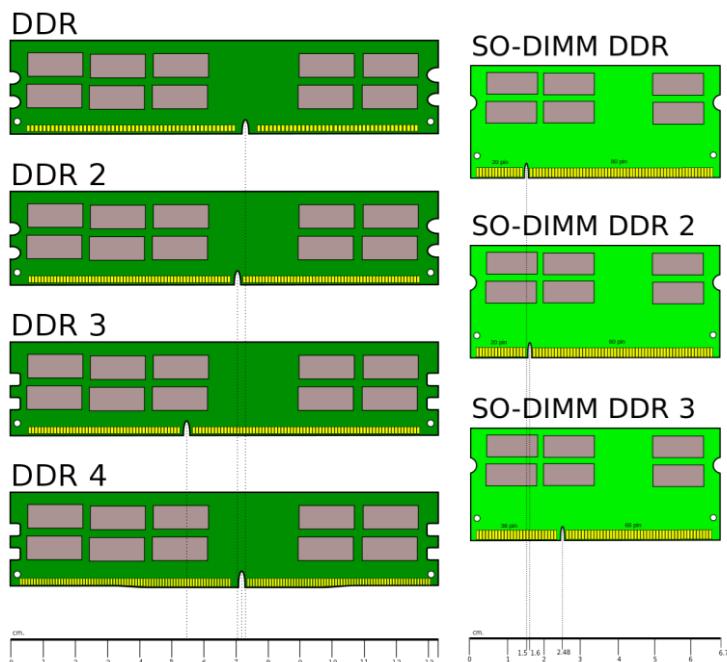


Fig. 4.22. Imaginele schematicice ale modulelor DIMM și SO-DIMM.

Există următoarele tipuri de module DIMM:

- 72-contacte SO-DIMM (nu este compatibil cu 72-contacte SIMM) – format din FPM DRAM și EDO DRAM;
- 100-contacte DIMM – format din SDRAM;
- 144-contacte SO-DIMM – format din SDR SDRAM;
- 168-contacte DIMM – format din SDR SDRAM;
- 172-contacte MicroDIMM – format din DDR SDRAM;
- 184-contacte DIMM – format din DDR SDRAM;
- 200-contacte SO-DIMM – format din DDR SDRAM și DDR2 SDRAM;
- 204-contacte SO-DIMM – format din DDR3 SDRAM;
- 214-contacte MicroDIMM – format din DDR2 SDRAM;
- 240-contacte DIMM – format din DDR2 SDRAM și DDR3 SDRAM;
- 260-contacte SO-DIMM – format din DDR4 SDRAM;
- 288-contacte DIMM – format din DDR4 SDRAM.

Trebuie remarcat faptul, că modulele cu standarde diferite sunt incompatibile între ele, atât mecanic, cât și electric. Pentru a proteja utilizatorii de posibile erori, toate cele patru standarde DDR SDRAM au decupaje/crestături pe placa DIMM situată în locuri diferite (vezi fig. 4.22). Prin urmare, devine imposibilă instalarea unui modul DIMM într-un slot de alt standard. SDRAM DIMM avea chiar și două decupaje/crestături.

Configurarea maximă a memoriei operative a calculatorului depinde de numărul de sloturi DIMM de pe placă de bază și de capacitatea controlerului de memorie pe care îl acceptă. Cu fiecare generație de memorie DDR, capacitatea maximă a modulelor a crescut, de asemenea, a crescut și volumul memoriei suportată de controlere. Pentru prima generație DDR SDRAM un modul avea maximum 1 Go, pentru a doua generație DDR a fost obținut un volum de 4 Go pe modul. Cu standardul DDR3 SDRAM volumul memoriei modulului DIMM a crescut la 8 Go, iar cu standardul DDR4 SDRAM la 16 Go per modul, deși ulterior au apărut module de 32 Go și 64 Go. În funcție de microprocesor, pentru module formate din DDR4 se utilizează frecvențele efective cu mărimea de 2666 MHz, 2933 MHz sau 3 200 MHz.

RIMM (Rambus In-line Memory Module). Module de memorie utilizate în perechi, construite din RDRAM cu 168 sau 184 contacte. Datorită caracteristicilor de proiectare, acestea trebuie să fie instalate pe plăcile de bază ale calculatorului numai în perechi, în caz contrar, trebuie instalate module fictive speciale în sloturi goale. Așa module sunt rar utilizate.

- regiștrii interni ai microprocesorului;
- memoria Cache L1 încorporată în microprocesor și memoria Cache L2 atașată microprocesorului;
- memoria internă centrală.

Memoria internă se caracterizează prin următorii parametri:

- capacitate (număr de octeți);
- timp de acces (intervalul de timp dintre cererea de acces la o informație și furnizarea informației la ieșire);
- modul de organizare și adresare (adresa identifică locul unui element de informație);
- energetică (puterea electrică consumată).

Capacitatea determină numărul de octeți al unității de memorie. Cu cât se dispune de mai multă memorie internă centrală, cu atât performanțele calculatorului cresc. Din punct de vedere fizic memoria este formată din bistabili (circuit electronic logic), fiecare fiind capabil să memoreze un bit (0 sau 1) de informație. Constructiv bistabilii sunt grupați în regiștri elementari cu o capacitate de 8 biți sau **un octet (un byte)**. Octetul este cea mai mică unitate adresabilă. Totuși, în cadrul unui octet se poate face referire la fiecare bit al lui, indicându-se numărul lui de ordine. Toate tipurile de sisteme de calcul numerotează biții începând de la zero, sensul numerotării fiind de la dreapta spre stânga sau invers (sensul numerotării depinde de sistemul de calcul). Unitatea adresabilă imediat următoare este cuvântul. Un cuvânt este format din 2, 4 sau 8 octeți succesiivi. Dimensiunea lui depinde de tipul calculatorului. Spre exemplu, calculatoarele IBM PC din primele tipuri, până la 80286 inclusiv, au cuvântul de 2 octeți. Începând cu 80386, cuvântul este de 4 octeți. Supercalculatoarele, cum ar fi CDC Cyber și CRAY, au cuvântul de 8 octeți. În practică se utilizează noțiunea de semicuvânt (intermediar dintre octet și cuvânt) și dublucuvânt (două cuvinte succeseive). Unitățile de măsură a capacității unităților de memorie sunt:

- 1 octet = 1 byte = 8 biți;
- un Kiloctet (prescurtat Ko sau Kb de la Kilo Bytes): $1 \text{ Ko} = 1 \text{ Kb} = 1024 \text{ octeți} = 2^{10} \text{ octeți} = 8 \cdot 2^{10} \text{ biți}$ = 8192 biți;

- un Megaoctet (prescurtat Mo sau Mb de la Mega Bytes):

$$1 \text{ Mo} = 1 \text{ Mb} = 1024 \text{ Ko} = 2^{10} \text{ Ko} = 2^{20} \text{ octeți} = 8 \cdot 2^{20} \text{ biți} = 8 388 608 \text{ biți};$$

- un Gigaoctet (prescurtat Go sau Gb de la Giga Bytes):

$$1 \text{ Go} = 1 \text{ Gb} = 1024 \text{ Mo} = 2^{10} \text{ Mo} = 2^{20} \text{ Ko} = 2^{30} \text{ octeți} = 8 \cdot 2^{30} \text{ biți} = 8 589 934 592 \text{ biți};$$

- un Teraoctet (prescurtat To sau Tb de la Tera Bytes):

$$1 \text{ To} = 1 \text{ Tb} = 1024 \text{ Go} = 2^{10} \text{ Go} = 2^{20} \text{ Mo} = 2^{30} \text{ Ko} = 2^{40} \text{ octeți} = 8 \cdot 2^{40} \text{ biți} = \\ = 1024 \cdot 8 \cdot 589 \cdot 934 \cdot 592 \text{ biți.}$$

Timpul de acces este egal cu intervalul de timp dintre momentul adresării cererii de acces la memorie și momentul afișării unui element de informație pe magistrala de date sau înscrerii elementului de informație în memorie. Timpul de acces este de ordinul $10\ldots 10^3$ ns. Pentru componentele memoriei interne cel mai mic timp de acces îl au regiștrii interni ai microprocesorului, cel mai mare timp de acces - memoria internă centrală.

Modul de organizare și adresare. Memoria internă centrală este organizată în părți de dimensiuni egale, numite elemente sau locații de memorie, în care sunt memorate cuvinte de n biți ($n=8$). Mulțimea locațiilor fizice este numită **spațiul memoriei** (V_{mem}). Locațiile de

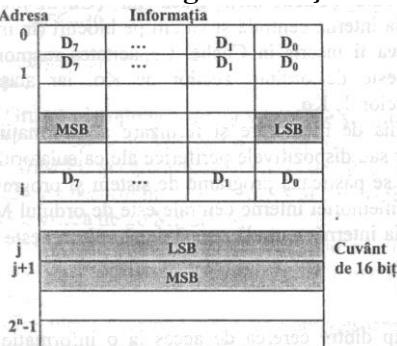


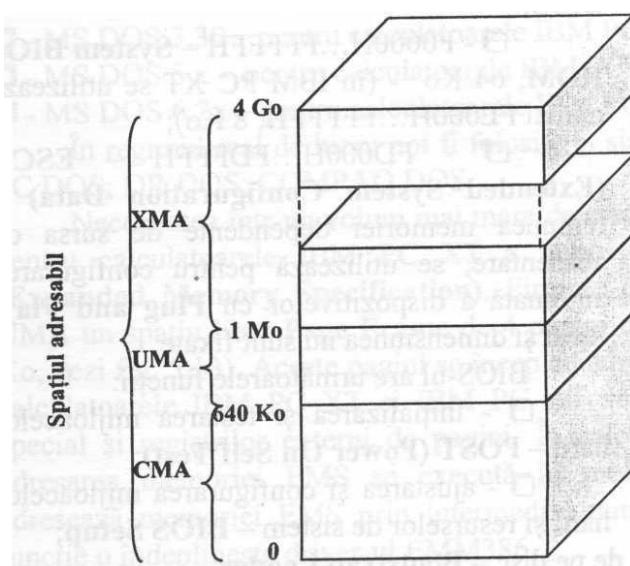
Fig. 5.10. Reprezentarea memoriei interne centrale ca un ansamblu de octeți.

memorie sunt numerotate în ordine, pornind de la valoarea 0 (0, 1, 2,...). Aceste "etichete" corespunzătoare locațiilor de memorie se numesc **adrese de memorie**. Memoria internă centrală este conectată la celelalte componente ale calculatorului prin intermediul magistralei de date DBUS, magistralei de adrese ABUS și magistralei de control CBUS. Lărgimea (numărul de biți) a magistralei de adrese ABUS determină capacitatea maximă a memoriei direct adresabile de către microprocesor. Mulțimea adreselor posibile este $0, 1, \dots, 2^m - 1$, dacă pe ABUS există m linii de adresă, A_0, A_1, \dots, A_{m-1} . Această mulțime (A) se numește **spațiul adreselor**.

În fig. 5.10 este reprezentată memoria internă centrală ca o mulțime de cuvinte de 8 biți, cel mai puțin semnificativ bit fiind D₀ (LSB), iar cel mai semnificativ D₇ (MSB). Fiecare octet este identificat cu o adresă 0, 1,..., i. În cazul în care în programe se lucrează cu date reprezentate pe mai mulți octeți, atunci octetul mai puțin semnificativ LSB este identificat cu adresa cea mai mică, iar octetul cel mai semnificativ MSB - cu adresa cea mai mare. Organizarea memoriei interne centrale poate fi prezentată și din punctele de vedere fizic și logic.

→ 5.6. Structura logică a memoriei interne centrale

Structura logică a memoriei interne centrale este determinată de particularitățile sistemului de adresare a microprocesoarelor Intel 80x86. Microprocesoarele 8086 și 8088, utilizate în primele modele de calculatoare personale, aveau 1 Mo de memorie adresabilă împărțită pe segmente. Pentru a păstra compatibilitatea dintre calculatoarele IBM acest model al memoriei adresabile este utilizat și de microprocesoarele moderne în regim real de lucru. Pentru calculatoarele compatibile IBM memoria internă centrală, care include memoria permanentă și memoria operativă, logic se împarte în trei regiuni (vezi fig. 5.11):



A. CMA (Conventional fBase/ Memory Area) - regiunea memoriei standarde (de bază);

B. UMA (Upper Memory Area) - regiunea memoriei de sus;

C. XMA (eXtended Memory Area) - regiunea memoriei extinse.

Memoria CMA - memoria de bază reprezintă primii 640 Ko de memorie cu adresele 00000H...9FFFFH. CMA este o memorie operativă RAM, accesibilă sistemelor de operare și programelor utilizatorului în regimul real de lucru. CMA este repartizată în modul următor:

- 00000H...003FFH - **Interrupt Vectors** - vectorii de întrerupere (256 de cuvinte duble);
- 00400H...004FFH - **BIOS Data Area** - regiunea

variabilelor BIOS;

- 00500H...00xxxH - **DOS Area** - regiunea DOS;
- 00xxxH...9FFFFH - **User RAM** - memoria propusă utilizatorului.

În cazul utilizării PS/2 Mouse regiunea 9FC00H...9FFFFH este folosită drept **extensie** pentru BIOS Data Area.

Memoria UMA - memoria de sus are un volum de 384 Ko cu adresele A0000h...FFFFFH. UMA poate fi completată de memoria adaptorilor (memoria video), de memoria permanentă (pentru aplicații **BIOS - Basic Input Output System**) și poate fi parțial necompletată. Odată cu elaborarea mecanismului adresării pe pagini (pentru microprocesoarele 80386 și mai moderne) spațiile libere pot fi completate cu blocuri de memorie operativă **UMB (Upper Memory Block)** accesibile sistemelor de operare pentru plasarea programelor rezidente. Repartizarea standardă a memoriei UMA este prezentată în fig.5.12, unde:

- A0000H.. .BFFFFH - **Video ROM**, 128 Ko - memoria video (des este utilizată incomplet);
- C0000H.. .DFFFFH - **Adapter ROM, Adapter RAM**, 128 Ko - rezerva adaptorilor, care utilizează module proprii ROM BIOS sau/și memorie operativă specială;
- E0000H.. .EFFFFH - regiune liberă, 64 Ko - uneori ocupată de System BIOS;
- F0000H.. .FFFFFH - System BIOS ROM, 64 Ko - (în IBM PC XT se utilizează numai FE000H.. .FFFFFH, 8 Ko);
- FD000H.. .FDFFFH - **ESCD (Extended System Configuration Data)** - regiunea memoriei dependente de sursa de alimentare, se utilizează pentru configurarea automată a dispozitivelor cu Plug and Play, locul și dimensiunea nu sunt fixate.

BIOS-ul are următoarele funcții:

- inițializarea și testarea mijloacelor hard - **POST (Power On Self Test)**;
- ajustarea și configurarea mijloacelor hard și resurselor de sistem - **BIOS Setup**;
- încărcarea sistemului de operare de pe disc - **Bootstrap Loader**;
- deservirea cererilor de intreruperi ale dispozitivelor de sistem (tastaturei, unităților de disc, timer-ului) - **BIOS Hardware Interrupts**;

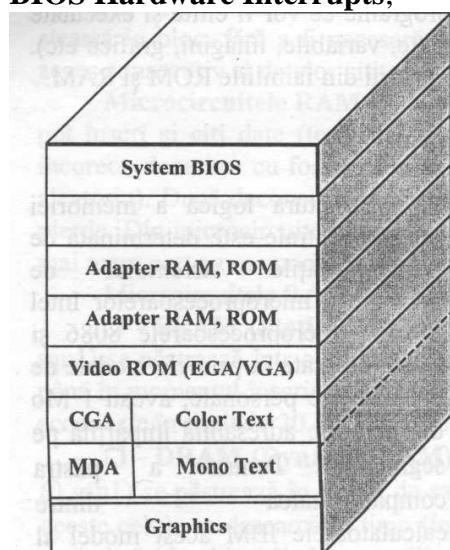


Fig. 5.12. Repartizarea memoriei UMA.

- procesarea funcțiilor de bază ale adresărilor de program către dispozitivele de sistem - **ROM BIOS Services**.

În regiunea UMA practic întotdeauna asistă adaptorul grafic care, în dependență de model, ocupă următoarele regiuni:

- **MDA RAM** - B0000H.. .BOFFFH;
- **CGA RAM** - B8000H.. .BBFFFH;
- **EGA ROM** - COOOOH...C3FFFH/C7FFFH;
- **VGA ROM** - COOOOH.. .C7FFFH;
- pentru **EGA/VGA ROM** - regiunea memoriei se împarte respectiv: **Graphics** -A0000H... AFFFFF; **Color Text** - B8000H.. .BFFFFH; **Mono Text** - B000H.. .B7FFFH.

Regiunile de memorie CMA și UMA (împreună având o capacitate de 1 Mo) sunt utilizate de toate calculatoarele IBM PC în regim de lucru real. Pentru a evita unele probleme care apar în procesul utilizării memoriei CMA și UMA se recomandă utilizarea următoarelor versiuni MS DOS:

- MS DOS 3.30 - pentru calculatoarele IBM PC XT pe procesoarele 8086/8088;
- MS DOS 5.x - pentru calculatoarele IBM PC AT pe procesorul 80286;
- MS DOS 6.2x - pentru calculatoarele IBM PC pe procesoarele 80386 și mai moderne.

În regimul real de lucru pot fi folosite și sistemele de operare compatibile MS DOS: PC DOS; DR DOS; COMPAQ DOS.

Necesitatea într-un volum mai mare de memorie adresabilă internă centrală (> 1 Mo) pentru calculatoarele IBM PC XT a impus organizarea memoriei expandate EMS (Expanded Memory Specification). Firmele Lotus, Intel și Microsoft au organizat în UMA un spațiu liber Page Frame de 4 pagini cu un volum de 16 Ko fiecare (în total 64 Ko, vezi fig. 5.13).

Aceste pagini se încep cu adresa D0000H. Adresarea memoriei EMS în calculatoarele IBM PC XT și IBM PC AT se îndeplinește cu ajutorul unui dispozitiv special și regiștrilor externi de pagini. În calculatoarele IBM PC 386 și mai moderne adresarea memoriei EMS se execută în mod programabil. Programele utilizator se

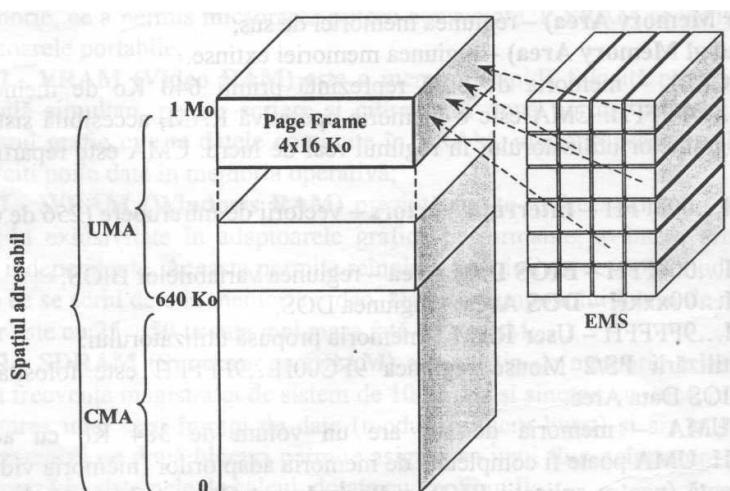


Fig. 5.13. Structura memoriei calculatoarelor XT.

adresează memoriei EMS prin intermediul unui dispecer de memorie, în DOS această funcție o îndeplinește driver-ul EMM386.

Microprocesoarele utilizate în calculatoarele IBM PC AT și cele moderne pot adresa direct un spațiu de memorie > 1 Mo cunoscut sub numele **XMA** (eXtended Memory Area) și folosit în regim protejat de lucru atât de programatura sistemelor de operare cât și de programele utilizatorului. XMA este o memorie operativă RAM. Structura logică a memoriei interne centrale pentru calculatoarele IBM PC AT 286 este prezentată în fig. 5.14, iar pentru calculatoarele IBM PC 386 și moderne - în fig. 5.15. Pentru calculatoarele IBM PC 386 și moderne memoria expandată EMS este plasată în regiunea memoriei XMA.

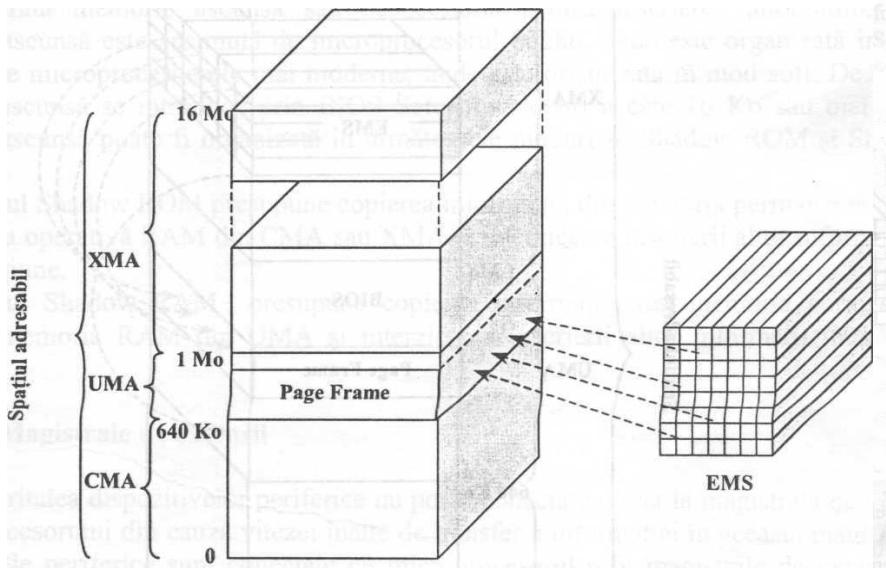


Fig. 5.14. Structura memoriei calculatoarelor AT.

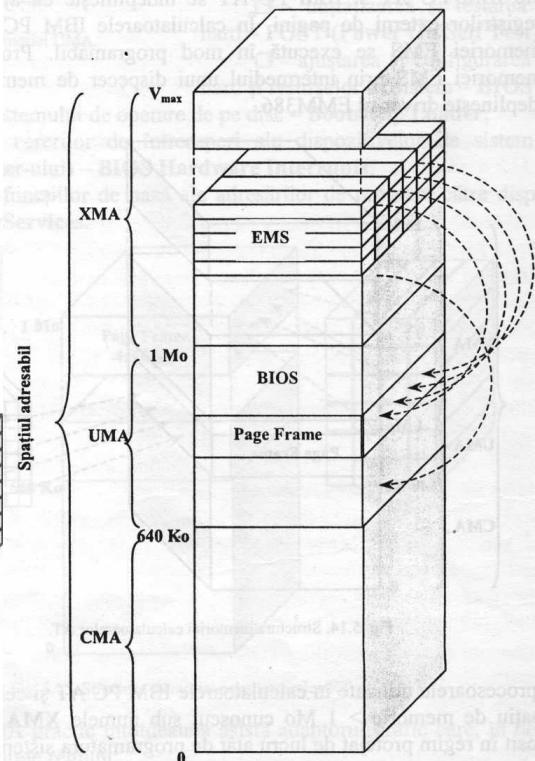


Fig. 5.15. Structura memoriei calculatoarelor IBM PC 386 și moderne.

5.3.4. Memoria virtuală și memoria ascunsă

Memoria virtuală (**Virtual Memory**) reprezintă o tehnologie hard/soft de extindere a memoriei operative. Această memorie fizic este realizată pe baza memoriei operative interne și memoriei externe plasate pe disc sub conducerea sistemului de operare. Memoria virtuală se împarte în pagini de dimensiuni egale. În memoria operativă internă sunt prezente numai o parte din ele. Celelalte pagini se găsesc pe disc, de unde sistemul de operare le poate transfera în memoria operativă internă, prealabil evacuând paginile de memorie neutilizate. Adresarea procesorului la celula de memorie virtuală are loc în mod standard. Dacă informația necesară în momentul dat nu se află în memoria operativă internă procesorul elaborează o intrerupere și sistemul de operare organizează procedura de înlocuire a paginelor de memorie (**Swapping**).

Memoria virtuală este susținută de microprocesoarele care pot lucra în regim protejat, începând cu 80286 și mai moderne. Volumul memoriei virtuale este determinat de dimensiunile fișierului **Swap File** rezervat pe discul rigid pentru necesitățile memoriei virtuale. Memoria virtuală poate fi organizată și într-o rețea de calculatoare.

Memoria ascunsă (**Shadow Memory**) este organizată cu scopul de înlocuirea adresărilor destul de dese la memoria lentă UMA, unde se află System ROM BIOS, Video ROM BIOS, Video Memory Buffer, prin adresări la o regiune a memoriei operative, care este cu mult mai rapidă. Practic microprocesorul reînscrie programele de sistem din memoria permanentă într-o regiune a memoriei operative. Această regiune de memorie operativă este declarată memorie ascunsă sau neaccesibilă pentru înscriverea altor informații. Memoria ascunsă este susținută de microprocesorul 80286, unde este organizată în mod hard, și de microprocesoarele mai moderne, unde este organizată în mod soft. De obicei memoria ascunsă se introduce prin BIOS Setup în blocuri de 16 Ko sau mai mari. Memoria ascunsă poate fi organizată în următoarele moduri - Shadow ROM și Shadow RAM.

Modul Shadow ROM presupune copierea informației din memoria permanentă ROM în memoria operativă RAM din CMA sau XMA și interzicerea înscrierii altor informații în această regiune.

Modul Shadow RAM presupune copierea informației din memoria permanentă ROM în memoria RAM din UMA și interzicerea înscrierii altor informații în această regiune.

→ 5.7. Magistrale de extensii

Majoritatea dispozitivelor periferice nu pot fi conectate direct la magistrala de sistem a microprocesorului din cauza vitezei înalte de transfer a informației în această magistrală. Dispozitivele periferice sunt conectate cu microprocesorul prin magistrale de extensii și cipseturi speciali (**cipset** - o placă specială cu mai multe microcircuite utilizate pentru îndeplinirea anumitor funcții). Magistralele de extensii (Expansion Bus) sunt utilizate pentru executarea conectărilor dintre microprocesor și adaptorii dispozitivelor periferice cu scopul extinderii posibilităților unui calculator.

Компьютер состоит из множества различных компонентов, это центральный процессор, память, жесткий диск, а также огромное количество дополнительных и внешних устройств, таких как экран, мышка клавиатура, подключаемые флешки и так далее. Всем этим должен управлять процессор, передавать и получать данные, отправлять сигналы, изменять состояние.

Для реализации этого взаимодействия все устройства компьютера связаны между собой и с процессором через шины. Шина - это общий путь, по которому информация передается от одного компонента к другому. В этой статье мы рассмотрим основные шины компьютера, их типы, а также для соединения каких устройств они используются и зачем это нужно.

ЧТО ТАКОЕ ШИНА КОМПЬЮТЕРА

Шина - это устройство, которое позволяет связать между собой несколько компонентов компьютера. Но к однойшине могут быть подключены несколько устройств и у каждой шины есть свой набор слотов для подключения кабелей или карт.

Фактически, шина - это набор электрических проводов, собранных в пучок, среди них есть провода питания, а также сигнальные провода для передачи данных. Шины также могут быть сделаны не в виде внешних проводов, а вмонтированы в схему материнской платы.

По способу передачи данных шины делятся на последовательные и параллельные. Последовательные шины передают данные по одному проводнику, один бит за один раз, в параллельных шинах передача данных разделена между несколькими проводниками и поэтому можно передать большее количество данных.

ВИДЫ СИСТЕМНЫХ ШИН

Все шины компьютера можно разделить за их предназначением на несколько типов. Вот они:

- **Шины данных** - все шины, которые используются для передачи данных между процессором компьютера и периферией. Для передачи могут использоваться как последовательный, так и параллельный методы. По размеру данных, которые можно передать за один раз такие шины делятся на 8, 16, 32 и даже 64 битные;
- **Адресные шины** - связаны с определенными участками процессора и позволяют записывать и читать данные из оперативной памяти;
- **Шины питания** - эти шины питают электричеством различные, подключенные к ним устройства;
- **Шина таймера** - эта шина передает системный тактовый сигнал для синхронизации периферийных устройств, подключенных к компьютеру;
- **Шина расширений** - позволяет подключать дополнительные компоненты, такие как звуковые или ТВ карты;

В то же время, все шины можно разделить на два типа. Это системные шины или внутренние шины компьютера, с помощью которых процессор соединяется с основными компонентами компьютера на материнской плате, такими как память. Второй вид - это шины ввода/вывода, которые предназначены для подключения различных периферийных устройств. Эти шины подключаются к системной шине через мост, который реализован в виде микросхем процессора.

Также к шинам ввода/вывода подключается шина расширений. Именно к этим шинам подключаются такие компоненты компьютера, как сетевая карта, видеокарта, звуковая карта, жесткий диск и другие.

Вот наиболее распространенные типы шин в компьютере для расширений:

- **ISA** - Industry Standard Architecture;
- **EISA** - Extended Industry Standard Architecture;
- **MCA** - Micro Channel Architecture;

- **VESA** - Video Electronics Standards Association;
- **PCI** - Peripheral Component Interconnect;
- **PCI-E** - Peripheral Component Interconnect Express;
- **PCMCIA** - Personal Computer Memory Card Industry Association (также известна как PC bus);
- **AGP** - Accelerated Graphics Port;
- **SCSI** - Small Computer Systems Interface.

А теперь давайте более подробно разберем все эти шины персональных компьютеров.

ШИНА ISA

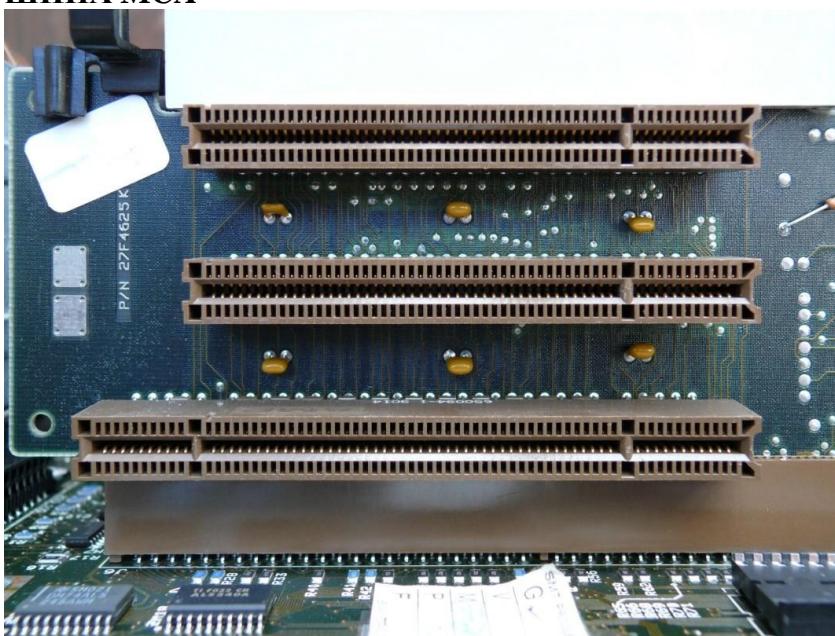


Раньше это был наиболее распространенный тип шины расширения. Он был разработан компанией IBM для использования в компьютере IBM PC-XT. Эта шина имела разрядность 8 бит. Это значит что можно было передавать 8 бит или один байт за один раз. Шина работала с тактовой частотой 4,77 МГц.

Для процессора 80286 на базе IBM PC-AT была сделана модификация конструкции шины, и теперь она могла передавать 16 бит данных за раз. Иногда 16 битную версию шины ISA называют AT.

Из других усовершенствований этой шины можно отметить использование 24 адресных линий, что позволяло адресовать 16 мегабайт памяти. Эта шина имела обратную совместимость с 8 битным вариантом, поэтому здесь можно было использовать все старые карты. Первая версия шины работала на частоте процессора - 4,77 МГц, во второй реализации частота была увеличена до 8 МГц.

ШИНА MCA



Компания IBM разработала эту шину в качестве замены для ISA, для компьютера PS/2, который вышел в 1987 году. Шина получила еще больше усовершенствований по сравнению с ISA. Например, была увеличена частота до 10 МГц, а это привело к увеличению скорости, а также шина могла передавать 16 или 32 бит данных за раз.

Также была добавлена технология Bus Mastering. На плате каждого расширения помещался мини-процессор, эти процессоры контролировали большую часть процессов передачи данных освобождая ресурсы основного процессора.

Одним из преимуществ этой шины было то, что подключаемые устройства имели свое программное обеспечение, а это значит что требовалось минимальное вмешательство пользователя для настройки. Шина MCA уже не поддерживала карты ISA и IBM решила брать деньги от других производителей за использование этой технологии, это сделало ее непопулярной сейчас она нигде не используется.

ШИНА EISA



Эта шина была разработана группой производителей в качестве альтернативы для MCA. Шина была приспособлена для передачи данных по 32 битному каналу с возможностью доступа к 4 Гб памяти. Подобно MCA для каждой карты использовался микропроцессор, и была возможность установить драйвера с помощью диска. Но шина все еще работала на частоте 8 МГц для поддержки карт ISA.

Слоты EISA в два раза глубже чем ISA, если вставляется карта ISA, то она использует только верхний ряд разъемов, а EISA использует все разъемы. Карты EISA были дорогими и использовались обычно на серверах.

ШИНА VESA

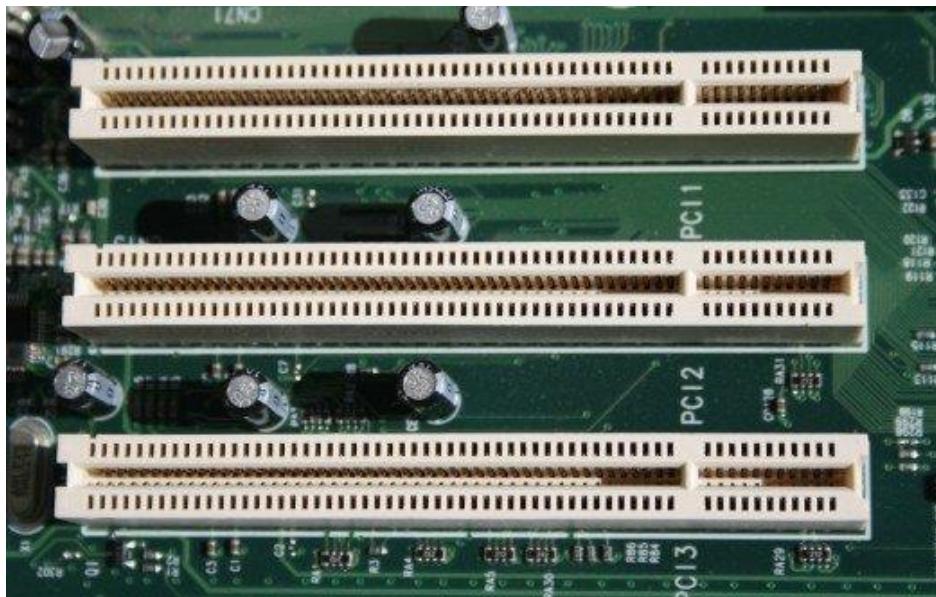


Шина VESA была разработана для стандартизации способов передачи видеосигнала и решить проблему попыток каждого производителя придумать свою шину.

Шина VESA имеет 32 битный канал передачи данных и может работать на частоте 25 и 33 МГц. Она работала на той же тактовой частоте, что и центральный процессор. Но это стало проблемой, частота процессора увеличивается и должна была расти скорость видеокарт, а чем быстрее периферийные устройства, тем они дороже. Из-за этой проблемы шина VESA со временем была заменена на PCI.

Слоты VESA имели дополнительные наборы разъемов, а поэтому сами карты были крупными. Тем не менее сохранялась совместимость с ISA.

ШИНА PCI



Peripheral Component Interconnect (PCI) - это самая новая разработка в области шин расширений. Она является текущим стандартом для карт расширений персональных компьютеров. Intel разработала эту технологию в 1993 году для процессора Pentium. С помощью этой шины соединяется процессор с памятью и другими периферийными устройствами.

PCI поддерживает передачу 32 и 64 разрядных данных, количество передаваемых данных равно разрядности процессора, 32 битный процессор будет использовать 32 битную шину, а 64 битный - 64 битную. Работает шина на частоте 33 МГц.

В PCI можно использовать технологию Plug and Play (PnP). Все карты PCI поддерживают PnP. Это значит, что пользователь может подключить новую карту, включить компьютер и она будет автоматически распознана и настроена.

Также тут поддерживается управление шиной, есть некоторые возможности обработки данных, поэтому процессор тратит меньше времени на их обработку. Большинство PCI карт работают на напряжении 5 Вольт, но есть карты, которым нужно 3 Вольта.

ШИНА AGP

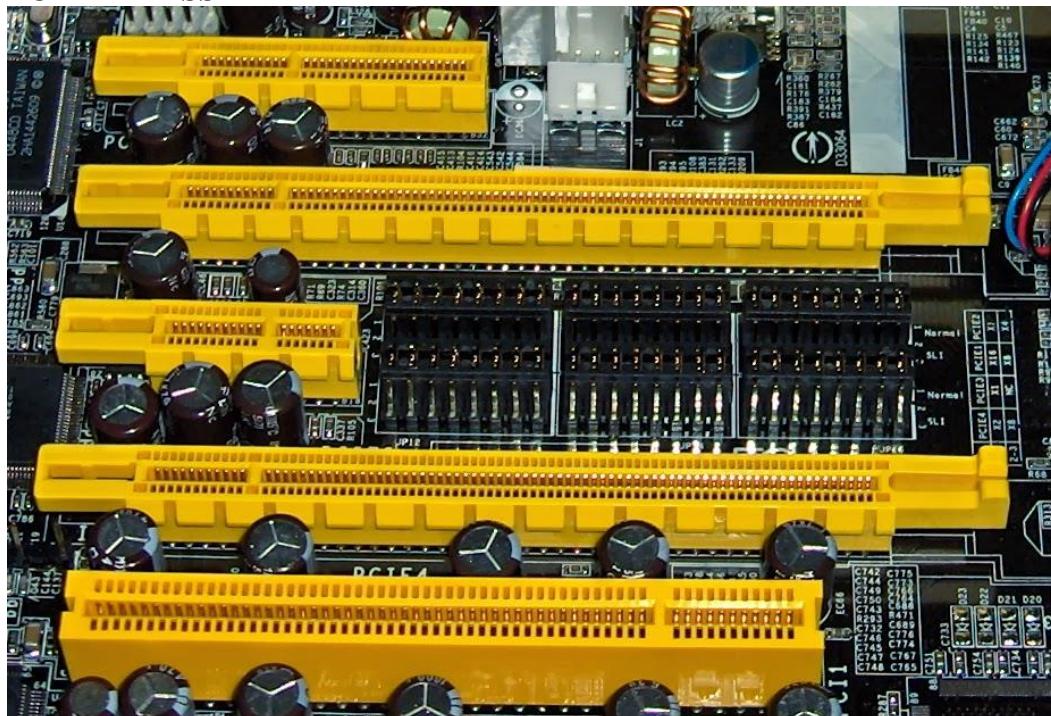


Необходимость передачи видео высокого качества с большой скоростью привела к разработке AGP. Accelerated Graphics Port (AGP) подключается к процессору и работает со скоростью шины процессора. Это значит, что видеосигналы будут намного быстрее передаваться на видеокарту для обработки.

AGP использует оперативную память компьютера для хранения 3D изображений. По сути, это дает видеокарте неограниченный объем видеопамяти. Чтобы ускорить передачу данных Intel разработала

AGP как прямой путь передачи данных в память. Диапазон скоростей передачи - 264 Мбит до 1,5 Гбит.

PCI-EXPRESS



Это модифицированная версия стандарта PCI, которая вышла в 2002 году. Особенность этой шины в том что вместо параллельного подключения всех устройств к шине используется подключение точка-точка, между двумя устройствами. Таких подключений может быть до 16.

Это дает максимальную скорость передачи данных. Также новый стандарт поддерживает горячую замену устройств во время работы компьютера.

PC CARD



Шина Personal Computer Memory Card Industry Association (PCICIA) была создана для стандартизации шин передачи данных в портативных компьютерах.

ШИНА SCSI



Шина SCSI была разработана М. Шугартом и стандартизована в 1986 году. Эта шина используется для подключения различных устройств для хранения данных, таких как жесткие диски, DVD приводы и так далее, а также принтеры и сканеры. Целью этого стандарта было обеспечить единый интерфейс для управления всеми запоминающими устройствами на максимальной скорости.

ШИНА USB



Это стандарт внешней шины, который поддерживает скорость передачи данных до 12 Мбит/сек. Один порт USB (Universal Serial Bus) позволяет подключить до 127 периферийных устройств, таких как мыши, модемы, клавиатуры, и другие устройства USB. Также поддерживается горячее удаление и вставка оборудования. На данный момент существуют такие внешние шины компьютера USB, это USB 1.0, USB 2.0, USB 3.0, USB 3.1 и USB Type-C.

USB 1.0 был выпущен в 1996 году и поддерживал скорость передачи данных до 1,5 Мбит/сек. Стандарт USB 1.1 уже поддерживал скорость 12 Мбит/сек для таких устройств, как жесткие диски.

Более новая спецификация - USB 2.0 появилась в 2002 году. Скорость передачи данных выросла до 480 Мбит/сек, а это в 40 раз быстрее чем раньше.

USB 3.0 появился в 2008 году и поднял стандарт скорости еще выше, теперь данные могут передаваться со скоростью 5 Гбит/сек. Также было увеличено количество устройств, которые можно питать от одного порта. USB 3.1 был выпущен в 2013 и тут уже поддерживалась скорость до 10 Гбит/с. Также для этой версии был разработан компактный разъем Type-C, к которому коннектор может подключаться любой стороной.

Istoria interfețelor magistralelor de extensii utilizate în calculatoarele personale s-a început cu magistrala ISA pe 8 biți utilizată în calculatoarele IBM PC XT. Arhitectura deschisă a acestei magistrale a permis apariția multor plăci de extensie care au lărgit funcțiile de aplicare ale calculatoarelor personale, inclusiv în sistemele automatizate. Odată cu apariția calculatorului IBM PC AT 286 această magistrală a fost lărgită în conformitate cu cerințele calculatorului. În prezent sunt cunoscute următoarele magistrale de extensii: ISA-8; ISA-16; EISA; MCA-16; MCA-32; VLB; PCI; AGP; PCMCIA etc. Locul plasării acestor magistrale în arhitectura calculatorului modern este prezentat în fig. 5.12, iar caracteristicile lor - în tabelul 5.5.

Magistrala ISA Bus (Industry Standard Architecture) utilizată în primele modele de calculatoare personale a devenit standard industrial. În calculatoarele XT se utiliza o magistrală ISA cu ordinul datelor de 8 biți și ordinul adresei de 20 biți. În calculatoarele

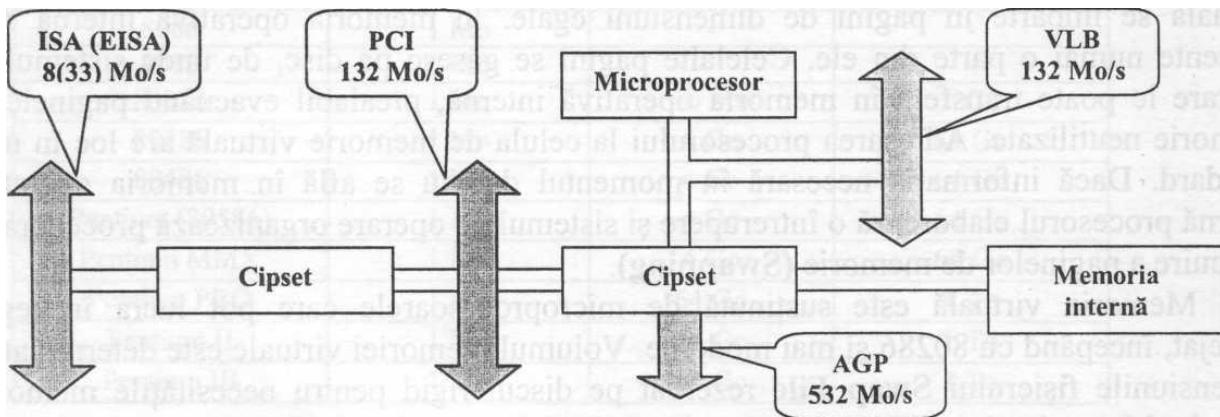


Fig. 5.16. Magistralele de extensie în arhitectura calculatorului personal modern.

AT se utilizează o magistrală ISA cu ordinul datelor de 16 biți și ordinul adresei de 24 biți. Magistrala ISA are două sloturi prezentate în fig. 5.17 cu pasul între pini de 2,54 mm.

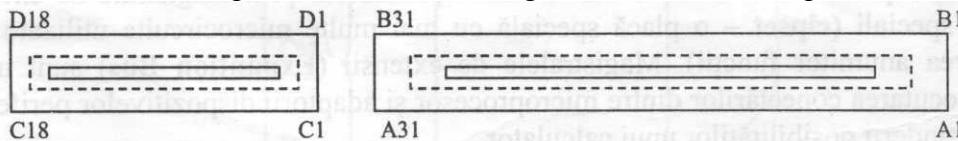


Fig. 5.17. Slotul ISA.

Magistrala ISA-8 folosește rândurile A și B cu 62 pini, iar ISA-16 adăugător rândurile C și D cu 36 pini. Magistrala asigură prezentarea conținutului regiștrilor de 8 sau 16 biți pe spațiul dispozitivelor sistemului intrare/ieșire sau în memorie. Diapazonul adreselor dispozitivelor conectate la magistrală este limitat în intervalul 100H...3FFH sau 758 adrese de 8 biți. Aceste adrese sunt utilizate și de dispozitivele de sistem. Mai târziu a fost aplicată adresarea pe 12 biți în intervalul 100H.. .FFFH.

Abonații magistralei ISA-8 utilizează 6 linii pentru cererile de întrerupere IRQx, 3 canale DMA de 8 biți, iar abonații ISA-16 - 11 linii pentru cererile de întrerupere IRQx, 3 canale DMA de 8 biți și 3 canale DMA de 16 biți. Semnalele canalelor de 16 biți pot fi utilizate și de dispozitivul Bus-Master pentru dirijarea directă cu magistrala. Toate resursele prezentate trebuie repartizate în acest mod, încât să nu genereze conflicte.

Magistrală	Viteză de transfer, Mo/s	Canale DMA	Bus Master	ACFG	Ordinul datelor	Ordinul adresei	Frecvență, MHz
ISA-8	4	3	-	-	8	20	8
ISA-16	8, 16	8	+	-	16	24	8, 16
EISA	33,3	8	+	+	32	32	8,33
MCA-16	16	-	+	+	16	24	10
MCA-32	20	-	+	+	32	32	10
VLB	132	-	+	-	32/64	32	33, 50, 66
PCI	132/264	-	-	+	32/64	32	33, 66
PCIMCIA	-	-	-	+	16	26	33

Lipsa conflictelor pe magistrală presupune:

- fiecare abonat al magistralei este dator să prezinte datele numai cu adresele proprii sau prin adresarea la canalul rezervat DMA;
- regiunile adreselor procedurelor de citire nu se pot interseca;
- abonatul trebuie să mențină linia cererii pentru întreruperi IRQx și linia accesului direct DRQx la nivel jos de tensiune, în stare pasivă, transferul în stare înaltă se face numai pentru activarea cererii;
- abonatul nu are dreptul de a utiliza liniile neutilitate sau rezervate altor abonați. Odată cu apariția microprocesoarelor de 32 biți au fost făcute încercări de a mări ordinul magistralei, însă toate magistralele ISA de 32 biți nu sunt standardizate, cu excepția magistralei EISA.

EISA Bus (Extended ISA) reprezintă o extensie standardizată a magistralei ISA până la 32 biți. Pentru regimurile de lucru ale magistralei EISA se utilizează semnale adăugătoare de dirijare care asigură un transfer mai efectiv de date. În regimul obișnuit de transfer (pe blocuri) în două tacte pot fi transferați 32 biți de date (un tact pentru adresă și un tact pentru date). Productivitatea maximă este realizată de regimul **Burst Mode** - un regim rapid de transfer de date fară indicarea adreselor din interiorul blocului de date. În acest regim datele următoare pot fi transferate în fiecare tact. Dimensiunea blocului poate atinge mărimea de 1024 byte. În regimul DMA magistrala poate asigura o viteză de transfer de 33 Mo/s. EISA este compatibilă cu ISA și adaptorii ultimei. Arbitrajul cererilor este executat de dispozitivul **ISP (Integrated System Peripheral)**. În mod

obligatoriu placa de sistem cu magistrala EISA conține o memorie NVRAM în care se conține informația despre configurația dispozitivelor EISA pentru fiecare slot. Toate schimbările configurației pot fi efectuate numai în regimul de configurare, la ieșirea din care este necesară reîncărcarea calculatorului.

MCA (MicroChannel Arhitecture) - o magistrală cu arhitectură microcanal - a fost introdusă de firma IMB în calculatoarele PS/2 model 50, fiind un act al luptei cu concurenții. Magistrala MCA este absolut incompatibilă cu magistralele ISA/EISA și alți adaptori. Componența semnalelor de dirijare, protocolul și arhitectura sunt orientate pe funcționarea asincronă a magistralei și microprocesorului, ce scoate problema sincronizării vitezelor microprocesorului și dispozitivelor periferice. Adaptorii MCA utilizează pe larg Bus-Master. Toate cererile sunt arbitrate de **CACP (Central Arbitration Control Point)**. MCA susține prioritatea în următoarea consecutivitate: regenerarea; DMA; Bus-Master; microprocesorul (numai după cererea NMI microprocesorul obține imediat toate funcțiile de dirijare). Arhitectura MCA permite configurarea automată soft a dispozitivelor sistemului de calcul (în MCA PS/2 nu există nici un comutator).

Sloturile MCA au pini cu pasul 0,05 țoli. Componența lor pe placă de sistem depinde de modelul calculatorului (vezi fig. 5.18).

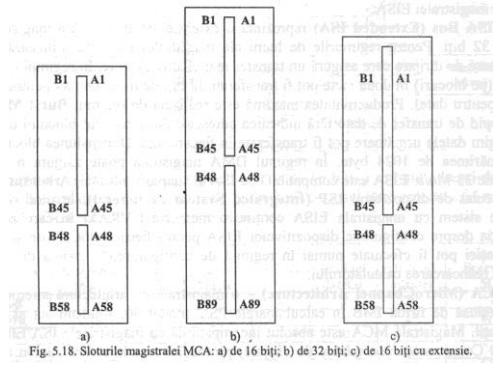


Fig. 5.18. Sloturile magistralei MCA: a) de 16 biți; b) de 32 biți; c) de 16 biți cu extensie.

Slotul de 16 biți (fig. 5.18a) utilizează pinii A1/B1...A45/B45 pentru operații cu date de 8 biți și pinii A48/B48...A58/B58 - de 16 biți. Numerele neindică 46 și 47 reprezintă cheia tuturor sloturilor.

Slotul de 32 biți (fig. 5.18b) are secția a doua extinsă cu pinii A48/B48... A89/B89.

Slotul de 16 biți cu extensie (fig. 5.18c) poate avea o extensie înaintea pinilor A1/B1 din următoarele două posibile: 1) pinii AM1/BM1...AM4/BM4 - pentru plăcile de extensie a memoriei; 2) pinii AV1/BV1... AV10/BV10 - pentru plăcile adaptorilor video.

Magistrala MCA nu a primit o răspândire largă din cauza utilizării ei limitate (numai în PS/2) și incompatibilității cu magistralele ISA.

Magistralele ISA, EISA și MCA au o mică productivitate și nu asigură viteză necesară de transfer de date (mai ales date grafice) pentru microprocesoarele moderne. Problema în cauză a fost rezolvată prin utilizarea magistralei locale a microprocesorului 80486 ca unitate de conectare a periferiei plăcii de sistem (controlerului unităților de disc, adaptorului grafic).

VLB (VESA Local Bus) reprezintă o magistrală standardă locală de 32 biți care susține semnalele magistralei de sistem a microprocesorului 80486 plasate pe sloturi speciale a plăcii de bază. VLB poate fi utilizată și cu microprocesorul 80386. Pentru microprocesoarele Pentium se utilizează VLB 2.0 cu o magistrală de date de 64 biți. VLB lucrează la frecvențele de 33 MHz și 66 MHz. Viteza de transfer maximală a datelor este de 132 Mo/s. VLB se utilizează în special pentru conectarea controlerului unităților de disc, adaptorului grafic și doi adaptorii Bus-Master.

PCI local bus (Peripheral Component Interconnect) este utilizată pentru conectarea dispozitivelor periferice ca intermediator dintre magistrala de sistem a microprocesorului și magistralele intrare/ieșire ISA, EISA și MCA (vezi fig. 5.16). Magistrala PCI a fost elaborată sub sistemele Pentium dar poate fi folosită pentru 80486 sau microprocesoarele nonIntel. Magistrala PCI este sincronă. În fiecare transfer de date participă două dispozitive - inițiatorul transferului (Inițiator sau Master) și receptorul (Target sau Slave). Toate transferările sunt tratate de PCI drept blocuri: fiecare transfer începe cu faza adresei urmată de câteva faze de date. Pentru codurile adreselor și datelor se utilizează liniile comune multiplexate AD. La magistrala PCI pot fi conectate nu mai mult de 4 dispozitive. Sunt utilizate magistrale cu surse de alimentare de 3,3V, 5V sau universale (permis comutarea surselor de alimentare de 3,3V și 5V). Pentru conectarea magistralei PCI la alte magistrale se utilizează dispozitive speciale numite punți PCI (**PCI Bridge**). Puntea principală (**ost Bridge**) este utilizată pentru conectarea magistralei PCI la magistrala de sistem a microprocesorului sau a microprocesoarelor. Puntea secundară (**Peer-to-Peer Bridge**) este utilizată pentru conectarea magistralelor PCI între ele. Pentru conectarea PCI cu ISA/EISA se utilizează punți speciale. Fiecare puncte se programează -se indică intervalul adreselor memoriei și sistemului intrare/ieșire utilizat de abonații magistralei. Calculatoarele dotate cu magistrala PCI pot efectua concomitent schimbul de date dintre procesor - memoria internă și dintre abonații magistralei (**Concurrent PCI Transfer ring**). PCI permite procedura de autoconfigurare a dispozitivelor sistemului de calcul cu mijloacele BIOS și tehnologiei Plug and Play. PCI este una din cele mai populare magistrale (după ISA).

AGP (Accelerated Graphic Port) - portul grafic accelerat, elaborat de firma Intel pe baza magistralei PCI 2.1, este utilizat pentru conectarea adaptorilor grafici. Acest port reprezintă o magistrală de 32 biți și lucrează la frecvență de tactare de 66,66 MHz. AGP se conectează cu procesorul și memoria internă prin cipset. Accelerarea portului este asigurată prin următorii factori:

- executarea operațiilor de adresare la memoria internă în mod consecutiv;
- dublarea datelor transferate;
- demultiplexarea magistralelor de adrese și date.

Executarea operațiilor de adresare la memoria internă în mod consecutiv permite procesorului să organizeze un rând de până la 256 de cereri fară a aștepta răspunsul memoriei interne după fiecare cerere. Dublarea datelor transferate permite realizarea vitezei de transfer de 532 Mo/s la frecvență de tactare de 66,66 MHz și 800 Mo/s la 100 MHz. Demultiplexarea magistralelor de adrese și date permite utilizarea celor 64 linii ale magistralei de date pentru realizarea vitezei maximale de transfer. AGP este susținut de cipseturile procesoarelor Pentium PRO, Pentium II și Pentium III.

AGP este construit special pentru necesitățile acceleratorului grafic, unde se permit două regimuri de lucru: a) regimul DMA; b) regimul de execuție (**Executive Mode**). În regimul DMA acceleratorul grafic socotește tamponul local drept memorie primară. Dacă volumul acestei memorii e mic, atunci datele sunt transferate din memoria centrală internă prin canalul AGP în formă de blocuri mari consecutive. În regimul de execuție pentru accelerarea procesului de transfer a datelor memoria tamponului și memoria centrală internă sunt socotite echivalente și plasate într-un spațiu unic de adrese. În acest regim transferările sunt scurte și aleatorii. Așa regim de lucru se numește **DIME (Direct Memory Execute)**.

Magistrala **PCIMCIA**, numită mai târziu **PC card**, este utilizată de calculatoarele portabile. PC card permite conectarea extensiilor de memorie, modemuri, controlere de disc, adaptorii SCSI, adaptorii de rețea, etc. Magistrala adresează 64 Mo de memorie, lucrează la frecvență de tactare de 33 MHz și este orientată spre configurarea adaptorilor în mod soft Plug and Play (nu are comutatoare).

→ 5.8. Memoria externă

5.8.1. Caracteristicile memoriei externe

Memoria externă este o componentă importantă a calculatorului personal, utilizată pentru păstrarea informației (programelor, datelor, textelor, etc) pe un timp îndelungat. Memoria externă fizic este organizată pe următoarele suporturi de informație:

- disc magnetic flexibil - **FD (Floppy Disk)**;
- disc magnetic rigid - **HD (Hard Disk)**;
- disc magneto-optic - **MOD (Magneto-Optical Disk)**;
- disc optic - **CD (Compact Disk)**;
- banda magnetică.

În prezent se elaborează tehnologii noi de păstrare a informației, cum ar fi tehnologia holografică. Din suporturile vechi de informație (pelicula de film, banda de hârtie perforată) în prezent se mai utilizează banda de hârtie perforată (la strunguri cu dirijare numerică).

Suporturile de informație se plasează sau nu într-un corp special (plic) cu scopul de a mări nivelul protejării de la acțiuni mecanice externe, praf etc. Discul încorporat în plic a primit denumirea de dischetă. Pentru a citi/scrive informația pe suportul dat sunt utilizate dispozitive speciale - unități de memorie externă. De exemplu, pentru a citi/scrive informația pe discul magnetic flexibil se utilizează unitatea de disc flexibil - **FDD (Floppy Disk Drive)**.

În calculatoarele personale sunt utilizate următoarele unități de memorie:

- unitatea de disc magnetic flexibil - **FDD (Floppy Disk Drive)** - informația poate fi scrisă și citită de multe ori;
- unitatea de disc magnetic rigid - **HDD (Hard Disk Drive sau Winchester Drive)** - informația poate fi scrisă și citită de multe ori;
- unitatea de disc optic - **CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory Drive)** - informația poate fi numai citită;
- unitatea de disc optic - **CD-R (Compact Disk-Recordable Drive), CD-WORM (Compact Disk-Write Once, Read Many Drive)** sau **CD-WO (Compact Disk-Write Once Drive)** - informația poate fi scrisă o singură dată și citită de multe ori;

- unitatea de disc optic - **CD-WARM** (**Compact Disk-Write And Read Many times Drive**) - informația poate fi scrisă și citită de multe ori;
 - unitate de disk video - **DVD** (**Digital Video Disk Drive**) - informația poate fi numai citită;
 - unitate de disc magneto-optic - **MOD** (**Magneto-Optical Drive**) - informația poate fi scrisă și citită de multe ori;
 - unitate de memorie externă cu bandă magnetică- informația poate fi scrisă și citită de multe ori.
- Caracteristicile generale ale unităților de memorie externă sunt:
- **capacitatea memoriei (Capacity)**, care se măsoară în Ko, Mo, Go și To;
 - **timpul de acces la memorie (Access Time)** - timpul scurs între momentul solicitării unui bloc de informație și momentul începerii transferului;
 - **viteza de transfer a informației (Transfer Speed, Transfer Rate sau XFER)** -determină productivitatea unității de memorie;
 - **prețul relativ pentru stocarea 1 Mo de informație** (prețul dispozitivului/capacitatea dispozitivului în Mo).

Unitățile memoriei externe pot avea suporturi de informație permanenți sau amovibili. Utilizarea suporturilor amovibile (**Removable Media**) permite stocarea unui volum practic nelimitat de informație, iar dacă suporturile au un standard constructiv și de stocare a informației, atunci poate fi efectuat schimbul de informație dintre calculatoare. Există unități de memorie cu schimb automat al suporturilor de informație: unități de disc **JukeBox**, unități de disc CD-ROM cu câteva discuri optice **CD Changer**. Toate unitățile de memorie externă, utilizate în calculatoarele personale, au o construcție unificată (în afară de unitățile cu gabarite mari și purtători de informație amovibili, bobine cu bandă magnetică). Dimensiunile acestor unități sunt standardizate, în special lățimea și înălțimea, adâncimea este limitată numai de mărimea maximală admisibilă. Primele unități de disc flexibil cu diametrul 5,25", utilizate în calculatoarele personale, aveau dimensiunile panoului din față 146,1x82,6 mm (5,75"x3,25") și adâncimea 203 mm (8") numit format **-5" Full-Height Form-Factor**. În rezent unitățile de memorie au înălțimea 41,4 mm sau formatul standard **5" Half-Height** utilizat pentru majoritatea suporturilor de memorie: unități de disc magnetic flexibil cu diametrul 5,25"; unități de disc rigid; unități CD-ROM; etc. Unitățile de disc magnetic flexibil cu diametrul 3,5" au lățimea și înălțimea 101,6x25,4 mm, iar adâncimea 146 mm. Pentru calculatoarele portabile se utilizează formatul 2,75" cu dimensiunile 70,1x12,7x100,5 mm (2,76"x0,5"x3,95") și formatul 1,8".

Sunt standardizați și conectorii sursei de alimentare (vezi fig. 5.19). Tensiunea de +5V alimentează schemele electrice, iar de +12V - motoarele (în unele unități de memorie și motoarele sunt alimentate cu tensiunea de +5V). Unitățile de memorie externe pot fi asate în interiorul blocului central sau în afara lui. În ultimul caz este necesar un bloc dealimentare adăugător.

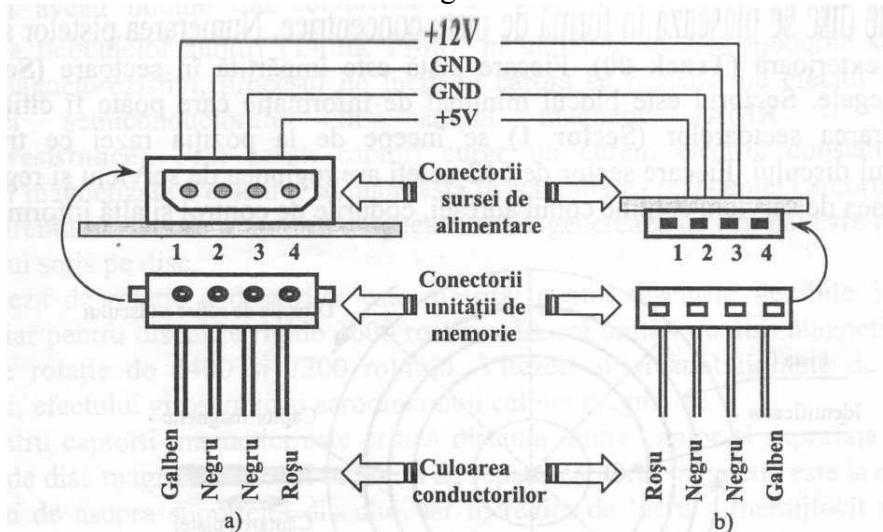


Fig 5.19. Conectorii sursei de alimentare: a) pentru formatul 5"; b) pentru formatul 3".

În tabelul 5.6 sunt prezentate caracteristicile principale ale celor mai răspândite unități de memorie.

Tabelul 5.6. Unitățile de memorie externă standarde.

Unitatea de memorie	Tipul discului	Capacitatea	Timpul de acces, ms	Viteza de transfer, Mo/s	Prețul 1 Mo de informație (\$)
FDD	5"	360 Ko	100	0,027	-
FDD	5"	1,2 Mo	100	0,045	0,6
FDD	3,5"	1,44 Mo	100	0,055	0,3
HDD	ST-506	5...230 Mo	25...100	0,08...0,75	0,1
HDD	ESDI	20...400 Mo	10...60	0,2...1,0	0,07
HDD	IDE	20 Mo...1 Go	7,5...40	0,2...2,5	0,05
HDD	SCSI	40 Mo...8 Go	7,5...40	0,2...2,0	0,02
CD-ROM 1-x		650 Mo	240...500	0,15	< 0,01
CD-ROM 4-x		650 Mo	240	0,6	< 0,01
CD-ROM 4-x		780 Mo	200	0,7	< 0,01
CD-ROM 12-x		780 Mo	120	1,2	< 0,01
CD-ROM 24-x		780 Mo	120	3,0	< 0,01
MOD	3,5"	230 Mo	50	0,6...2,0	0,035
MOD	3,5"	640 Mo	50	0,6...2,0	0,03
MOD	5"	4,6 Go	30	0,6...4,0	0,02
PD/CD		650 Mo	165	0,5...1,1	0,09
CD-R		680 Mo	350	0,15...0,6	0,01

5.8.2. Componentele unităților de disc

Calculatoarele personale utilizează în special discurile (dischetele) și unitățile de disc drept dispozitive ale memoriei externe. Indiferent de natura fizică a suporturilor și metodelor de citire/scriere a informației unitățile de disc au drept bază două mecanisme: mecanismul de rotire a discului și mecanismul citire/scriere pe disc (vezi fig. 5.20).

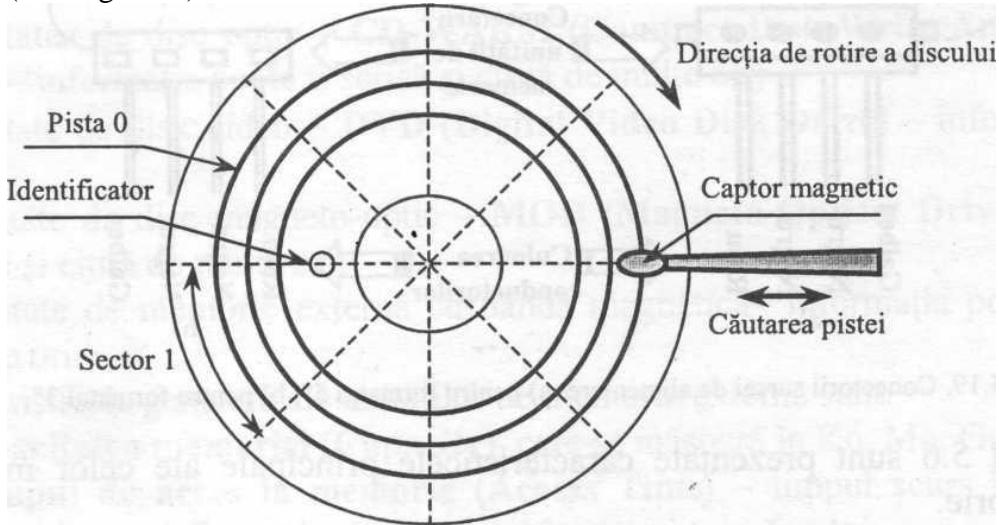


Fig. 5.20. Mecanismul principal al unității de disc.

Stratul suportului de informație - magnetic, optic sau oricare altul - este depus pe una sau două suprafete ale discurilor. Discurile sunt rotite de un motor (**Spindel Motor**), care asigură o viteză constantă în regimul de lucru.

Identifierul discului este utilizat pentru notarea începutului fiecărei rotații. Informația pe disc se plasează în formă de piste concentrice. Numerarea pistelor se începe de la pista exterioară (**Track 00**). Fiecare pistă este împărțită în sectoare (**Sector**) de dimensiuni egale. Sectorul este blocul minimal de informație care poate fi citit/scris pe disc. Numerarea sectoarelor (**Sector 1**) se începe de la poziția razei ce trece prin identifierul discului. Fiecare sector de 512 octeți are regiunea de serviciu și regiunea de date. Regiunea de serviciu conține codul adresei, codurile de control și altă informație.

Dacă pe axa motorului se află mai multe discuri, atunci mulțimea de piste cu același număr ale discurilor formează un cilindru. Fiecărei suprafețe de lucru i se acordă un captor (**Head**) care asigură înscriserea (dacă permite unitatea de disc) și citirea informației de pe disc. Numerarea captorilor Head se începe de la zero. Pentru a efectua o operație elementară de transfer a informației (citirea sau scrierea) discul trebuie să se rotească cu o viteză constantă și captorul să fie plasat deasupra pistei și sectorului necesar. Pentru citirea/scrierea informației pe disc se utilizează diferite metode de modulare în fază sau frecvență, care permit codificarea și decodificarea informației binare în corespondere cu natura fizică a suportului de informație. Controllerul unității de memorie efectuează compunerea și decompunerea blocurilor de informație (ale sectoarelor sau piste întregi), inclusiv formează codurile de control, execută procesul modulare/demodulare a semnalelor și dirijază toate mecanismele unității de memorie.

Acestea sunt, în plan general, elementele principale de lucru a unei unități de disc.

5.8.2.1. Componentele unităților de disc magnetic

Plăcile (**Platter**) de disc pot fi flexibile sau rigide. Discurile flexibile se fac din mylar sau lavsan, iar discurile rigide - de obicei din aluminiu. Pe suprafețele discului se depune o substanță magnetică bazată pe oxidul de fier. Densitatea accesibilă de înscrisere a informației pe disc depinde de calitatea substanței magnetice (de puterea coercitivă, dimensiunea particulelor de oxid). Viabilitatea stratului magnetic este determinată de rezistența la acțiuni mecanice. Cea mai mare densitate de înscrisere a informației se obține prin utilizarea suportului metalic - **Plated Media**.

Tradițional, pentru citirea/scrierea informației se utilizează captorul magnetic. În procesul înscriserii se magnetizează stratul magnetic al discului în corespondere cu direcția curentului din bobina capului magnetic. În procesul de citire în bobina captorului magnetic se induc pulsuri de f.e.m., polaritatea cărora este determinată de direcția magnetizării stratului magnetic. Semnalul induș în captorul magnetic reprezintă derivata semnalului scris pe disc. Aceasta se ia în considerație la alegerea metodei de modulare. Primii captori magnetici aveau bobine din conductoare, ei fiind înlocuiți de captori construiți în tehnologia peliculelor subțiri (**Thin Film**). În unitățile de disc moderne se utilizează captori magnetoresistivi, procesul de lucru al cărora se bazează pe efectul anizotropiei rezistenței semiconductorului în câmpul magnetic (**AMR - anisotropic magnetoresistance**). Prin acești captori curge un curent electric constant. Acțiunea suprafeței magnetizate a discului se manifestă în schimbarea rezistenței captorului și a valorii curentului electric. Captorul magnetoresistiv generează un semnal care repetă forma semnalului scris pe disc.

Viteza de rotație a discurilor este diferită: pentru discurile flexibile 300 sau 360 rot/min, iar pentru discurile rigide 3600 rot/min. Există unități de disc magnetic rigid cu o viteză de rotație de 5400 și 7200 rot/min. Vitezele mari sunt limitate de problemele balansării, efectului giroscopic și aerodinamicii celulei magnetice.

Pentru captorii magnetici este critică distanța dintre captor și suprafața discului. În unitățile de disc magnetic flexibil în regim de repaus captorul magnetic este la o distanță de 3...5 mm deasupra suprafeței discului, iar în regim de lucru - nemijlocit pe suprafața discului. Contactul direct dintre captorul magnetic și suprafața discului se admite numai la viteze de rotație relativ mici. În unitățile de disc magnetic cu viteze mari de rotație captorul în regim de lucru este poziționat la o distanță microscopică de la suprafața discului de forță aerodinamică. "Cădere" captorului magnetic pe suprafața discului duce la distrugerea captorului și discului. Deplasarea captorului magnetic în primele unități de disc se efectua cu motoare speciale "pas cu pas". În unitățile de disc moderne deplasarea captorului magnetic este executată de o bobină cu curent variabil în cîmp magnetic constant. Mișcarea captorului poate fi radială sau unghiulară (vezi fig. 5.21).

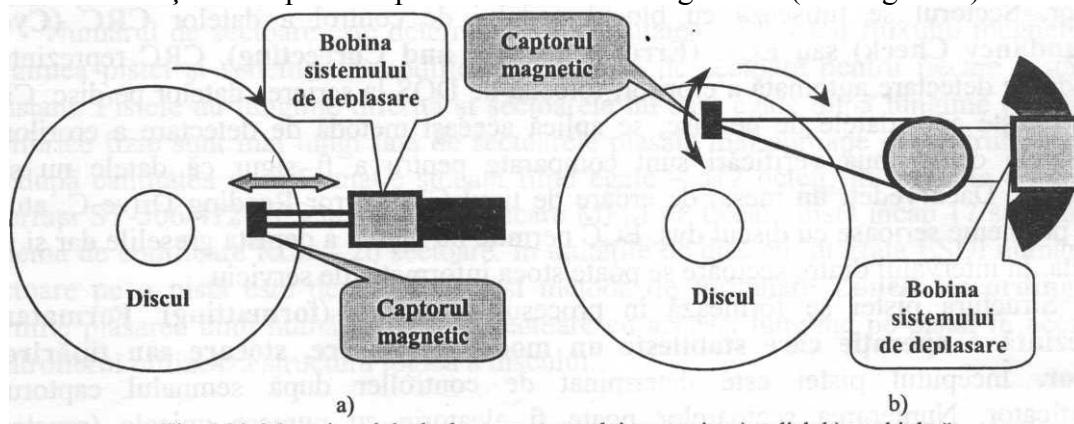


Fig. 5.21. Mecanismul de deplasare a captorului magnetic: a) radial; b) unghiulară.

Toată partea electromecanică pe scurt se notează **HDA (Head Disk Assembly)**. În afară de partea electromecanică unitatea de disc are un bloc electronic pentru dirijarea cu motorul, sistemul de deplasare a captorului magnetic și deservirea circulației semnalelor citire/scriere prin captorul magnetic. Acest dispozitiv se numește **controller**. În blocul electronic al unității de disc flexibil sunt montate numai schemele de dirijare cu motorul, amplificatoarele semnalelor citire/scriere, captorul indicatorului și alte dispozitive, iar controllerul este montat pe placa adaptorului sau pe placa de bază. În unitățile de disc rigid cu interfețele ST506/412 și ESDI controllerul tot este instalat aparte, iar în unitățile de disc rigid moderne cu interfețele ATA și SCSI controllerul este instalat împreună cu HDA.

5.8.2.2. Stocarea informației pe suporturile magnetice

Pentru a scrie informația pe un disc magnetic este necesar de format un cod consecutiv care include și semnalele de sincronizare. În afară de aceasta trebuie de luat în considerație proprietățile magnetice ale suportului de informație, construcția captorului magnetic, viteza de rotație, distanța dintre captorul magnetic și stratul de pe suprafața discului, care determină densitatea schimbării stărilor accesibile de magnetizare (Flux Density). Această densitate se măsoară în numărul de zone cu stări diferite de magnetizare pe un țol al lungimei pistei - FCI (Flux Changes per Inch) și în unitățile de disc moderne atinge valoarea de zeci de mii. Pentru înscrierea informației pe disc se utilizează diferite scheme de codificare (Data Encoding Scheme). În primele modele de unități de disc se utiliza modularea în frecvență FM (Frequency Modulation) înlocuită mai târziu de modularea în frecvență modificată MFM (Modified Frequency Modulation). Ambele metode de modulare prezintă scheme de codificare câte un bit. Schema de codificare mai efectivă RLL (Run Length Limited) poate codifica grupuri de biți. În prezent se utilizează tehnologia PRML (Partial Response Maximum Likelihood) care constă din următoarele componente: PR (Partial Response) - digitizarea semnalului analogic elaborat de captorul magnetic, scrierea consecutivităților de numere într-un tampon și filtrarea numerică a semnalului scris; ML (Maximum Likelihood) înseamnă că fragmentele de numere obținute se tratează drept grupuri codificate de biți.

După cum a fost menționat citirea/scrierea pe disc se face pe sectoare. Fiecare sector are o anumită structură (format) compusă din blocul identificator urmat de blocul de date și blocul codului de control. În blocul identificator se află numărul pistei (cilindrului), numărul captorului magnetic și a sectorului. Tot aici găsim semnul despre defectarea sectorului. Blocul identificator poate fi numai citit. Între blocul identificator și blocul de date există un mic spațiu liber necesar sistemului electromecanic al unității de disc pentru a comuta captorul magnetic din regimul de citire a blocului identificator în regim de scriere a datelor. Sectorul se finisează cu blocul codului de control a datelor CRC (Cyclic Redundancy Check) sau ECC (Error Checking and Correcting). CRC reprezintă o metodă de detectare automată a erorilor, folosită de DOS la scrierea datelor pe disc. Când TOS citește apoi datele de pe disc, se aplică aceeași metodă de detectare a erorilor și rezultatele celor două verificări sunt comparate pentru a fi sigur că datele nu s-au modificat. Dacă veДЕti un mesaj de eroare de tipul CRC Error Reading Drive C, atunci aveți probleme serioase cu discul dvs. ECC permite nu numai a depista greșelile dar și a le corecta. În intervalul dintre sectoare se poate stoca informația de serviciu.

Structura pistei se formează în procesul formatării (formatting). Formatarea reprezintă o operație care stabilește un model de afișare, stocare sau tipărire a datelor. Începutul pistei este determinat de controller după semnalul captorului identificator. Numerarea sectoarelor poate fi aleatorie cu numere unice (repetarea numerelor cu aceeași valoare e interzisă). În procesul de citire a datelor sectorul este căutat după identificator. Dacă după o rotație sau mai multe rotații a discului sectorul cu numărul dat nu este depistat controllerul semnalează greșeala "sectorul nu este găsit" - Sector Not Found.

Intervalul de timp necesar pentru executarea unei operații de transfer a datelor se compune din timpul folosit pentru depistarea cilindrului/pistei (Seek Time), din timpul utilizat pentru procedura plasării sectorului depistat sub captorul magnetic (Latency Time) și din intervalul de timp necesar pentru efectuarea schimbului de informație dintre sector și controller apoi dintre controller și memoria internă centrală. În timpul operațiilor obișnuite de scriere datele de pe un disc pot deveni fragmentate astfel încât părțile unui fișier sunt scrise în diverse părți ale discului. Aceasta duce la micșorarea vitezei de transfer a datelor în procesul citirii. Pentru a exclude fragmentarea se utilizează o procedură, numită defragmentare, în care toate fișierele de pe un disc sunt rescrise pe același disc astfel încât părțile unui fișier sunt scrise pe sectoare continue. În urma acestei proceduri intervalul de timp necesar pentru executarea unei operații de transfer se micșorează cu 75%.

Viteza de transfer poate fi majorată și printr-o aranjare specială a sectoarelor. Vom analiza cazul citirii unui bloc mare de date plasat pe câteva piste. În cazul cel mai simplu sectoarele unei piste sunt numerotate consecutiv. După ce un sector a trecut sub captorul magnetic și datele lui au fost transmise în controller, care le

verifică conform codului de control, ele sunt transmise în memoria internă. După analiza stării îndeplinirii operației controllerul primește comanda de a citi sectorul următor, ultimul dovedind să se deplaseze destul de departe de captorul magnetic. În acest caz controllerul trebuie să aștepte aproape o rotație de disc până ce sectorul dat se va apropia de captorul magnetic. Ieșirea din această situație este utilizarea sectoarelor intercalate numerotarea cărora se deosebește de numerotarea consecutivă (vezi fig. 5.22).

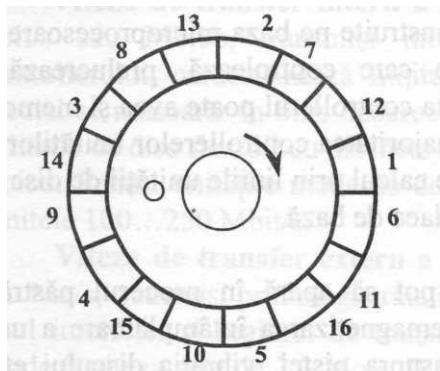


Fig. 5.22. O pistă de sectoare cu factorul de intercalare 3:1.

Numărul de sectoare este determinat de densitatea schimbării fluxului magnetic, de lungimea pistei și schemei de codificare. Numărul de sectoare pentru fiecare pistă este constant. Pistele au lungime diferită și sectoarele nu sunt egale după lungime (sectoarele periferice fizic sunt mai lungi față de sectoarele plasate mai aproape de centrul discului), iar după cantitatea de informație stocată fiind egale - 512 octeți. În unitățile de disc cu interfața ST-506/412 cu schema de codificare MFM pe fiecare pistă încap 17 sectoare, cu schema de codificare RLL - 26 sectoare. În unitățile de disc cu interfața ESDI numărul de sectoare pe o pistă este de 80. Există și metoda de formatare **Zoned Recording** care permite plasarea unui număr diferit de sectoare cu aceeași lungime pe pistă. În acest caz controllerul utilizează structura logică a discului.

5.8.2.3. Formatarea la nivel inferior

Formatarea la nivel inferior a discurilor **LLF (Low Level Formatting)**, uneori numită și formatare fizică, reprezintă o procedură de elaborare a structurei sectoarelor și verificării corectitudinei acestei structuri, care se efectuează pentru fiecare disc înainte de utilizarea lui în calitate de suport de informație.

În procesul elaborării structurii sectoarelor are loc împărțirea pistelor în sectoare și formarea pe fiecare sector a blocului indicator, blocului de date și blocului codului de control. În procesul verificării se inițiază procedura de citire a fiecărui sector. Sectoarele cu defect, depistate în procesul verificării, sunt notate în blocul indicator. Pista poate fi formatată numai în întregime.

Pentru discurile magnetice flexibile și rigide procedura de formatare LLF este o parte componentă a utilitarei **FORMAT**. În procesul formatării LLF informația scrisă mai înainte pe disc dispare.

5.8.2.4. Controllerele unităților de disc

Controllerele unităților de disc moderne sunt construite pe baza microprocesoarelor, în componența controllerului intră microcircuitele care controlează, prelucrează și elaborează semnalele blocului HDA. În afară de aceasta controllerul poate avea și memorie Cache cu o capacitate de sute Ko. Până nu de mult, majoritatea controllerelor unităților de disc prezintau niște plăci ce se conectau în sistemul de calcul prin liniile unității de disc. În prezent controllerele unităților de disc se plasează pe placa de bază.

Controllerul servește pentru:

- depistarea și îndreptarea greșelilor care pot să apară în procesul păstrării informației pe disc (defectarea suprafeței discului, remagnetizarea întâmplătoare a unui sector, poziționarea greșită a celulei magnetice de asupra pistei, vibrația discului etc): depistarea și îndreptarea greșelilor se îndeplinește cu ajutorul codurilor CRC și ECC;

- înlocuirea sectoarelor defectate cu sectoare din rezervă fară defecte și deplasarea tuturor datelor scrise în sectoare noi prin utilizarea tehnologiei **DSS (Defective Sector Slipping)**;

- corectarea periodică a poziției celulei magnetice de asupra pistei în principal din cauza variației temperaturii mediului înconjurător (procesul calibrării termice **Thermal Calibration** este inițializat automat); în procesul calibrării termice accesul la date este interzis;

- inițializarea procedurei **Sweeping** sau nivelarea gradului de uzură a suprafeței discului;

- inițializarea procedurei de citire în avans (**Read Ahead**) a datelor stocate după cele cerute de microprocesor de pe un sector sau de pe întreaga pistă și introducerea lor în memoria Cache pentru a le transmite apoi memoriei interne centrale fară reținere (**Zero Latency**): astă procedură este susținută de sistemul de comenzi a interfeței **SCSI (Small Computer System Interface)**;

- prognozarea defectelor posibile din cauza schimbării unor parametri mecanici sau electrici a unității de disc cu ajutorul tehnologiei **S.M.A.R.T. (Self-Monitoring , Analysis and Reporting Technology** - tehnologia de automonitoring, analiză și semnalizare elaborată de firma Seagate).

5.8.2.5. Parametrii unităților de disc

Unitățile de disc se caracterizează prin următorii parametri: capacitatea de memorie formatată; interfață; viteza de transfer intern a datelor; viteza de transfer extern a datelor; timpul de trecere pe pista următoare; timpul mediu de depistare; timpul maximal de depistare; viteza de rotație a discului; timpul mediu de așteptare a sectorului; de organizare și configurare; fiabilitatea și integritatea; parametrii fizici; puterea consumată; condițiile de exploatare și păstrare.

Capacitatea de memorie formatată (Formatted Capacity) reprezintă volumul informației utile stocate sau suma blocurilor de date ale tuturor sectoarelor accesibile. Capacitatea neformatată (**Unformatted Capacity**) reprezintă numărul maximal de biți, scriși pe toate pistele, inclusiv informația de serviciu (blocurile identificatorului, codurile de control). Raportul dintre capacitatea formatată și neformatată este determinat de formatul pistei. Interesul practic pentru un utilizator reprezintă numai capacitatea formatată a memoriei indicată pentru un sector standard de 512 Ko.

Interfața (Interface) determină metoda conectării unității de disc cu sistemul de calcul. Pentru unitățile de disc cu controller intern se utilizează interfețele ATA (se mai numește și IDE), și SCSI. Unitățile de disc flexibil cu controlere externe au interfețe proprii. Unitățile vechi de disc rigid aveau interfețele ST-506/412 și ESDI.

Viteza de transfer intern a datelor (Internal Transfer Rate), măsurată în bit/s, Kbit/s sau Mbit/s, transmiși între suportul de informație și memoria tampon a controllerului, caracterizează limita fizică a productivității unității de disc. Aici viteza specială se măsoară în bit/s deoarece se socot numai biții utili a blocurilor de date. Pentru unitățile de disc flexibil cu dischete de 1,2 Mo sau 1,44 Mo viteza internă este egală cu 500 Kbit/s. Pentru unitățile moderne de disc rigid viteza de transfer intern a datelor este în limitele 250 Mbit/s.

Viteza de transfer extern a datelor (External Transfer Rate), măsurată în Ko/s sau Mo/s, transmiși prin magistrala interfeței externe, depinde de electronica controllerului, tipul interfeței și regimul de transfer. Pentru interfața ATA în regimul de transfer PIO Mode 0 viteza este de 3,3 Mo/s, PIO Mode 4 - 16,6 Mo/s, Ultra-DMA - 33 Mo/s. Pentru magistrala SCSI avem viteze de 5, 10, 20 sau 40 Mo/s, iar pentru un canal optic > 100 Mo/s.

Timpul de trecere pe pista următoare (Track-to-Track Seek), măsurat în ms, caracterizează viteza de lucru a sistemei poziționării captorului magnetic citire/scriere. Pentru unitățile moderne de disc rigid timpul de trecere pe pista următoare este 0,4...2 ms (în procesul scrierii acest timp este puțin mai mare decât în procesul citirii).

Timpul mediu de depistare (Average Seek Time) este determinat de numărul adresărilor la pistele (cilindrii) aleatorii și pentru unitățile de disc rigid este de 8... 10 s. Timpul mediu de depistare crește cu mărirea capacitații purtătorului de informație.

Timpul maximal de depistare (Maximum Seek Time) este aproape de două ori mai mare față de timpul mediu de depistare și se referă la cele mai lungi treceri dintre pistele (cilindrii) marginale a captorului magnetic de citire/scriere.

Viteza de rotație a discului (Spindle Speed) se măsoară în rot/min sau rpm (**RPM - Rotates Per Minutes**) permite caracterizarea productivității unității de disc. Pentru unitățile de disc rigid viteza de rotație a discurilor poate fi de 3600, 5400 sau 7200 rpm, iar pentru unitățile de disc flexibil de 10 ori mai mică.

Timpul mediu de așteptare a sectorului (Average Latency) la o singură adresare este de 4...8 ms. Controlerile moderne pot micșora acest timp aproape la zero (**Zero Latency**), citind informația de pe întreaga pistă fără a aștepta o nouă instrucțiune.

Parametrii de organizare și configurare sunt:

- **numărul discurilor fizice (Disks) sau suprafetelor de lucru (Data Surfaces)** utilizate pentru stocarea datelor;

- **numărul captorilor magnetici citire/scriere (Read/Write Heads);**

- **numărul cilindrilor fizici (Cylinders);**

- **capacitatea sectorului (Bytes Per Sector)** - este standard - 512 octeți;

- **repartizarea indicilor de serviciu (Servo Head)** poate fi organizată pe suprafața dedicată (**Dedicated Servo**), pe suprafața de lucru (**Embedded Servo**) sau hibridă (**Hybrid Servo**);

- metoda codificare/decodificare a datelor (**Recording Method** sau **Data Encoding Scheme**) poate fi MFM - Modified Frequency Modulation (FM - Frequency Modulation a fost utilizată un timp scurt), RLL - Run Length Limited (ARLL - Advanced RLL) și una din cele mai progresive PRML - Partial Response Maximum Likelihood.

Pentru unitățile de disc cu controlere interne ATA organizarea fizică este marcată de **configurația logică** - prin **numărul logic al cilindrilor, captorilor de citire/scriere și sectoarelor (Logical Cylinders, Heads Sectors)**. Acești parametri pot fi diferiți de parametrii fizici respectivi, este important numai ca numărul total de sectoare obținut prin înmulțirea acestor trei parametri să nu întreacă numărul real de sectoare a tuturor suprafeteelor de lucru. Controlerile unităților de disc cu interfețele SCSI și ATA utilizează **adresarea logică liniară LBA (Logical Block Addressing)** a sectoarelor.

Fiabilitatea dispozitivului (Reliability) și integritatea datelor stocate (Data Integrity) sunt caracterizate de următorii parametri:

- **timpul mediu de funcționare MTBF (Mean Time Before Failure)** reprezintă media statistică a timpilor de funcționare între începutul vieții unei componente și prima sa defecțiune electronică sau mecanică și se măsoară în sute de mii de ore (100 000 ore > 10 ani)

- **termenul de garanție** pentru unitățile de disc rigid este de 3...5 ani;

- **probabilitatea apariției greșelilor nerezolvabile ale procesului de citire (Nonrecoverable Read Errors per Bits Read)** pentru unitățile de disc rigid este de ordinul unei greșeli pentru 10^{14} biți citiți (odată în 115 zile poate apărea o greșală nerezolvabilă);

- **probabilitatea apariției* greșelilor rezolvabile ale procesului de citire (Recoverable Read Errors per Bits Read)** pentru unitățile de disc rigid este de ordinul unei greșeli pentru 10^{11} biți citiți sau greșala poate apărea în fiecare oră, ce aduce dificultăți serioase în lucrul sistemului de calcul (pentru corectarea greșelilor rezolvabile în regim automat se utilizează codul de control ECC),

- **probabilitatea apariției greșelilor procesului de depistare a sectorului necesar (Seek Errors per seek)** caracterizează calitatea sistemului electromecanic al unității de disc (pentru unitățile de disc rigid mărimea acestui parametru este de ordinul unei greșeli la 10^8 operații de depistare și nu are mare influență asupra productivității sistemului de calcul).

Parametrii fizici includ lățimea (**Width**), înălțimea (**Heigth**) și adâncimea (**Depth**) corpului unității de disc care se măsoară în țoli (inches) sau mm, și masa dispozitivului, măsurată în funți (**lb**) sau kilograme.

Puterea consumată este determinată de curenții nominali pentru tensiunile de +5V și +12V.

Condițiile de exploatare și păstrare determină intervalele de temperaturi, presiunii atmosferice, umiditate și puterea accesibilă a loviturilor. Evident, condițiile de exploatare (**Operating Conditions**) sunt mai rigide față de condițiile de păstrare (**Non-Operating Conditions**).

5.8.3. Componentele memoriei externe cu discuri magnetice flexibile

Unitățile de stocare a informației cu disc magnetic flexibil (**FDD - Flexible** sau **Floppy Disk Drive**) au început să fie utilizate odată cu apariția primelor calculatoare personale. În comparație cu alte componente a calculatorului aceste dispozitive nu au progresat esențial - dimensiunea dischetei s-a micșorat de două ori, iar capacitatea memoriei stocate a crescut numai de 10 ori. Dischetele sunt utilizate pentru transferul operativ sau păstrarea informației.

Primele unități de disc utilizau dischete cu diametrul discului de 5,25" (133 mm) și 40 de piste pe suprafața de lucru împachetate în plicuri de hârtie pentru a mări rigiditatea și pentru a le proteja de acțiuni mecanice (deformații) și praf. Mai târziu au apărut discuri cu 80 de piste pe o suprafață de lucru. Discurile aveau una **SS (Single Side)** sau două **DS (Double Side)** suprafețe de lucru, iar unitățile de disc, respectiv, unul sau două capuri magnetice. Unitățile de disc și dischetele cu o suprafață de lucru foarte repede au fost date uitării. După numărul de sectoare plasate pe o pistă dischetele de 5,25" se împart în dischete cu densitate normală (9 sectoare pe o pistă - 360 Ko pe disc) și dischete cu densitate înaltă (15 sectoare pe o pistă - 1,2 Mo pe disc). În prezent dischetele de 5,25" se utilizează tot mai puțin.

Dischetele cu diametrul discului 3,5" (90 mm) au apărut odată cu calculatoarele IBM PC AT. Discurile acestor dischete sunt împachetate în plicuri de plastic (vezi fig. 5.23b) și au 80 de piste pe o suprafață de lucru. După numărul de sectoare plasate pe o pistă dischetele de 3,5" se împart în trei categorii: 9 sectoare pe o pistă - 720 Ko pe disc; 18 sectoare pe o pistă - 1,44 Mo pe disc; 36 sectoare pe o pistă - 2,88 Mo pe disc. După densitate deosebim următoarele tipuri de dischete:

-**SD (Single Density)** - densitate unitară (nu se mai utilizează);

-**DD (Double Density)** - dublă densitate (dischete standarde de 360 Ko);

- QD (Quadr Density)** - dublă densitate cu numărul de piste dublat (720 Ko);
- HD (High Density)** - densitate înaltă (dischete standarde de 1,2 Mo și 1,44 Mo);
- ED (Extra-High Density)** - densitate supraînaltă (2,88 Mo).

Discurile sunt caracterizate de numărul de piste pe o suprafață de lucru sau de numărul de piste pe un țol **TPI (Track Per Inch)**. În tabelul 5.7. sunt prezentate parametrii dischetelor utilizate în calculatoarele personale.

Dischetele au un orificiu pentru protecție la scriere **WP (Write Protection)**. Controllerul unității de disc 5,25" nu va scrie pe disc dacă orificiul WP va fi acoperit cu un lipici netransparent. Pentru dischetelor de 3,5" controllerul nu va scrie pe disc dacă orificiul WP va fi deschis (invers față de cazul dischetelor 5,25").

Tabelul 5.7. Parametrii dischetelor.

Dimensiunea și tipul	Capacitatea	Feețe	Piste pe față	TPI, piste/inch	Sectoare pe pistă	Octeți pe sector	Parametrii comenzii DOS FORMAT
5,25" DD	360 Ko	2	40	48	9	512	/T:40/N9
5,25" HD	1,2 Mo	2	80	96	15	512	/T:80/N15
3,5" DD	720 Ko	2	80	135	9	512	/T:80/N9
3,5" HD	1,44 Mo	2	80	135	18	512	/T:80/N18
3,5" ED	2,88 Mo	2	80	135	36	512	/T:80/N36

Dischetele sunt critice la acțiunea câmpurilor magnetice puternice, temperaturilor înalte sau joase. În regimul îndelungat de păstrare unele sectoare a discului se pot remagnetiza de sine stătător ce aduce la pierderea unei părți a informației. Pentru a evita pierderea informației se recomandă de a efectua uneori procedura de "reînnoire" - de scris informația pe alt suport, de formatat discul după programul deplin, inclusiv LLF, și apoi de scris informația necesară.

Citirea/scrierea informației pe discurile magnetice flexibile se execută prin intermediul unităților de disc.

Unitățile de disc sunt conectate la controller prin intermediul unei magistrale speciale universale care are un fragment inversat din 7 conductoare cu numerele 10... 16 (vezi fig. 5.25). Acest fragment inversat permite conectarea unităților de disc A și B prin aceeași magistrală.

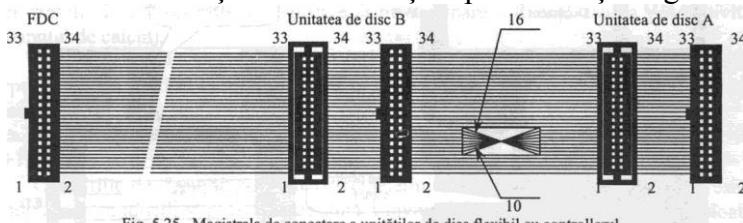


Fig. 5.25. Magistrala de conectare a unităților de disc flexibil cu controllerul.

Pentru a instala unitatea de disc în regim de lucru este necesar de a porni motorul cu semnalul **Motor On** și de ales unitatea de disc cu semnalul **Drive Sel**. Controllerul unității de disc flexibil și magistrala de conectare, utilizate în calculatoarele personale, permit pornirea motorului și adresarea unității de disc A: cu semnalele **Motor On 0** și **Drive Sel 0**, iar pornirea motorului și adresarea unității de disc B: cu semnalele **Motor On 1** și **Drive Sel 1**. Corectitudinea configurației și conectării unităților de disc se poate ușor controla în procesul primei adresări la disc. Dacă adresarea la disc nu este interzisă de opțiunile BIOS Setup, atunci se va aprinde pe o clipă la început indicatorul unității A: apoi indicatorul unității B:. Dacă indicatoarele ard continuu, atunci conexiunile magistrale sunt inverse. Dacă ambele indicatoare se aprind și se sting sincron, atunci unitățile de disc au aceleași adrese. Tipurile unităților de disc utilizate sunt indicate de opțiile standarde BIOS Setup și se păstrează în memoria configurației **CMOS (CMOS Memory)**. Instalarea unui tip de unitate de disc necunoscut aduce la adresări greșite la disc.

(Compact Disc-Magneto Optical) anunțate în 1990, și **CD-ROM/XA (Compact Disc-Read Only Memory/Extended Architecture)** în 1998.

În septembrie 1995 a fost elaborată tehnologia **DVD (Digital Video Disc sau Digital Versatile Disc)**.

Specificațiile diferitelor standarde de compact discuri alcătuiesc așa-numitele "cărți colorate".

Red Book - "Cartea roșie" - descrie formatul discurilor audio obișnuite sau **CD-DA (Compact Disc - Digital Audio)** și conține specificațiile stocării sunetului stereo de înaltă calitate în format digital. Acest standard a fost creat de către compania Sony împreună cu Philips în 1982 și stă la baza multor alte standarde CD. Un disc CD-DA poate conține până la 74 de minute de sunet stereo utilizând metoda de compresie PCM (Pulse Coded Modulation) pentru a comprima două canale stereo într-un spațiu de peste 600 Mo.

Yellow Book - "Cartea galbenă" - descrie formatul discurilor **CD-ROM (Compact Disc — Read Only Memory)**. Dezvoltă "Cartea roșie" în vederea stocării pe CD a informației digitale de orice tip, nu numai sunet. În același timp îmbunătășește corecția erorilor (o necesitate în cazul informației numerice vehiculate de calculatoare digitale) și viteza de accesare aleatoare a datelor de pe disc. Este de tip "exclusiv-citire", procedura de înscriere a datelor fiind asemănătoare producerii în serie a discurilor de "pick-up".

CD-ROM/XA (CD-ROM/eXtended Architecture) - standard propus de către firmele Philips, Sony și Microsoft în 1998 ca o extensie la "Cartea galbenă" prin adăugarea unor idei interesante preluate de la CD-I, în special combinarea pe o aceeași pistă a sunetului și imaginilor. Este nevoie de hardware special pentru a decodifica și separa canalele cu conținut diferit pe pistă, rezultând impresia de medii multiple interpretate simultan și sincron.

Utilizând tehnici de compresie mai eficiente decât cele specificate de "Cartea roșie", CD-ROM/XA permite stocarea de la 4 până la 8 ori mai mult sunet față de CD-DA în două regimuri de scriere:

- a) MODE-1 - scrie sectoare în formatul Yellow Book a către 2048 octeți fiecare protejate de codurile ECC;
- b) MODE-2 - permite pe același disc două forme de scriere: FORM-1 cu sectoare de 2048 octeți fiecare protejate de codurile* ECC; FORM-2 cu sectoare de 2324 octeți fiecare fară protejare ECC, utilizate pentru informația audio și video.

Green Book - "Cartea verde" - descrie formatul discurilor **CD-I (Compact Disc-Interactive)**. Este un derivat al "Cărții galbene" conceput pentru a permite mixarea de imagini, sunet și film pe aceeași pistă de pe disc. Standardul CD-I permite reproducerea informației cu un videoplayer conectat la un monitor TV. Citirea datelor de pe discurile CD-I se face de către un sistem de operare special denumit OS/9.

Necesitatea unor sisteme hard și soft specializate pentru reproducerea informației de pe discurile CD-I are ca rezultat o piață limitată și un număr relativ redus de producători în domeniu.

Orange Book - "Cartea portocalie" - descrie formatul discurilor **CD-R (Compact Disc-Recordable)** pe care se poate scrie informația. Orange Book are trei părți.

Orange Book, part I - "Cartea portocalie, partea I" - descrie formatul discurilor **CD-MO (Compact Disc-Magneto-Optical)**. Specifică o capacitate de memorare mare și posibilitate de scrieri repetitive pe disc. Metoda magneto-optică se bazează pe termo-polarizarea magnetică a materialului discului. Pentru a înscrie datele dorite pe un anumit segment (bloc) al discului, acesta este încălzit de un laser la o temperatură de peste 150 grade C°. Simultan, un câmp magnetic cu intensitatea de 10 ori mai mare decât cea terestră orientează dipolii din cadrul sectorului respectiv în corespondență cu datele ce vin pentru a fi înscrise. Citirea se face prin baleierea cu o rază laser a suprafeței discului și interpretarea modului de polarizare a luminii reflectate înapoi.

Orange Book, part II - "Cartea portocalie, partea II" - descrie formatul discurilor **CD-WO (Compact Disc-Write Once)** sau **WORM (Compact Disc- Write Once Read Many)**. Înscrierea acestui tip de discuri se poate realiza o singură dată prin supraîncălzirea la o temperatură de peste 250 grade C° a unui strat special din componența discului, modificându-i proprietățile de reflexie a luminii. Proprietatea cea mai remarcabilă a CD-WO este că pot fi citite de către orice player CD.

Orange Book, part III - "Cartea portocalie, partea III" - descrie formatul discurilor **CD-RW (Compact Disc-ReWritable)**. Aceste discuri pot fi rescrise de mai multe ori. Discurile CD-RW au un strat reflector acoperit cu o substanță specială care își schimbă starea (cristalină sau amorfa) sub acțiunea razei laser. În procesul de citire are loc modularea razei de lumină cauzată de diferența în mărimea coeficienților de reflexie a stărilor cristalină și amorfa ale substanței speciale. Aceste discuri nu pot fi citite de unitățile CD-ROM și CD-DA.

Prezentând o intensitate de reflectivitate scăzută, citirea discurilor CD-RW necesită existența circuitelor de control automat al amplitudinii semnalului (AGC-Automatic Gain Control).

White Book - "Cartea albă" - descrie formatul discurilor **VCD (Video-Compact Disc)**. Un VCD conține sunet și imagini (film) codificate cu algoritmi de tip MPEG-1. Ieșirea dispozitivelor de citire VCD este de tip TV: PAL la o rezoluție de 352x288 sau NTSC la o rezoluție de 352x240.

Pentru stocarea datelor pe un disc optic trebuie de organizat sistemul de fișiere. În prezent pentru CD, utilizate în calculatoare personale, se folosesc sisteme de fișiere aproape echivalente - **HSF** și **ISO 9660** sau **Rock Ridge, HFS și Joliet**.

HSF (High Sierra Format) sau **HSG (High Sierra Group)** - un standard de acces la date din mediul DOS, UNIX sau alte sisteme de operare.

ISO 9660 - primul standard (an. 1988) pentru stocarea datelor pe CD-ROM. ISO 9660 are trei niveluri de compatibilitate.

Nivelul 1 (Level 1) are sistemul de fișiere organizat în stilul MS DOS, numele fișierului după schema 8.3 și adâncimea ramificării directoarelor până la 8. Numele fișierului sau directorului poate utiliza numai literele latine majuscule, cifrele și simbolul sublinierii. După numele fișierului și simbolul [;] poate fi indicat numărul versiunii fișierului ignorat de multe sisteme de operare. Fragmentarea fișierului este interzisă -fișierul poate fi plasat numai într-un set de sectoare continui. În afară de directoare discul are un tabel al ramificărilor **Path Table** cu lista tuturor ramificărilor de directoare, subdirectoare, fișiere și adresele sectoarelor inițiale, ce aduce la micșorarea timpului depistării fișierului.

Nivelul 2 (Level 2) permite utilizarea unei forme mai lungi față de 8.3 pentru numele fișierului, un set mai bogat de simboluri și o adâncime de ramificare a directoarelor până la 32. Acest format nu este susținut de MS DOS.

Nivelul 3 (Level 3) permite și fragmentarea fișierelor.

Rock Ridge - o extensie a standardului ISO 9660 pentru sistemul de operare UNIX.

HFS (Hierarchical File System - un sistem de fișiere ierarhic) - este utilizat în loc de ISO 9660 în calculatoarele Macintosh. În calculatoarele IBM PC este compatibil cu sistemele de operare Linux și OS/2.

Joliet - un format propriu al sistemului de fișiere CD Microsoft Windows 95/NT utilizat pentru acces la CD-R.

Standardele noi ISO/IEC 13346 și ISO/IEC 13490 sunt chemate să înlocuiască ISO 9660.

5.8.6.1. Structura discului optic

Un compact disc cu diametrul de 120 mm și grosimea 1,2 mm este format din etichetă, stratul protector (lac, răsină specială sau plastic), stratul reflector (aluminiu) și substratul suport de informație (policarbonat sau sticlă). Scrierea informației are loc sub acțiunea razei laser care topește substratul și formează adâncituri aranjate într-o pistă sub formă de spirală, ce pleacă din centrul discului spre extremitate. O pistă spirală a discului optic corespunde la aproximativ 20000 de piste concentrice. Unitatea minimă adresabilă de informație stocată se numește bloc. Un bloc în afară de informația de deservire poate conține 2048 octeți de date, protejate de greșeli prin codul ECC, sau 2336 octeți neprotejați de informație audio/video. Fiecare bloc fizic este compus din 32 de cadre de câte 588 biți. O consecutivitate de blocuri de același format se numește traseu (track). Dimensiunea minimală a unui traseu e de 300 sectoare, dimensiunea maximală - discul în întregime. Pe un disc pot fi până la 99 de trasee.

Dispunerea "adânciturilor" și a "suprafețelor" pe pistă respectă următoarea regulă: valoarea logică "1" determină o tranziție de la o "adâncitură" la o "suprafață" sau invers, iar valoarea logică "0" nu determină nici o tranziție. Adânciturile și suprafețele formate în urma scrierii informației corespund unui cod binar (vezi fig.

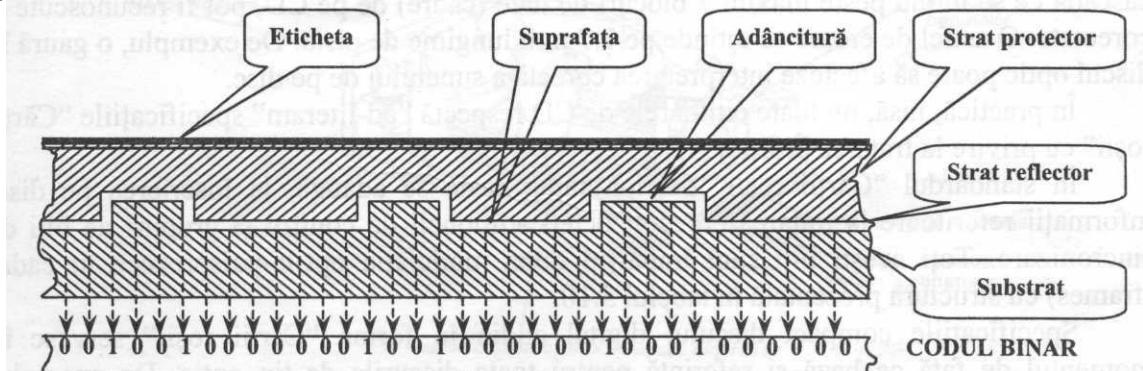


Fig. 5.30. Repartizarea adânciturilor și suprafețelor pe pistă și codul binar corespunzător.

Spre deosebire de discurile magnetice convenționale, în cazul discurilor optice toată informația de pe disc se găsește pe o singură pistă. Acest lucru prezintă avantaje în special în cazul datelor de tip audio și video, care sunt fluxuri continue de date. În standardul "Cărții roșii" tehnologia CD-DA specifică preluarea în format digital și stocarea sunetului la următorii parametri: sunet stereo pe două canale audio, eşantionat la 44.1 KHz și quantizat în semnal numeric pe 16 biți. Din aceste condiții rezultă o viteza de citire a datelor audio ce poate fi determinată în tehnologia CD-DA cu formula: $V_{cit} = 16[\text{biți/eșantion}] \cdot 2[\text{canale audio}] \cdot 44100[\text{eșantioane/(s·canal)}] = 1411200 [\text{biți/s}] \approx 172,3 \text{ Ko/s}$.

Durată de interpretare a unui compact disc audio este de minim 74 minute. De aici se poate calcula capacitatea de stocare a informației pe un disc CD-DA:

$$V = 74 [\text{min}] \cdot 1411200 [\text{biți/s}] \approx 747 \text{ Mo.}$$

În cazul secvențelor continue de "1" logic ce trebuie înscrise și apoi citite de pe discul optic, după regula de mai sus ar trebui să se creeze alternanțe consecutive de "adâncituri" și "suprafețe" în substratul discului. Deoarece dimensiunile unui element de relief din substrat sunt mai mici decât 1 micrometru, determinată de focalizarea maximă a razei laser de citire, s-a introdus o regulă a distanței minime: **regula distanței minime prevede existența a minim doi de "0" care vor separa "1"-ile existente în codul binar.**

De asemenea se impune și o regulă a distanței maxime: **nu se permit mai mul de zece "0"-uri consecutive, deoarece se pierde tactul de sincronizare dedus implicit din bițiii citiți de pe disc.**

Astfel, înainte de a fi înscrisă pe disc, informația audio se modulează după formula opt-la-paisprezece. Pentru a se evita toate situațiile potențiale de nerespectare a regulilor distanței minime și maxime, s-au mai introdus trei biți "de umplere". Deci, pentru fiecare 8 biți de date originale, se vor înscrive pe disc 17 biți.

Detectia și corecția erorilor se face după metoda cunoscută sub numele de **CIRSC-Cross Interleaved Reed-Solomon Code (Cod Reed-Solomon de tip întrețesut încrucișat).**

Metodele de tratare a erorilor ţin în primul rând seama de tipurile de erori ce vor apărea cu probabilitate mai mare în sistem. În cazul compact discurilor, erorile cele mai frecvente sunt cele cauzate de zgârieturi sau pete pe suprafața discului, care reprezintă erori de tip cascadă.

În primul nivel de tratare a erorilor se aplică algoritmul Reed-Solomon pentru fiecare 24 de octeți audio. Astfel, se pot recunoaște și corecta erori de unul sau doi octeți.

În al doilea nivel de tratare, octeții consecutivi de date audio sunt distribuiți pe disc într-o manieră întrețesută. Astfel, erorile de tip cascadă nu afectează decât porțiuni de date. Mai precis, această implementare specifică o rată a erorilor de 10^{-8} , adică erorile de tip cascadă ce se întind peste maxim 7 blocuri de date (cadre) de pe CD, pot fi recunoscute și corectate. O astfel de eroare se întinde pe 7.7 mm lungime de pistă. De exemplu, o gaură în discul optic poate să afecteze interpretarea corectă a sunetului de pe disc.

În practică, însă, nu toate cititoarele de CD respectă "ad-literam" specificațiile "Cărții roșii" cu privire la tratarea erorilor.

În standardul "Cărții roșii" datelor audio reale se adaugă, la înscrierea pe disc, informații referitoare la tratarea erorilor, octeți adiționali de control și grupuri de biți de sincronizare. Toți acești biți sunt împărțiți după modulația opt-la-paisprezece în cadre (frames) cu structura prezentată în tabelul 5.10.

Specificațiile compact discului digital audio în forma "Cărții roșii" servesc în momentul de față ca bază și referință pentru toate discurile de tip optic. De exemplu, modulația opt-la-paisprezece și codul CIRSC sunt utilizate în cazul tuturor variantelor de CD.

Discurile CD-ROM în standardul "Cărții galbene" au fost concepute ca mediu de stocare de tip "exclusiv citire" pentru date numerice și semnal audio fără compresie. Astfel pistele de CD-ROM se împart exclusiv în piste audio (corespunzând compact discurilor audio, CD-DA) și piste de date. Un CD-ROM poate conține ambele tipuri de piste, de Controllerul unităților de disc flexibil FDC (Floppy Drive Controller) se instalează pe o placă aparte împreună cu controllerul unităților de disc rigid.

Controllerul FDC XT susține patru unități de disc FDD și asigură viteza de transfer a datelor de 250 Ko/s și 300 Ko/s pentru dischetele SD și DD respectiv.

Controllerul FDC AT susține numai două unități de disc FDD și asigură viteza de transfer a datelor de 500 Ko/s pentru dischetele HD de 1,2 Mo și 1,44 Mo. Controllerele moderne, care susțin unitățile de disc flexibil ED (2,88 Mo) asigură o viteză de transfer a datelor de 1 Mo/s. În harta resurselor AT este loc pentru două controllere FDC:

- FDC AT#1 - standard sau principal, ocupă porturile cu adresele 3F0H.. .3F7H;
- FDC AT#2 - adăugător, ocupă porturile cu adresele 3F0H.. .377H. Controllerele FDC au 5 registri (registrul de dirijare, registrul principal al stării,

registrul instrucțiuni/date, registrul parametrilor controllerului și registrul de diagnoză a stării) și susțin următoarele instrucțiuni: E6H— citirea datelor; C5H - scrierea datelor; 4DH - formatarea pistei; 07H - recalibrarea; 0FH - depistarea pistei.

Un interes deosebit prezintă unitățile de disc Bernoulli (**Bernoulli Removable Media Drive**) elaborat de Iomega Corporation pentru calculatoare compatibile IBM PC și Macintosh. O unitate de disc Bernoulli conține cartușe amovibile cu discuri flexibile pentru stocări masive de informație 35...150 Mo și viteza de rotație a discului de 3600 rot/min. Discul flexibil este rezistent la șocuri; puteți scăpa un cartuș Bernoulli pe jos fără ca discul sau datele să fie afectate. Cartușele Bernoulli sunt amovibile și relativ ieftine, ceea ce le face să fie o soluție bună pentru un sistem de stocare masiv de date practic fără limite.

→ 5.8.5. Discurile magnetooptice

Discurile magnetooptice **MOD (Magneto-Optical Drives)** utilizează procesele optice în regimul de scriere magnetică - captorul magnetic acționează numai asupra unei zone microscopice a suprafeței suportului de informație, încălzite de o rază laser. Discurile magnetooptice pot fi acționate de câmpuri magnetice puternice și au o capacitate de 128Mo...4Go. Sectoarele acestor discuri pot avea dimensiunile de 512 octeți sau 2048 octeți (540/640 Mo). Unitățile de disc cu diametrul de 5,25" sau 3,5" utilizează interfețele SCSI și IDE și sunt produse de multe firme. După densitatea stocării informației pentru discurile MOD deosebim patru gradații (vezi tabelul 5.9), deosebirile fiind în densitatea plasării pistelor, metodele de modulare - **PWM (Pulse Width Modulation)** pentru 1x și 2x, **PPM (Pulse Position Modulation)** pentru 4x; în metoda de codificare - **RLL 2.7** pentru 1x și 2x, **RLL 1.7** pentru 4x și 5x; în organizarea formatului de scriere. Unitățile 4x(5x) pot citi/scrive discurile 2x și citi discurile 1x.

Formatarea discurilor magnetooptice la nivel înalt poate fi efectuată în stilul dischetelor sau în stilul Winchesterului. În primul caz discul e prezentat drept o dischetă foarte mare care se începe cu un bloc logic în care se conține încărcătorul și descriptorul (fară tabelul de alocare a fișierelor). Acest format este susținut și de sistemul de operare OS/2. În cazul doi discul începe cu tabelul de alocare a fișierelor și pentru sistem e prezentat ca un disc rigid. Formatarea unui disc MOD ocupă peste 30 min, de aceea pentru economisirea timpului este necesar de procurat discuri formatare.

Menționăm, că schimbarea suporturilor de informație în sistemul Macintosh este diferită de cea utilizată în sistemul PC, de aceea unitățile MOD au un comutator "Mac-PC", care trebuie instalat în corespondere cu sistemul utilizat.

5.8.6. Familia discurilor optice

Având capacitatea de stocare echivalentă cu a 600 de dischete magnetice flexibile HD, fiind ceva mai mare și mai greu ca o dischetă, oferind o durată de viață a datelor memorate teoretic nelimitată, discul compact **CD (Compact Disc)** reprezintă cea mai revoluționară soluție tehnologică oferită de lumea electronicii digitale în domeniul stocării de date. Pentru a le diferenția de discurile magnetice, literatura de specialitate le notează denumirea cu "c" în loc de "k": Compact Disc - Magnetic Disk. Printre avantajele CD-urilor se pot enumera:

- capacitate mare de memorare (uzual peste 600 Mo);
- posibilitatea de acces aleatoriu la datele înscrise pe disc;
- nu sunt afectate nici într-un fel de numărul de citiri repetate;
- nu se depreciază cu trecerea timpului - având o durată de viață teoretic nelimitată;
- nu sunt afectate de incidenta pămpurilor magnetice sau a razelor X;
- dimensiuni fizice mici (12 cm în diametru), greutate mică, comoditate deosebită de manipulare;
- preț mic datorat unui proces de producție de serie asemănător ștanțării discurilor de "pick-up".

Există încă dificultăți tehnologice privind posibilitatea scrierilor repetitive pe CD-uri produse în prezent la prețuri rezonabile (majoritatea sunt de tip ROM - Read Only Memory). Un alt dezavantaj îl reprezintă viteza relativ mică de accesare a datelor înscrise pe CD-uri.

Descrierea în detaliu a utilizării unui disc optic, sub forma video a discului **VLP (Video Long Play)**, există din anul 1973. Acest tip de video disc nu a avut un succes comercial prea mare, deși mai există pe piață o serie de discuri optice inscriptibile o singură dată (**Write Only Video Discs**), de diferite dimensiuni și formate. Aceste încercări de început erau bazate pe tehnici analogice cu specificații de înaltă calitate video și prețuri moderate.

Zece ani mai târziu, spre sfârșitul anului 1982, companiile Sony și Philips au introdus compact discul digital audio (**CD-DA, Compact Disc-Digital Audio**), stabilindu-i specificațiile tehnice și tehnologia de fabricație în aşa numită "cartea roșie" (**Red Book**). Aceste discuri permit stocarea digitală a informației audio-stereo la un nivel înalt de calitate. Numai în primii cinci ani de la lansare, s-au vândut aproximativ 30 de milioane de unități de disc CD-DA și peste 450 de milioane de discuri CD-DA.

Anunțarea extinderii tehnologiei compact discurilor pentru stocarea datelor digitale a fost făcută în 1983 tot de către companiile Sony și Philips, iar în noiembrie 1985 a avut loc prima lansare pe piață a compact discurilor de tip ROM (**CD-ROM, Compact Disc-Read Only Memory**). Specificațiile acestora din urmă sunt obiectul "cărții galbene" (**Yellow Book**), fiind împărțite în specificații fizice (standardul ECMA-119), și specificații logice (standardul ISO-9660).

Până în prezent au apărut o mulțime de alte standarde și tehnologii de compact discuri: **CD-I (Compact Disc-Interactive)** anunțat în 1986 din nou de firmele Sony și Philips și specificat în cadrul "cărții verzi" (**Green**

Book), DVI (Digital Video Interactive) prezentat public în 1987, **CD-WO (Compact Disc-Write Once)** și **CD-MO** obicei pistele de date fiind localizate la începutul discului și urmate de pistele audio. Un astfel de disc se numește "disc de tip mixt" (Mixed Mode Disc).

Tabelul 5.10. Structura pe biți a unui cadru CD-DA în standardul "Cărții roșii".

Tipul bițiilor	Numarul bițiilor
Sincronizare cadru	24+3 (de umplere)=27
Control	14+3 (de umplere)=17
12 date audio	12*(14+3 (de umplere))=204
Tratare erori	4*(14+3 (de umplere))=68
12 date audio	12*(14+3 (de umplere))=204
Tratare erori	4*(14+3 (de umplere))=68
Total biți într-un cadru	588

Specificațiile tehnice ale discurilor de tip CD-ROM (vezi tabelul 5.11) sunt cuprinse în "Cartea galbenă", concepută în 1984 de către companiile Philips și Sony, plecând de la specificațiile "Cărții roșii" (CD-DA). Ulterior, "Cartea galbenă" a fost acceptată ca standard european de către ECMA (Electronic Computer Manufacturers Association) în 1992. Caracteristicile fizice ale CD-ROM sunt identice cu cele ale CD- DA.

Tabelul 5.11. Caracteristicile fizice ale CD-ROM.

Parametrii discului	Valoare, unitatea de măsură
Diametrul	120 mm
Grosimea	1,2 mm
Strutura	Substrat + strat reflector + strat protector + eticheta
Lungimea de undă a laserului de citire	780 nm (infraroșu)
Pasul spiralei pistelor	1,6 μm
Lungimea celei mai scurte forme de relief	0,83 μm
Lățimea pistei	0,6 μm
Durata de citire	74 minute

Unitatea de date pe CD-ROM se numește "bloc" (fizic). Blocul cuprinde 2352 biți, din care biți utili sunt doar 2048 (pentru Modul 1 - date numerice) sau 2336 (Modul 2 date audio). Ceilalți biți sunt utilizati pentru control, sincronizare, identificare pentru acces aleator, detecția și corecția erorilor. Viteza standard de citire specifică parcurgerea a 75 de blocuri într-o secundă. Fiecare bloc fizic este compus din 32 de cadre de câte 588 biți, a căror format este corespondent cu cel al discurilor audio digitale, CD-DA.

Modul 1 de organizare a blocurilor CD-ROM este modul utilizat pentru stocarea datelor numerice, punând la dispoziție 2048 de biți utili, din totalul de 2352 de biți al fiecărui bloc. Organizarea blocurilor fizice în Modul 1 este prezentată în tabelul 5.12.

Tabelul 5.12. Organizarea blocurilor fizice în Modul 1 pe CD-ROM.

Conținut	Număr de octeți	Comentarii
Sincronizare	12	Detecția începutului de bloc
Antet	4	Identifică blocul: octet 1-minutele; octet 2-secunde; octet 3-numarul blocului; octet 4-modul.
Zona de date	2048	Datele utile din cadrul blocului
EDC	4	Codul pentru detecția erorilor
Neutilizați	8	
ECC	276	Codul pentru corecția erorilor, rezultând o rata a erorilor de 10^{-12})

Discurile CD-ROM conțin în total 333000 blocuri care sunt citite în 74 minute. De aici rezultă cei doi parametri ai discului în Modul 1:

- viteza de citire a datelor de pe CD-ROM Modul 1

$$V_{cit}=2048 \text{ [octeți/bloc]} \cdot 75 \text{ [blocuri/s]} = 153.6 \text{ [Ko/s];}$$

- capacitatea CD-ROM Modul 1 $V=333000 \text{ [blocuri]} \cdot 2048 \text{ [octeți/bloc]} = 681984000 \text{ [octeți]} \approx 660 \text{ [Mo].}$

Modul 2 de organizare a blocurilor CD-ROM este prevăzut pentru stocarea de informație de orice tip, și utilizat, în general, pentru memorarea de informație audio sau video în format digital. Acest mod de organizare pune la dispoziție 2336 de octeți din totalul de 2352 octeți/bloc fizic. Organizarea blocului în Modul 2 este prezentată în tabelul 5.13

Tabelul 5.13. Organizarea blocurilor fizice în Modul 2 pe CD-ROM.

Conținut	Număr de octeți	Comentarii
Sincronizare	12	Detectia începutului de bloc
Antet	4	Identifică blocul: octet 1-minutele; octet 2-secundele; octet 3-numarul blocului, octet 4-modul
Zona de date	2048	Datele utile din cadrul blocului
EDC	4	Codul pentru detectia erorilor
Neutilizați	8	
ECC	276	Codul pentru corecția erorilor, rezultând o rata a erorilor de 10^{-12})

Față de Modul 1 lipsesc codurile de tratare suplimentară a erorilor. Cei doi parametri caracteristici pentru Modul 2 sunt:

- viteza de citire a datelor de pe CD-ROM Modul 1

$$V_{cit} = 2336[\text{octeți/bloc}] \cdot 75[\text{blocuri/s}] = 175 [\text{Ko/s}];$$

- capacitatea CD-ROM Modul 1

$$V = 333000 [\text{blocuri}] \cdot 2336 [\text{octeți/bloc}] = 681984000 [\text{octeți}] \approx 740 [\text{Mo}].$$

Pentru a rezolva și finaliza problema organizării informației (în special a datelor numerice) pe discurile CD-ROM, un grup de reprezentanți din industria discurilor optice s-au întâlnit în Del Webb's High Sierra Hotel & Casino din Nevada și au realizat un proiect-nropunere. Acesta se numește "Propunerea High Sierra" (High Sierra Proposal) și a devenit fundamental standardul ISO 9660, care specifică cu exactitate formatul datelor memorate pe CD-ROM.

Standardul ISO 9660 definește o structură arborescentă de fișiere, similar sistemului de fișiere întâlnit și la MS-DOS. Denumirile fișierelor sunt limitate la opt caractere (se exclud caracterele speciale, de tipul '-', '~', '+', etc), un punct de separare și o extensie de trei caractere.

Structura de fișiere de pe discul CD-ROM este gestionată de un "arbore de cataloge (directoare)" și, adițional, de un "cuprins" - o tabelă cu căile tuturor fișierelor de pe disc, memorate în formă comprimată. Tabela-cuprins se va încărca în memoria calculatorului gazdă la fiecare inițializare a discului. Această metodă statică de gestionare a informației este eficientă deoarece datele de pe CD-ROM nu se mai pot modifica (mediu exclusiv citire),,

5.9.2. Structura și principiul de lucru al unității de disc optic ROM

Citirea și interpretarea informației de pe CD-ROM este realizată de dispozitivele, denumite "**unități CD**" (**CD Drive ROM**). Unitățile de disc optic conțin circuitele necesare rotirii discurilor la viteza corespunzătoare, baleiera pistei cu ajutorul razei laser focalizate etc.

În fig. 5.31 este prezentată structura unității CD-ROM. Dimensiunile unității CD-ROM corespund dimensiunilor unității de disc magnetic rigid standard 5,25". Citirea datelor se face cu o rază laser cu lungimea de undă de aproximativ 780 nm (infraroșu), care poate fi focalizată la aproximativ 1 micrometru. Raza laser trece prin sistemul de prisme și este îndreptată de oglinda oblică printr-o lentilă incident pe pista discului optic cu datele înregistrate sub formă de "adâncituri" (pits) și "suprafețe" (lands) dispuse în substratul din policarbonat. La rotirea discului are loc modularea intensității razei reflectate. Raza reflectată este îndreptată de oglinda optică în sistemul de prisme, ultimul direcționând-o în fotodetector. Fotodetectorul transformă semnalul optic în semnal electric. Acesta apoi este transformat în cod binar.

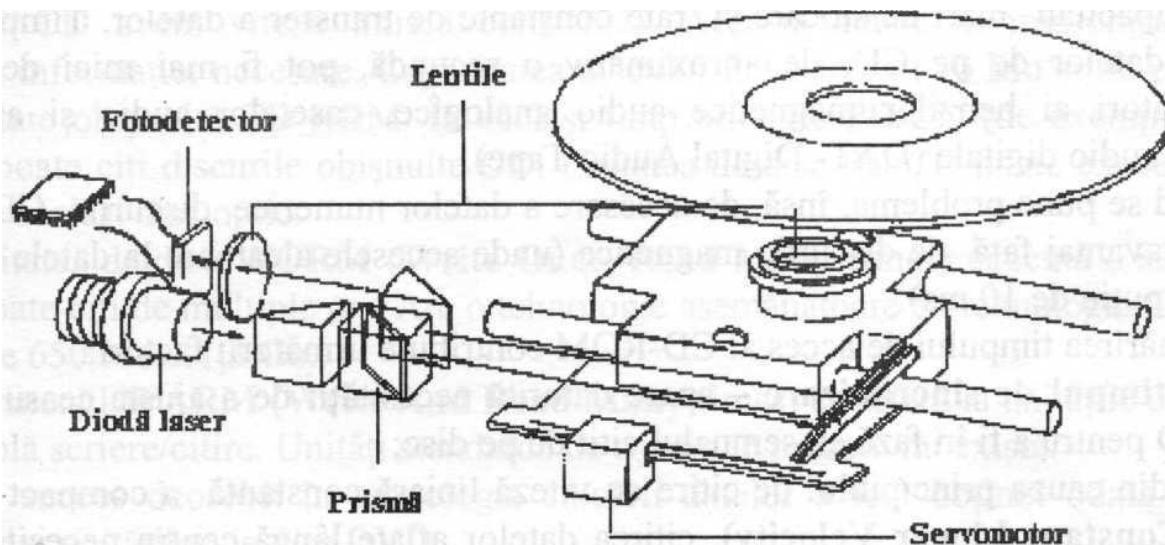


Fig. 5.31. Componentele funcționale ale unității CD-ROM.

Viteza de transfer a datelor între unitățile CD și calculatorul gazdă depinde de diferitele variante constructive, fiind însă multiplă de o valoare standard: 150 Ko/s. De obicei pe carcasa unităților CD se găsește o inscripție de forma: "<un număr>x". Aceasta indică tocmai viteza de transfer a unității CD. De exemplu: 1x - 150 Ko/s; 2x - 300 Ko/s; 4x - 600 Ko/s; 6x - 900 Ko/s; 8x - 1200 Ko/s; ...; 24x - 3600 Ko/s... Comparativ, o unitate de disc magnetic rigid de calitate, prezintă o rată de transfer în jurul valorii de 3-4 Mo/s.

Unitățile de disc optic se pot deosebi și după tipul încărcătorului de disc: 1 - încărcător **Tray-Type** (Tray - talger), cel mai răspândit tip; 2 - încărcător Caddy-Type; 3 - încărcător **CD-Changer**.

Încărcătorul Tray-type reprezintă un dispozitiv care poate fi deplasat în afara unității de disc. Discul optic se instalează pe talger cu suprafața de lucru în jos. Prin apăsarea unui buton de pe masca frontală a unității de disc dispozitivul se introduce în interiorul unității de disc.

Pentru încărcătorul Caddy-Type se utilizează discuri optice plasate în plicuri de protejare analogice după forma dischetelor 3,5".

În încărcătorul CD-Changer pot fi instalate concomitent până la 4 discuri optice. Citirea discurilor se face în mod consecutiv. Schimbarea discurilor optice instalate în unitatea de disc ocupă 1...5 s și poate fi efectuată manual cu ajutorul butoanelor panoului de comandă sau dirijată de un program.

Conecțarea unităților CD la calculatorul gazdă se poate face ușual prin intermediul a trei variante de interfețe:

- **interfață-proprietate (proprietary)**: depășită în prezent, era utilizată de firmele producătoare de unități CD - Mitsumi, Panasonic și Sony (este foarte populară în cazul plăcilor de sunet);

- **IDE/ATAPI (Integrated Drive Electronics/AT Attachment Packet Interface)**: noul standard industrial de interfață pentru unitățile CD-ROM, care vine să înlocuiască standartul-proprietate inițial. "Este o interfață ieftină și performantă, suportată de majoritatea sistemelor de operare (LINUX, Solaris, Sun OS, Windows NT, MS-DOS) cu o viteza de transfer în modul "rafală" de la 3,3 până la 8 Mo/s. Reprezintă alegerea cea mai bună pentru calculatoarele personale uzuale.

- **SCSI (Small Computer System Interface)**: o interfață de înaltă performanță, expandabilă, suportată de toate sistemele de operare. Prezintă rate de transfer în modul "rafală" de la 4 la 10 MB/s. Reprezintă cea mai potrivită alegere pentru servere și pentru calculatoare care posedă deja o interfață SCSI.

În continuare vom discuta despre limitele tehnologiei CD-ROM. Discurile CD prezintă capacitați mari de stocare și rate constante de transfer a datelor. Timpi de acces aleator a datelor de pe CD, de aproximativ o secundă, pot fi mai mici decât timpii corespunzători ai benzilor magnetice audio analogice, casetelor audio și ai benzilor magnetice audio digitale (DAT- Digital Audio Tape).

Când se pune problema, însă, de accesare a datelor numerice, discurile CD-ROM se află în dezavantaj față de discurile magnetice (unde accesele aleatoare la datele stocate au loc în mai puțin de 10 ms).

La mărirea timpului de acces al CD-ROM contribuie următorii factori:

- **timpul de sincronizare** - apare datorită necesității de a ajusta ceasul intern al unității CD pentru a fi în fază cu semnalul citit de pe disc;

- din cauza principiului de citire cu viteză liniară constantă a compact discurilor (**CLV - Constant Linear Velocity**), citirea datelor aflate lângă centru necesită sub 200 rotații/s, pe când citirea datelor aflate spre extremitate - aproximativ 530 rotații/s. Timpul necesar ajustării vitezei de rotație a discului pentru citirea unei anumite date oarecare pe disc se numește întârzierea de rotație (**rotation delay**) și poate ajunge la 200 milisecunde.

- **timpul de depistare (seek time)** - desemnează timpul necesar capului de citire să se poziționeze deasupra datelor dorite. Are valori de sub o secundă.

5.5.6.3. Discuri optice recordabile

Un mare interes reprezintă posibilitatea scrierii (măcar o singură dată) informației pe discul optic de către utilizator. Așa posibilitate este oferită de unitățile recordabile de disc optic: **CD-R (Recordable); CD-WORM (Write Once. Read Many); CD-WO (Write Once)**. Aceste unități de disc pot executa scrierea și citirea informației. Pentru scrierea informației se folosesc discuri optice speciale numite **Target**. Discurile au un strat reflector din aur acoperit cu o vopsea organică. Discurile curate au formată o pistă în formă de spirală necesară pentru poziționarea capului de scriere. În procesul scrierii raza laser formează (vopsea arde) în locurile necesare adâncituri (pit). În procesul citirii raza laser reflectată de disc este modulată din cauza diferenței coeficienților de reflexie a adânciturilor (locurilor arse) și suprafețelor neafectate. În afară de suprafața informațională utilă pe disc există un sector de antrenament, unde înainte de a începe procesul de scriere unitatea de disc determină nivelul intensității razei laser. Discurile optice scrisse cu CD-R sunt citite pe orice unitate CD-ROM. Scrierea pe disc poate fi efectuată cu sau fără întreruperi în timp și au durata vieții (practic) 5...10 ani.

Unitățile CD-R utilizează interfețele SCSI sau ATA. Nominalizarea unității de disc conține următorii parametri: viteza scrierii; viteza citirii; volumul tamponului de memorie utilizat în procesul scrierii. De exemplu, modelul "CDR-102 (2x4/512K)" are viteza scrierii 2x (2-300 Ko/s), viteza de citire - 4x și volumul tamponului de 512 Ko.

Unitățile de disc optic care pot executa scrierea multiplă inițial au fost numite **CD-E (CD Erasable - pot fi stșerse)**. În prezent aşa unități au primit de numirea **CD-RW (CD ReWritable)**. Aceste unități utilizează discuri cu straturi multiple. Fiecare strat are două substraturi, un substrat reflector și un substrat dintr-o substanță specială starea căreia se poate modifica. Faza substanței (amorfa sau cristalină) se schimbă în procesul scrierii sub acțiunea razei laser. Discurile scrise în tehnologia CD-RW pot fi citite de o unitate obișnuită CD-ROM dacă ultima are un cap de citire sensibil.

Unitatea de disc **PD/CD** reprezintă o unitate combinată de disc optic care scrie/citește informația pe discuri speciale după metoda schimbării stării (**Phase change Disc**). Structura discului PD este asemănătoare cu structura discului CD-RW cu excepția formei pistei. Discul PD are piste concentrice, și respectiv acces aleatoriu la date. În afară de aceasta discul este rotit cu viteză unghiulară constantă pentru fiecare pistă (în cazul discurilor CD avem viteză liniară constantă). Aceasta aduce la micșorarea timpului depistării informației necesare. Capacitatea discului PD este de 650 Mo și nu poate fi citit de o unitate obișnuită CD-ROM. În același timp unitățile PD/CD (de exemplu, modelul PD650) poate citi discurile obișnuite CD. Unitatea de disc PD/CD poate executa multiple scrieri pe același disc optic.

Unitatea de disc **WORM** (Write Once, **Read Many times**) execută o scriere pe un disc și poate citi de multiple ori. Are o tehnologie asemănătoare cu tehnologia CD-WO și o capacitate 650 Mo...1,3 Go.

Termenul **WARM (Write And Read Many times)** se referă la unitățile de disc optic cu multiplă scriere/citire. Unități standarde de aşa tip în prezent nu există.

Un succes deosebit în tehnologia stocării datelor a fost obținut odată cu apariția discurilor și unităților de disc DVD.

În prezent au apărut discuri optice tridimensionale cu multe straturi suporturi de informație. Principiul de citire a datelor în acest caz diferă radical de principiul clasic prezentat mai sus. În cazul discurilor optice tridimensionale raza laser luminează fiecare strat de piste în direcția radială. Lumina reflectată de stratul acționat cu raza laser trece prin celelalte straturi străvezii purtătoare de informație și este captată de fotodetector. Căutarea stratului supus citirii se execută prin deplasarea laserului în planul axei de rotație a discului.

5.5.6.4. Discul video digital DVD

Odată cu progresele tehnologice înregistrate în producerea de compact discuri și de unități CD, companiile de frunte în domeniu au început să-și pună problema fabricării generației următoare de discuri optice. Ca rezultat s-a propus creșterea drastică a capacitatei de stocare și a vitezei de accesare a datelor memorate, oferindu-se astfel posibilitatea rulării unui film întreg, memorat sub formă de video digital de înaltă calitate pe o singură față de disc.

În luna septembrie a anului 1995, un consorțiu format din 10 companii de frunte din domeniile tehnicii digitale și producției de film (Sony, Philips, Hitachi, JVC, Matsushita, Mitsubishi, Pioneer, Thomson, Toshiba și Time Warner) a început lucrul la un standard unificat pentru noul format de disc optic: **DVD - Digital Video Disc**. Acest format se bucură de un puternic suport în rândul tuturor producătorilor majori de electronică din lume, cât și de cel al marilor case de filme. Ca și format de stocare/redare a filmelor, DVD îndeplinește cerințele stricte impuse de Studio Advisory Committee, organizație de coordonare din industria producerii de film. Ca și formatul de memorie ROM, DVD se supune specificațiilor impuse de Technical Working Group în industria de calculatoare.

Nici un alt produs nu s-a bucurat încă dinainte de lansare de un suport atât de solid în întreagă lume din partea atâtorenum domenii tehnice. În mai 1997, consorțiu celor zece s-a transformat în Forul DVD (DVD Forum), care este o organizație deschisă tuturor companiilor.

DVD - Digital Video Disc, sau **Digital Versatile Disc**, este în esență un compact disc cu diametrul 120 mm și grosimea 1,2 mm de capacitate și viteză mai mari, care poate stoca atât informație video și audio, cât și date numerice. DVD urmărește să înglobeze informația utilizată în informatică, economie, educație și jocuri într-un format digital unic, înlocuind efectiv CD-DA, CD-ROM, benzile video magnetice (video tape), iaser-discurile și probabil chiar cartelele pentru jocuri video.

Există două tipuri de discuri DVD: **DVD-Video** și **DVD-ROM**.

DVD-Video conține date video (filme, programe video etc.) și este citit într-o unitate DVD (DVD-Player) conectată la o unitate TV.

DVD-ROM conține date numerice și este interpretat de o unitate DVD-ROM (DVD-ROM Drive) conectată la un calculator. Diferența dintre DVD-Video și DVD-ROM este oarecum similară cu diferența dintre CD audio și CD-ROM.

Discurile DVD pot fi cu o față de lucru (SS - Single Side), cu două fețe de lucru (DS - Dual Side) și un strat (SL - Single Layer) sau două straturi (DL - Dual Layer). Există discuri cu capacitatea de 4,7 Go (SS/SL), 8,5 Go (SS/DL), 9,4 Go (DS/SL) și 17 Go (DS/DL). Unitățile de disc DVD pot citi informația și de pe discurile obișnuite CD.

Caracteristicile principale ale discurilor DVD-Video sunt:

- peste 2 ore de video digital de înaltă calitate (peste 8 ore de video în cazul discului bi-față, cu straturi duble);
- suport pentru filme panoramice pe unități TV standard;
- până la 8 piste audio digitale (pentru mai multe limbi), fiecare cu până la 8 canale;
- până la 9 canale de unghiuri ale camerei de filmat (pot fi selectate diferite unghiuri de vedere în timpul reprezentării programelor video);
- meniuri și facilități simple de interactivitate (pentru jocuri, programe interactive etc);
- text de identificare poliglot pentru titluri, generice, subtitrări etc.
- fiabilitate mare. Este practic neinfluențat de numărul de citiri repetate, fiind vulnerabil doar la defecțiuni de ordin fizic;
- nu este afectat de interferențe cu câmpuri magnetice sau radiații X. Rezistă la căldură.
- dimensiuni compacte (este ușor de manipulat, de depozitat, multiplicarea discului este ieftină, unitățile DVD (DVD Player) pot fi portabile).

Video discurile digitale funcționează după aceleași principii ca și compact discurile: o rază laser focalizată baleiază suprafața discului în care există "adâncituri" și "suprafețe" dispuse regulat (pe piste spirale). Raza reflectată înapoi este modulată cu informația stocată în acea zonă și interpretată de captorul de citire al unității DVD.

Caracteristicile principale ale unităților de disc DVD Players sunt:

- posibilitatea de alegere a limbii în care va fi prezentat textul;
- efecte speciale la redarea video: înghețarea imaginii, redare cadre pas-cu-pas,
- redare video cu viteză mică sau cu viteză mare etc;

- blocare de tip supervisor (pentru controlul discurilor cu conținut "suspect");
- programabilitate (redarea unor secvențe selectate, într-o anumită secvență);
- redare de video în mod aleator sau repetitiv;
- compatibilitate cu standardele CD-DA și CD-ROM;
- ieșire audio de tip digital (cod PCM-Pulse Coded Modulation- și Dolby Digital);
- ieșire video compozită NTSC sau PAL.

O comparație între caracteristicile fizice ale DVD și cele ale CD este prezentată în tabelul 5.14.

Tabelul 5.14. Caracteristici fizice comparate ale CD și DVD.

Parametru	CD	DVD
Diametrul discului	120 mm	120 mm
Grosimea discului	1,2 mm	1,2 mm
Structura discului	Un substrat	Două substraturi 0,6 mm grosime
Tipul laserului utilizat la citire	780 nm (infraroșu)	650 nm sau 635 nm (roșu)
Pasul pistelor de pe disc	1,6 μm	0,74 μm
Lungimea celei mai scurte forme de relief	0,83 μm	0,4 μm
Straturi de date	1	1, 2 sau 4
Fețe de date	1	1 sau 2
Capacitate de stocare	Aprox. 680 Mo	4.7 Go ... 17 Go
Viteză de transfer a datelor la 1x	153 Ko/s sau 175 Ko/s	1108 Ko/s

Dezavantajele tehnologiei DVD: a) încă nu sunt de tip scriere/citire, ci doar de tip exclusiv-citire; b) conțin elemente de protecție și blocare regională. "Blocarea regională" (sau "codurile regionale", "codurile de țară") au fost introduse de companiile producătoare de film, pentru a controla distribuirea de film în diferitele țări ale lumii (deoarece reprezentările unui film nu sunt simultane în toată lumea), astfel, discurile DVD conțin un cod care interzice citirea lor de pe unitățile DVD cumpărate într-o altă țară; c) utilizează compresie digitală (datele audio sau video comprimate slab prezintă la citire o calitate slabă); d) nu suportă în întregime standardul TV de înaltă definiție HDTV (High Definition TV); e) unele unități DVD nu pot citi și interpreta discuri de tip CD-WO (CD-R); f) unitățile DVD actuale nu pot reprezenta video în sens invers, la viteză normală.

5.6 Dispozitive de introducere a informației

5.6.1. Tastatura

Principalul dispozitiv de introducere a informației textuale în calculator este tastatura. Tastatura unui calculator personal reprezintă un dispozitiv unificat care constă din taste, unite într-o matrice, un controller intern pentru identificarea scan-codului tastei apăsat, un conector standard și o interfață consecutivă de conectare cu placa de sistem. În calitate de captori pentru determinarea tastei apăsat se utilizează: contacte mecanice (deschise sau de tip ghercon); captori din cauciuc conductor de electricitate; captori capacitive și captori Hall. Tasta cu contact mecanic permite aproape de 10 milioane apăsări, iar tastele cu captori capacitive și captori Hall - peste 100 milioane apăsări. Controllerul intern, construit pe baza microcircuitelor din familia MCS-48 Intel, servește pentru scanarea matricei de taste, dirijarea cu indicatorii tastaturii, diagnosticul intern și asigurarea legăturii cu placa de sistem printr-o interfață consecutivă.

Există trei standarde de tastaturi pentru calculatoarele personale IBM (vezi fig. 5.33):

-Tastatura XT - 83 taste, în original fară indicatori. Indicatorii stărilor NumLock și CapsLock, dirijați de controllerul intern prin apăsarea tastelor corespunzătoare, au fost adăugați mai târziu.

-Tastatura AT - 84 taste, are o tastă adăugătoare SysReq cu o funcție nu prea bine determinată și indicatorii Num Lock, Caps Lock, Scroll Lock. Interfața bidirectională de legătură cu placa de sistem permite dirijarea corectă cu indicatorii, programarea unor parametri și efectuarea diagnosticului tastaturei.

-Tastatura extinsă sau PS/2 (Enhanced) - 101/102 taste, standard utilizat în majoritatea calculatoarelor AT și PS/2. Unele tastaturi extinse (de exemplu, "Microsoft Natural") conțin 104 și 105 taste. Există și tastaturi cu 122 taste.

După interfață fizică tastaturile XT și AT coincid, cu excepția, că interfața bidirectională permite tastaturii AT primirea instrucțiunilor de la placa de sistem. După interfață logică tastaturile XT și AT nu sunt compatibile, iar tastatura AT are un comutator al regimurilor XT/AT. Tastatura PS/2 se deosebește de tastatura AT prin forma conectorului și posibilitatea utilizării unuia din trei seturi de scan-coduri.

Controllerul intern poate determina momentele apăsării și revenirii tastei și în cazul dacă au fost apăsate mai multe taste. Prin apăsarea tastei tastatura generează un scan-cod identificator al tastei apăsate. În momentul revenirii tastei în poziția inițială tastatura XT generează iar scan-codul mărit cu 80H, tastatura AT generează doi octeți: primul conține prefixul F0, al doilea - scan-codul. Tastatura extinsă PS/2 permite utilizarea unuia din trei seturi de scan-coduri: Set#1; Set#2; Set#3. Set#1 este compatibil cu setul de scan-coduri XT și AT-84. Interpretarea scan-codurilor se face de către microprocesor.

Reținerea tastei în poziția apăsată duce la autogenerarea repetată a scan-codului. Reținerea (**Typematic Delay**) și viteza autogenerării (**Typematic Rate**) pentru tastatura AT sunt programate de instrucțiunile transmise controllerului intern 8042 de către microprocesor. Tastele tastaturei extinse PS/2 se împart în 4 grupe:

- tastele funcționale FI...FI2 (programabile) - funcțiile lor sunt determinate de programatura utilizată;
- tastele alfanumerice sau tastele mașinii de scris - utilizate pentru introducerea literelor, cifrelor și diferitor simboluri;
- tastele de dirijare - programate pentru efectuarea unor acțiuni concrete;
- tastele calculatorului aritmetic (**Numeric Keypad**) au două regimuri de lucru: a) indicatorul Num Loc luminează - regimul calculatorului aritmetic; b) indicatorul Num Loc este deconectat - unele taste sunt utilizate pentru dirijarea poziției cursorului pe ecranul monitorului, altele dubleză tastele de dirijare..

Tastele de dirijare sunt programate pentru efectuarea următoarelor acțiuni:

[Enter/Return] - Tasta care confirmă o comandă, trimînd comanda microprocesorului pentru executare. În editarea textelor, tasta Enter/Return începe un nou alineat. Această tastă poate fi marcată și cu o săgeată cotită spre stânga. Pe calculatoarele AT mai recente și pe tastaturile extinse, pe tastă este scris Enter. Return apare pe tastaturile Macintosh.

[Shift] - Comutarea registrelor de sus și de jos a tastelor alfanumerice. Apăsarea tastei permite introducerea majusculelor și semnelor de punctuație.

[Caps Lock] - Tasta are două poziții: a) indicatorul Caps Lock luminează - puteți introduce majuscule fară a apăsa tasta Shift (dacă apăsați și tasta Shift puteți introduce litere mici); b) indicatorul Caps Lock nu luminează - puteți introduce litere mici (dacă apăsați tasta Shift puteți introduce majuscule). Tasta Caps Lock nu are efect asupra tastelor cu cifre și cu semne de punctuație.

[Tab] - Tasta de tabulare folosită la deplasarea cursorului în dreapta cu un număr fix de spații sau până la următorul marcaj de tabulare dintr-un document.

[Esc AP2] - Tasta ce poate fi implementată diferit de programele de aplicație. Esc este folosită de obicei pentru a anula o comandă sau o operație.

[Backspace] - Tasta folosită pentru a șterge un caracter la stânga poziției cursorului sau acțiunea de deplasare a cursorului cu un spațiu la stânga sau în rândul de mai sus.

[Print Screen] - Tasta folosită pentru a tipări o imagine a ecranului monitorului.

[Scroll Lock] - Tasta are două poziții, care comută tastele de deplasare a cursorului între două moduri de lucru diferite. Activarea tastei este semnalată de indicatorul Scroll Lock. Funcția exactă a acestei taste variază de la un program la altul. De exemplu, în unele programe tastele de deplasare a cursorului deplasează în mod normal cursorul pe ecranul monitorului. După apăsarea tastei Scroll Lock, tastele cu săgețile la stânga și la dreapta nu mai funcționează, iar cele cu săgețile în jos și în sus derulează ecranul fără a schimba poziția cursorului.

[Pause Break] - Tasta utilizată pentru întreruperea necondiționată a unui program sau a unei comenzi.

[Insert] - Tasta utilizată frecvent pentru a comuta între modul de inserare a simbolurilor și cel de suprascriere la editarea textului.

[Delete] - Tasta care șterge caracterul din dreptul cursorului.

[Home] - Tasta folosită pentru a deplasa cursorul la începutul unui rând sau în partea de sus a ecranului.

[End] - Tasta folosită pentru a deplasa cursorul la sfârșitul unui rând sau în partea de jos a ecranului.

[Page Up] - Tasta utilizată pentru deplasarea cursorului cu o pagină în sus.

[Page Down] - Tasta utilizată pentru deplasarea cursorului cu o pagină în jos.

[←],[↑],[→],[↓] - Patru taste utilizate pentru deplasarea cursorului în stânga, în sus, în jos și în dreapta, respectiv.

[Alt], [Ctrl] - Tastele Alt și Ctrl (Control) sunt folosite în combinații cu alte taste pentru a selecta comenzi din meniu sau pentru a da comenzi rapide. De exemplu, în WordPerfect prin apăsarea Alt+F2 se lansează operația de căutare și înlocuire.

[Space] - Cea mai lungă tastă din rândul de jos a tastaturei se utilizează pentru formarea spațiului liber.

5.6.2. Manipulatoare

Manipulatorul reprezintă un dispozitiv de comandă care împreună cu tastatura măresc comoditatea utilizării calculatorului în executarea acțiunilor de deplasare rapidă a cursorului, alegerea meniurilor și înscrierea fragmentelor de text sau imagini pe ecranul monitorului. În prezent calculatoarele personale utilizează următoarele tipuri de manipulatoare: joystick-ul; creionul optic (light pen); șoricele (mouse); trackball-ul.

Joystick-ul reprezintă un dispozitiv cu mâner, instalat pe un corp, care poate fi fixat pe o suprafață plană și are un mecanism de transformare a deplasărilor unghiulare a mânerului (sub acțiunea mâni utilizatorului) în semnale de dirijare a poziției cursorului pe ecranul monitorului. Joystick-ul este utilizat pentru jocurile pe calculator și unele aplicații profesionale, cum ar fi proiectarea asistată de calculator.

Creionul optic (light pen) este utilizat pentru indicarea unui punct, unei suprafețe, pentru a desena sau pentru a selecta meniuri pe ecranul monitorului.

Creionul optic după construcție reprezintă un pix cu un element fotoelectric incorporat. Dacă creionul optic este apropiat de ecran, atunci fluxul de lumină a punctului indicat pe ecran prin gaura pixelui acționează asupra elementului fotoelectric. Prin apăsarea butonului de pe corpul pixelui în calculator se transmite un semnal de poziționare. Semnalul de poziționare este prelucrat de un program special care determină coordonatele punctului indicat.

Șoricelul (mouse) este un dispozitiv utilizat pentru transformarea mărimei deplasării în plan în valoare numerică și comunicarea acestei informații calculatorului. Calculatorul utilizează această informație pentru deplasarea sincronă a cursorului pe ecranul monitorului.

Principiul de funcționare al mouse-ului se bazează pe transformarea mărimei deplasării unei bile în două valori numerice (x și y) prin intermediul mecanismului opto-mecanic (vezi fig. 5.35).

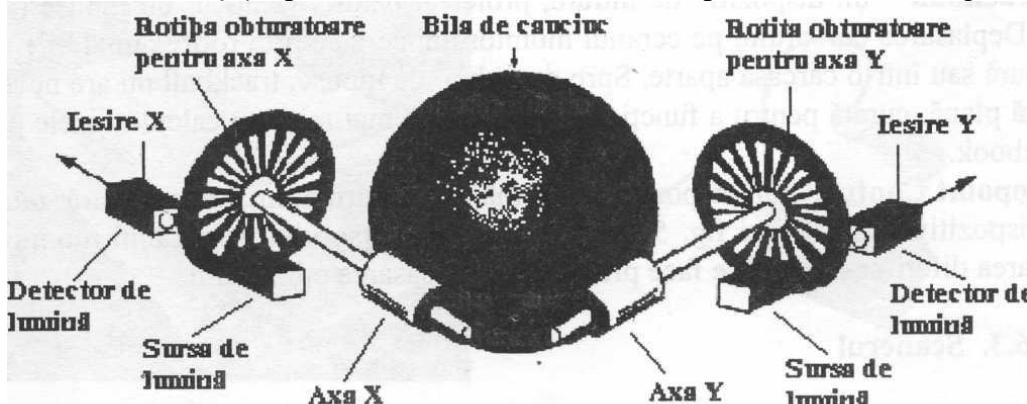


Fig. 5.35. Componentele funcționale ale mouse-ului.

În afară de aceasta, mouse-ul mai conține două sau trei butoane. Butoanele sunt folosite pentru realizarea diferitor funcții în programele aplicative, alegerea meniurilor și înscrierea fragmentelor de text sau imagini pe ecranul monitorului. Există mai multe tipuri de mouse: șoricel optic (Optical mouse); șoricel de magistrală (Bus mouse); șoricel cu interfață consecutivă (Serial mouse); șoricel PS/2 (PS/2-mouse); șoricel fără conductori electrici de conexiune cu calculatorul (Cordless mouse).

Șoricelul optic (Optical mouse) nu are componente mecanice. Principiul de lucru al acestuia se bazează pe reflecția razelor de la un suport plan grafat cu linii orizontale și verticale.

Șoricelul de magistrală (Bus mouse) aparține celui mai vechi tip de mouse produs de firma Microsoft. Acesta conține numai captori și butoane, iar prelucrarea semnalului de dirijare este efectuată de un adaptor special (de obicei ISA). Conectarea cu calculatorul se face prin cablu cu 9 fire conductoare și conector special (vezi fig. 5.36a) la porturile COM, LPT și GAME. Neajunsul principal al acestui sistem constă în ocuparea slotului magistralei de sistem, adreselor intrare/iesire și liniei cererii întreruperii.

Șoricelul cu interfață consecutivă (Serial mouse) se conectează cu calculatorul prin conectorul COM cu 25 sau 9 pini. Acest mouse are un microcontroller incorporat care prelucrează semnale generate de butoane și captorii fotoelectrici. Există două variante de mouse serial: MS-mouse și PC-mouse. Multe mouse-uri au un comutator MS/PC. MS-mouse și PC-mouse se deosebesc prin numărul de biți utilizați pentru transmiterea semnalelor: MS-mouse utilizează 8 biți, iar PC-mouse - 7 biți. Viteza de transfer este aceeași - 1200 bit/s.

Șoricelul PS/2 (PS/2-mouse) a apărut în componența calculatoarelor PS/2. Conectorul PS/2-mouse are 6 pini de tip mini-DIN și este asemănător conectorului tastaturii (vezi fig. 5.36b). Controllerul PS/2-mouse poate fi încorporat în controllerul tastaturii sau poate fi plasat de sinestător. Interfața PS/2-mouse utilizează semnal unipolar TTL cu valoarea tensiunii de +5 V.

Șoricel fără fir conductoare (Cordless mouse) drept sursă de alimentare utilizează un acumulator. Legătura cu calculatorul se face prin intermediul razelor infraroșii sau semnalelor radio.

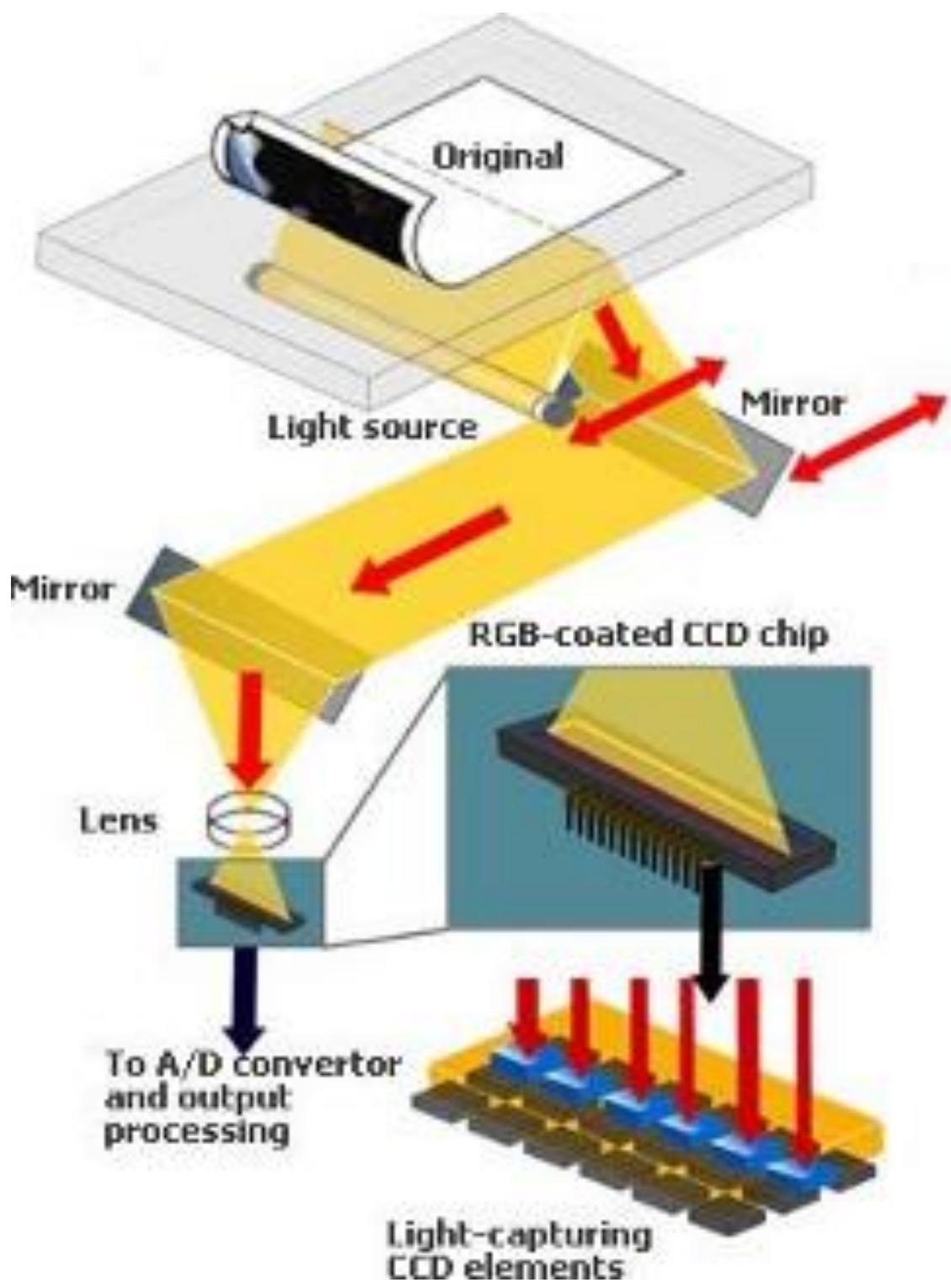
Trackball - un dispozitiv de intrare, proiectat pentru a înlocui un mouse (vezi fig. 5.34d). Deplasarea cursorului pe ecranul monitorului se face prin rotirea unei bile montată în tastatură sau într-o carcăsă aparte. Spre deosebire de mouse, trackball nu are nevoie de o suprafață plană, curată pentru a funcționa. Este folosit mai mult cu calculatoarele portabile sau notebook.

Isopoint Control - un dispozitiv în formă de cilindru montat în tastatură, mouse sau pe un dispozitiv aparte. Deplasarea cursorului pe ecranul monitorului și inițializarea diferitor operații se face prin rotirea și apăsarea cilindrului.

5.6.3. Scunerul

Scuner - un dispozitiv periferic ce digitizează imaginele (fotografii, scheme, proiecte grafice, hărți geografice, texte etc). Scunerul este caracterizat de următorii parametri:

- rezoluția - ca unitate de măsură pentru rezoluția unui scuner se folosesc **ppi (pixel per inch)** și chiar **dpi (dot per inch)**, ultima fiind un parametru mai mult a imprimantei;
- adâncimea de culori sau numărul nuanțelor de gri digitizate;
- productivitatea sau viteza de lucru;
- posibilitatea scanării imaginilor colorate;
- suprafața maximă de scanare.



Scanarea se execută prin iluminarea imaginii și măsurarea intensității luminii de reflexie. Acest lucru înseamnă că imaginea este împărțită în puncte individuale (pixeli), care redau gradul de luminozitate și valoarea culorii respective. Pentru a obține aceste valori sunt folosiți senzori **CCD (Charge Coupled Device)**. O celulă CCD este compusă din condensatori încărcați electric, care sunt sensibili la lumină. Dacă o rază de lumină cade pe o astfel de celulă, condensatorul pierde o parte din sarcină. După gradul descărcării se poate stabili valoarea intensității luminii. Rezoluția este direct proporțională cu numărul de celule CCD. Astfel, într-un scanner de 600 dpi o celulă CCD este lată de numai 0,042 mm. Pentru ca citirea unei pagini să se desfășoare cât mai repede, o unitate de citire este compusă din mai multe celule CCD plasate una lângă alta și este cel puțin de patru ori mai lată decât pagina. Deci, la scanările de format A4 unitatea de scanare este lată de 21 cm. Totodată are loc transformarea semnalelor captate în cod binar. Codul binar este transmis calculatorului pentru prelucrare. Adâncimea de culori

sau numărul nuanțelor de gri depinde de ordinul codului binar. Pentru valoarea codului egală cu un bit scannerul recunoaște numai două nuanțe - alb și negru, pentru 4 biți scannerul recunoaște un set de 16 nuanțe sau gradații de gri, pentru 8 biți - 256 nuanțe de gri. În prezent există scanere care pot sesiza 2048 nuanțe gri. Spectrul razei de scanare determină reacția scannerului la anumite culori a imaginii. Majoritatea scannerilor lucrează în alb-negru. Programatura ce deservește procesul de lucru alb-negru al scannerului poate asigura două regimuri de scanare:

- crearea imaginei din puncte de diferite dimensiuni sau prin simularea autotipiilor;
- crearea imaginei cu ajutorul unui set de nuanțe de gri (tehnologia **Tagged Image File Format-TIFF**).

In cazul primei tehnologii imaginea este formată din puncte de diferite dimensiuni centrele căror sunt poziționate la distanțe egale pe orizontală și verticală. Numărul de puncte pe orizontală și pe verticală determină rezoluția imaginii în **ppi** sau **dpi**. Rezoluția pe verticală și pe orizontală în majoritatea cazurilor este diferită. Punctele cu dimensiuni mai mari simulează nuanțe mai întunecate, iar punctele de dimensiuni mai mici - nuanțe mai deschise.

Tehnologia Tagged Image File Format formează imaginea cu ajutorul unui set de nuanțe de gri. În cazul dat se obține o imagine mai calitativă.

În ambele cazuri imaginea (în afară de imaginile textelor) este stocată în memoria calculatorului sub forma unui fișier special ce poate fi redactat numai de redactori grafici. Imaginea unui text poate fi scrisă sub forma unui fișier textual care poate fi redactat de redactori textuali. În acest caz se utilizează tehnologii de recunoaștere a simbolurilor sau tehnologii cu elemente de inteligență artificială.

După construcție deosebim scanere portabile și staționare.

Primele scanere colorate au apărut în an. 1989. Pentru a prelucra imagini colorate, scannerul trebuie să lucreze în plus, apelând la tehnologia de culoare RGB, deoarece CCD-urile reacționează numai la gradul de luminositate. Tehnologia RGB descrie fiecare culoare ca fiind o combinație a trei culori de bază: roșu, verde și albastru. Cu ajutorul acestei tehnologii lucrează și monitoarele color. Pentru a obține cele trei culori, producătorii de scanere apelează la trei metode diferite de scanare:

- metoda celor trei treceri prin utilizarea unei surse de lumină;
- metoda unei sau trei treceri prin utilizarea a trei surse de lumină;
- metoda unei treceri prin utilizarea unei surse de lumină.

Cea mai ieftină metodă este cea a celor trei treceri. La aceasta, unitatea de citire trece de trei ori peste imaginea scanată. La fiecare trecere se va utiliza un alt filtru de culoare pentru șirul de CCD-uri. De exemplu, la prima trecere se folosește un filtru roșu, la a doua - unul verde și la urmă - unul albastru. Astfel, șirul de celule CCD va obține o dată valorile de luminositate pentru părțile roșii ale imaginii, după aceea pentru cele verzi și în final - pentru cele albastre.

Dezavantajul acestei metode constă în faptul că mecanismul electromecanic al scannerului trebuie să lucreze exact, deoarece unitatea de citire trebuie să scaneze la fiecare trecere același punct al imaginii. Dacă nu se respectă acest lucru, atunci apar distorsiuni de culoare, mai ales la limita dintre două câmpuri diferit colorate.

A doua metodă, în loc să folosească o singură sursă de lumină, dispune de trei lămpi diferențiate (roșie, verde, albastră) și funcția filtrelor de culoare sunt preluate de aceste trei lămpi. În cazul utilizării a trei treceri, sursele de lumină sunt activate secvențial, iar pagina este citită de trei ori. Pe șirul de captori CCD la fiecare trecere cade o culoare a luminii.

A treia metodă este cea mai exactă dar și cea mai scumpă. Sistemul folosește trei oglinzi cu diferențe grade de transparență și trei filtre de culoare plasate în fața șirului de celule CCD. Avantajul acestei metode este că procesul de scanare este foarte rapid și depinde numai de timpul de reacție al celulelor CCD utilizate.

5.6.4. Digitizor

Digitizorul (digitizer) sinonim cu masa grafică (graphics tablet) reprezintă un dispozitiv de intrare care permite desenarea cu un creion electronic pe o masă cu sensibilitate electronică. Mișările creionului conectat prin cablu flexibil cu masa grafică sunt reproduse pe ecranul monitorului. Masa grafică este conectată cu calculatorul prin interfața RS232C.

Pentru ușurarea introducerii desenelor în calculator masa grafică poate fi acoperită cu o rețea de linii orizontale și verticale.

Majoritatea digitizorilor lucrează pe baza efectului piezoelectric. În acest caz sub placă de lucru a digitizorului se află o placă piezoelectrică acoperită cu o rețea din conductori cu diametrul extrem de mic. Prin apăsarea creionului electronic pe suprafața de lucru a digitizorului în nodul apropiat al rețelei de conductori

apare o diferență de potențial fixat de blocul electronic drept coordonatele punctului apăsat. Aceste coordonate sunt transmise calculatorului care le reproduce sub forma unui punct pe ecranul monitorului.

Digitizorii sunt caracterizați de următorii parametri principali: rezoluția măsurată în număr de linii pe inci, viteza de transfer a informației, mărimea suprafeței de lucru, gabaritele, masa și puterea consumată.

Există digitizori care permit introducere și recunoașterea informației textuale scrise (sistemul Pen Windows al firmei Microsoft și sistemul GriDPad al companiei Grid Systems).

5.6.5. Ecran tactil

Ecranul tactil (touch screen) reprezintă un dispozitiv cu sensibilitate la apăsare, montat în fața ecranului monitorului. Apăsând pe ecran în locul adecvat se pot selecta opțiunile necesare.

Compania Hewlett-Packard a elaborat conceptul de monitor tactil la mijlocul anilor 1980, dar utilizatorii nu l-au acceptat. Ecranul devine repede murdar și nu mai poate fi citit. Echipamentele de monitoare cu sensibilitate tactilă sunt folosite acum în accesul public la informații din astăzi locuri ca muzeele, magazinele universale și aeroporturi. Ecranul tactil este caracterizat de următorii parametri:

- rezoluția măsurată în număr de linii pe inci;
- mărimea suprafeței de lucru;
- intervalul de timp dintre momentul apăsării și momentul apariției informației cerute pe ecran.

În dependență de principiul de funcționare deosebim următoarele tipuri de ecrane tactile: ecran tactil rezistiv; ecran tactil capacitativ; ecran tactil cu captori acustici; ecran tactil cu captori optici.

Ecranul tactil rezistiv este construit din două pelicule mylar transparente plasate pe ecranul monitorului. Pe una din pelicule sunt fixați conductori paraleli în direcția verticală, pe alta - în direcție orizontală, formând împreună o matrice rezistivă alimentată de la o sursă de curent continuu. Apăsarea peliculelor aduce la schimbarea rezistenței în nodul apropiat al matricei, coordonatele căruia sunt fixate și transmise calculatorului.

Ecranul tactil capacitativ este format din plăci mici transparente plasate pe ecranul monitorului. Apăsarea plăcii aduce la schimbarea capacitatei ei și coordonatele locului apăsat sunt transmise calculatorului.

Ecranul tactil cu captori acustici are de-a lungul celor două frontiere perpendiculare ale ecranului emițătoare de unde acustice de frecvență înaltă care formează o matrice de unde acustice. Orice obiect introdus în matricea acustică formează unde acustice de reflexie captate de senzorii acustici plasați lângă emițători. În astăzi mod sunt determinate coordonatele locului apăsat de pe ecranul monitorului.

Ecranul tactil cu captori optici are de-a lungul celor două frontiere perpendiculare a ecranului surse de raze laser infraroșii, iar de-a lungul celorlalte două frontiere perpendiculare a ecranului captori fotoelectrici. Razele laser formează o matrice optică. Prin apăsarea unui loc pe ecran captorii optici respectivi fixează dispariția semnalelor optice. În astăzi mod sunt determinate coordonatele locului apăsat de pe ecranul monitorului.

→ 5.7. Unități de afișare a informației

Drept unități de afișare și prezentare a informației într-un calculator se utilizează următoarele dispozitive periferice: monitorul; imprimanta; plotterul. Din aceste dispozitive monitorul este un atribut obligatoriu al calculatorului (fară monitor lucrul la calculator practic este imposibil). Imprimanta și plotterul sunt dispozitive periferice opționale.

5.7.1. Interfața video a calculatorului

Interfața video a unui calculator are două componente de bază: **monitorul (video display) și placa video (video adapter, video card)**.

Monitorul reprezintă acea componentă a calculatorului care se ocupă cu afișarea sub formă de imagini și/sau text a informației generate de calculator.

Monitorul este dispozitivul la care ne uităm cel mai mult în procesul de lucru cu calculatorul.

Comanda afișării informațiilor pe ecranul monitorului o realizează calculatorul, prin intermediul unui adaptor video plasat pe placa video. Monitorul este conectat la placa video a sistemului prin intermediul unui cablu, care conține semnalele de culoare și de sincronizare necesare afișării pe ecran a informațiilor.

După principiul de lucru deosebim monitoare digitale și monitoare analogice. Primele generații de monitoare au fost de tip digital.

Monitorul digital acceptă numai ieșiri digitale de la adaptorul de afișare și convertește semnalul digital în semnal analogic. Monitoarele digitale pot lucra cu adaptorii în standarde prestabilite, cum ar fi MDA

(Monochrome Display Adapter) de la IBM, CGA (Color Graphics Adapter) sau EGA (Enhanced Graphics Adapter).

Monitoarele digitale sunt rapide și realizează imagini bine definite, clare. Dar ele au un mare dezavantaj: afișează numai un număr limitat de culori și nu gama continuă de culori. Începând cu standardul VGA (Video Graphics Array) IBM a înlocuit monitorul digital prin monitor analogic.

Monitorul analogic cu tub catodic CRT (Cathode Ray Tube) color a rezolvat problema nuanțelor de afișare, fiind capabil să accepte un semnal de intrare ce variază continuu și, prin urmare, poate afișa o gamă continuă și un număr infinit de culori.

Dispozitivele de afișare cu ecran plat FPD (Fiat Panel Display) includ **ecranele cu cristale lichide LCD (Liquid Crystal Display)** și **ecranele cu plasmă PDP (Plasma Display Panel)**. În prezent aceste dispozitive sunt utilizate în laptop-uri datorită dimensiunilor și greutății reduse. Din punct de vedere a performanțelor, sunt net inferioare monitoarelor cu tuburi catodice clasice.

5.7.1.1. Monitoare cu tub catodic

În anii 1950 firma RCA a scos pe piață primul tub catodic CRT color. De atunci, se produc tuburi catodice color cu performanțe din ce în ce mai bune, și la prețuri tot mai scăzute. Ca urmare, monitoarele bazate pe tub catodic, sunt azi majoritate pe piață, constituind totodată soluția cea mai accesibilă și performantă pentru marea masă a cumpărătorilor de tehnica de calcul. Afișarea imaginii la aceste tuburi se face prin baleierea suprafetei ecranului, de la stânga la dreapta și de sus în jos, de către unul sau mai multe raze de electroni, provenite de la câte un tun de electroni.

În cazul tuburilor color, există 3 fascicule de electroni, câte unul pentru culoarea roșie, verde, respectiv albastră. Astfel, prin combinarea celor 3 culori fundamentale, în diferite intensități, se poate obține impresia oricărei nuanțe perceptibile de către ochiul uman.

Ecranul monitorului este tratat din interior cu depuneri punctiforme de fosfor colorat - roșu, verde, albastru. Acestea sunt dispuse consecutiv pe linii și coloane, formând triade de puncte (**dot triads**). Triadele obținute au formă triunghiulară sau liniară (mai recent), depinzând de modul de dispunere al tunurilor de electroni.

Pentru ca fascicolul emis de tunul de electroni corespunzător culorii roșu (de exemplu), să lovească exact punctul roșu de fosfor dintr-o triadă de pe ecran, este necesară existența unei grile de ghidare. Din punct de vedere tehnologic deosebim două variante constructive mai importante de monitoare CRT: cu mască de umbrire și de tip Trinitron, cu grilă de apertură (Aperture grille CRT).

Monitoare cu mască de umbrire (Shadow-mask CRT). Pentru a obliga electronii proveniți de la fiecare tun al tubului catodic, să lovească exact punctul de fosfor corespondent de pe ecran, în aceste monitoare se utilizează o foiță subțire de tablă numită mască de umbrire prevăzută cu mici orificii dispuse regulat.

Numărul și dispunerea orificiilor în masca de umbrire determină dimensiunea de afișare a respectivului ecran (câte un orificiu pentru fiecare triadă de puncte de fosfor de pe ecran). Datorită faptului că cele trei fascicule de electroni bombardează ecranul sub unghiuri de incidență diferite, este posibilă construirea și alinierea orificiilor din mască în aşa fel încât electronii generați de un tun vor bombarda punctul corespunzător din triadă, pe când celelalte două se vor afla în umbră. Doar 20...30% din totalul electronilor emisi inițial de tunuri ajunge să treacă de masca de umbrire, și să lovească fosforul ecranului, astfel că restul energiei este disipată sub formă de căldură de către mască.

Masca de umbrire a fost inițial construită din oțel, care are tendința de a absorbi energia electronilor blocați de mască. Ca rezultat, aceste tipuri de măști se încălzesc și se dilată sensibil în timpul sesiunilor lungi de funcționare a monitorului, cauzând distorsiuni de culoare și strălucire ale afișării. Modelele mai recente, îmbunătățite, de măști, sunt construite dintr-un aliaj numit "invar" (64% fier și 36% nichel), care nu se dilată la temperaturile nominale de funcționare ale tubului. Astfel, se înălță distorsiunile de culoare și strălucire ale afișării, și se permite utilizarea unor fascicule mai puternice de electroni, rezultând imagini mai intensive.

O altă problemă a acestui tip de măști o reprezintă fenomenul denumit "astigmatism". Când razele de electroni sunt direcționate către colțurile ecranului, ele lovesc masca de umbrire sub un unumit unghi, producând o proiecție eliptică pe suprafața de fosfor a ecranului, ce aduce la distorsionarea culorilor și defocalizarea imaginii în acele locuri.

Corectarea astigmatismului s-a reușit prin dispunerea celor trei tunuri electronice în același plan (**inline guns**), și intercalarea unor lentile electomagnetică în traseul fiecărui fascicul de electroni, cu rolul de a le orienta și focaliza.

Prin asamblarea împreună a tunurilor electronice și a lentilelor de focalizare s-a redus considerabil lungimea gâtului tubului catodic, astfel încât suprafața ecranului poate fi construită plană, și nu sferică.

Monitoare cu grilă de apertură (Aperture grill CRTs). Cele mai cunoscute produse din această categorie sunt tuburile realizate în tehnologia Trinitron, introdusă în 1968 de firma Sony.

Această tehnologie presupune existența a trei fascicule de electroni generate de un singur tun. Fasciculele de electroni traversează o serie de lentile electromagnetice și de focalizare. Grila de ghidare a fasciculelor de electroni este compusă din fire foarte subțiri de metal dispuse vertical, foarte aproape unul de celălalt, creând un set de fante verticale fine. Printr-o fantă, fiecare fascicul de electroni bombardează exact linia de fosfor de culoarea corespunzătoare. Datorită faptului că firele grilei de apertură blochează electronii doar pe verticală, ecranul va fi bombardat de mai mulți electroni ca în cazul măștii de umbrire, iar imaginea se obține mai strălucitoare și mai uniformă.

Un alt avantaj al tubului cu grilă de apertură este posibilitatea de dispunere a liniilor consecutive de fosfor colorat la distanțe foarte mici una de cealaltă. Aceasta aduce la o rezoluție de afișare mult îmbunătățită. Fantele verticale ce compun grila conferă ecranului o formă cilindrică și nu sferică, eliminând astfel fenomenul de strălucire a ecranului prin reflectarea luminii din exterior. Aici dispare și problema dilatării/deplasării fanteelor din mască, datorate încălzirii excesive a materialului ce o compune. Pentru a menține firele verticale din grila de apertură perfect aliniate, sunt necesare unul sau mai multe fire orizontale de tensiune (**tension wires**). Astfel, depinzând de dimensiunea ecranului, se vor întâlni: un fir de tensiune poziționat la 1/3 din dimensiunea de verticală a ecranului, pentru ecrane cu diagonale mai mici de 17"; două fire de tensiune pentru diagonala între 17" .. 21"; trei fire pentru diagonale mai mari de 21".

Uzual aceste fire sunt vizibile utilizatorului avizat, ca niște linii orizontale fine, de culoare gri. Acest dezavantaj este minor comparativ cu calitatea afișării oferită de tuburile cu grilă de apertură.

5.7.1.2. Monitoare cu ecrane plate

Tehnologia ecranelor plate FPD se dezvoltă foarte rapid. Marea majoritate a dispozitivelor FPD funcționează pe principiul adresării matriceale, adică, pentru aprinderea unui punct de pe ecran, se activează rândul și coloana corespunzătoare dintr-o matrice de elemente de afișare. Cele mai răspândite modele constructive FPD sunt monitoarele cu cristale lichide LCD și monitoarele cu plasmă PDP.

Monitorul cu cristale lichide LCD. Elementul de bază îl prezintă soluția de cristale lichide (cristale de cyanobiphenyl). Aceste cristale sunt dipoli electrici, poziționați întâmplător într-o soluție lichidă. La aplicarea unui câmp electric, cristalele se orientează în conformitate cu liniile de câmp. Această proprietate este exploatață în diferite moduri pentru a afișa informația cu ajutorul cristalelor lichide.

O variantă uzuală este cea care polarizează lumina incidentă pe cristale lichide, cu ajutorul unor ecrane polarizate (vezi fig. 5.44).

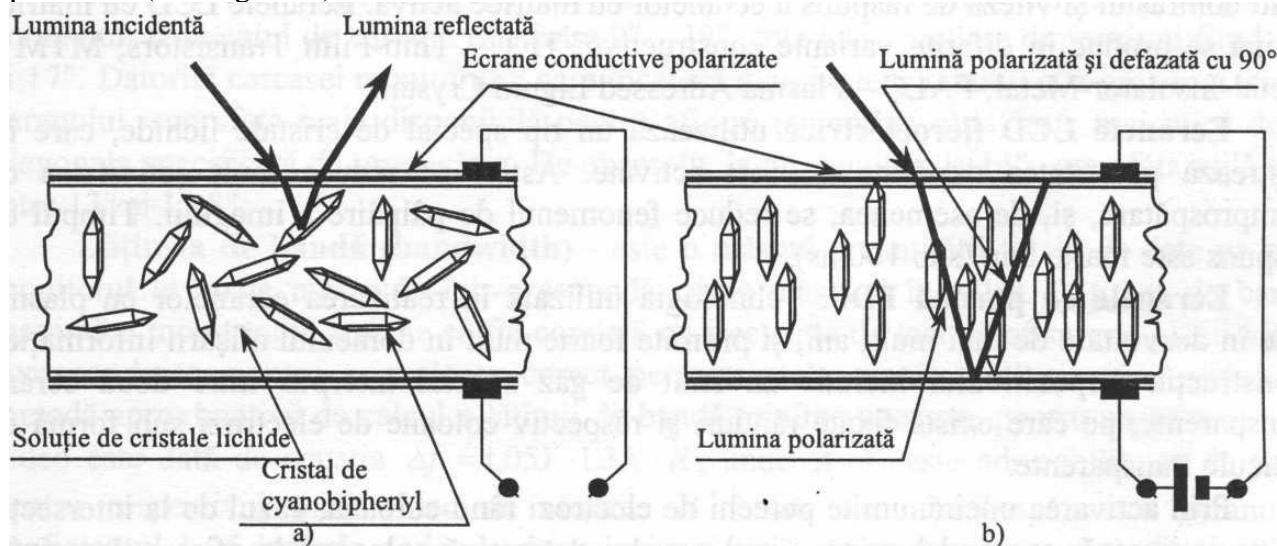


Fig. 5.44. Ecranul LCD cu polarizarea luminii: a) starea de repaus; b) starea cu câmp electric aplicat.

În starea de repaus, adică în absența câmpului electric, cristalele sunt orientate haotic în soluție, reflectând înapoi un procent foarte mare de lumină incidentă pe dispozitiv. De aceea, fundalul afișajelor LCD este deschis la culoare (luminos).

Când se aplică un câmp electric prin intermediul celor două ecrane conductoare, cristalele se orientează într-un plan paralel cu liniile de câmp și perpendicular pe suprafața dispozitivului. Lumina ce cade pe afișaj este polarizată la un anumit unghi de primul ecran, trece de cristale și ajunge pe suprafața celui de al doilea ecran polarizant. Aceasta o reflectă, după ce o polarizează cu un defazaj de 90° . Revenind la primul ecran, lumina este blocată în totalitate din cauza diferenței de fază existente și zona supusă câmpului electric va apărea închisă la culoare. În acest mod se pot afișa informații ce vor apărea negru pe un fundal deschis, rezultând modul monocrom de afișare.

Pentru a obține o afișare în nuanțe de gri, activarea cristalelor lichide prin aplicarea câmpului electric este modulată. Astfel, pentru ca un element de imagine să pară 50% negru (gri mediu), semnalul de activare va fi o consecutivitate de impulsuri cu un factor de umplere de $1/2$ (deci elementul respectiv va fi activat 50% din timpul total de afișare). Numărul de nuanțe de gri este însă limitat în principal de timpul de răspuns al cristalelor lichide; ușual se pot obține 16 nuanțe de gri.

Ecranele color se bazează pe același principiu de formare a nuanțelor ca la tuburile catodice: compunerea a trei culori fundamentale (roșie, verde, albastră) cu diferite intensități. Evident că LCD-urile color necesită de trei ori mai multe elemente discrete ca cele monochrome. Un element comun la toate ecranele LCD este cerința de iluminare externă, deoarece ecranul cu cristale lichide nu generează lumina ca și tubul catodic.

Modelele uzuale de ecrane LCD cuprind: ecranele cu matrice pasivă, ecranele cu matrice activă și ecranele fieroelctrice.

Ecranele LCD cu matrice pasivă activează un element de imagine (pixel) prin adresarea sa matriceală, pe linii și coloane. Astfel, pentru un ecran de tip VGA cu matrice pasivă sunt necesare 640 de tranzistori pentru linii și 480 pentru coloane. Afișarea imaginii pe întregul ecran se realizează prin baliere coloană cu coloană în timp ce rândul curent este activat în prealabil (mod similar cu cel de la tuburile catodice). Dezavantajul constă în faptul că un pixel va fi activat o perioadă scurtă de timp, rezultând un contrast slab. O altă problemă este timpul mare de răspuns, 40...200 ms, pentru multe aplicații.

Ecranele LCD cu matrice activă utilizează câte un comutator electronic separat pentru fiecare element de imagine. Deci pentru un ecran VGA, sunt necesare în plus 640×480 de tranzistori. De obicei toate elementele necesare afișării cu matrice activă sunt integrate într-un singur circuit. Posibilitatea adresării fiecărui pixel în parte îmbunătățește mult contrastul și viteza de răspuns a ecranelor cu matrice activă. Ecranele LCD cu matrice activă se produc în diferite variante constructive: TFT - Thin-Film Transistors; MTM -Metal-Insulator-Metal; PALC - Plasma Addressed Liquid Crystal.

Ecranele LCD fieroelctrice utilizează un tip special de cristale lichide, care își păstrează polaritatea după ce au fost activate. Astfel se reduce mult activitatea de reîmprospătare, și, de asemenea, se reduce fenomenul de pâlpâire a imaginii. Timpul de răspuns este foarte bun (sub 100 ns).

Ecranele cu plasmă PDP. Tehnologia utilizată în realizarea ecranelor cu plasmă este în dezvoltare de mai mulți ani, și promite foarte mult în domeniul afișării informației. Construcția dispozitivului include un strat de gaz special interpus între două ecrane transparente, pe care există fixate rânduri și respectiv coloane de electrozi sub formă de pelicule transparente.

Prin activarea unei anumite perechi de electrozi rând-coloană, gazul de la intersecția lor se ionizează, emițând lumină. Tipul gazului determină culoarea de afișare. Imaginele afișate prezintă contrast și strălucire excelente. În prezent nu sunt în totalitate rezolvate problemele legate de afișarea în nuanțe de gri și color.

5.7.1.3. Clasificarea și caracteristicile monitoarelor

În acest compartiment va fi prezentată o clasificare și caracterizare sumară a diverselor tipuri de monitoare ce pot fi întâlnite în practică.

După tipul semnalelor video:

- **monitoare digitale:** acceptă semnale video digitale (sunt conforme cu standardele mai vechi IBM CGA și EGA, și limitate la afișarea unui număr fix de culori);

- **monitoare analogice:** pot afișa un număr nelimitat de culori, datorită faptului că acceptă semnal video analogic (sunt majoritate în prezent, fiind mai flexibile și mai ieftine ca cele digitale).

După culorile de afișare deosebim:

- **monitoare monochrome:** pot afișa doar două culori - de obicei negru și una din culorile alb, verde sau ocru-galben;

- **monitoare cu nuanțe de gri:** pot afișa o serie de intensități de culoare între alb și negru;

- **monitoare color:** utilizează combinarea a trei culori fundamentale (roșie, verde și albastră) cu diferite intensități pentru a crea ochiului uman impresia unei palete foarte mari de nuanțe.

După tipul constructiv al ecranului:

- **monitoare cu tuburi catodice CRT;**
- **monitoare cu ecran plat FPD:** includ monitoarele cu cristale lichide LCD, monitoarele cu plasmă PDP, etc.

După tipul grilei de ghidare a electronilor în tubul catodic:

- **cu mască de umbrire:** ghidarea fluxurilor de electroni spre punctele de fosfor corespunzătoare de pe ecran este realizată de o mască metalică subțire cu orificii fine ($0,01\ldots0,5$ mm);

- **cu grilă de apertură:** ghidarea fluxurilor de electroni spre punctele de fosfor corespunzătoare de pe ecran este realizată * de o grilă formată din fire metalice fine, verticale, bine întinse și foarte apropiate între ele (pot afișa imagini mai calitative ca cele bazate pe masca de umbrire).

Vom încerca, în cele ce urmează, să trecem în revistă cele mai importante caracteristici pe care trebuie să le cunoaștem atunci când dorim să procurăm un monitor.

Dimensiunea ecranului și suprafața utilă (viewable area) - este unul dintre parametrii cei mai importanți.

Se exprimă în inci și reprezintă lungimea diagonalei ecranului. Domeniul de variație este între $9''\ldots39''$, cele mai populare dimensiuni fiind $14''$ și $17''$. Datorită carcasei monitorului care încalcă marginile ecranului și a grosimei sticlei ecranului, suprafața reală disponibilă pentru afișare (suprafața utilă) este mai mică decât diagonala specificată de producător. De exemplu, la un monitor de $14''$, suprafața utilă este între $13''$ și $13,8''$.

Lățimea de bandă (bandwidth) - este o măsură a cantității totale de date pe care monitorul le poate manipula într-o secundă, și se măsoară în MHz. Lățimea de bandă maximă a monitorului trebuie să fie corelată cu frecvența de tact de afișare al plăcii video corespondente, pentru a exploata corect performanțele monitorului și plăcii video. O metodă aproximativă de calcul a lățimii de bandă minime necesare pentru un anumit mod video este dată de ecuația $\Delta f = 1,05Y \cdot 1,3X \cdot R$, unde $X \cdot Y$ este adresabilitatea de pixel pentru respectivul mod video de afișare, R - rata de reîmprospătare a ecranului, coeficientul 1,05 include perioada de revenire a razei de electroni pe verticală (vertical blanking interval) iar coeficientul 1,3 include perioada de revenire la baleajul pe orizontală (horizontal blanking interval).

Astfel pentru modul video 1280×1024 la 60 Hz, rezultă o lățime de bandă aproximativă de 107 MHz.

Tactul de afișare - este frecvența cu care placa video trimite informațiile grafice necesare afișării unui pixel pe ecranul monitorului. Se măsoară în MHz, și se mai numește rata de pixel (**pixel rate**). Exprimă debitul de afișare al plăcii video, și trebuie corelat cu lățimea de bandă a monitorului.

Rata de reîmprospătare pe orizontală HSR (Horizontal Scan Rate) - este o măsură a numărului de linii orizontale baleate de monitor într-o secundă. Baleerea pe orizontală este controlată de placa video prin semnalul HSYNC. Monitoarele VGA și SVGA au un HSR minim de $31,5$ KHz.

Rata de reîmprospătare VSR (refresh Vertical Scan Rate) - exprimă numărul maxim de cadre ce pot fi afișate de monitor într-o secundă, la o adresabilitate de pixel dată. Este controlată de placa video prin semnalul VSYNC. Monitoarele VGA și SVGA au un VSR minim de 60 Hz.

Afișarea cadrelor pe ecranul monitorului poate fi îndeplinită în mod neîntrețesut **NI (Noninterlaced Mode)**, denumit și mod progresiv (**Progressive Mode**), sau în mod întrețesut **IL (Interlaced Mode)**.

Modul neîntrețesut NI de formare a cadrului pe ecranul monitorului este asigurat prin baleierea pe orizontală și verticală a fasciculului de electroni. Fasciculul de electroni lasă o urmă (o linie din puncte de diferită intensitate) pe ecranul monitorului numai la mișcarea directă (de la stânga la dreapta). Următoarea linie pe ecranul monitorului este deplasată puțin mai jos (vezi fig. 5.45a). În acest mod se obține un cadru întreg în timp de $1/60$ s.

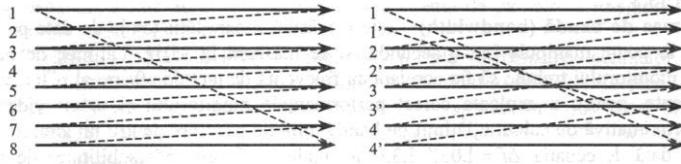


Fig. 5.45. Scanarea ecranului monitorului: a) mod neîntrețesut NI; b) mod întrețesut IL.

Întrețeserea cadrelor (IL - interlaced Mode) - este o tehnologie mai veche, provenită din televiziune, unde, inițial se lucra cu 30 de cadre întregi de imagine pe secundă. Din cauza că rata de reîmprospătare de 30 Hz produce pălpăirea flagrantă a imaginii afișate, s-a divizat semnalul video în două câmpuri pentru un același cadru, rezultând câte două semicadre de imagine. Acest lucru s-a realizat prin afișarea întâi a linilor impare de

baleaj (semicadrul impar) pe durata 1/60 s, după care sunt afişate liniile pare de baleaj, tot pe durata 1/60 s (semicadrul par). Tehnologia modului întreţesut de afişare este prezentat în fig. 5.45b. Datorită capacitateii creierului uman de a integra cele două sub-imagini, va rezulta o afişare de rezoluţie mare, la o rată de reîmprospătare efectivă de 60 Hz. În aşa mod se reduce considerabil pâlpâirea imaginii afişate.

Totuşi afişarea cu rastru întreţesut prezintă pâlpâiri observabile, în special în cazul liniilor orizontale înguste, din cauza alternanţelor razei de baleaj între linie şi culorile fundalului. De asemenea, fenomenul se poate observa dacă se urmăresc marginile superioară sau inferioară a unei ferestre dintr-un mediu grafic.

La monitoare, mai ales la cele mai recente, modul de lucru întreţesut este utilizat doar când rata maximă de reîmprospătare a monitorului este depăşită în modul video curent. În majoritatea situaţiilor, monitoarele lucrează implicit cu imagini neîntreţesute NI cu o rată de reîmprospătare de 60 Hz.

Densitatea de punct (dot pitch). În cazul monitoarelor color, elementul de afişare este format din triadă de puncte de fosfor de pe ecran, cu culorile: roşie, verde şi albastră. Densitatea de puncte se defineşte ca fiind valoarea inversă a distanţei dintre centrele a două triade de puncte vecine de fosfor, de aceeaşi culoare, de pe ecran. Cu cât densitatea de puncte e mai mare (distanţa dintre centrele a două triade de puncte vecine de fosfor, de aceeaşi culoare, de pe ecran este mai mică), cu atât mai clar vor apărea detaliile mici de imagine afişată. Valoarea uzuală a densităţii de punct pentru monitoarele cu diagonala de 15" şi mai mică, este de aproximativ $1/0,28 \text{ mm}^{-1}$, iar pentru monitoarele cu diagonale de 17" şi mai mari, de aproximativ $1/0,31 \text{ mm}^{-1}$.

Rezoluţia (resolution) reprezintă capacitatea unui monitor de a afişa "detalii fine" şi este proporţională cu: dimensiunea fasciculului de electroni din tubul catodic; ajustarea corectă a focalizării; lăimea de bandă a monitorului; densitatea de punct a ecranului.

Compatibilitate DPMS, sau mai corect, VESA DPMS (Video Electronics Standards Association's Display Power Management System), este un standard care defineşte tehniciile de reducere a consumului de energie electrică şi de prevenire a arderii punctelor de fosfor ale ecranului monitorului. Conform acestui standard, placa video va trebui să semnalizeze monitorul în cazul în care sistemul nu e folosit o perioadă de timp predefinită, şi acesta va intră într-un mod de stingere special (stingerea tunurilor de electroni, modul "stand-by", sau chiar stingeră completă a monitorului).

Utilitatea standardului DPMS sau oprirea funcţionării acestuia pe durata neutilizării sistemului se îndreptăşeşte din două puncte de vedere:

- reducerea consumului de energie electrică (monitorul cu tub catodic este cel mai mare consumator de energie electrică dintr-un sistem de calcul);
- prevenirea arderii punctelor de fosfor ale monitorului: în intervalele de neutilizare ale sistemului, pe ecranul monitorului va fi afişată aceeaşi imagine, provocând după o anumită perioadă de timp arderea punctelor de fosfor ce formează imaginea, prin bombardarea lor continuă cu electroni.

Protecţia anti-radiaţie. Reducerea emisiilor de radiaţie electromagnetică emanată de tubul catodic al monitorului este subiectul unor specificaţii impuse de standardele suedeze MPR-II şi TCO. Acestea fixează limite maxime pentru radiaţiile electromagnetice de foarte joasă frecvenţă VLF (Very Low Frequency) şi extrem de joasă frecvenţă ELF (Extremely Low Frequency) emise de monitor.

Standardul MPR-II este mai puţin restrictiv. Pentru respectarea acestui standard producătorii de monitoare trebuie să realizeze doar o mai bună ecranare internă a tubului cinescop, şi să adauge magneţi de compensare a câmpurilor create de bobinele de deflexie.

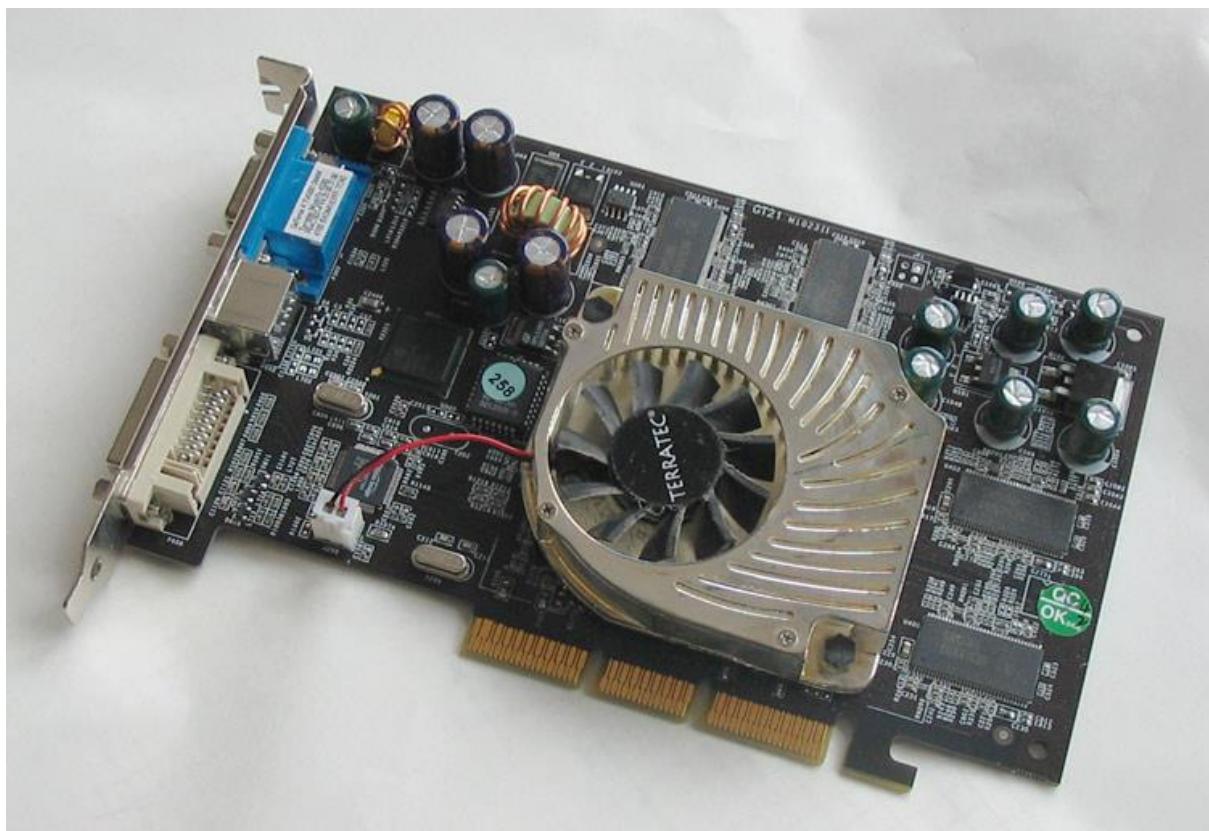
Standardul TCO, mai restrictiv, impune limite şi mai mici pentru radiaţiile electromagnetice localizate, în special, în faţa ecranului monitorului. Pentru respectarea acestui standard producătorii de monitoare trebuie să acopere suprafaţa de sticlă cu un înveliș special.

Tratarea anti-reflexie. Pentru a evita reflectarea luminii externe şi fenomenul de oglindire, ecranele monitoarelor sunt tratate cu substanţe speciale, care dispersează lumina incidentă din exterior. În prezent sunt utilizate două metode: tratarea ecranului cu strat de silică (silica coating) şi ecran anti-reflector ARP (Anti-Reflective Panel). O atenţie specială trebuie acordată atingerii şi curăţirii ecranelor tratate anti-reflexie, deoarece straturile depuse în acest scop pe suprafaţa ecranului sunt foarte sensibile la contacte mecanice.

Suport Plug-and-Play (PnP sau P&P) uşurează munca de instalare şi configurare a monitorului la sistemul gazdă. Standardul PnP modifică conectorul video VGA standard cu 15 pini, prin includerea unui "canal de date pentru afişare" DDC (Display Data Channel), prin care monitorul comunică sistemului parametrii proprii de funcţionare.

5.7.1.4. Adaptorul video

Un adaptor video reprezintă o placă cu microcircuite care realizează conectarea monitorului la calculator și prelucrările finale ale informației ce va fi afișată pe ecranul monitorului, generând totodată instrucțiunile necesare.



Afișarea informației pe ecranul monitorului poate fi în regim grafic sau textual. În afară de aceasta adaptorul video poate avea funcții adăugătoare de afișare a informației multimedia obținută de la o sursă video.

Componentele de bază ce alcătuesc arhitectura unei plăci video sunt: memoria video; coprocesorul grafic; controllerul de atribute; circuitele de conversie numeric-analogică (RAMDAC); video-BIOS; controllerul de magistrală; conectorul de extensie.

Memoria video conține totă informația necesară afișării datelor pe ecranul monitorului, la orice moment dat de timp și este structurată în aşa numitele "plane de biți" (**bit planes**), fiecare plan având X-Y biți (vezi fig. 5.47). Numărul n de plane de biți se numește adâncimea de culoare (**colour depth**), și dictează numărul maxim 2^n de culori ce pot fi afișate pe ecran la un moment dat. Valori uzuale pentru n sunt: $n = 1$ (2 culori posibile); $n = 2$ (4 culori posibile); $n = 4$ (16 culori posibile); $n = 8$ (256 culori posibile); $n = 16$ (64 Ko culori posibile); $n = 24$ (16,7 Mo culori posibile).

Astfel, un pixel cu coordonatele (X_p, Z_p) pe ecran, va fi descris în memoria video de către un bit de coordonate (X_p, Z_p) în fiecare din cele n planuri de biți. Relația de calcul a memoriei video minime necesare este: **((adresabilitatea pe orizontală) · (adresabilitatea pe verticală) · (adâncimea de culoare)) / 8 octeți**. Astfel, dacă aplicațiile pe care le utilizăm necesită o configurare a afișării de tipul: 1024x768 cu 256 culori (2^8 culori), atunci valoarea minimă a memoriei video necesare va fi: $1024 \cdot 768 \cdot 8 / 8 = 786432$ octeți.

Unele plăci video mai utilizează memoria video și pentru stocarea altor caracteristici ale imaginii de afișat (informații despre fonturi, texturi ale suprafețelor afișate etc). În aceste cazuri s-ar putea ca memoria necesară să fie mai mare decât ar rezulta din relația de mai sus.

Din punct de vedere constructiv, memoria video este de tip DRAM (RAM dinamic). Memoria DRAM are avantajul densității mari de integrare și deci al raportului capacitate/preț, dezavantajul fiind, în necesitatea reîmprospătării periodice a informației continue (în intervalul de reîmprospătare nu se pot face accese normale de citire/scriere la memoria).

Un alt dezavantaj îl reprezintă faptul că la un moment dat se poate face doar un singur acces la memoria (citire sau scriere). La nivelul plăcii grafice au loc însă două tipuri de transfer de date: a) transferul informației de la unitatea centrală a calculatorului la memoria video; b) transferul datelor din memoria video spre regiștrii de deplasare pentru afișarea imaginii pe ecran. Deci capacitatea totală de acces la memoria va trebui împărțită la 2.

La adresabilități mari de pixel și la adâncimi mari de culoare, spre monitor vor trebui transferate cantități enorme de date pentru ca afișarea să nu se altereze, ceea ce la unele tipuri de memorie video, nu reușește.

Pentru a elimina dezavantajele memoriei DRAM a fost elaborată memoria VRAM (Video RAM). Memoria VRAM este o memorie DRAM de tip dual-port, adică suportă două accese simultane (citire sau scriere), dublând astfel capacitatea totală de acces la ea. Necesitatea reîmprospătării informației din memorie se păstrează, fiind tot de tip DRAM. În schimb conține un registru de deplasare propriu, cu încărcare paralelă (echivalentul unui ciclu de citire), de capacitate foarte mare (un rând întreg din matricea memoriei). Acest registru poate fi sincronizat separat de accesele normale la memoria, și e utilizat pentru reîmprospătarea memoriei video. Astfel, dacă la memoria DRAM clasica, reîmprospătarea ocupă 50% din timpul necesar pentru executarea acceselor la memoria video, în cazul memoriei VRAM operația ocupă 0,5%.

Controllerul grafic este creierul unei plăci grafice. Printre funcțiile sale principale putem enumera:

- coordonarea operațiilor de transfer de date de pe magistrala sistem spre memoria video și din memoria video spre circuitele dedicate afișării pe ecran a imaginii;

- interpretare și execuție de comenzi video primare, primite de la unitatea centrală;

- structurarea memoriei video în planuri de biți și dirijarea cu frecvența de sincronizare în dependență de modul grafic ales;

- funcții de accelerare **2D (Graphical User Interface acceleration)**: manipulări de imagini bitmap sau pixmap, mutări de zone de imagine, manipulări de ferestre dreptunghiulare, umplerea unei zone de imagine cu culoare plină, sau cu diferite modele, trasarea de linii, poligoane etc;

- funcții de accelerare **3D (3D acceleration)**: mapări de texturi, umbriri după algoritmul **Gouraud shading**, scalare video (**video scaling**), efecte de ceată (**fog effects**), suprapunerile alfa de imagini (**alpha blending**), decupări de ferestre (**window clipping**), diverse filtre etc.

În unele variante de controlere grafice se conțin controllerul de atribute, circuitele de conversie numeric-analogice (RAMDAC) sau generatoarele semnalului de tactare, integrate în același microcircuit.

Dintre controlerelor grafice mai des utilizate putem numi produsele "Trident Microsystems", "Cirrus Logic, Inc", "S3, Inc", "Matrox" și "Millenium".

Controllerul de atribute apare ca circuit distinct la plăcile video de generații mai vechi, în prezent constituindu-se ca parte a controllerului video sau a RAMDAC.

Funcțiile sale sunt de stabilire a diverselor attribute (culori, texturi, umbrări, invers video (**reverse video**), afișare intermitentă (**blinking**) ale imaginilor ce vor fi prezentate pe ecran).

Circuitele de conversie numeric-analogică. Necesitatea folosirii convertoarelor numeric-analogice **RAMDAC (RAM Digital-to-Analog Converter)** a apărut odată cu înlocuirea monitoarelor digitale cu cele analogice. Avantajul monitoarelor analogice este că pot afișa o infinitate de nuanțe. Diferența dintre nuanțe este dată în principiu de tipul semnalelor de intrare ce descriu culoarea pixelului de afișat pe ecran: unul pentru culoarea roșie, unul pentru culoarea albastră și unul pentru culoarea verde (RGB).

Prin urmare, fiind vorba de trei semnale analogice, vor exista trei convertoare analog-numerice identice, cu câte m intrări fiecare. Rezultă că practic se vor putea afișa 2^m nuanțe. Valorile uzuale pentru m sunt 6 (plăcile VGA vechi), obținându-se 262144 culori, și 8 (plăcile video actuale), cu un maxim de 16,7 milioane de nuanțe.

Video-BIOS. Programele care spun calculatorului cum să acceseze placa video sunt stocate pe placa video, într-o memorie de tip ROM sau EEPROM. Orice operație de accesare a plăcii video se face prin intermediul rutinelor **video-BIOS (video Basic Input/Output System)**.

De asemenea, unele plăci video rețin în video-BIOS informații de configurare și informații referitoare la modul video în care se găsește placa.

Din cauză că toate accesele la placa video se fac cu citirea prealabilă a video-BIOS, și din cauză că accesarea memoriei de tip ROM este mai lentă ca a memoriei operative DRAM, calculatoarele mai noi oferă facilitatea de "dublare BIOS" (BIOS shadowing). Adică utilitarul SETUP de la pornirea calculatorului poate face o copie a video-BIOS în zona de memorie operativă DRAM cuprinsă între 640 Ko și 1 Mo. Accesele la placa video se vor face prin intermediul copiei video-BIOS din DRAM, mărind astfel viteza de lucru cu placa.

Controllerul de magistrală are rolul de interfață între unitatea centrală a calculatorului, și placa video, prin intermediul magistralei de sistem. Variantele uzuale ale magistralelor de sistem sunt: ISA, EISA, VLB și PCI.

Conectorul de extensie (feature connector) este utilizat pentru accesarea memoriei video direct, ocolind microprocesorul și magistrala de sistem. Uzual, conectorul de extensie este folosit de către plăci de captură video, plăci decodare MPEG, plăci tuner-TV, oferind o lățime de bandă ideală pentru rulare de clipuri video.

5.7.1.5. Caracteristici generale ale plăcilor video

Pixel. Este elementul unitar al afișării la un moment dat, din punctul de vedere al plăcii video. Un pixel este caracterizat de coordonatele pe orizontală și verticală (X, Y) ale poziției sale în cadrul de afișat și de informația de culoare (sau nivelul gri) caracteristică. Pe ecranul monitorului nu există nici un obiect fizic real care să poată fi numit pixel, el existând doar în memoria video a plăcii grafice. Pe ecran, un pixel poate fi mai mare, egal, sau mai mic decât un punct luminos (elementul de rezoluție al ecranului); depinzând de adresabilitatea de pixel a modului curent video al plăcii, și de capacitatele monitorului. Dacă pixelul e mai mare ca elementul de rezoluție al ecranului (cazul cel mai frecvent, și preferabil), imaginea afișată va fi clară, cu toate detaliile vizibile; un pixel va fi format din mai multe puncte luminoase pe ecran. Acest caz corespunde unui mod video în care adresabilitatea de pixel este mai mică decât capacitatele maxime de afișare ale monitorului, în celelalte cazuri, detaliile imaginii devin din ce în ce mai mici și mai greu de afișat, oferind o imagine neclară.

Adresabilitatea pixelilor (pixel addressability). Numărul de pixeli pe care cartela grafică îi poate afișa într-un anumit mod video și se exprimă în **[număr de pixeli pe orizontală]·[număr de pixeli pe verticală]**. Este frecvent confundată cu noțiunea de rezoluție, care e o caracteristică a monitorului. Este dependență de dimensiunea și structurarea memoriei video și de frecvență maximă de lucru a RAMDAC.

Adresabilitățile standard de pixel sunt prezentate în tabelul 5.15, unde CA. reprezintă coeficientul de aspect

Tabelul 5.15. Adresabilitățile standard de pixel.

X-Y	640x480	800x600	1024x768	1280x960	1280x1024	1600x1200	1600x1280
C.A	4:3	4:3	4:3	4:3	5:4	4:3	5:4

al imaginii generate pe ecran.

Adâncimea de culoare (color depth). Numărul de biți utilizați în memoria video pentru exprimarea informației de culoare a fiecărui pixel este echivalent cu numărul de planuri de biți care structurează memoria video. De asemenea depinde ca valoare maximă de lățimea în biți a intrării RAMDAC. Valori uzuale pentru adâncimea de culoare sunt: 1 bit - 2 culori posibile (afișare monocromă); 2 biți - 4 culori; 4 biți - 16 culori; 8 biți - 256 culori; 15 biți - 32 Ko de culori; 16 biți - 64 Ko de culori (afișare denumită "High Color"); 24 biți - 16,7 Mo de culori (afișare denumită "True Color" deoarece ochiul uman poate distinge doar 5...6 milioane de nuanțe diferite). Plăcile video cu adâncimi de culoare mai mari ca 24, de exemplu, 32, sunt de obicei tot True

Color cu facilități de extensie. Planele de biți de extensie (8 în cazul a 32 de biți) sunt folosite pentru stocarea altor atribute (textură, informație de adâncime 3D etc).

Ceasul de punct sau frecvența de pixel (dot clock, pixel rate). Este frecvența maximă cu care placa video poate transfera spre monitor informația completă necesară afișării unui pixel pe ecran. Se măsoară în MHz, și este strict dependentă de frecvența maximă de lucru a RAMDAC. Este o măsură indirectă a performanțelor placii: adresabilității de pixel și ratei de reîmprospătare verticală.

Lățimea de bandă video. Este o caracteristică sinonimă frecvenței de pixel, descrisă anterior.

Rata de reîmprospătare pe orizontală sau frecvența de linii (horizontal refresh/scan rate). Este frecvența, exprimată în kHz, cu care este baleiată (afișată) o linie orizontală de imagine pe ecran.

Rata de reîmprospătare pe verticală sau frecvența de cadre (vertical refresh/scan rate). Reprezintă numărul de cadre (frames) ce pot fi afișate într-o secundă pe ecranul monitorului. Un cadru acoperă toată suprafața de afișare a unui monitor, și este compus dintr-un număr dat de linii orizontale. Rata de reîmprospătare pe verticală reprezintă o caracteristică de bază în măsurarea performanțelor cuplului placa video-monitor. Pentru ca afișarea să fie de calitate (fară pălpări - flickers), eventual cu rastru neîntrețesut, este necesar o rată video de minim 60 Hz pentru orice adresabilitate de pixel folosită.

Lățimea magistralei video (video bus) este dictată de coprocesorul grafic de pe placa video. Poate influența performanțele placii grafice într-un mod direct proporțional.

Facilități de accelerare 2D (2D Acceleration, GUI acceleration - Graphical User Interface acceleration) - reprezintă așa numitele interfețe grafice cu GUI, cum sunt: X-Windows și Open-Windows sub UNIX, Microsoft Windows xx sub DOS, OS/2, necesită lucru în moduri video mult mai pretențioase decât modul VGA standard. De asemenea o mulțime de aplicații specializate mai ales de proiectare asistată - AutoCAD. Pentru manipularea unor entități în aceste medii grafice, e necesară prelucrarea unui număr enorm de date într-un timp cât mai scurt. Dacă se utilizează o placă video clasică, neaccelerată, aceste prelucrări va trebui să le execute procesorul calculatorului gazdă. În plus, datele prelucrate de procesor vor trebui trimise spre placa video spre afișare, prin intermediul magistralei de sistem. De aici rezultă două inconveniente de ordin major:

- procesorul calculatorului va fi ocupat mai tot timpul cu operații legate de prelucrarea informației video utilizată de mediul grafic Astfel că rămâne foarte puțin timp pentru celelalte operații cerute de utilizator;

- de obicei lățimea de bandă a magistralei de sistem, pe lângă faptul că e relativ mică pentru astfel de transferuri intensive de date grafice, mai trebuie să și fie împărțită cu celelalte dispozitive conectate la ea (controller de hard disc, placă de rețea), care, la rândul său, pot genera transferuri masive de date.

De aici se observă clar cantitatea enormă de date ce va trebui transferată din memoria video, prin magistrala de sistem, în procesor, și în memoria RAM internă, și vice-versa.

Plăcile video accelerate conțin un procesor grafic propriu, care este în stare să preia aproape toate sarcinile de prelucrare grafică de la procesorul principal. De exemplu, poate efectua operații de umplere de zone dreptunghiulare cu o culoare plină sau cu un model, salvare/încărcare în/din memorie a conținutului unei zone dreptunghiulare de imagine, trasări de linii sau poligoane etc. Astfel transferul informației grafice se va face local, între memoria video și procesorul grafic al placii, utilizând magistrala video.

Facilități de accelerare 3D (3D Acceleration). Ecranele monitoarelor sunt, în marea lor majoritate, bidimensionale. Ca rezultat, obiectele reprezentate într-un calculator sunt bidimensionale: text; desene, imagini, animație. Deoarece mediul înconjurător este tridimensional, tot mai multe aplicații utilizează reprezentarea reală a obiectelor, adică 3D. Acest lucru înseamnă că obiectele respective sunt definite și reprezentate intern 3D, și afișate pe ecranul monitorului, 2D, prin diferite proceduri de transformare numite proiecții (**rendering**).

În prezent, reprezentarea 3D a unui obiect în calculator se face prin așa-numitele rețele poligonale (**meshwork of polygons**) - de obicei rețele de triunghiuri.

→ 5.7.2. Imprimantele

Imprimantele sunt principalele echipamente de ieșire care realizează apariția pe hârtie a informațiilor alfanumerice sau grafice. Structura generală a unui echipament de imprimare este definită de existența unor blocuri funcționale cum ar fi: blocul de imprimare; sistemul de avans al hârtiei; blocul logic de comandă;

volumul memoriei RAM; interfața. Clasificarea imprimantelor după principiul de imprimare este prezentată în fig. 5.48.

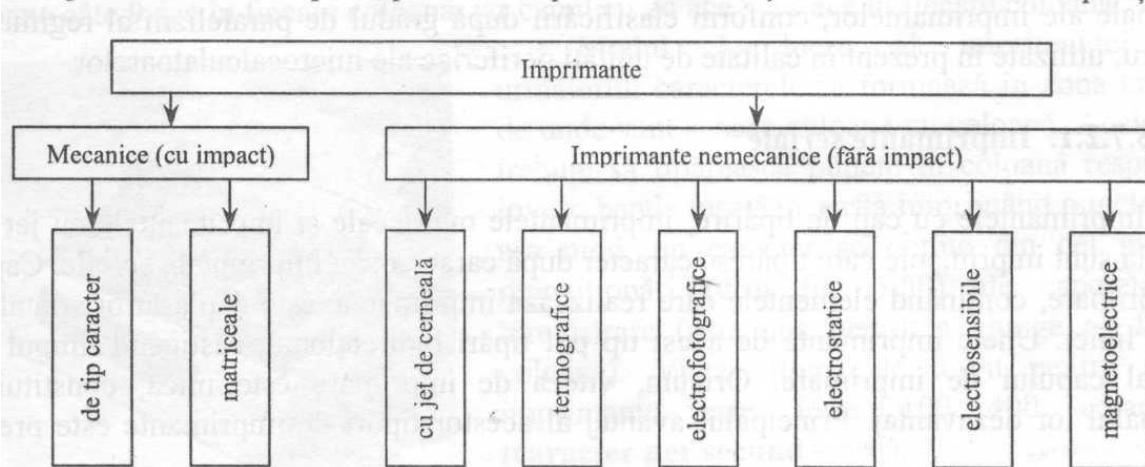


fig. 5.48.

Imprimantele mecanice (cu impact) sunt imprimante la care imaginea pe hârtie se obține în rezultatul unei lovitură și textul se setează caracter după caracter, deci lucrează după principiul mașinii mecanice de scris. Dintre imprimantele mecanice utilizate drept unități periferice ale calculatoarelor putem numi imprimantele de tip caracter și imprimantele matriceale. Acestea au o viteza relativ mică de imprimare și un nivel înalt de zgomot.

În imprimantele nemecanice (fără impact) mișcarea hârtiei tot are loc în mod mechanic însă pentru formarea imaginii se utilizează principii nemecanice. Dintre imprimantele nemecanice o răspândire largă au primit imprimantele cu jet de cerneală și electrofotografice (laser). Avantajele principale ale imprimantelor nemecanice sunt viteza destul de mare de imprimare și nivelul scăzut de zgomot.

Calitatea tipăririi alb-negru a atins nivelul fotografic, iar pentru imprimarea în culori acest nivel poate fi atins în anii apropiati.

După gradul de paralelism al regimului de lucru imprimantele pot fi clasificate în modul următor:

- **imprimante seriale** - imprimante care tipăresc caracter după caracter (prin impact sau cu cap de tipărire, matriceale, cu jet de cerneală);
- **imprimante de tip linie** - imprimante care tipăresc un rând de caractere într-un ciclu (cu tambur prin impact sau cu lanț prin impact);
- **imprimante de tip pagină** - imprimante care tipăresc o pagină de caractere într-un ciclu (laser, facsimile sau teletext).

Imprimantele sunt caracterizate prin:

- principiul de lucru (conform clasificării prezentate în fig. 5.48);
- numărul de culori (alb-negru sau colorat);
- regimul de imprimare (textual și/sau grafic);
- rezoluția;
- viteza de imprimare;
- volumul memoriei tampon;
- setul standard de fonturi și posibilitatea creării fonturilor noi;
- formatul hârtiei utilizate (lățimea hârtiei - A3, A4);
- nivelul zgomotului;
- gabarite, energia consumată și preț.

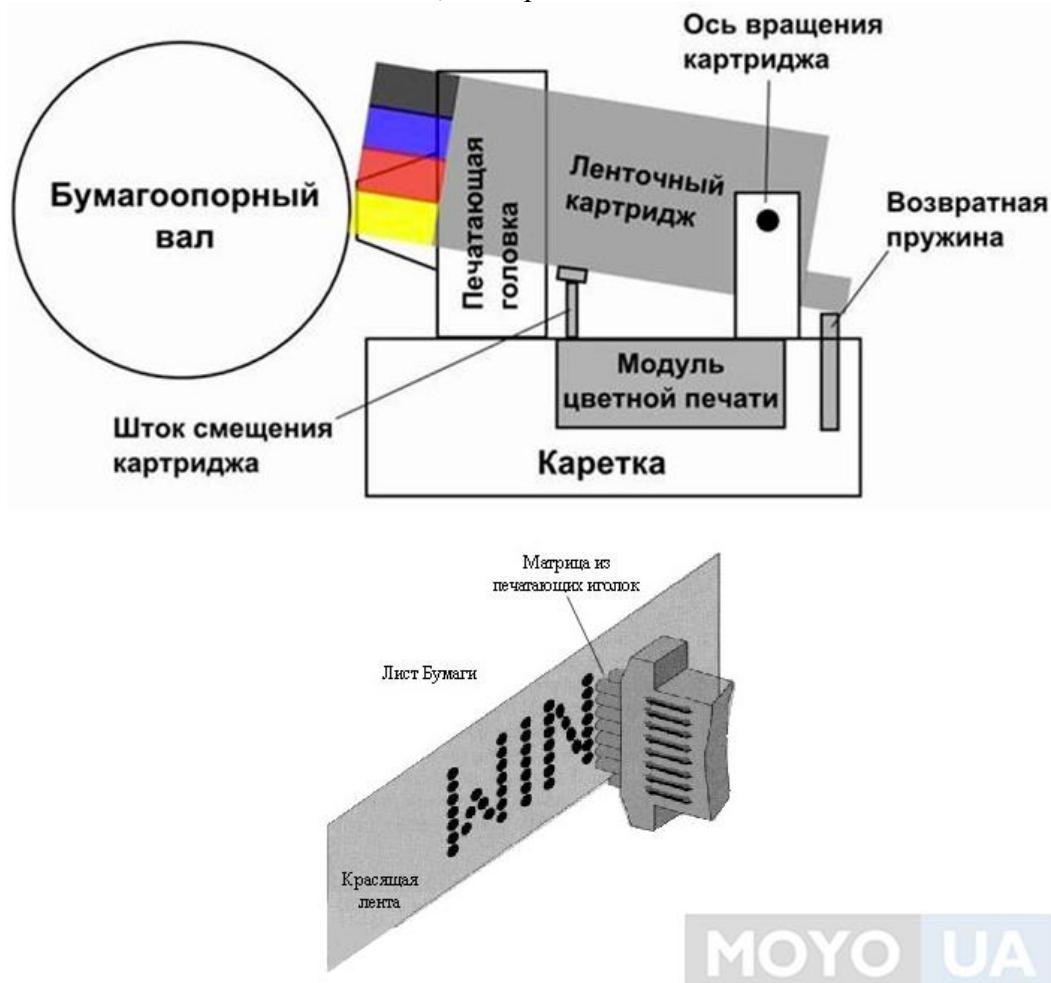
5.7.2.1. Imprimante seriale

Imprimantele cu cap de tipărire, imprimantele matriceale și imprimantele cu jet de cerneală sunt imprimante care tipăresc caracter după caracter sau imprimante seriale. Capul de imprimare, conținând elementele care realizează imprimarea, este deplasat orizontal în lungul liniei. Unele imprimante de acest tip pot tipări bidirectional, câștigând timpul de return al capului de imprimare. Oricum, viteza de imprimare este mică, constituind principalul lor dezavantaj. Principalul avantaj al acestor tipuri de imprimante este prețul scăzut.

Imprimantele cu cap de tipărire, au fie un cap sub forma unui bulb care se rotește, având literele pe bulb, fie sub forma unei rozete (**daisywheel**), care la capetele brațelor are literele. În ambele cazuri, hârtia este derulată în dreptul capului de tipărire care se învârtește. Între hârtie și capul de tipărire este o panglică tușată. La imprimantele cu bulb, capul lovește cu litera panglica tușată, provocând imprimarea caracterului. La imprimantele cu rozetă, un ciocan lovește rozeta în dreptul caracterului (vezi fig. 5.49), iar acesta se imprimă pe hârtie. Viteza tipică a acestui tip de imprimante este de 45...80 caractere pe secundă. De exemplu, imprimanta PR340 cu cap sub formă de rozetă a firmei italiene Olivetti utilizează hârtie de formatul A4 și are o viteza de imprimare de 45 caractere/s.

Avantajul acestor imprimante constă în faptul că au caractere în general bine conturate și frumoase, fiind turnate în bloc. Principalele lor dezavantaje sunt zgomotul pe care-l produc, precum și faptul că, având caractere turnate în bloc, nu pot fi utilizate în aplicațiile de grafică.

Imprimantele matriceale au un cap cu ace acționate electromagnetic. În prezent, imprimantele cu ace sunt cu 9, 18 sau 24 de ace. Caracterele, în acest caz, se imprimă printr-o matrice de puncte. Astfel caracterul în cazul unei imprimante EPSON88 cu 9 ace se imprimă ca o matrice 9x7 puncte. Numărul punctelor pe caracter (informație înscrisă în memoria ROM) sau dimensiunea standard a acestei matrici poate fi 9x7 pentru capete cu 9 ace, sau 24x18 la imprimantele având capete cu 24 ace (pot fi și alte variante). Acele utilizate pot avea formă cilindrică sau dreptunghiulară. În cazul acestor cilindrice se utilizează ace cu diametrul 0,2...0,35 mm. Evident, cu cât numărul de ace este mai mare, cu atât calitatea imprimării este mai bună. Capul cu 18 ace are două coloane câte 9 ace în fiecare coloană, iar capul cu 24 ace - 12 ace în fiecare coloană.



Modul de lucru al imprimantei este următorul: caracterele se formează în zona tampon de unde sunt scoase coloană cu coloană. Acele care trebuie să tipărească puncte în coloană respectivă lovesc banda tușată, aceasta imprimând punctele. În acest mod, un caracter se obține din cel puțin 7 poziționări ale capetelor de înregistrare (câte una pentru a ajunge pe fiecare coloană). Viteza tipică de lucru pentru aceste imprimante este între 100...400 caractere/s (**character per second - cps**).

Imprimantele matriceale pot lucra atât în mod text, cât și în mod grafic. Modul text de lucru este caracterizat printr-o viteză mai mare de imprimare în comparație cu modul grafic. În cazul modului text de lucru are loc imprimarea unui rând de caractere la o trecere a capului. În cazul modului grafic de lucru are loc imprimarea unui rând de puncte la o trecere a capului sau un rând de caractere este imprimat la mai multe treceri a capului.

Calitatea imprimării este determinată de rezoluția imprimantei și se măsoară în număr de puncte pe inci (**dot per inch - dpi**). Rezoluția imprimantelor de calitatea superioară a atins mărimea de 14,2 dpi.

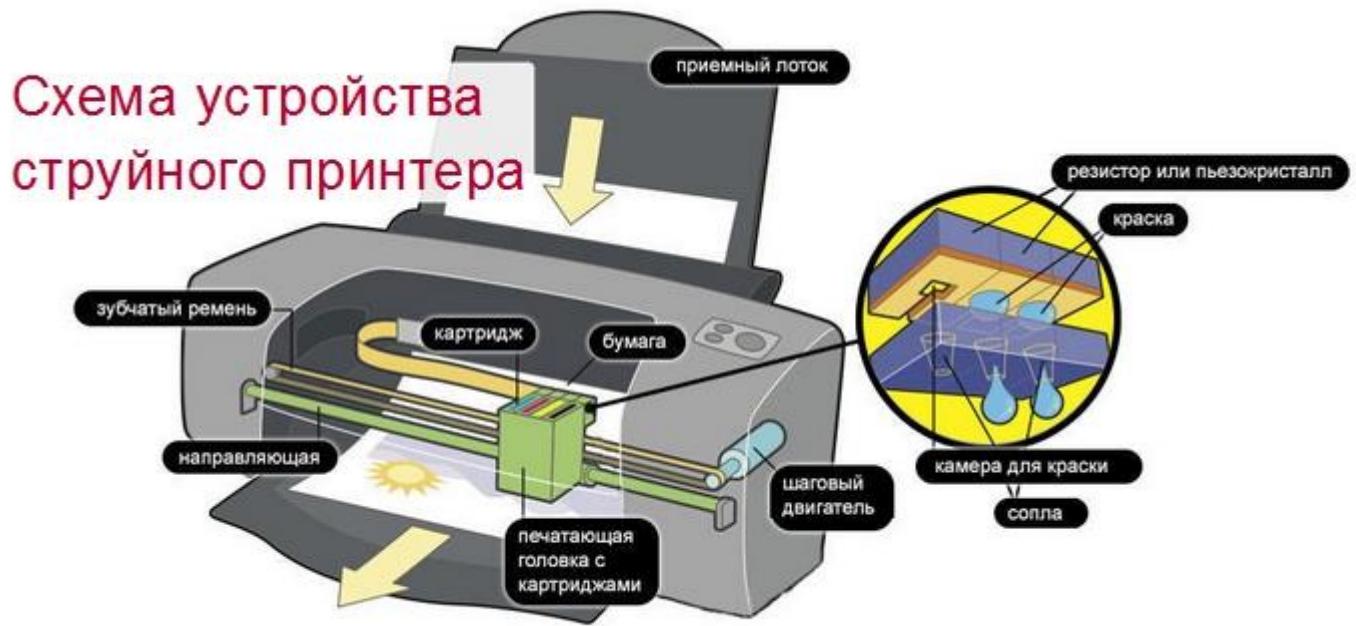
În regim textual deosebim următoarele subregimuri, caracterizate prin calitatea imprimării:

- calitate inferioară de imprimare (Draft);
- calitate apropiată de cea tipografică NLQ (Near Letter Quality) sau regimul scrisorii de afaceri (Correspondence Quality);
- calitate tipografică LQ (Letter Quality);
- calitate superioară SLQ (Super Letter Quality).

Imprimantele matriceale, drept regulă, susțin următoarele fonturi: Times New Roman; Courier; MS Sans Serif; MS Serif; MT Extra; Prestige Elite. Schimbarea regimurilor de lucru și fonturilor poate fi efectuată prin instalarea respectivă a comutatoarelor regimurilor de lucru de pe panoul imprimantei sau în mod de program. Majoritatea imprimantelor matriceale utilizează hârtie de formatul A4 și/sau A3.

Imprimarea în culori este realizată prin utilizarea bandei tușate cu mai multe culori care poate fi deplasată în sus sau în jos în procesul execuției imprimării. Pentru a primi paleta RGB de culori banda tușată trebuie să fie colorată în următoarele 4 culori: albastru deschis; roșu aprins; galben; negru. Pentru a obține culoarea dorită se face amestecul acestor culori prin suprapunere la câteva treceri a capului imprimantei.

Imprimantele matriceale produc mai puțin zgomot în comparație cu imprimantele cu cap de tipărire. Principalele firme producătoare de imprimante matriceale sunt: Seiko Epson; Okidata; Seikosha; Star Micronics; Genicom.



Imprimante cu jet de cerneală. Tehnologia imprimantelor cu jet de cerneală a fost elaborată la începutul anilor 60 în Universitatea din Stanford, SUA. Prima imprimantă cu jet de cerneală, cunoscută sub numele ThinkJet și reușită din punct de vedere a performanțelor sale, a fost elaborată de firma HP (Hewlett-Packard). Imprimantele cu jet de cerneală au fost introduse în anul 1976 de IBM în componența calculatorului IBM 6640.

Tehnologia cu jet de cerneală, fară a analiza detaliile concrete, constă în împroscarea picăturilor de cerneală pe hârtie. Imprimanta cu jet de cerneală utilizează cerneală specială de o culoare sau 4 culori (albastru deschis, roșu aprins, galben și negru) și funcționează asemănător cu cea matriceală (deci capul de imprimare se mișcă orizontal față de hârtie), numai că, în loc să aibă pe coloană ace capul poate avea un capilar, o coloană sau o matrice cu capilar.

Imprimantele cu jet de cerneală se împart în imprimante cu jet continuu de cerneală și imprimante cu microdozator capilar.

În imprimantele cu jet continuu de cerneală se formează un jet din picături mici, care, traversând un câmp electric, se încarcă și își schimbă traекторia mișcării în plan vertical proporțional sarcinei acumulate. Ne aducem aminte, că deplasarea orizontală este asigurată de mișcarea capului. În aşa mod unele picături trec prin capilar sau coloana de capilare și se depun pe hârtie, iar alte picături nu trec prin capilar sau coloana de capilare dar se scurg printr-un canal special în vasele cu cerneală. Un caracter se imprimă prin câteva repozidonări ale capului.

Capul imprimantelor cu microdozator capilar reprezintă o matrice cu capilare, în procesul mișcării orizontale a capului în momentele de timp necesare prin capilare se împroașcă doze de cerneală care imprimă pe hârtie caracterul necesar. Acest tip de imprimante au viteza de lucru de 40... 100 cps.

Imprimantele cu jet continuu de cerneală sunt mai complicate după construcție, însă au o viteză mai mare de lucru (peste 150...300 cps). Ambele tipuri de imprimante produc puțin zgomot, pot forma până la 1000 de culori, consumă puțină energie și pot lucra în regim de text și regim grafic la o calitate deosebită a imprimării (la calitatea imprimantei laser).

Neajunsul principal al imprimantelor cu jet de cerneală constă în fiabilitatea destul de scăzută și necesitatea curățirii repetitive a capilarelor.

5.7.2.2. Imprimante de tip linie

La imprimantele de tip linie, caracterele unei linii întregi sunt selectate sau generate și imprimate în tinipul unui ciclu (adică o rotoare de tambur sau de bandă). Imprimantele linie au o memorie tampon de o capacitate egală cu cel puțin numărul de caractere al unei linii. Aceste imprimante sunt de mare viteză, viteza lor fiind de ordinul 2000...3500 linii pe minut (**line per minut - lpm**). Având în vedere acest fapt, ele sunt utilizate la sistemele de calcul medii-mari sau la minicalculatoare, la acele aplicații care necesită imprimarea unui volum mare de date. Pentru a ne da seama de viteza unei astfel de imprimante trebuie să ne gândim că ea poate în 15 minute să imprime toată Biblia. Ceea ce caracterizează aceste imprimante, pe lângă viteza mare, sunt următoarele:

- ele utilizează hârtie specială cu marginile perforate; aceasta este porțiunea de unde dispozitivul, numit tractor, face ca hârtia să avanseze;
- lățimea liniilor diferă de la caz la caz, variind între 80... 160 caractere (lățimile tipice sunt de 120 sau 132 caractere);
- calitatea tipăririi este foarte bună, caracterele fiind turnate în bloc;
- pot lucra numai în regim de text.

Imprimantele de tip linie pot fi clasificate după principiul de lucru în imprimante cu tambur și imprimante cu bandă sau lanț.

Imprimantele cu tambur au un tambur din dur-aluminiu cu lungimea de 60...80 cm, care se învârte cu o viteză de aproximativ 2000...3000 rotații pe minut. În lungul tamburului sunt plasate linii de caractere turnate în bloc (o linie pentru litera A, alta pentru

litera B, și.a.m.d., vezi fig. 5.52a).

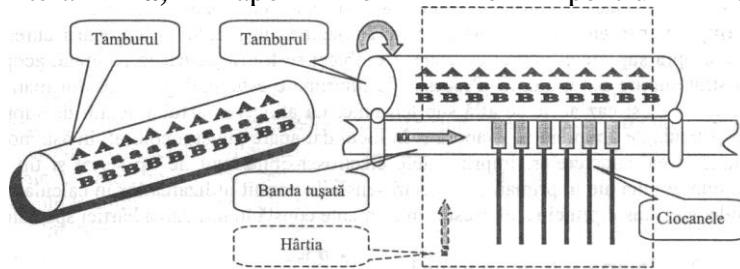


Fig. 5.52. Tehnologia imprimantei cu tambur: a) tamburul; b) mecanismul de imprimare.

În fața tamburului, se află hârtia de imprimat, o bandă tușată și un sistem de ciocane. Numărul de ciocane coincide cu numărul de caractere dintr-o linie a tamburului.

Procesul de imprimare se înfaptuește în modul următor (vezi fig. 5.52b). Tamburul se învârte cu un număr constant de rotații pe minut. În momentul în care linia cu o anumită literă, de exemplu, litera A, se află în dreptul hârtiei, toate ciocanele din pozițiile în care trebuie să se imprime litera A lovesc banda tușată care imprimă deodată litera respectivă în toate pozițiile. Rotația tamburului continuă, procedându-se analog cu

următoarea literă etc. în felul acesta, se poate observa fără dificultate, că la o rotație a tamburului se imprimă un rând complet pe hârtie. Principalul avantaj al acestei imprimante este viteza mare de lucru și fiabilitatea sa. Principalele dezavantaje le reprezintă zgomotul intens și faptul că tamburul, fiind greu, poate provoca jocuri la capetele axului, ceea ce duce la distrugerea tamburului.

Imprimantele cu bandă sau lanț funcționează asemănător cu imprimantele cu tambur, deosebirea esențială constând în faptul că tamburul de dur-aluminiu este înlocuit cu o bandă de 60...80 cm din inox. Banda se învârte cu viteza de 2000...3000 de ture pe minut și are fixată pe ea toate caracterele necesare pentru imprimare, aranjate într-o anumită ordine. Analog ca și în cazul imprimantei cu tambur, în fața benzii de inox se află hârtia de imprimat, o bandă tușată și un sistem de ciocane (vezi fig. 5.53).

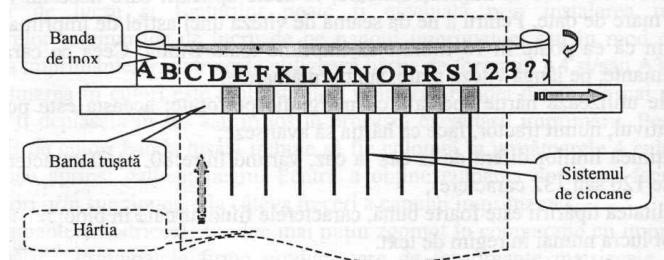


Fig. 5.53. Mecanismul de imprimare a imprimantei cu banda inox.

Ciocanele lovesc banda tușată, hârtia și banda inox în momentul în care banda inox ajunge în poziția caracterelor care se pot imprima. În felul acesta, printr-o rotire a benzii de inox se poate imprima un rând de caractere pe hârtie. Avantajele și dezavantajele imprimantei cu bandă din inox sunt aceleași ca și ale celei cu tambur, cu deosebirea că banda nu are greutatea tamburului, deci nu face joc la ax, dar poate să se rupă.

Imprimante electrosensibile formează imaginea în rezultatul acțiunii curentului electric asupra suprafeței hârtiei speciale. De obicei se folosește hârtie colorată, acoperită cu un strat subțire de aluminiu. Procesul de imprimare este analog procesului matriceal, numai că în acest caz acele se află sub tensiune. La atingere vârfului acului de suprafață hârtiei pelicula de aluminiu se evaporă și în locul dat apare punctul colorat. În acest mod are loc imprimarea caracterelor. Imprimantele electrosensibile sunt de tip serial și tip linie. Dimensiunile mici ale imprimantelor electrosensibile permit utilizarea lor în calculatoarele portabile. Neajunsul principal al acestor imprimante constă în utilizarea hârtiei speciale.

5.7.2.3. Imprimante de tip pagină

Imprimantele de tip pagină se caracterizează prin faptul că "pozează" o pagină întreagă. Imaginea poate conține orice, adică texte, scheme, grafice, fotografii etc. La aceste imprimante hârtia se deplasează în continuu, informația necesară unei pagini fiind memorată în prealabil într-un tampon de memorie, spre deosebire de imprimantele de tip serial sau linie, unde numai o parte a informației este memorată, avansul hârtiei fiind linie cu linie. Viteza de lucru a acestor imprimante variază între 8...600 pagini pe minut (**page per minut - ppm**). Viteza efectivă depinde evident de dimensiunea paginii și performanțele imprimantei. Aceste imprimante sunt echipate cu microprocesoare și memorii RAM. Dintre imprimantele de tip pagină, amintim: a) imprimantele electrofotografice (laser); b) imprimante pentru teletext; c) imprimante electrostatice.

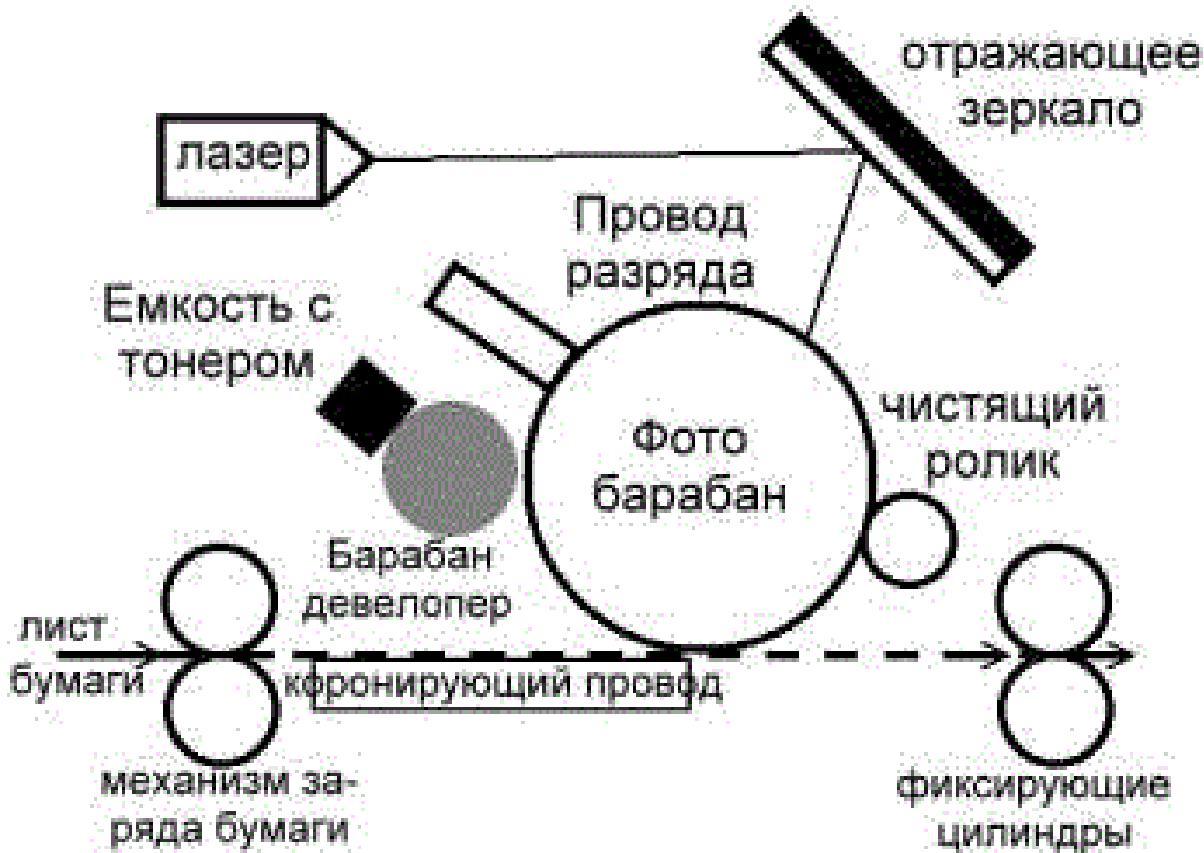
Imprimantele electrofotografice (laser) utilizează tehnologia electrofotografică împrumutată de la dispozitivele xerografice, unde se folosește proprietatea materialelor fotosensibile de a schimba sarcina în dependență de luminozitate.

Primele imprimante laser au fost elaborate de firma Xerox. Acestea erau voluminoase, complicate în deservire și aveau un preț de zeci sau chiar sute de mii de dolari. Din aceste cauze imprimantele laser ale firmei Xerox nu puteau fi folosite ca echipamente ale calculatoarelor.

În anul 1984 firma Canon (SUA) a elaborat imprimanta laser LBR-CX de tip radical nou, devenind prototipul imprimantelor laser moderne utilizate de calculatoare. Cele mai populare imprimante laser sunt LaserJet a firmei HP, LaserPrinter a firmei IBM, LaserWriter a companiei Apple Computer și 8/300 a firmei Imagen.

Imprimantele laser folosesc pentru realizarea imprimării un tambur rotitor acoperit cu material fotoconductive. Suprafața tamburului este baleiată linie cu linie de către o rază laser de putere scăzută, modulată pe baza informației de la calculator, punct cu punct, analog principiului de lucru al imprimantelor matriceale. Zonele acționate de rază laser își schimbă sarcinile electrice, astfel că pe suprafața tamburului ia naștere negativul imaginii de imprimat. Tamburul este pus în contact cu un rezervor de toner (praf colorant special,

analog ca la copiatoarele de tip xerox). Tonerul se fixează pe acele porțiuni de pe suprafața tamburului, care au fost acționate de raza laser. Ultima fază a imprimării constă în transpunerea pe hârtie a imaginii de pe tambur și fixarea termică a tonerului.



Imprimantele laser au o viteză mare de lucru,» o rezoluție de 300...600 dpi, lucrează în regim text/grafic monocrom sau color. Pentru obținerea imaginii colorate aceeași hârtie este trecută prin imprimanta laser de mai multe ori (de fiecare dată la altă culoare). Din punct de vedere a vitezei de lucru imprimantele laser se împart în:

- imprimante laser de viteză mare, care imprimă 20...200 pagini pe minut;

- imprimante laser de viteză scăzută, care imprimă până la 20 pagini pe minut. Principalul avantaj al primei categorii este evident viteza și calitatea, dar au cost mai ridicat al imprimării. Principalele dezavantaje sunt faptul că ele produc zgomot, au o dimensiune considerabilă și evident prețul mare. Din aceste motive, se utilizează de obicei la calculatoarele medii-mari sau minicalculatoare, în afaceri, unde se tipărește mult, de exemplu la edituri, minitipografii etc.

Imprimantele din a doua categorie practic nu fac zgomot, au dimensiuni mici și asigură o calitate suficient de bună pentru editări de documente, chiar și într-un domeniu destul de pretențios cum ar fi editarea cărților și ziarelor.

Pentru a realiza funcția de editare de texte și documente, majoritatea imprimantelor laser sunt dotate cu un **limbaj interpretor Postscript** creat de firma Adobe Systems. Postscript este un limbaj special care permite descrierea editării și punerii în pagină a documentelor (texte, grafice, fotografii etc), altfel spus, este un limbaj de descriere a paginilor. În cazul în care calculatorul emite către imprimanta cu laser un program Postscript, acesta este interpretat de interpretorul imprimantei, care controlează tipărirea conform instrucțiunilor programului. Firma HP a elaborat pentru imprimantele sale un limbaj analog sub denumirea PCL. Imprimantele laser ale firmei HP pot utiliza și limbajul Postscript.

Imprimante pentru teletext. Teletext-ul, numit și facsimil sau fax, are ca scop transmiterea unor documente (analog fotocopierii) la mare distanță. Evident fax-ul este format dintr-un cititor optic de documente, care transformă imaginea documentului într-o consecutivitate de cifre, iar la capătul celălalt există o imprimantă de tip pagină, care efectuează operația inversă. Vitezele de transmitere variază între 2...4 Kbit/s (sau

Kbauds), pentru circuite comutate (uzuale, din telefonie) și 48 Kbauds, pentru comutări de pachete (serviciu special pentru transmitere de date). Cu toate că imprimanta fax-ului este de tip pagină și viteza de transmisie este suficient de ridicată, totuși tipărirea unui document în format A4 poate dura la 30 secunde până la câteva minute. Aceasta se datorează faptului că imaginile grafice generează un volum foarte mare de informații numerice care trebuie transmise.

Imprimante electrostatice. Tehnologia imprimantelor electrostatice bazată pe efectul depunerii de ioni a fost elaborată de firma Delphax Systems. Mecanismul de imprimare constă dintr-un tambur rotitor, electrod de ecranare cu găuri, casetă cu ioni și electrodul de dirijare. În procesul imprimării între electrodul de dirijare și tambur sub acțiunea tensiunii aplicate apar descărcări electrice care direcționează ionii din casetă spre tambur. Electrodul de ecranare servește pentru frânarea și focalizarea jeturilor de ioni. În acest mod are loc depunerea ionilor pe tambur, astfel că pe suprafața tamburului ia naștere negativul imaginii de imprimat. Tamburul este pus în contact cu un rezervor de toner. Tonerul se fixează pe acele porțiuni de pe suprafața tamburului, care au fost acționate de ioni. Ultima fază a imprimării constă în transpunerea pe hârtie a imaginii de pe tambur și fixarea termică a tonerului.

Imprimantele electrostatice au o viteză de imprimare mai mare ca la imprimantele laser.

Imprimantele magnetografice au o tehnologie de imprimare asemănătoare tehnologiilor electrofotografice și electrostatice numai că în acest caz se utilizează scrierea magnetică. Tamburul rotitor al imprimantei are o acoperire din substanță magnetică. Suprafața tamburului este acționată de un set de capuri magnetice, astfel că pe suprafața tamburului ia naștere negativul imaginii de imprimat. Tamburul este pus în contact cu un rezervor de toner. Tonerul se fixează pe acele porțiuni de pe suprafața tamburului, care au fost acționate de capurile magnetice. Ultima fază a imprimării constă în transpunerea pe hârtie a imaginii de pe tambur și fixarea tonerului prin topire termică. Avantajul principal constă în posibilitatea imprimării mai multor copii identice fără regenerarea suprafeței tamburului.

Imprimantele magnetografice sunt produse de firmele Ferix și Cynthia Peripheral și pot avea următoarele performanțe: a) viteză de lucru - 10... 150 ppm; b) rezoluția -200...500 dpi.

Trebuie să subliniem că există o serie de alte tipuri de imprimante, cum ar fi **imprimante termice, chimice sau hibride**. Imprimantele termice și chimice necesită hârtie specială și sunt utilizate foarte rar. Imprimantele hibride au capuri de tip diferit. De exemplu, firma Brother International a propus o imprimantă care are instalate două capuri de imprimare, unul de tip matriceal și altul de tip rozetă. Așa imprimantă poate lucra în regim text/grafic. Orice imprimantă poate fi utilizată de un calculator sau de o rețea de calculatoare.

În final putem da următoare clasificare a imprimantelor din punct de vedere al utilizatorului:

a) după calitatea tipăririi caracterelor:

1. cu laser sau cu jet de cerneală;
2. liniare sau cu cap de tipărire;
3. matriceale;

b) după calitatea tipăririi graficelor:

1. cu laser sau cu jet de cerneală;
2. matriceale;
3. liniare sau cu cap de tipărire;

c) după preț:

1. cu laser;
2. imprimante de tip linie cu tambur sau bandă;
3. cu jet de cerneală;
4. matriceale;
5. cu cap de tipărire.

→ 5.7.3. Plotterul

Plotterul (echipament de trasat) este un dispozitiv periferic care poate genera o imagine grafică pe un suport material (de obicei hârtie, calc sau film). Echipamentul plotterului este compus din:

- un modul de trasare, care reprezintă un ansamblu funcțional ce generează imaginea grafică pe suportul material, pe baza unui anumit procedeu fizic de trasare;

- blocul de control al trasării;
- unitatea logică;
- interfața cu calculatorul.

Plottere-le pot fi cu masă, cu tambur, cu laser etc. Principalele plottere sunt, însă, cu masă sau cu tambur (vezi fig. 5.55). Aceste plottere desenează pe hârtie sau pe calc.

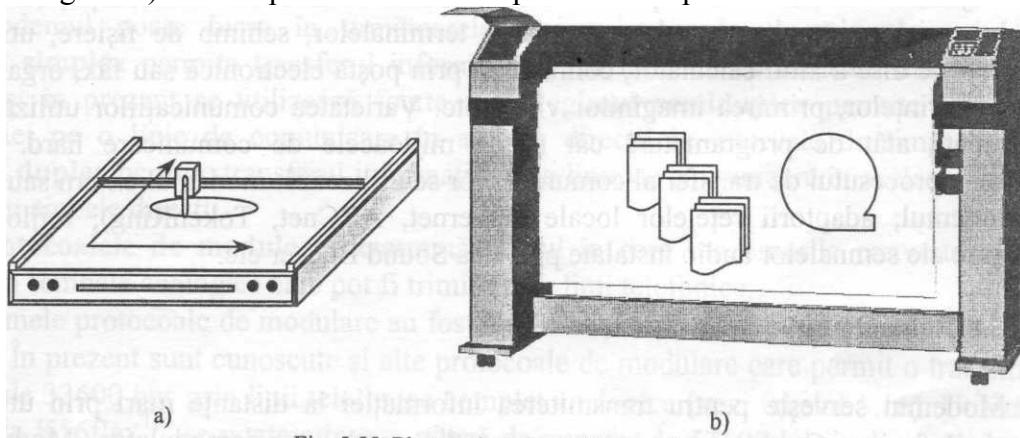


Fig. 5.55. Plotter: a) cu masă; b) cu tambur.

Plotterul cu masă are modulul de trasare format dintr-o masă (dimensiunea mesei poate varia de la sute de cm² la câțiva m²), un braț mobil, care glisează în lungul mesei și un dispozitiv de fixare a creioanelor, care glisează pe braț (în lățime). Creioanele trasoare se mișcă deci în plan după două coordonate x și y (cu brațul, în lungime și cu dispozitivul de trasare, în lățime). Plotterul cu masă poate avea un creion trasor sau mai multe creioane. Hârtia se fixează pe suprafața de lucru a mesei plotterului.

Plottere cu tambur (vezi fig. 5.55b), funcționează pe aceleași principii, cu deosebirea că aici, hârtia (calc) nu este fixă ci este antrenată de un tambur, în dreptul căruia există un braț fix, pe care glisează dispozitivul de fixare a creionului de trasare. Lungimea tamburului poate varia de la zeci de cm la câțiva m. Plotterul cu tambur poate avea un creion trasor sau mai multe creioane.

Plottere se utilizează pentru trasarea hărților, graficelor, unor desene mai pretențioase decât cele care se pot realiza cu imprimantele. De obicei, ele se utilizează în acele întreprinderi în care există activități specifice CAD (**Computer Aided Design -proiectare asistată de calculator**).

Plottere pot fi utilizate și în regim de "text", însă în acest caz viteza de lucru este extrem de mică, deoarece plotterul formează fiecare literă în regim grafic. În prezent există plottere care pot lucra în regimul combinat text/grafic.

Plotterul poate fi caracterizat prin următorii parametri:

- dimensiunea suprafeței de lucru (formatul hârtiei);
- viteza de lucru;
- rezoluția;
- precizia poziționării creionului;
- numărul de creioane ce determină numărul de culori;
- masa, gabaritele și puterea consumată.

Plottere utilizează formatele de hârtie A0...A4. Viteza de lucru este determinată de viteza trasării liniei și poate varia în intervalul 400... 1200 mm/s. Prin rezoluție se înțelege distanța minimală între două puncte adresabile și poate fi 0,01...0,05 mm. Rezoluția plotterului poate fi de câteva ori mai mare ca rezoluția imprimantei laser. Precizia poziționării creionului determină greșala absolută cu care creionul poate fi poziționat în punctul cu coordonatele indicate. Precizia poziționării pentru plottere moderne este 0,02...0,05 mm, iar numărul de creioane - de la 1 până la 8. Plottere sunt produse ale firmelor HP, Houston Instruments, Graphtec etc.

→ 5.8. Mijloace de comunicare

Mijloacele de comunicare permit calculatoarelor schimbul de informație, care poate avea loc prin mai multe metode - emularea terminalelor, schimb de fișiere, utilizarea memoriei de disc a altui calculator, comunicări prin poșta electronică sau fax, organizarea videoconferințelor, primirea imaginilor video etc. Varietatea comunicațiilor utilizate este determinată atât de programatură cât și de mijloacele de comunicare hard. Pentru deservirea procesului de transfer al comunicărilor se utilizează: modemul extern sau intern; fax modemul; adaptorii rețelelor locale (Ethernet, ARCnet, TokenRing); mijloace de prelucrare ale semnalelor audio instalate pe placa Sound Blaster etc.

5.8.1. Modemul

Modemul servește pentru transmiterea informației la distanțe mari prin utilizarea liniilor telefonice. Cuvântul **modem** provine din modulator-demodulator. Modulatorul transformă informația prezentată de calculator în cod binar în informație analogică prin modulare în frecvență sau/și fază. Informația analogică obținută este transmisă prin linii de telefon. Demodulatorul în punctul de recepție transformă semnalul analogic în cod binar. Informația transformată în cod binar este transmisă calculatorului de recepție. Evident, că în punctele de emisie și receptie metodele de modulare și demodulare sunt reciproc compatibile. Sistemul din două sau mai multe calculatoare echipate cu modemuri conectate prin linii de telefon formează un mijloc de comunicare numit ușual "poștă electronică" (vezi fig. 5.56).

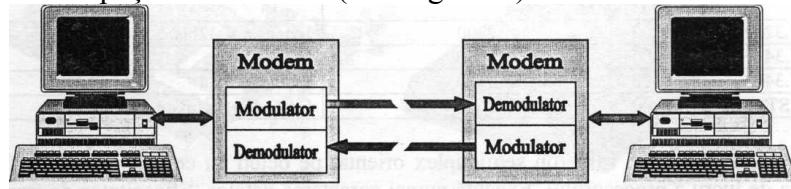


Fig. 5.56. Sistemul de comunicare prin modem.

Asupra semnalului transmis prin linii de telefon acționează mai mulți factori: distorsiunile de frecvență și fază; zgomotul; semnalele de reflecție. În afară de aceasta semnalul treptat se micșorează în amplitudine (este atenuat). Toți factorii numiți determină calitatea liniei. Calitatea liniei determină frecvența posibilă de schimbare a stării semnalului transmis prin linia de telefon. Drept unitate de măsură a acestui parametru se utilizează **baud - numărul schimbărilor stărilor semnalului într-o secundă**. Pentru cel mai simplu caz de modulare se utilizează două stări ale semnalului (de exemplu două frecvențe), astfel viteza de transmitere a informației, modulată în aşa mod, poate fi determinată în biți transmiși într-o secundă **bps (bit per second)** și va coincide cu viteza de transmitere măsurată în Baud. În cazul unor metode mai efective de modulare sunt utilizate un șir de stări ale semnalelor ce permite codificarea mai multor biți de date. Drept rezultat viteza de transfer a datelor în bps este mai mare față de viteza schimbărilor stărilor semnalului în baud.

Viteza efectivă de transfer a informației se măsoară în număr de caractere pe secundă **cps (characters per second)**. Teoretic, pentru simbolurile prezentate pe 8 biți $1\text{cps} = 1\text{bps}/8$, practic, viteza de transfer în cps este mai mică, deoarece se utilizează biți adăugători pentru start, stop și timp pentru diverse protocoale de transfer. Pentru majorarea vitezei efective de transfer se utilizează diverse metode de compresie a informației realizate de modemuri sau programatură.

Modemul poate lucra în următoarele regimuri: simplex; semiduplex, duplex. **Regimul simplex** permite transferul informației pe o linie de comunicare numai într-o direcție și în prezent se utilizează foarte rar. **Regimul semiduplex** permite transferul informației pe o linie de comunicare în ambele direcții în intervale de timp diferite. **Regimul duplex** permite transferul informației pe o linie de comunicare în același moment de timp în ambele direcții.

Protocoalele de modulare determină modul în care modemurile convertesc date digitale în semnale analogice care pot fi trimise prin linii telefonice.

Primele protocoale de modulare au fost Bell 103 și V.21 care permiteau transmisii la 300 bps. În prezent sunt cunoscute și alte protocoale de modulare care permit o transmisie maximă de 33600 bps prin linii telefonice complet analogice (vezi tabelul 5.16). Utilizând tehnologia K56flex™ se poate atinge o viteză de transfer de 57600 bps în linii telefonice hibride (analog-numerice).

Tabelul 5.16. Standardele protocoalelor de modulare.

Standardul	Viteza de transfer, bps	Viteza de transfer, baud	Comentarii
Bell 103	300	300	—
Bell 212A	1200	600	—
V.17	1200, 4800, 7200, 9600, 14400	2400	Semiduplex, Fax Group III (analogic), invers compatibil cu V.29
V.21	300	300	Incompatibil cu Bell 103
V.22	1200	600	Incompatibil cu Bell 212A
V.22bis	2400	600	—
V.23	1200/75	1200/75	Transfer asimetric în regim duplex
V.27ter	2400, 4800	1200, 1600	Semiduplex, Fax Group III (analogic)
V.29	9600, 7200	2400	Semiduplex, Fax Group III (analogic)
V.32	4800, 9600	2400	Duplex, control adăugător
V.32bis	1200, 4800, 7200, 9600, 14400	2400	Stabil la distorsiuni
V.32fast	19200	2800	Extensia V.32bis
V.34	28800	9600	—
V.34++	33600	9600	Extensia V.34
HST	16800	9600	Comod în regim de dialog

Pentru comunicările prin modem un rol important îl joacă protocoalele de corectare a greșelilor, inevitabile în liniile telefonice, și de compresie a datelor. Majoritatea protocoalelor de corectare și compresie sunt

elaborate de firma Microcom și numite **MNP (Microcom Networking Protocol)**. Aceste protocole standarde includ 9 clase ce determină diferite nivele de deservire. Clasele 2, 3, și 4 sunt destinate pentru asigurarea transmisiilor fară greșeli; clasele 5 și 7 - pentru compresia datelor, 6 - extensii în deservire, 8 - este omis, 9 - optimizarea protocolelor de procedură, 10 - adaptarea la canalul de comunicare. În continuare vom prezenta o scurtă caracteristică a acestor clase.

MNP-1. Regim asincron semiduplex orientat pe octeți cu cerințe minimale față de viteza de lucru a procesorului. Execută numai corectarea datelor. Eficacitatea de transfer a datelor - 75% față de varianta obișnuită. În prezent nu se mai utilizează.

MNP-2. Regim asincron duplex orientat pe octeți cu cerințe minimale față de viteza de lucru a procesorului. Execută numai corectarea datelor. Eficacitatea de transfer a datelor - 84% față de varianta obișnuită.

MNP-3. Regim duplex orientat pe biți cu legătură sincronă între modemuri și asincronă pentru utilizator. Eficacitatea - 108% (254 cps pentru 2400 bps).

MNP-4. Unirea adaptivă a blocurilor de date (lungimea blocului depinde de calitatea liniei) și înlăturarea informației de serviciu. Eficacitatea - 120%... 150%.

MNP-5. Compresia datelor în regim de timp real. Eficacitatea - 150%.

MNP-6. Execută acordarea universală a liniilor de comunicare - adaptează viteza de transfer a modemului în intervalul 300...9600 baud în dependență de posibilitățile modemului la celălalt capăt al liniei de comunicare. Simulează regimul duplex.

MNP-7. Îndeplinește o compresie mai efectivă în comparație cu MNP-5. Eficacitatea - 300%.

MNP-9. Micșorează timpul rezervat procedurilor de protocol pentru confirmarea primirii comunicării și repetării transferului după depistarea greșelii.

MNP-10. Corectează greșelile. Adaptează mărimea blocului de date la nivelul distorsiunilor și schimbă în mod dinamic viteza de transfer.

MNPX. Permite comutarea între protocolele MNP și LAMP (Link Access Procedure for Modems - un protocol de control al erorilor încorporat în standardul V.42 care poate organiza retransmisia datelor distorsionate pentru a asigura integritatea comunicării).

Comitetul internațional **CCITT (Comité Consultatif International Téléphonique et Telegraphique)** care stabilește standardele pentru comunicațiile analogice și digitale ce folosesc modemuri, rețele de calculatoare și aparate de fax recomandă următoarele

standarde:

V.42 - corectează erorile, este cu 20% mai efectiv ca MNP-4 și poate utiliza standardul LAMP;

V.42bis - include standardul V.42, execută comprimarea datelor, susține protocolul MNP-5 și este mai efectiv ca MNP-5 cu 35%.

Modemul poate fi extern sau intern. Un modem extern reprezintă o cutie separată care este confectionată din plastic sau aluminiu. Are un adaptor separat și cablu pentru conectarea la un port serial al calculatorului. Modemul extern necesită alimentare separată. Modemul intern reprezintă o placă cu microcircuite care este plasată în unul dintre sloturile interioare a calculatorului. Avantajul modemului intern - preț mic și lipsă dispozitivelor adăugătoare pe masa utilizatorului.

În afară de modemurile tradiționale deosebim fax modemuri, cărduri PCMCIA Ethernet/modem combo, modem/fax cu voce (voice/fax modem), modem Caller ID, DSVD, modem upgrade, ISDN, xDSL și cable modem.

Fax modemurile sunt mult mai mici și mai ieftine decât aparatele de fax tradiționale. Fax modemurile pot susține standardele:

Fax Group I, II - standarde vechi, utilizate pentru transmiterea imaginilor în regim analogic;

Fax Group III - standard contemporan, utilizează algoritmi de comprimare digitală a datelor transmise prin liniile analogice telefonice cu viteza de 14400 baud sau 9600 baud, imaginea calitativ superioară a documentelor față de un fax obișnuit și au opțiuni pentru două rezoluții: 200x200 și 200x100;

Fax Group IV - standard pentru transferul imaginilor prin canale digitale de comunicare ISDN.

Cărdurile PCMCIA Ethernet/modem combo sunt niște plăci care permit conectarea prin modem la un laptop și la o rețea Ethernet. Specificațiile acestora diferă, însă, în general, permit atașarea fie a unui conector telefonic standard RJ-45, fie a unui conector Ethernet RL-10 10baseT la calculator, combinând deci funcțiile unui modem și a unei plăci de rețea.

Un modem/fax cu voce reprezintă un dispozitiv periferic care are integrat blocul **DVM (Digital Voice Messaging)** care poate converti semnalul audio în formă digitală și invers. Așa un modem poate fi utilizat

pentru organizarea poștei audio. Comunicarea audio poate fi transmisă prin poșta electronică sau în formă de dialog în regim de timp real. Reproducerea sunetului se face prin aparatul de telefon sau placa Sound Blaster. Funcțiile acestui modem sunt determinate de un microprocesor încorporat și programatură. Pot primi în regim autonom (fără calculator) un volum de 8 Mo de informație.

Modemul Caller ID este utilizat în sistemul de securitate a unei rețele locale, oferă informații despre apelantul care dorește să comunice cu calculatorul Dvs. și poate rula un **BBS (Bulletin Board System)**. BBS-ul reprezintă un software proiectat să primească apeluri printr-un modem și să răspundă la comenzi trimise de calculatorul apelant. Permite lucrul în regim de dialog cu alți utilizatori din rețea.

Modemul DSVD (Digital Simultaneous Voice/Data) susține un protocol care permite conversații prin voce concomitent cu transferul datelor la mare viteză.

Modem upgrade - un modem ce permite modernizarea componentelor hardware și software la apariția unor noi protocoale de transfer a informației.

ISDN (Integrated Service Digital Network) este un standard elaborat la mijlocul anilor '80 și utilizat în telecomunicații digitale. ISDN folosește o tehnologie total diferită de aceea a sistemului existent de telefonia, care permite să ajungă la viteze de 2...4 ori mai mari decât la un modem V.34. Modemul ISDN poate conlucra numai cu un alt modem ISDN. Odată cu majorarea numărului de linii digitale primește o răspândire tot mai mare.

Modem DSL (Digital Subscriber Lines). Există mulți rivali ai ISDN care oferă o viteză de transfer mai mare la prețuri mai reduse. Cei mai mulți din producători se bazează pe tehnologia DSL. Fiecare producător își atașază o literă în fața sufixului DSL, numindu-se astfel generic xDSL. Dintre soluțiile xDSL numai HDSL este relativ răspândită în prezent, dar, în general, toate oferă servicii de transfer de date (nu servicii telefonice).

Cable modem utilizează cablul TV pentru transferul informației la vitezele cele mai superioare. Succese frumoase în această tehnologie are compania MediaOne Express. Serviciile de cable modem sunt foarte puțin răspândite și se extind relativ încet.

5.8.2. Audiocanalul digital.

În afară de canalul standard de dirijare a sunetului PC-Speaker un microcalculator poate fi echipat cu o placă audio Sound **Blaster** a firmei Creative Labs care conține o magistrală ISA pe 16 biți sau PC card și susține standardul Plug and Play. Placa Sound Blaster mai conține un canal audio digital de scriere/reproducere a semnalului în regim mono- sau stereofonic, un mixer, sintezator de sunet și port **MIDI (Musical Instrument Digital Interface)**. Placa Sound Blaster are un sistem de transformare text-vorbire și recunoaștere a vorbirii, numite TextAssist, respectiv **VoiceAssist**. Tehnologia vocii este dezvoltată de Digital Equipment Corporation, Dragon Systems, IBM, Kuryeil Applied Intelligence.

Canalul audio digital asigură scrierea/reproducerea audiofișierelor practic cu orice nivel de calitate de la casetofon până la audio-CD. Scrierea se face prin digitizarea semnalului audio cu ajutorul unui **CAN (convertor analogic-numeric)** la o frecvență de discretizare de 5...44,1 kHz, iar reproducerea - cu ajutorul unui **CNA (convertor numeric-analogic)** pe 8...16 biți. Schemele moderne conțin și mijloace de compresie a semnalului, ce permite micșorarea volumului memoriei necesare pentru păstrarea informației. Prin acest canal poate fi organizată comunicarea prin telefon.

Sunetul digitizat se păstrează în audiofișierele cu extensia **.WAV** (trunchiat de la **Wave** - undă). Dimensiunea audiofișierului depinde de timpul scrierii, ordinul digitizării (nivelul cuantificării), frecvenței de discretizare și numărului de canale (mono sau stereo). Aceste fișiere pot fi redactate de aplicații care permit vizualizarea semnalului pe ecranul monitorului sub formă de oscilograme.

Mixerul asigură reglarea amplitudinei semnalelor la intrare și ieșire, permite mixarea semnalelor obținute de la câteva surse (microfon, CD, sintezator etc.) și reglarea tembralui sunetului pentru frecvențe joase și înalte.

Sintezatorul asigură imitarea sunetelor instrumentelor muzicale și reproducerea diferitor altor sunete inclusiv a vocii omului. Din multimea de metode de sinteză a sunetului se folosesc metoda modulară în frecvență și metoda modulării undei.

FM Music Synthesizer (Frequency Modulated Music Synthesizer) este un sintezator cu modularare în frecvență și are mai multe canale (sunete diferite). Fiecare canal conține două sau mai multe generatoare de semnal sinusoidal cu interreglare a parametrilor (amplitudine, frecvență) semnalelor. Calitatea sunetului sintezat nu este înaltă.

WT Music Synthesizer (Wave Table Music Synthesizer) este un sintezator cu modulararea undei care conține în memoria permanentă tabele cu semnale naturale ale instrumentelor muzicale. Reproducerea sunetului

de anumită amplitudine și frecvență se face prin mixarea semnalelor memorate în tabele cu ajutorul procesorului încorporat în placa Sound Blaster. WT Music Synthesizer asigură o calitate destul de înaltă a sunetului sintezat.

MIDI port (Musical Instrument Device Interface). Pentru conectarea dispozitivelor periferice MIDI placa Sound Blaster are un port MIDI. Pentru crearea efectelor speciale (reverberație, cor etc.) se utilizează procesoare pentru prelucrarea datelor **DSP (Data Signal Processor)**. Introducerea comenziilor MIDI se face cu ajutorul tastaturei MIDI de tip pian. Pe placa cu port MIDI se instalează și un **GAME-port** (port pentru aplicații distractive).

Placa Sound Blaster are un set de conectori utilizați pentru conectarea surselor de semnal analogic (microfon, pickup, CD ROM) și pentru conectarea utilizatorilor semnalului analogic (difuzoarelor, amplificatoarelor etc). Are un amplificator cu puterea de 4 W la ieșire. Difuzoarele PC Speakers au un ecran magnetic special pentru minimizarea acțiunilor magnetice asupra monitorului. Difuzoarele active Active Speakers au un amplificator încorporat care necesită alimentare suplimentară.

Conectarea la placa Sound Blaster se face prin conectoare unificate numite jack-uri marcate în modul următor:

Line In - intrare de linie pentru casetofon, pickup, sintezator etc; sensibilitatea canalului - 0,1... 0,3 V;

Mic In - intrare pentru microfon; sensibilitatea canalului - 3...10 mV;

Line Out - ieșirea de linie a semnalului ce poate fi aplicat la un amplificator extern sau casetofon; amplitudinea semnalului - 0,1.. .0,3 V;

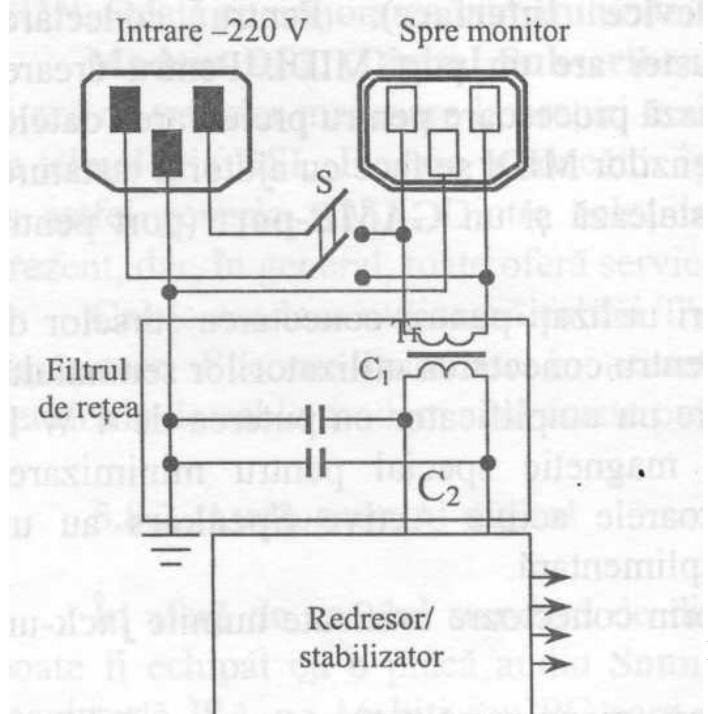
Speaker Out - ieșirea pentru sistemele acustice (nu se recomandă conectarea amplificatorului extern, deoarece nivelul zgomotului este relativ mare);

Joystick/MIDI - conectorul joystick-ului (pentru conectarea dispozitivelor MIDI este necesar un cablu adaptor).

În prezent au apărut programe de sistem care oferă suport pentru a gamă largă de aplicații. **SAPI (Speech Application Programmes Interface)** creată de Microsoft este o interfață standard de programare pentru tehnologia vorbirii pe platforma Windows. SAPI oferă sprijin atât pentru generarea cât și pentru recunoașterea vorbirii. SAPI se bazează pe **COM (Component Object Model)**, astfel poate fi accesat dintr-o mulțime de limbaje și medii de dezvoltare, incluzând Visual C++, Visual Basic, Visual J++, precum și alte medii de dezvoltare.

→ 5.9. Alimentarea și împământarea calculatoarelor

Lucrul stabil al calculatoarelor în mare măsură depinde de organizarea corectă a alimentării și împământării. Cercetările efectuate de IBM au demonstrat că lucru unui calculator este alterat aproximativ de 120 ori pe lună, cauza principală fiind calitatea sursei de alimentare. Urmările acestor alterări sunt diferite - de la blocarea tastaturii până la pierderea datelor stocate și defectarea echipamentului electronic. Conform datelor statistice prezentate în Contingency Planning pierderile de date într-un calculator sunt cauzate de: 45% - probleme cu alimentarea; 9,5% - furtună; 8,3% - alterarea programaturii; 8,2% - incendii; 7,0% - inundație; 5,5% - cutremur; 4,5% - conflicte în sistemul informațional; 3,5%) - utilizare incorectă; 2,5% - alterarea sistemului de control; 6% - alte împrejurări.



4,5% - conflicte în sistemul informațional; 3,5%) - utilizare incorectă; 2,5% - alterarea sistemului de control; 6% - alte împrejurări.

5.9.1. Alimentarea calculatorului

Blocul de alimentare al calculatorului asigură unitatea centrală cu tensiune de curent continuu. În majoritatea cazurilor blocul de alimentare este compus dintr-un filtru special de rețea și redresor/stabilizator (vezi fig. 5.58).

Condensatorii filtrului de rețea Ci și C2 - servesc pentru șuntarea distorsiunilor de înaltă frecvență din rețeaua de alimentare. Șuntarea se face prin un conductor special împămânat. Aici transformatorul de coborâre, care lucrează la frecvența de rețea 50/60 Hz, asigură tensiunile necesare și exclude legătura

Fig. 5.58. Componenetele blocului de alimentare.

galvanică dintre circuitele alimentate și rețeaua de curent alternativ. Tensiunea la ieșirea transformatorului poate fi stabilizată de stabilizatori de tensiune joasă de tip continuu sau impuls. Neajunsul principal al acestui sistem de alimentare constă în gabaritele relativ mari ale transformatorului de coborâre. Gabaritele transformatorului de coborâre pot fi micșorate prin majorarea frecvenței tensiunii de alimentare (din 50/60 Hz în zeci de kHz). În acest caz tensiunea din rețea este, în primul rând, redresată apoi aplicată la intrarea unui formator de impulsuri de frecvență înaltă (vezi fig. 5.59 - schema de principiu într-un tact; fig. 5.60 - schema de principiu în două tacte). Impulsurile de înaltă frecvență sunt aplicate în continuare la transformatorul de coborâre. Formatorul de impulsuri de frecvență înaltă poate fi dirijat. Schimbând întâimea impulsului, poate fi schimbată cantitatea de energie transmisă prin transformatorul redresorului, și, prin urmare, apare posibilitatea stabilizării tensiunii de alimentare. Puterea stabilizatorului este determinată de schema lui de principiu.

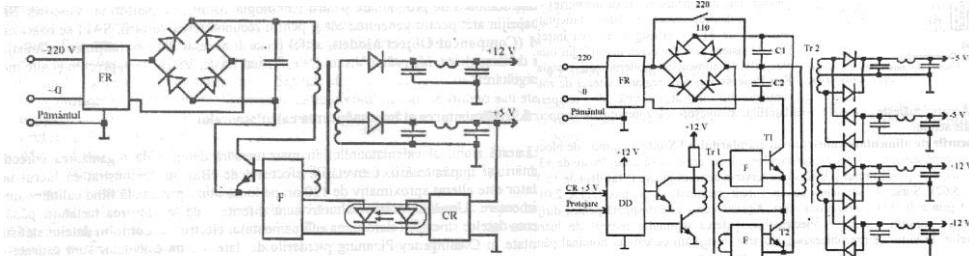


Fig.5.59. Blocul de alimentare cu schema de principiu într-un tact: FR - filtru de rețea; F - formator de impulsuri; CR - circuit cu reacție.

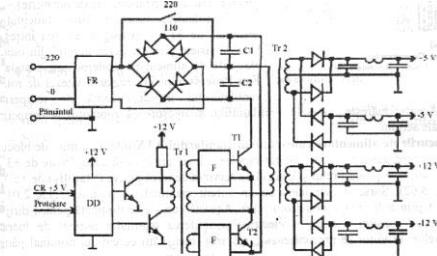


Fig. 5.60. Blocul de alimentare cu schema de principiu în două tacte: FR - filtru de rețea; F - formator de impulsuri; DD - dispozitiv de dirijare.

Blocurile de alimentare tradiționale de putere mare (>100 VA) sunt construite după schema de principiu în două tacte pe baza microcircuitului cu dirijare TL494CN (vezi fig. 5.60). În această schemă tensiunea din rețea de 220 V trece prin filtrul rețelei de înaltă frecvență FF, este redresată de redresorul D1...D4, și aplicată la condensatorii CI, C2, care servesc ca acumulatori principali de energie în cazul căderii pe un interval de timp scurt a energiei din rețea. Tranzistorii de mare putere TI, T2 și condensatorii CI și C2 formează schema formatorului de impulsuri, iar transformatorul Tr2 servește drept sarcină. Formatorul de impulsuri reprezintă elementul principal al stabilizatorului, având funcția de stabilizare a tensiunii principale de alimentare de +5 V. Celelalte tensiuni pot fi stabilizate de scheme de stabilizare adăugătoare. Ca regulă, celelalte tensiuni de alimentare de curent continuu (+12 V, -12 V și -5 V) nu sunt stabilizate.

Blocurile de alimentare ale calculatoarelor pot fi alimentate cu tensiuni de 110 V sau 220 V. Comutarea nominalului tensiunii din rețea (110 V sau 220 V) în blocurile de alimentare vechi se face cu ajutorul unui comutator special. Blocurile de alimentare moderne, pentru care este indicată proprietatea Autoswitching Power Supply, pot lucra în intervalul de tensiuni 110...230 V și nu necesită comutarea nominalului tensiunii din rețea.

Puterea blocului de alimentare depinde de destinația cutiei blocului de sistem și, pentru microcalculatoarele obișnuite, este în intervalul 100...150 W și 350...500 W pentru servere puternice.

Blocul de alimentare asigură următoarele tensiuni:

- tensiunea de bază de +5 V și intensitate până la 10...50 A (pentru alimentarea plăcii de sistem);
- tensiunea de +12 V și intensitate până la 3,5...15 A (pentru alimentarea motoarelor și circuitelor interfețelor);
- tensiunea de -12 V și intensitate până la 0,3...1 A (pentru alimentarea circuitelor interfețelor);
- tensiunea de -5 V și intensitate până la 0,3...0,5 A (de obicei nu este utilizată, este prezentă numai pentru respectarea standardului ISA Bus).

În afară de tensiunile de alimentare sursa elaborează semnalul "tensiune normală" **PG (Power Good)**. Acest semnal cu un nivel de 3...6 V este generat peste 0,1...0,5 s după conectarea sursei de alimentare și instalarea tensiunilor nominale de curent continuu. Apariția acestui semnal inițiază procesul normal de lucru al plăcii de sistem. La deconectarea sursei de alimentare acest semnal dispără mai înainte de dispariția tensiunii de +5 V. Regimul incorrect de apariție și dispariție a semnalului PG poate provoca pierderi de informație în memoria CMOS și alterări în procesul de încărcare a programaturii. Apăsarea butonului RESET este aproape echivalentă cu șutarea semnalului PG la pământ.

Circuitele de ieșire ale blocului de alimentare sunt prelungite prin conductori flexibili și conectori speciali pentru conectarea plăcii de sistem și unităților de disc (vezi fig. 5.61). Conductorii flexibili au următoarele culori standarde: GND (ground - împământarea) - negru; -12 V - cafeniu; +5 V - roșu; -5 V - albastru; +12 V - galben; PG (Parity Generator - generarea parității pe modulele de memorie) - alb.

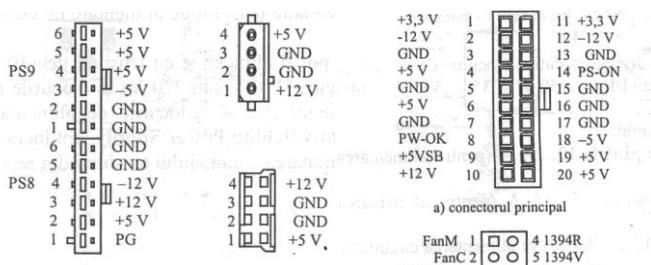


Fig. 5.61. Conectorii blocului de alimentare:
a) pentru alimentarea plăcii de sistem;
b) pentru alimentarea unităților de disc.

a) conectorul principal
FanM 1 4 1394R
FanC 2 5 1394V
3,3V Sense 3 6 Reserved
b) conectorul adăugător

Fig. 5.62. Conectorii blocului de alimentare ATX.

Ventilatorul blocului este alimentat cu tensiunea de +12 V și asigură răcirea întregului bloc de sistem prin scoaterea aerului din bloc. În blocurile de alimentare moderne este instalat un **Fan Processor** pentru reglarea vitezei de rotire a ventilatorului în dependență de temperatura aerului. Aceasta mărește resursele ventilatorului și micșorează zgomotul la temperaturi normale ale aerului.

Blocurile de alimentare construite în standardul ATX diferă cu mult de blocurile tradiționale după gabarite și interfața tensiunilor. Blocul are o sursă adăugătoare de +3,3 V pentru alimentarea procesorului și o sursă de serviciu de mică putere (**Standby**) de +5 VSB (vezi fig. 5.62). Sursa de serviciu cu un curent maximal de 10 mA (ATX 2.01) se conectează prin aplicarea energiei din rețea. Această sursă este destinată pentru dirijarea procesului de consum a energiei electrice și inițierea regimului normal de lucru al dispozitivelor. În viitor se preconizează majorarea intensității curentului nominal până la 720 mA.

Interfața blocului de alimentare conține semnalul de dirijare **PS-ON** utilizat pentru conectarea tensiunilor de bază +5 V, +3,3 V, +12 V, -12 V și -5 V. Tensiunile acestor surse sunt aplicate la ieșirea blocului de alimentare numai în cazul nivelului jos al semnalului PS-ON. Despre mărimea normală a tensiunilor nominalizate semnalează semnalul **PW-OK** (**Power O'Key**). Interfața de dirijare permite deconectarea sursei de alimentare în mod programabil.

Toate conductoarele de alimentare și semnalizare sunt conectate la placa de sistem printr-un singur conector (vezi fig. 5.62a). Pentru dirijarea cu ventilatorul se utilizează un conector adăugător (vezi fig. 5.62b). Semnalul **FanM** este generat de un tachometru și conține două impulsuri pentru fiecare rotație a rotorului ventilatorului. Semnalul **FanC** este destinat pentru dirijarea vitezei de rotire a ventilatorului prin variația tensiunii de alimentare în intervalul 0...+12 V și intensitatea curentului până la 20 mA. Dacă nivelul tensiunei e mai mare de +10,5 V atunci ventilatorul lucrează cu viteză maximală, dacă nivelul tensiunei e mai mic de +1 V atunci ventilatorul e deconectat. Dacă conectorul adăugător nu este conectat atunci ventilatorul este alimentat cu +12 V. Conectorul adăugător conține și pinii **1394V(+)** și **1394R(-)** cu tensiunea 8...48 V pentru alimentarea dispozitivelor magistralei **IEEE-1394 (FireWire)**. Circuitul de **+3,3 V Sense** servește drept circuit cu reacție al stabilizatorului.

Conductoarele principale de alimentare ATX au următoarea marcare: COM - negru (coresponde circuitului GND din blocurile tradiționale de alimentare); +5 V - roșu; +12 V - galben; -5 V - alb; -12 V - albastru; +3,3 V - portocaliu; +3,3 V Sense - cafeniu; +5 VSB - purpuriu; PS-ON - verde; PW-OK - sur.

Conductoarele magistralei adăugătoare de alimentare au următoarea marcare: +3,3 V Sense - alb cu dungi cufărătore; FanC - alb cu dungi albastre; FanM - alb; 1394V - alb cu dungi roșii; 1394R - alb cu dungi negre.

Ventilatorul poate fi plasat în afara blocului de alimentare sub microprocesor. Ventilatorul duce aerul din afara cutiei de sistem prin blocul de alimentare și răcește cu el microprocesorul. Aceasta permite utilizarea unui singur ventilator pentru blocul de alimentare și microprocesor.

5.9.2. Problemele împământării calculatorului

Dacă conductorul "Pământul" al calculatorului este deconectat atunci pe corpul calculatorului apare o tensiune de aproximativ 110 V de curent alternativ. Apariția acestei tensiuni poate fi explicată cu ajutorul fig. 5.63.

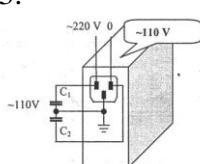


Fig. 5.63. Apariția tensiunii de 110 V pe corpul calculatorului.

Condensatorii filtrului de rețea C_1 și C_2 care suntează distorsiunile de înaltă frecvență din rețeaua de alimentare, în cazul conectării lor cu pământ, reprezintă un divizor capacitive de tensiune. Deoarece capacitățile acestora sunt egale tensiunea de 220 V din rețea se împarte în două părți egale sau, pe corpul calculatorului, apare tensiunea de 110 V.

Evident, puterea acestei "surse" este limitată, valoarea intensității curentului de scurtcircuitare este de ordinul 1... 100 mA și poate fi determinată din formula $I_{sc}=U_{al}\cdot 2\pi FC$, unde $U_{al}=220$ V, $F = 50$ Hz - frecvența rețelei de alimentare,

$C=C_1=C_2$ - capacitatea condensatorului filtrului de rețea. Dacă $C = 0,1 \mu F$ atunci $I_{sc}=7$ mA.

Așa o tensiune (~110 V), în primul rând, este primejdioasă pentru om (în cazul atingerii corpului calculatorului și unor obiecte conductoare conectate cu pământul), iar în rândul doi, aduce la apariția diferenței de potențial dintre dispozitive și defectarea schemelor interfețelor.

În continuare vom analiza unele cazuri greșite de conectare a calculatoarelor și dispozitivelor periferice în rețea de alimentare, precum conectarea calculatoarelor cu și fară împământare în aceeași rețea de alimentare sau conectarea corpului calculatorului la firul zero.

Conecțarea calculatoarelor cu și fără împământare în aceeași rețea de alimentare duce la apariția unei diferențe de potențial de ~110 V dintre corpurile acestora (vezi fig. 5.64) periculoase pentru utilizator. Aceeași problemă apare dacă concomitent sunt utilizate pentru alimentarea calculatoarelor și diferitor dispozitive periferice cabluri de rețea cu furci tripolare și bipolare.

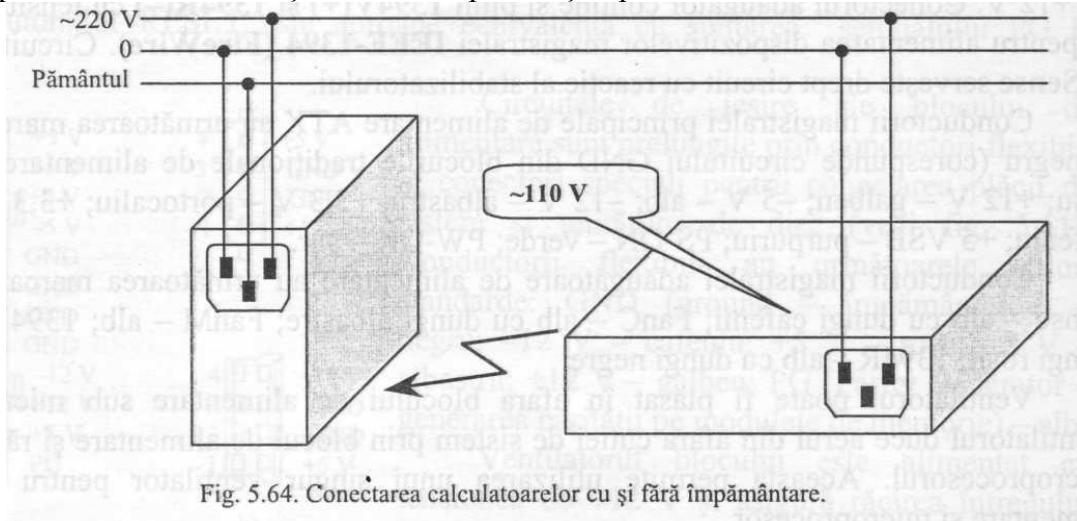


Fig. 5.64. Conecțarea calculatoarelor cu și fără împământare.

Conecțarea corpului calculatorului la firul zero. În acest caz (vezi fig. 5.65) între nodurile A și B de conectare ale dispozitivelor apare o diferență de potențial $E_0 = I_0 \cdot R_0$, unde $I_0=P/220$ - intensitatea curentului de alimentare, P - puterea consumată de dispozitivele DISP2, DISP3 și DISP4 ($P=P_2+P_3+P_4$), iar R_0 - rezistența firului dintre nodurile A și B.

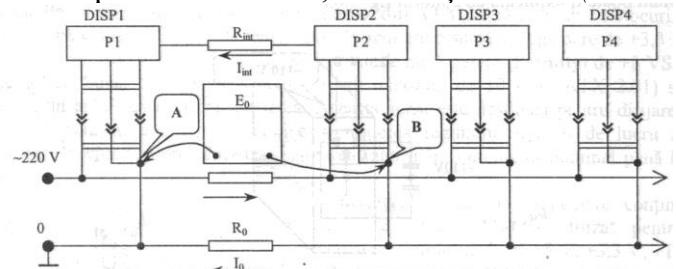


Fig. 5.65. Apariția diferenței de potențial în cazul alimentării într-o rețea cu două conductoare (conectare greșită).

rezistența firului dintre nodurile A și B.

Intensitatea curentului din firul comun al interfeței poate fi determinat din formula $I_{int} = E_0/(R_0 + R_{int})$. Deoarece $R_{int} > R_0$, valoarea curentului în firul comun al interfețelor $I_{int} < I_0$ și dispozitivele conectate în rețea sunt alimentate în mod normal. În cazul defectării firului zero se obțin condițiile $R_{int} < R_0$ și $I_{int} > I_0$ ce poate defecta circuitele interfețelor. În afară de aceasta între corpurile dispozitivelor conectate la diferite faze (într-o rețea trifazată) apare potențialul de -190 V care prezintă pericol pentru utilizator.

Problema apariției diferenței de potențial primejdioase pentru utilizator poate fi rezolvată prin conectarea tuturor dispozitivelor (calculatoare, dispozitive periferice, aparate de uz casnic) conform schemei de împământare prezentate în fig. 5.66.

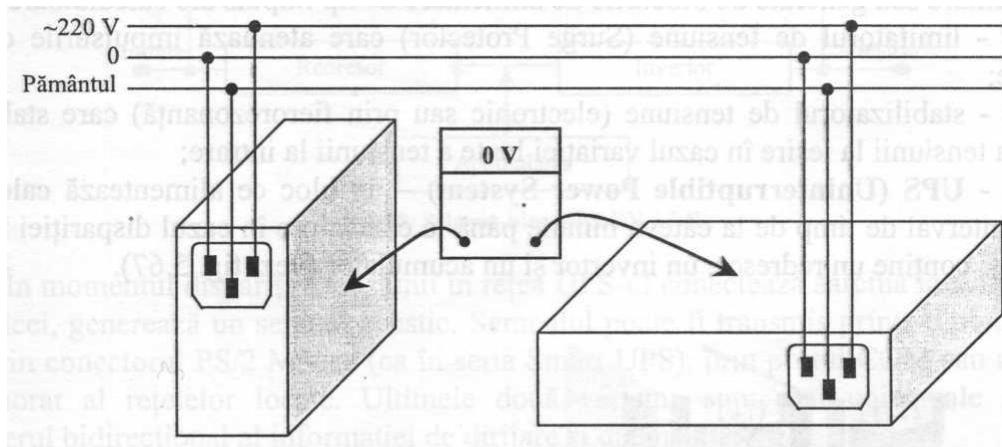


Fig. 5.66. Conectarea calculatoarelor cu împământare.

Parțial problemele împământării pot fi rezolvate prin utilizarea filtrelor de rețea "Pilot". Alimentarea mai multor dispozitive de la acest filtru (se utilizează prize și furci tripolare) scoate problema apariției diferenței de potențial între corpurile acestora.

În procesul cuplării sau decuplării cablurilor interfețelor deconectarea sursei de alimentare este obligatorie. Nerespectarea acestei reguli poate aduce la scurcircuitări în circuitele magistralei de instrucțiuni.

→ VII. PROGRAMATURA MICROCALCULATOARELOR

Un microcalculator echipat cu toate componentele electronice și mecanice nu poate îndeplini nici o funcție dacă nu are la dispoziție programele necesare.

Program - un ansamblu complet de instrucțiuni ce rezolvă integral o problemă. Un program poate fi compus din rutine.

Rutina (subrutina) - o secvență de instrucțiuni necesare pentru îndeplinirea unor operații dintr-un program.

Pachet de programe - mai multe programe care își coordonează activitatea pentru a rezolva o problemă complexă.

Pentru elaborarea programelor se utilizează **limbaje de programare**.

Programatura microcalculatorului - un ansamblu de programe, limbaje de programare, aplicații, proceduri, reguli de utilizare a produselor de program și documente necesare pentru funcționarea microcalculatorului.

Programele, diverse documente, baze de date, imagini sunt păstrate pe suporturi de memorie (discuri magnetice, discuri optice, bandă magnetică) sub formă de fișiere.

Fișierul reprezintă un ansamblu organizat de date, care ocupă un anumit spațiu limitat pe suportul de memorie și are următoarele caracteristici specifice:

- un nume propriu, atribuit de utilizator, unic în directorul curent;
- dimensiune și funcție de conținut;
- data și ora creării sau modificării.

Materialul acestui capitol reprezintă o informație generală despre programatura microcalculatorului și conține clasificarea, definițiile principale, descrierea funcțiilor componentelor principale. O atenție mai mare se acordă programaturii de sistem.

7.1. Structura programaturii microcalculatorului

Programatura unui microcalculator tradițional se împarte în programatura de sistem și programatura aplicativă (aplicații).

Programatura de sistem este utilizată pentru elaborarea și executarea instrucțiunilor într-un calculator și acordarea unor servicii utilizatorului. Fără programatura de sistem un microcalculator este "mort".

Programatura aplicativă este destinată pentru rezolvarea unor probleme concrete dintr-un domeniu de activitate umană (efectuarea calculelor, gestionarea proceselor de **producere**, modelarea, instruirea, proiectarea, editarea textelor etc.).

Structura programaturii unui microcalculator clasificată după principiul funcțional este prezentată în fig. 7.1.

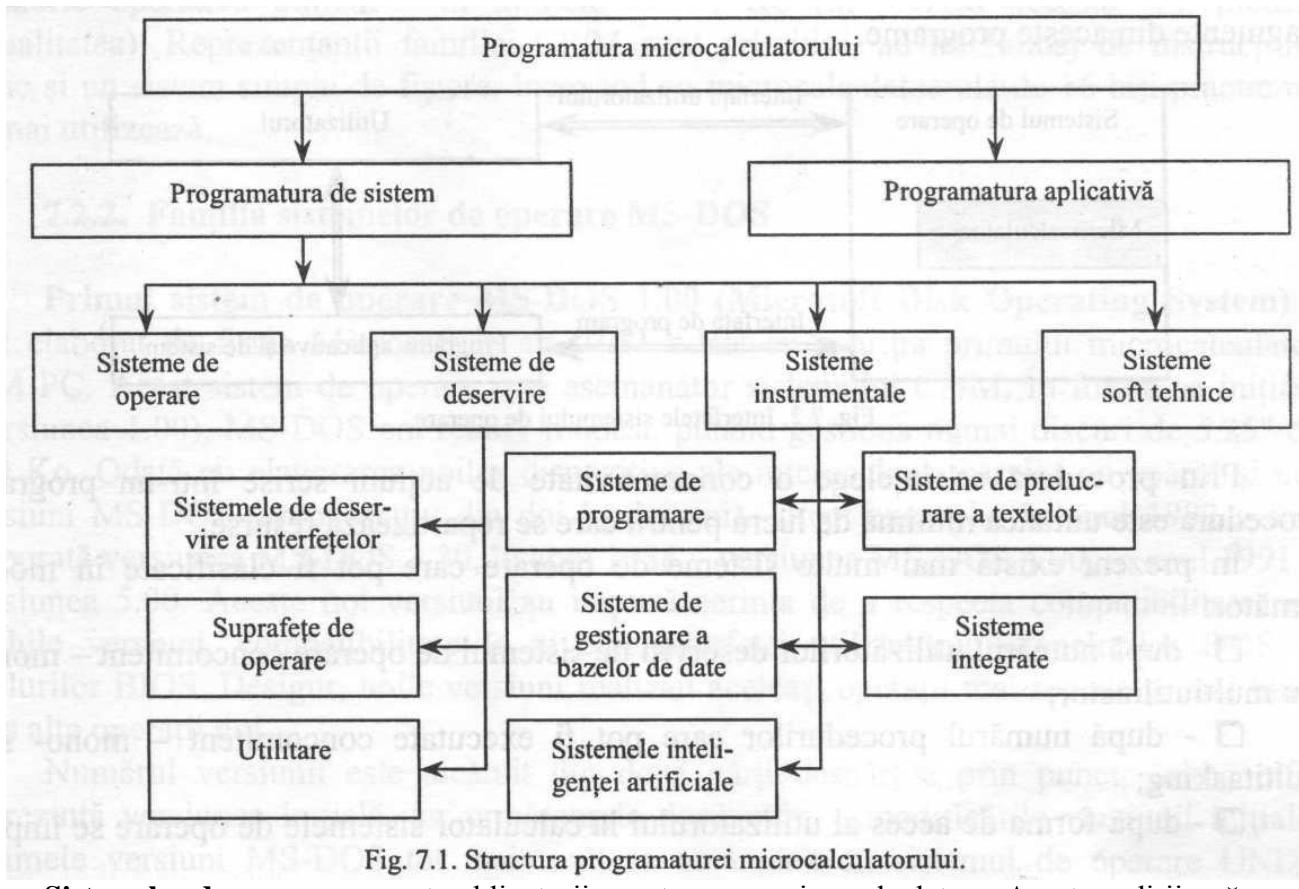


Fig. 7.1. Structura programaturei microcalculatorului.

Sistemele de operare sunt obligatorii pentru un microcalculator. Acestea dirijează componentele calculatorului, organizează executarea programelor și interacțiunea dintre utilizator și calculator. Alte componente sunt opționale și componența lor este determinată de necesitățile utilizatorului.

Sistemele de deservire lărgesc posibilitățile sistemelor de operare prin oferă utilizatorului și programelor accesate unor servicii suplimentare.

Sistemele instrumentale sunt utilizate pentru elaborarea programaturii sau pentru rezolvarea unor probleme aplicative. Sistemele instrumentale mai sunt denumite **sisteme de programare**.

Sistemele soft tehnice utilizate pentru testarea echipamentului calculatorului și depistarea defectelor. Acestea sunt instrumente necesare pentru deservirea tehnică a calculatorului.

7.2. Sisteme de operare

Sistemul de operare reprezintă un ansamblu de programe care asigură partajarea resurselor unui calculator și dirijarea proceselor care utilizează aceste resurse.

Sub resursă se subînțelege orice unitate logică sau fizică a calculatorului și serviciile prezentate de această unitate. Principalele resurse a unui calculator sunt: procesorul (timpul de procesare); memoria operativă; dispozitivele periferice.

Partajarea resurselor se reduce la îndeplinirea următoarelor funcții:

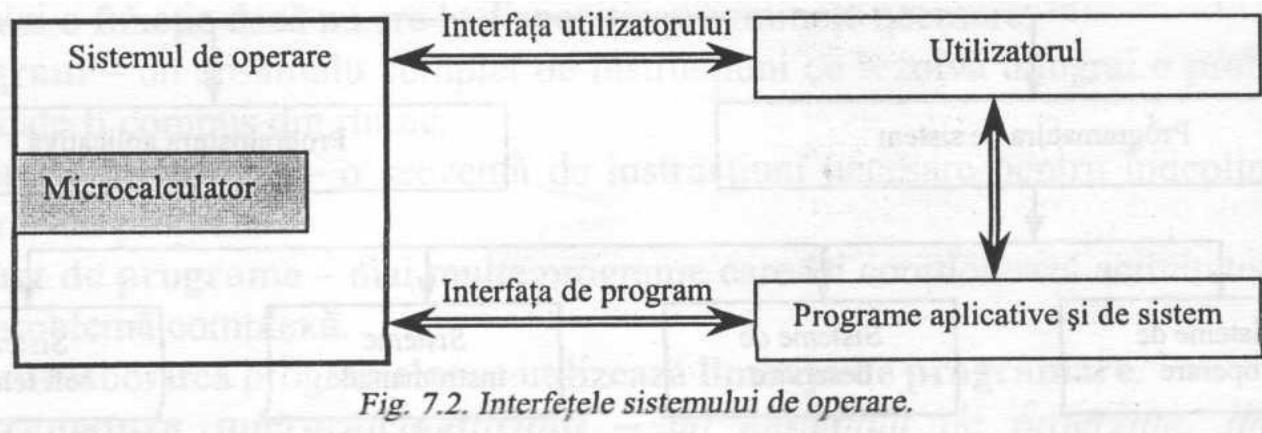
- simplificarea accesului la resurse;
- repartizarea resurselor între procesele concurente.

Realizarea primei funcții permite camuflarea particularităților aparatului calculatorului și prezentarea lui drept o mașină virtuală. În acest mod lucrul utilizatorului devine mai simplu. Cu alte cuvinte, sistemul de operare susține următoarele două interfețe, nivelul cărora este mai înalt față de nivelul fizic:

- interfața utilizatorului (limbajul de instrucțiuni necesar pentru dirijarea funcționării calculatorului și setul de servicii, care eliberează utilizatorul de executarea operațiilor de rutină);

- interfața de program (un set de servicii, care eliberează programatorul de codificarea operațiilor de rutină).

Aceste două interfețe sunt schematic prezentate în fig. 7.2.



Nivelul interfeței de program poate fi ridicat adăugător prin utilizarea sistemelor de programare pentru limbaje de nivel înalt.

Interfața utilizatorului poate fi simbolică (textuală) sau grafică.

Funcția de partajare a resurselor poate fi îndeplinită numai de sistemele de operare care asigură procesarea mai multor programe sau măcar păstrarea lor în memoria operativă în același moment de timp. Dacă calculatorul are un singur procesor, atunci executarea mai multor programe concomitent se reduce la îndeplinirea consecutivă a unor fragmente din aceste programe.

Prin procedură se înțelege o consecutivitate de acțiuni scrise într-un program. Procedura este unitatea minimă de lucru pentru care se repartizează resurse.

În prezent există mai multe sisteme de operare care pot fi clasificate în modul următor:

- după numărul utilizatorilor deserviți de sistemul de operare concomitent - mono-sau multiutilizator;
- după numărul procedurilor care pot fi executate concomitent - mono- sau multitasking;
- după forma de acces al utilizatorului la calculator sistemele de operare se împart în:
 - sistem de prelucrare pachet (în acest caz calculatorului pentru executare este prezentat un pachet de programe și utilizatorul nu se adresează către sistemul de operare);
 - sistem de partajare a timpului, care permite accesul mai multor utilizatori la calculator (în acest caz resursele sunt repartizate în mod consecutiv tuturor utilizatorilor conform algoritmului de deservire stabilit);
 - sistem de timp real, care trebuie să asigure un răspuns adecvat la evenimentele externe (se utilizează pentru dirijarea cu procesele tehnologice).
- după tipul mijloacelor de calcul (monoprocesoare, multiprocesoare, de rețea, distribuite).

Sistemele de operare nu pot prezenta utilizatorului servicii pe care nu le posedă. Sistemele de operare pot numai utiliza efectiv mijloacele fizice ale calculatorului.

Pentru calculatoarele compatibile IBM se utilizează următoarele sisteme de operare:

- familia sistemelor de operare CP/M;
- familia sistemelor de operare MS-DOS;
- familia sistemelor de operare OS/2;
- familia sistemelor de operare UNIX;
- familia sistemelor de operare MS WINDOWS.

7.2.1. Familia sistemelor de operare CP/M

Sistemul de operare CP/M (Control Program for Microcomputers) a fost elaborat în anul 1974 de firma Digital Research și este socotit drept primul sistem de operare pentru microcalculatoare. Acesta este destinat pentru dirijarea cu resursele microcalculatoarelor de 8 biți construite pe baza microprocesorului Intel 8080. Pentru microcalculatoarele IBM PC XT a fost elaborat sistemul de operare CP/M-86. Dezvoltarea în continuare a sistemului CP/M a adus la apariția sistemului multitasking CCP/M-86 (Concurrent CP/M-86), iar apoi a sistemului multiutilizator MP/M-86.

Avantajul principal al acestei familii de sisteme de operare constă în volumul mic de memorie operativă utilizat - în limitele de 20 Ko (în prezent aceasta și-a pierdut actualitatea). Reprezentanții familiei CP/M sunt primitivi, au un limbaj de instrucțiuni sărac și un sistem simplu de fișiere. Începând cu microcalculatoarele de 16 biți practic nu se mai utilizează.

7.2.2. Familia sistemelor de operare MS-DOS

Primul sistem de operare MS-DOS 1.00 (Microsoft Disk Operating System) a fost elaborat de firma Microsoft în an. 1981 odată cu apariția primului microcalculator IBM PC. Acest sistem de operare este asemănător sistemului CP/M. În forma sa inițială (versiunea 1.00), MS-DOS era relativ modest, putând gestiona numai discuri de 5,25" de 320 Ko. Odată cu elaborarea noilor dispozitive ale microcalculatoarelor au apărut și noi versiuni MS-DOS (aproximativ din doi în doi ani). Drept exemplu, în anul 1987 a fost elaborată versiunea MS-DOS 3.30, în anul 1988 - versiunea MS-DOS 4.00, în anul 1991 -versiunea 5.00. Aceste noi versiuni au impusă cerința de a respecta compatibilitatea cu vechile versiuni, compatibilitate la nivelul interfeței utilizatorului, apelurilor DOS și apelurilor BIOS. Desigur, noile versiuni realizau aceleași operații mai repede și mai bine, plus alte operații noi.

Numărul versiunii este alcătuit din două părți despărțite prin punct: prima cifră reprezintă versiunea inițială, iar următoarele două cifre - modificările versiunii inițiale. Ultimele versiuni MS-DOS tot mai mult se aseamănă cu sistemul de operare UNIX. Sistemul de operare MS-DOS a fost destul de popular în anii 1985-1995. În anul 2001 era popular sistemul de operare MS-DOS 6.22.

Sistemul de operare MS-DOS poate lucra pe orice microcalculator IBM compatibil.

Sistemul de operare MS-DOS este important de studiat pentru noțiunile (concepțele) pe care le introduce. Așa termeni ca: **A:, B:, LPT1; CON** sunt introduse de sistemul de operare și sunt folosite întotdeauna de toate programele pentru a desemna aceleași lucruri. Sistemul de operare MS-DOS este important pentru utilizator deoarece definește suportul comun de funcționare a programelor.

Sistemul de operare MS-DOS are următoarele posibilități:

- susține interfața utilizatorului și fișierele de instrucțiuni (ultimele permit utilizatorului crearea macroinstrucțiunilor);
- susține structura arboriscentă a fișierelor;
- permite accesul consecutiv și direct la conținutul fișierului;
- la nivel logic tratează dispozitivele fizice intrare/iesire drept fișiere, ce permite unificarea mijloacelor de schimb a informației cu diverse dispozitive periferice și diferite fișiere;
- are sistemul de conveier (mijloace de transfer a rezultatului unei programe sau proceduri la intrarea altui program sau proceduri) la nivelul limbajului de instrucțiuni;
- are mijloace de susținere a rețelelor de calculatoare;
- poate crea în memorie discuri virtuale pentru accelerarea schimbului de informație;
- susține alfabete naționale.

Dezavantajele principale ale sistemului de operare MS-DOS sunt:

- funcționează în modul linie de comandă și este greoi de utilizat;
- nu are mijloace de securitate contra accesului nesancționat la resursele microcalculatorului și sistemul de operare.

MS-DOS multiuser. Despre acest sistem de operare, titlul său spune totul. Deci, este vorba despre un MS-DOS multiutilizator, cu ajutorul căruia un microcalculator IBM poate fi folosit simultan de mai mulți utilizatori, fiecare rulându-și aplicația în deplină independență de ceilalți.

MS-DOS multiuser poate gestiona până la opt utilizatori simultan, fiecare având la dispoziție un MS-DOS "obișnuit". Pentru a cupla tot atâtaia terminale (monitor+tastatură) la un microcalculator IBM este necesară o placă specială numită **multiplexor**. Această placă se cuplă intern în calculator și oferă în exterior 8 sau 4 mufe seriale în care pot fi conectate terminale.

Pe aceste terminale, utilizatorii pot lansa numai aplicații DOS ce operează la nivel de caracter. Aplicațiile grafice nu pot rula pe astfel de terminale. Pentru ca un MS-DOS multiuser să poată funcționa cu succes pe un sistem, resursa cea mai importantă este memoria operativă. Deoarece fiecare utilizator folosește un alt program, memoria operativă trebuie să fie de o capacitate suficientă pentru a memora toate programele procesate. În cazul utilizării sistemului de operare MS-DOS multiuser se recomandă cel puțin un microcalculator AT 386 cu un hard disc rapid (15 ms - timpul de acces la pistă).

În afară de familia sistemului de operare MS-DOS există disponibil și sistemul de operare **DR-DOS (Digital Research - Disk Operating System)**, elaborat de firma Digital Research, care în ciuda unor facilități suplimentare (suportă mai multe taskuri simultan) și a perfectei compatibilități nu a reușit să se impună pe piață.

Alt sistem de operare denumit **Apple DOS** (**Apple - Disk Operating System**) a fost proiectat pentru calculatoare personale de tip Apple Macintosh implementate cu microprocesoare de tip Motorola (68030, 68040) ce permit multitasking și memorie virtuală.

În 1997, firma Apple Computer a anunțat lansarea următoarei generații de sisteme de operare constituită din **Mac OS8** și **Rhapsody**.

7.2.3. Familia sistemelor de operare OS/2

Sistemul de operare OS/2 (Operating System/2) a fost creat în anul 1987 de firmele IBM și Microsoft. El a fost lansat simultan cu primul calculator de tip IBM PS/2. Acest sistem se socotește o dezvoltare a sistemului MS-DOS și are o interfață utilizator asemănătoare. Sistemul de operare OS/2 este utilizat de calculatoarele IBM PC construite pe baza microprocesoarelor 80286...80486 numai în regim de lucru protejat. Acest sistem permite programelor utilizarea unei memorii operative de 16 Mo și memoriei virtuale de 0,5 Go pentru fiecare procedură. OS/2 este un sistem multitasking care deservește până la 12 programe și numai una din ele de tip DOS. Are mijloace de susținere a rețelelor locale de calculatoare.

Cel mai mult sunt cunoscute următoarele versiuni OS/2:

-**MS OS/2 Standard Edition** - versiunea standardă pentru microcalculatoarele PC AT, AT-386, AT-486 și PS/2 (versiunea elaborată de firmele IBM și Microsoft);

-**IBM OS/2 Standard Edition** - utilizată numai de calculatoarele PS/2 și calculatoarele compatibile IBM cu magistrala MCA;

-**OS/2 Extended Edition** - o versiune extinsă, utilizată numai de calculatoarele cu magistrala MCA; conține un sistem de dirijare cu bazele de date și alte programe.

Fiecare versiune are două redacții: 1.0 - redacția standardă și 1.1 - sistemul de operare, ce conține un sistem al interfeței grafice **PM (Presentation Manager)**, susține fișierele și discurile logice pe discul rigid de un volum de 32 Mo, un editor textual și un set de sisteme de programare. Din părțile pozitive ale sistemului OS/2 vom menționa susținerea regimului de completare dinamică sau posibilitatea formării programei în procesul executării ei cu modulele necesare și susținerea memoriei virtuale.

Sistemul de operare OS/2 nu a primit o răspândire mare din următoarele cauze:

- viteza relativ joasă de accesare;
- imposibilitatea păstrării sistemului de operare pe o singură dischetă flexibilă (sistemul de operare ocupă o memorie peste 2 Mo),
- greșeli de program în însăși sistemul de operare OS/2.

Din cauza insuccesului sistemului de operare OS/2 firmele IBM și Microsoft au continuat dezvoltarea sistemelor de operare de sine stătător. Firma IBM a început elaborarea sistemului de operare orientat pe obiect, iar firma Microsoft - un sistem nou Windows 3.0 și continuă lucrul asupra sistemului OS/2. Noua viziune a firmei Microsoft constă în crearea unui nucleu tehnologic nou al sistemului de operare OS/2 care ar asigura compatibilitatea dintre DOS, Windows, Posix (un standard al sistemului de operare UNIX) și însăși sistemul de operare OS/2. Firma Microsoft era de părere, că DOS + Windows va fi un sistem pentru un cerc larg de utilizatori, iar OS/2 - un sistem pentru profesioniști.

Versiunile recente ale OS/2, OS/2 WARP și OS/2 WARP Connect (1996) solicită un PC AT386 cel puțin, cu 4 Mo de RAM (OS/2 WARP) respectiv 8 Mo de RAM (OS/2 WARP Connect).

7.2.4 Familia sistemelor de operare UNIX

Primul reprezentant al familiei sistemelor de operare UNIX a fost elaborat de colaboratorii firmei Bell Laboratories (o filială a firmei AT&T) în anul 1969. Este interesant faptul, că lucrările asupra acestui sistem de operare nu erau susținute de administrația firmei. Sistemul de operare creat era atât de bun, încât foarte repede a devenit un standard de facto pentru multe centre de producere și cercetare. În anul 1987 sistemul de operare UNIX ocupa locul de frunte aproape în toate tipurile de calculatoare (supercalculatoare universale, minisupercalculatoare, procesoare paralele). După anul 1987 sistemul de operare UNIX este utilizat și de microcalculatoare.

Principalele concepții puse la baza sistemului de operare UNIX se utilizează pe larg în sistemele de operare moderne.

Majoritatea sistemelor de operare a familiei UNIX sunt sisteme multiutilizator și sunt caracterizate prin:

- conveiere și mijloace de direcționare a intrării/ieșirii;
- structura arborescentă de fișiere;

- mijloace de comunicare în rețelele de calculatoare;
- susținerea unui număr destul de mare de dispozitive periferice (prin tratarea lor ca fișiere);
- multe utilitare adăugătoare standarde;
- posibilitatea instalării parolei;
- sisteme instrumentale;
- mobilitatea înaltă și utilizarea sistemului de operare UNIX pentru elaborarea limbajului C;
- posibilitatea introducerii modificărilor și extensiilor;
- susținerea memoriei virtuale cu acces de pagină.

Pentru microcalculatoare au fost create mai multe versiuni UNIX din care cele mai cunoscute sunt:

- **Xenix System V/286** al firmei Microsoft, care susține toate procedurile microprocesorului Intel 80286 și poate funcționa pe Intel 80386;

- **Xenix System V/386** - primul sistem de operare creat de firma Microsoft în anul 1987 pentru microprocesorul Intel 80386 (susține memoria virtuală, o memorie adresabilă extinsă și o organizare a memoriei pe pagini);

- **SCO Xenix 386versia 2.3.2** - elaborat de firma The Santa Cruz Operation pe baza sistemului Xenix System V/386 și care permite procesarea programelor DOS;

- **PC-IX** - elaborat de firma Interactive Systems pentru calculatoarele tip XT și mai moderne;

- **386/ix** - elaborat de firma Interactive Systems pentru calculatoarele construite pe baza microprocesoarelor Intel 80386;

- **AIX** - elaborat de IBM pentru modelele PS/2 (o integrare a sistemelor de operare UNIX și DOS);

- **VP/ix** - elaborat de firmele Interactive Systems și Phoenix Technologies (tot o integrare a sistemelor de operare UNIX și DOS);

- **VENIX/386** - elaborat pentru microprocesorul Intel 80386 (susține regimul de lucru în timp real);

- **QNX** - elaborat de firma Quantum Software pentru calculatoarele de tip AT (tot susține regimul de lucru în timp real);»

- **UNIX System V** - elaborat de corporația AT&T (ultima versiune poate funcționa în calculatoare multiprocesoare);

- **SCO UNIX System V/386 versiunea 3.2** - susține toate procedurile microprocesoarelor Intel 80386 și 80486;

- **Posix** - un standard al sistemului de operare UNIX;

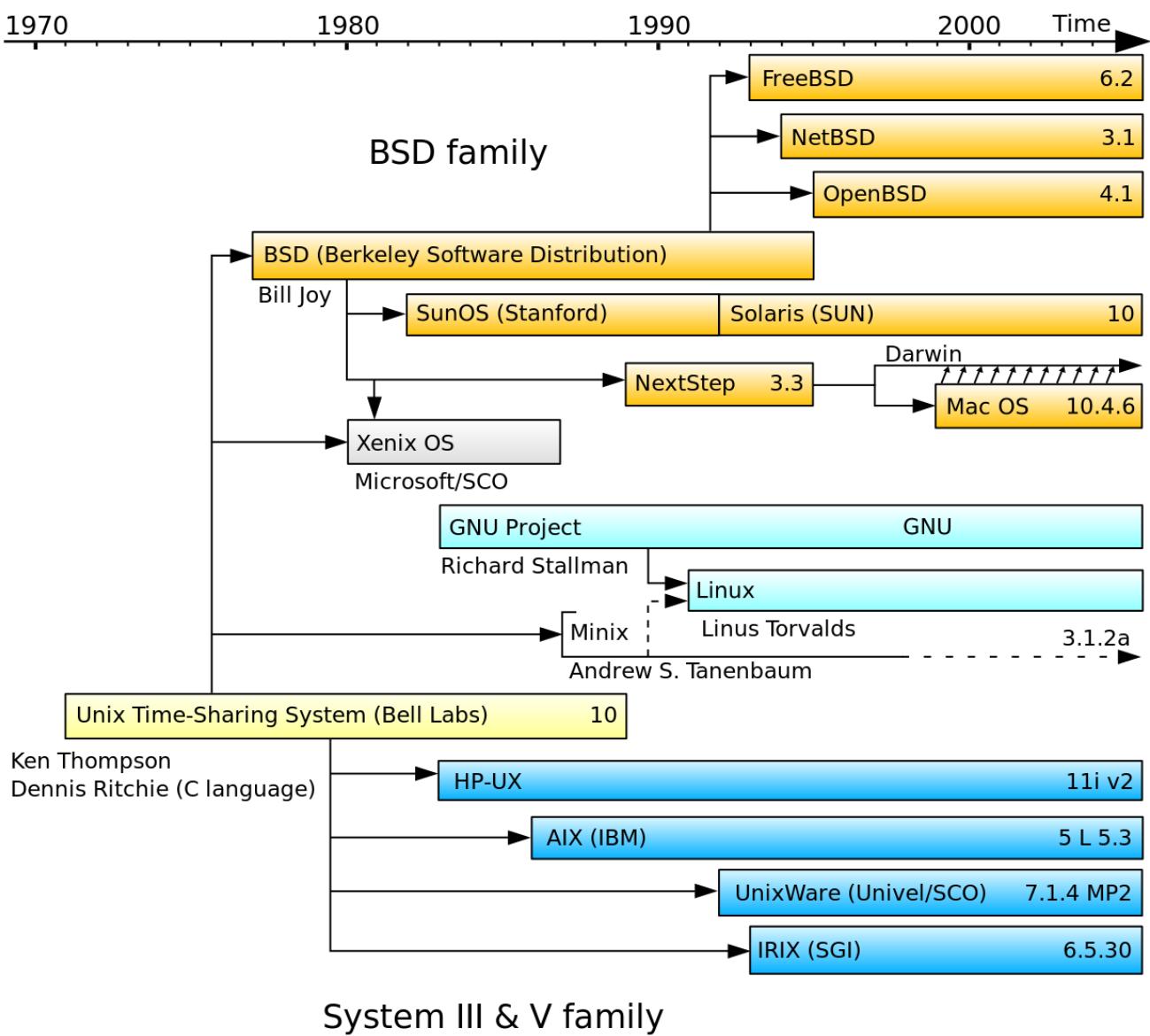
- **HP-UX** al firmei Hewlett Packard;

- **UnixWare7** - lansat în anul 1999 de IBM și Santa Cruz Operation.

UnixWare7 suportă fișiere de până la 1 To și operații pe 64 biți, este compatibil 100% cu UnixWare2.1 la nivelul aplicațiilor, are mijloace dezvoltate de susținere a rețelelor de calculatoare și suport extins pentru modemuri. UnixWare7 include **Java Runtime Environment**, un mediu optimizat, care permite rularea aplicațiilor Java fară a mai fi nevoie de a apela la un alt produs soft.

Sistemul de operare UNIX este un produs comercial care, în dependență de versiune, are un preț între câteva sute sau mii de dolari. Pentru a face accesibile sistemele UNIX unui cerc larg de utilizatori au fost elaborate mai multe versiuni UNIX care pot fi procurate fară plată. Printre primele din acesta versiuni destinate pentru microcalculatoare poate fi numit sistemul **Minix** elaborat de Andy Tanenbaum. În scopul largirii posibilităților acestui sistem programatorul Linus Torvalds de la Universitatea Helsinki a prezentat în an. 1991 prima versiune a sistemului de operare multitasking **Linux** destinat pentru microcalculatoarele IBM cu procesoare Intel 80386, o capacitate de cel puțin 2 Mo RAM și 40 Mo a unității de disc rigid.

În prezent există mai multe versiuni Linux, precum: Slackware, Red Hat, Caldera, SLS (Softlanding Linux System), TAMU (Texas A&M University), Yggdrasil și multe altele.



7.2.5. Familia sistemelor de operare Windows

Istoria sistemelor de operare Windows moderne se începe odată cu elaborarea de către firma Microsoft în anul 1983 a suprafetei de operare **Windows 1.0** (lucra sub MS-DOS). Primele versiuni ale suprafetelor de operare Windows au fost nereușite.

În anul 1990 firma Microsoft a elaborat o nouă versiune a suprafetei de operare -**Windows 3.0**. Această versiune a avut un mare succes și a fost recunoscută drept cel mai bun produs soft al anului 1990. Programatorii și utilizatorii au fost încântați de noul mod de lucru. Majoritatea aplicațiilor au început să fie scrise special pentru a fi procesate sub Windows.

Windows 3.0 reprezintă un sistem de deservire a interfețelor (nu este un sistem de operare) care rulează sub MS-DOS. Această aplicație este concepută pentru a pune la dispoziția utilizatorului:

- o interfață grafică prietenoasă, standardizată (informația nu mai este manevrată la nivel cantitativ (caracter, comandă în linie, bloc) ci la un nivel de interpretări calitative (pictogramă, fereastră, grup de ferestre, meniu, buton etc.) prin utilizarea mouse-ului;

- un grup de utilitare frecvent folosite (accesorii);
- un suport de programare ce include și posibilități de concurență.

Pentru utilizarea efectivă a sistemului Windows 3.0 este necesar cel puțin un microcalculator echipat cu microprocesorul Intel 80286 (mai bine Intel 80386SX) și 2 Mo memorie operativă.

Windows 3.0 poate lucra în unul din cele trei regimuri de lucru: real, standard și extins.

Regimul real permite utilizarea memoriei operative CMA în volum de 640 Ko și susținerea memoriei expandate. Nu poate executa concomitent mai multe proceduri. Poate executa numai un program de tip DOS.

Regimul standard este un regim multitasking și necesită 1 Mo de memorie operativă. În acest regim pot fi utilizate memoriile CMA, expandată și extinsă. Poate executa numai un program de tip DOS.

Regimul extins este permis numai pentru microprocesoarele Intel 80386 și mai recente. Acest regim este un regim multitasking, susține memoria virtuală și sistemul de mașini virtuale. Poate executa mai multe programe de tip DOS. Programele scrise sub Windows nu pot funcționa sub DOS.

Următoarea versiune **Windows 3.1** lansată pe piață de firma Microsoft aduce următoarele îmbunătățiri: a) posibilități deosebite de multitasking; b) set mai bogat de utilitare; c) facilități de lucru în rețea; d) utilitare Media Player și Sound Recorder ce pot manipula cu informație sonoră. Se consideră că apariția interfeței Windows 3.1 marchează momentul în care microcalculatoarele compatibile IBM au putut egala facilitățile de utilizare și viteză calculatoarelor personale din gama MacIntosh.

Windows 3.11 for Workgroups este o versiune asemănătoare cu Windows 3.1, disponând suplimentar de facilități oferite pentru lucru în rețea a grupului de utilizatori conectați; acestea pot efectua transferul de date, mesaje, informații prin simpla selectare și activare a unor comenzi și funcții puse la dispoziție de interfață grafică.

Windows NT (New Technology) lansată în versiunea inițială în 1993, a fost proiectată în ideea compatibilității cu Windows 3.1 și Windows 3.11 for Workgroups.

Sistemul de operare Windows NT și produsele legate de el, alcătuesc un sistem **client-server** deschis, deosebit de puternic și fiabil; unul din avantajele care-l face deosebit de apreciat îl constituie posibilitatea implementării atât pe platforme Intel cât și pe platforme bazate pe microprocesoare RISC.

Windows 95 cunoscut sub numele Chicago - un sistem de operare pe 32 biți, compatibil cu versiunile Windows 3.x și MS-DOS, utilizează minim 8 Mo memorie operativă și ocupă un spațiu de 60...90 Mo pe hard disc. Acesta susține aplicațiile pe 32 biți și majoritatea dispozitivelor periferice ale unui microcalculator. Poate fi utilizat pentru procesarea rețelelor de calculatoare cu protejare simplă prin parolă.

Windows 98 cunoscut și sub numele **Memphis** - este mai eficient ca Windows 95 prin următoarele:

- poate rula toate aplicațiile existente pe 32 biți și folosi majoritatea driverelor disponibile;
- suportă ambele sisteme de fișiere pe 16 și 32 biți;
- oferă posibilitatea de a cupla până la 8 terminale la același microcalculator IBM (pentru cuplare este necesar un adaptor grafic obișnuit);
- susține o magistrală serială **USB (Universal Serial Bus)** cu o rată de transfer a datelor ridicată de 12 Mbit/s, fațade 115 Kbit/s al portului serial clasic.
- permite conectarea în lanț a până la 127 de periferice specifice la un singur port USB, lungimea cablului de conectare fiind de cel mult 5 m;
- cuplarea unui nou dispozitiv periferic este imediat sesizată de Windows 98 prin tehnologia Plug and Play
- susține un nou driver unificat **WDM (Win32 Driver Module)** care poate fi utilizat atât sub Windows 98 cât și sub Windows NT și conține un număr mare de drivere pentru cele mai variate echipamente: scanere, plăci audio-video și de rețea, camere foto și video, diferite adaptoare, unități de discuri și CD-ROM. Sub Windows 98 sunt accesibile și discurile DVD-ROM;
- aduce o serie de modificări substanțiale pentru îmbunătățirea comunicațiilor și a compatibilității în rețele de calculatoare. Are integrat suport îmbunătățit pentru Dial-Up **Networking** și **Scripting** (permite folosirea simultană a mai multor canale de comunicații - telefon, canal infraroșu, canal optic), **Point-to-Point Tunneling Protocol** (PPTP -asigură o securitate ridicată a transferului de date în rețele publice);
- folosește extensia **MMX** și tehnologia **AGP (Accelerated Graphic Port)**, astfel s-a reușit eliminarea gătuirilor specifice la transferul unor volume mari de date grafice.

Neajunsurile principale a sistemului de operare Windows 98 sunt:

- are nevoie de un număr destul de mare de utilitare dezvoltate pentru a completa serviciile acordate utilizatorului;
- lipsește un adevărat sistem de securitate (la fereastra de dialog de conectare în rețea oricine poate determina continuarea încărcării sistemului de operare prin simpla apăsare a tastei ESC, ulterior obținând acces la toate resursele locale și date conținute pe calculator); \

- are o bază de date foarte complexă, care este destul de susceptibilă la erori, ultimele cauzând reîncarcări forțate ale sistemului de operare;
- se simte lipsa unui mecanism de partajare a modemului din rețea;
- trebuie completat cu produse antivirus mai efective (care lucrează corect cu fișiere pe 32 biți și cu noile drivere de disc).

Windows 2000 este elaborat în baza sistemului de operare Windows NT 4.0 și este disponibil în următoarele versiuni:

- **Windows 2000 Professional** - destinat, în special utilizatorilor calculatoarelor personale;
- **Windows 2000 Server** - destinat pentru serverele poștei interne și fișier-servere;
- **Windows 2000 Advanced Server** - destinat pentru Web-servere;
- **Windows 2000 Datacenter** - destinat pentru serverele bazelor de date.

Sistemul de operare Windows 2000 Professional poate rula, de exemplu, pe un calculator IBM cu microprocesor Pentium III, cel puțin 64 Mo RAM și hard disc de 2 Go.

Windows 2000 este mai eficient ca Windows 95/98 prin următoarele:

- pot fi minimizate dimensiunile tabelelor de meniu prin utilizarea regimului **Use Personalized Menus**;
- pot fi introduse comentarii despre conținutul dosarelor cu fișiere prin utilizarea opțiunii **Folder comment**;
- suportă sistemele de fișiere FAT (File Allocation Table) pe 16 biți, **FAT32** pe 32 biți și **NTFS (NT File System)**;
- are posibilități de căutare mai dezvoltate;
- poate îndeplini comprimarea dosarelor și fișierelor;
- sistemul de securitate este mai dezvoltat; sistemul NTFS permite cifrarea datelor, fișierelor și dosarelor stocate pe discul rigid;
- aduce o serie de modificări substanțiale pentru îmbunătățirea comunicațiilor și a compatibilității în rețele de calculatoare;
- este mai stabil și productiv în lucru.

Sistemul de operare Windows 2000 nu susține multe tipuri de imprimante, scanere și alte echipamente hard de unde și rezultă neajunsul lui principal. Înainte de a instala sistemul de operare Windows 2000 trebuie de cercetat problema compatibilității acestuia cu echipamentele calculatorului.

Windows Millennium Edition (Windows Me) este elaborat în baza sistemelor de operare Windows 95/98, are funcții mai dezvoltate și noi utilitare (Internet Explorer 5.5, Windows Media Player 7).

În anul 2001 se planifică prezentarea sistemului de operare **Windows 2001 Whistler**.

7.2.6. Sisteme de operare în rețea

Pentru partajarea resurselor rețelei de calculatoare se utilizează sisteme speciale de operare în rețea. Acestea prezintă administratorilor rețelelor de calculatoare mijloace de protecție, mijloace de control al accesului utilizatorilor la programele de lucru, baze de date și resurse (imprimante, modemuri, memoria operativă altor stații de lucru). Totodată sistemele de operare în rețea asigură o interfață unificată de acces la rețea tuturor utilizatorilor și susțin executarea diferitor aplicații pentru mai mulți utilizatori.

Pentru rețelele de calculatoare au fost create mai multe sisteme de operare în rețea din care cele mai cunoscute sunt: Microsoft Network (elaborată în baza Windows for Workgroups, Windows 95/98, Windows NT), Novell NetWare și UNIX. Menționăm, că sistemele de operare în rețea nu înlocuiesc sistemele de operare ale calculatoarelor, dar numai le completează, în afară de aceasta fiecare stație de lucru trebuie să posedă propriul sistem de operare în rețea.

Sistemul de operare în rețea **Microsoft Network** permite:

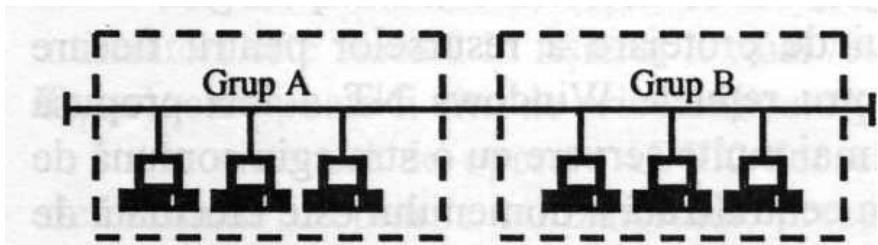


Fig. 7.3. Rețea de calculatoare monorang.

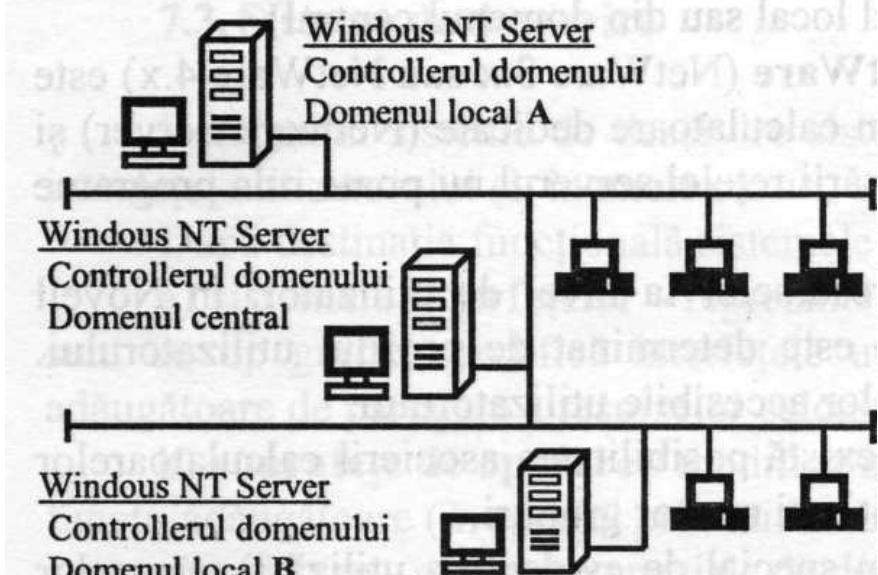


Fig. 7.4. Rețea de calculatoare multirang

- susținerea rețelei de calculatoare monorang (calculatoare au același rang și sunt unite în grupuri de lucru (workgroup), vezi fig. 7.3), gestionată de Windows for Workgroups sau Windows 95/98;
- susținerea rețelei de calculatoare multirang (o rețea este împărțită în domene (**domain**), vezi fig. 7.4), gestionată de Windows NT.

Protejarea resurselor din rețea se îndeplinește prin instalarea parolei pentru resursa concretă (la nivel de resursă) sau prin instalarea permisului la resursă pentru persoanele concrete (la nivel de persoană). Pentru organizarea transferului informației în rețea se utilizează sistemul Microsoft Mail. În fiecare sistem concret Windows pot fi instalate aplicații adăugătoare pentru acces la rețelele de alt tip (Novell NetWare, UNIX, Internet).

Microsoft Windows for Workgroups asigură utilizatorilor din rețea accesul la unităile hard-disc, imprimante, fax/modemuri, poșta electronică și dialog în timp real. În acest caz se utilizează o rețea de tip monorang, unde fiecare stație de lucru (calculator) poate fi sau client sau server. Fiecare stație de lucru din rețea primește un nume propriu unic. Stațiile de lucru sunt unite în grup. Fiecare stație de lucru poate apartine numai unui grup.

Sistemul Windows for Workgroups utilizează regimul multitasking și este lipsit de protejare în cazul unor aplicații necorecte, care pot captiva procesorul. Drept rezultat lucrul în rețea poate fi stopat.

Microsoft Windows 95/98 ocupă un loc intermediar dintre Windows for Workgroups și Windows NT. Windows 95/98 folosește programe de rețea în regim protejat pe 32 biți în rețea de tip monorang, analogică rețelei Windows for Workgroups. Spre deosebire de Windows for Workgroups și Windows 95/98 folosește un "client universal", care asigură accesul unificat la resursele rețelei.

Conectarea cu rețelele de tip UNIX se asigură în mod automat prin instalarea și configurarea protocolului TCP/IP. Legătura cu serverul WWW din Internet este susținută de aplicația Microsoft Internet Explorer.

Protejarea sistemului se asigură prin înregistrarea utilizatorului de rețea și limitarea accesului la resurse. Resursele rețelei pot fi protejate la nivel de resursă sau la nivel de utilizator.

Microsoft Windows NT reprezintă un sistem de operare multitasking care include aplicații de lucru în rețea și mijloace de protejare a resurselor. Sistemul poate lucra pe calculatoare cu arhitectură CISC sau RISC. Rețelele deservite pot fi de tip "grup de lucru" sau "domen" (vezi fig. 7.4).

Neajunsul principal al rețelei de tip "grup de lucru" constă în lipsa gestionării centralizate și necesitatea elaborării sistemului de protejare a resurselor pentru fiecare calculator în parte. În legătură cu aceasta pentru rețelele Windows NT a fost propusă organizarea de tip "domen". Un domen include mai multe servere cu o strategie comună de protejare și baze de date distribuite. Gestionația centralizată a domenului este efectuată de controllerul domenului central. În serverul domenului central se păstrează informația generală a întregului domen. Pentru fiecare utilizator se determină nivelul accesului la resursele rețelei (numai la resursele din domenul local sau din domenul central).

Sistemul de operare în rețea Novell NetWare (NetWare 3.x sau NetWare 4.x) este utilizat în rețelele de calculatoare constituite din calculatoare dedicate (Network Server) și stații de lucru (workstation). În procesul gestionării rețelei serverul nu poate rula programe aplicative cu funcții diferite de cele a rețelei.

Este organizat sistemul de protejare a resurselor la nivel de utilizator. În Novell NetWare accesul fiecărui utilizator la resurse este determinat de profilul utilizatorului. Profilul utilizatorului reprezintă o listă a resurselor accesibile utilizatorului.

Pentru simplificarea administrării rețelei există posibilitatea asocierii calculatoarelor în grup. Un utilizator poate aparține concomitent mai multor grupuri.

În Novell NetWare se folosește un sistem special de evidență a utilizării resurselor rețelei (Accounting), care permite determinarea costului serviciilor prezentate de resursele rețelei în mod automat.

Sistemul de operare în rețea Novell NetWare prezintă un spectru larg de servicii, precum: gestionarea fișierelor serverului; imprimarea; transferul de date; poșta electronică; etc.

Sistemul de operare în rețea UNIX este utilizat pe diferite calculatoare (de la microcalculatoare până la servere cu mii de utilizatori), este un sistem multiutilizator și multitasking. UNIX poate executa mai multe proceduri în paralel pe un calculator, permite utilizatorului inițializarea aplicațiilor pe server și obținerea rezultatelor pe stația de lucru. Aceasta permite utilizarea unor stații de lucru foarte simple.

Sistemul de operare UNIX se caracterizează prin posibilitatea conectării/deconectării simple a stațiilor de lucru sau subsistemelor de rețea și nu are alternativă în cazul conectării sutelor sau miilor de calculatoare.

Neajunsul principal al sistemului de operare UNIX constă în necesitatea administrării fiecărui server în parte.

Din punct de vedere al utilizatorului în sistemul de operare UNIX există două tipuri de obiecte: fișiere și procese. Toate datele se păstrează în fișiere și accesul la dispozitivele periferice are loc prin citirea/scrierea în fișiere speciale. Inițierea unui program duce la formarea imaginii procesului și transmiterea funcțiilor de gestionare ultimului.

Fișierele în UNIX joacă un rol principal (păstrează datele utilizatorului, determină privilegiile utilizatorului, asigură accesul la dispozitivele periferice, prezintă programele aplicative ca fișiere executabile). În UNIX există 6 tipuri de fișiere:

- fișiere simple (regular file) - fișiere tip text (în cod binar);
- director (directory) - un fișier special, care conține următoarele informații: numele, dimensiunea, data ultimii modificări a fișierelor incluse în director, numărul de fișiere; catalogul determină locul plasării fișierului în structura arborescentă;
- fișierul special al dispozitivului (special device file) - asigură accesul la dispozitivul periferic;
- FIFO sau canal cu nume (named pipe) - un fișier care asigură comunicarea dintre procese;
- comunicație (link) - prezintă legătura dintre numele fișierului și celealte date ;
- sochet (socket) - sunt utilizate pentru realizarea interacțiunilor dintre procese. Fiecare utilizator de rețea UNIX are nume, parolă și alte atribute. Informația despre

utilizator este stocată în fișierul textual /etc/passwd (parola este codificată și stocată în alt fișier), care poate fi citit de orice utilizator, dar modificat numai de administratorul rețelei.

În sistemul de operare UNIX deosebim trei clase de acces la fișiere, în care sunt determinate drepturile utilizatorului, precum „user access (u), group access (g) și other access (o)“.

→ 7.3. Sisteme de deservire

Vom numi sisteme de deservire sistemele care completează și largesc posibilitățile interfeței utilizatorului și, în unele cazuri, a interfeței de program.

După destinația funcțională sistemele de deservire se împart în:

a) **sistemele interfețelor** - reprezintă o continuare a sistemelor de operare, de obicei sunt de tip grafic, modifică interfețele utilizatorului și de program, pot realiza funcții adăugătoare de partajare a resurselor calculatorului;

b) **suprafețe de operare** - modifică numai interfața utilizatorului prin acordarea unor funcții adăugătoare (în special prin utilizarea meniurilor și tastelor funcționale);

c) **utilitare** - programe speciale de deservire care completează interfața utilizatorului. Diferența dintre suprafețele de operare și utilitare se manifestă prin caracterul universal al suprafețelor de operare.

Locul și destinația funcțională a sistemelor de deservire în complexul programatură-calculator sunt prezentate în fig. 7.5.

În conformitate cu regimul de utilizare deosebim sisteme de deservire **rezidente și nerezidente**. Sistemele de deservire rezidente permanent se află în memoria operativă și sunt activate în conformitate cu necesitățile programului procesat. Sistemele de deservire nerezidente se află în memoria operativă numai atât timp cât deservesc interfața utilizatorului.

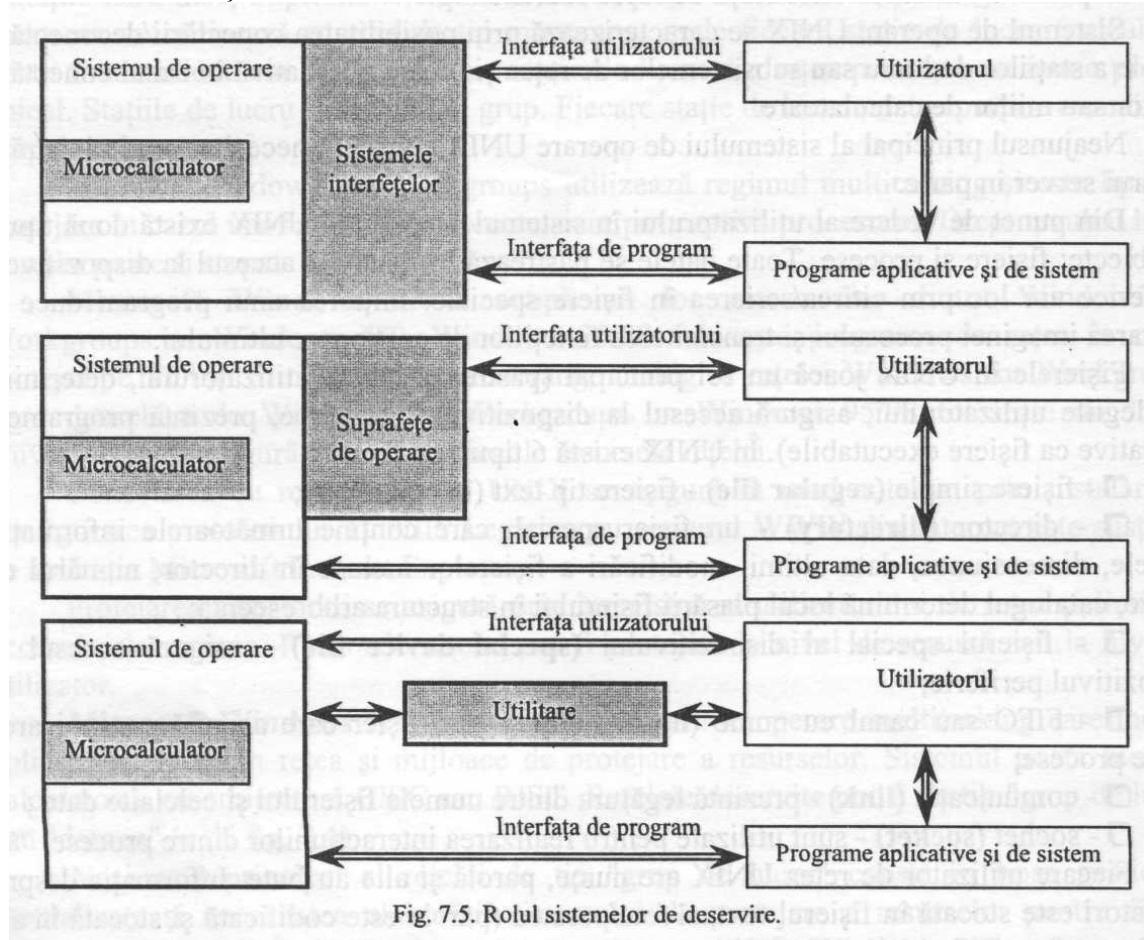


Fig. 7.5. Rolul sistemelor de deservire.

Pentru deservirea interfeței de program se utilizează programe denumite **drive**, care se referă la sistemele de operare. Acestea nu modifică interfața utilizatorului și nu aparțin sistemelor de deservire.

7.3.1. Sisteme de deservire ale interfețelor

Din sistemele de deservire ale interfețelor cele mai cunoscute sunt:

- primele versiuni Windows (Windows 3.0 sau Windows 3.1) elaborate de firma Microsoft, DESQview a firmei Quarterdeck Office Systems și Ensemble a firmei Geos Work, utilizate împreună cu sistemul de operare MS-DOS;

- Presentation Manager a firmei Microsoft și corporației BBM, utilizate împreună cu sistemul de operare OS/2;

- Motif și Ten/Plus, utilizate împreună cu sistemul de operare Unix.

Toate sistemele numite, în afară de DESQview, susțin interfața grafică a utilizatorului. Informația nu mai este manevrată la nivel cantitativ (caracter, comandă în linie, bloc) ci la un nivel de interpretări calitative (pictogramă, fereastră, grup de ferestre, meniu, buton etc.) prin utilizarea mouse-ului. Sistemele de deservire ale interfețelor sunt sisteme multitasking, au mijloace pentru susținerea dialogului dintre utilizator și calculator la un nivel înalt.

Sistemele de deservire ale interfețelor modifică și interfața utilizatorului și interfața de program.

În prezent aceste sisteme intră ca părți componente în sistemele de operare.

7.3.2. Suprafețe de operare

Suprafețele de operare prezintă utilizatorului neprofesionist o interfață cu mult mai comodă și prietenoasă în comparație cu interfața prezentată de sistemul de operare și eliberează utilizatorul de necesitatea cunoașterii în detaliu a sistemului de operare. Totuși un utilizator profesionist nu este eliberat complet de necesitatea studierii în detaliu a sistemului de operare deoarece suprafețele de* operare nu pot înlocui sistemele de operare dar numai le completează.

Majoritatea suprafețelor de operare pot asigura:

- lucrul cu fișierele și directoarele:

- manipularea cu fișierele (crearea, copierea, transferarea, schimbarea numelui, ștergerea, depistarea);
- afișarea și schimbarea caracteristicilor fișierelor (orei și datei creării, volumului, atributelor);
- afișarea conținutului directoarelor și sortarea lor;
- compararea conținutului directoarelor;
- afișarea structurii arborescente de fișiere;
- manipularea cu directoarele (crearea, copierea, transferarea, schimbarea numelui, ștergerea, depistarea).
 - afișarea fișierelor textuale (în formatul ASCII) și fișierelor pregătite de diferite aplicații în alte formate;
 - redactarea fișierelor textuale;
 - elaborarea meniurilor utilizatorului necesare pentru simplificarea inițializării unor programe aplicative sau de sistem des utilizate;
 - prezentarea datelor despre plasarea informației pe discuri sau despre memoria operativă;
 - acces la interfața utilizatorului a sistemului de operare, în particular, pentru inițializarea programelor aplicative și de sistem;
 - eliberarea unei părți mari a memoriei operative la inițializarea programului exterior și restabilirea automată a stării suprafeței de operare după finisarea executării acestui program.

Din suprafețele de operare cele mai cunoscute sunt: Disk Director; Magellan; MS-DOS Shell; Norton Comander; IDir Plus; PC Shell (PC Tools Deluxe); Q-DOS II; Xtree Pro Gold; DOS Navigator. Toate suprafețele de operare prezentate îndeplinesc funcțiile enumerate mai sus, având unele particularități în execuție. Cea mai populară din suprafețele de operare prezentate este Norton Comander, care:

- mai bine asigură cerințele utilizatorilor neprofesioniști, care sunt majoritari;
- este comodă în lucru (se poate lucra cu mouseul);
- are cerințe minime față de dispozitivele microcalculatorului și sistemul de operare;
- poate funcționa și în lipsa hard discului.

O dezvoltare a suprafeței de operare Norton Comander este Pie Comander. Suprafața de operare PC Shell nu poate fi utilizată fară a fi memorată pe hard disc. Xtree Pro Gold este una din cele mai bune suprafețe de operare pentru manipularea cu fișierele și directoarele. Suprafața de operare Disc Director are și versiunea în rețea - LAN Director. Suprafața de operare IDir Plus poate fi utilizată în sistemele de rețea Banyan Vines, iar PC Shell - în rețele Token Ring. Suprafața de operare MS-DOS Shell amintește un sistem Windows.

Există și suprafețe de operare specializate, având funcții direcționate spre executarea anumitor proceduri și funcții generale slab dezvoltate. Drept exemplu poate servi suprafața de operare SHEZ, care lucrează sub MS-DOS, orientată în special spre organizarea lucrului cu arhive de fișiere.

7.3.3. Utilitare

Utilitarele prezintă utilizatorului unele servicii necesare și reprezintă niște programe ce completează interfața utilizatorului. Unele utilitare, având o interfață de dialog dezvoltată, se apropie după posibilitățile sale de suprafețele de operare.

Utilitarele folosite în prezent pot executa următoarele funcții:

- deservirea discurilor;

- formatarea discurilor, cu posibilitatea restabilirii informației în cazul unei formatări neintenționate;
- protejarea informației de sistem și restabilirea ei;
- restabilirea fișierelor și dosarelor (directoarelor);
- redactarea la nivel inferior a informației de pe disc;
- defragmentarea fișierelor plasate pe disc;
- ștergerea (după aceasta ea nu mai poate fi depistată) informației confidențiale.
- deservirea fișierelor și directoarelor;
- crearea și reîmprospătarea arhivelor cu sau fară comprimare, dublarea arhivelor, dezarchivarea fișierelor;
- prezentarea informației utilizatorului despre configurația microcalculatorului, repartizarea memoriei discului magnetic (plasarea fișierelor, fragmentarea, spațiul liber) și repartizarea memoriei operative între programe;
- codificarea informației;
- imprimarea fișierelor pe hârtie în diferite regimuri și formate;
- protejare contra virusilor;
- executarea operațiilor de calcul (după principiul calculatorului aritmetic).

În continuare va fi dată o explicare mai detaliată a unor funcții enumerate mai sus.

Utilitarele de arhivare permit crearea copiilor fișierelor prin plasarea lor într-o arhivă (des în formă comprimată). Comprimarea este asigurată prin recodificare, cu scopul înlocuirii consecutivității de biți sau octeți des utilizati printr-un cod mai scurt (un fișier textual poate fi micșorat mai mult de trei ori). Este posibilă și lungimea variabilă a codurilor de simboluri. Toată informația despre procedura de recodificare se păstrează într-un tabel special. Arhiva poate conține mai multe fișiere logic legate.

Mijloacele contemporane de arhivare/dezarchivare, drept regulă, asigură:

- crearea arhivei;
- deservirea arhivei (adăugarea fișierelor în arhivă, înlăturarea fișierelor din arhivă, prezentarea cuprinsului arhivei);
- arhivarea/dezarchivarea automată a structurii arborescente a arhivei;
- protejare contra accesul nesancționat;
- crearea fișierelor executabile autodezarhivabile;
- testarea arhivei;
- lucrul cu arhiva parțial distrusă.

Fișierul executabil autodezarhivabil reprezintă un fișier comprimat cu extensie EXE unit cu un dezarchivator compact. În cazul inițializării unui astfel de fișier are loc dezarchivarea lui. Fiecare arhivator are algoritmul său unic de comprimare.

Dintre arhivatorii care lucrează sub MS-DOS sunt cunoscuți următorii:

- completele de utilitare PKZIP, PKUNZIP elaborate de firma americană PKWARE care susțin formatul ZIP;
- arhivator/dezarchivator LHare elaborat de firma Yoshi, comprimă foarte bine și fișierele executabile, poate crea fișiere executabile autodezarhivabile și susține formatul LZH;
- arhivator/dezarchivator LHice elaborat de firma Haruyasu Yoshizaki susține formatul ICE și este compatibil cu utilitară LHare;
- arhivator/dezarchivator LHA, reprezintă o dezvoltare utilitarei LHare și susține formatul LZH;
- arhivator/dezarchivator ARJ susține formatul ARJ;
- utilitara de dezarchivare NARC elaborată de firma Infinity Design Concepts, susține formatele ZIP și ARC.

Un fișier arhivat poate fi utilizat numai după dezarchivarea lui.

Drept regulă, producătorii de utilitare propun pachete multifuncționale sau specializate de utilitare. Dintre utilitarele multifuncționale o Răspândire largă a obținut pachetul de utilitare Norton Utilities elaborat de firma Peter Norton Computing (cel mai bun produs soft al anului 1988 și dezvoltat în continuare de firma Symantec). Un alt pachet de utilitare de bună calitate este pachetul PC Tools Deluxe, în care se conține și suprafața de operare PC Shell.

→ 7.4. Sisteme instrumentale

Sistemul instrumental reprezintă un ansamblu de produse soft care asigură elaborarea programaturii calculatoarelor și limbajelor formale de programare susținute de aceste produse.

7.4.1. Sisteme de programare

7.4.1.1. Noțiuni generale

Sistem de programare - este un ansamblu format din limbaje de programare și calculatorul virtual, care asigură executarea pe un calculator real a programelor elaborate.

Limbaj de programare - este un limbaj artificial, ce constă dintr-un vocabular fixat și un set de reguli (numit sintaxă) ce poate fi folosit la crearea instrucțiunilor pe care le poate parcurge un calculator.

Calculator virtual - reprezintă un complex de programe, ce emulează lucrul calculatorului real, sau, cu alte cuvinte, realizează programele scrise în limbajul dat de programare. Așa o tehnică de realizare a programelor permite scrierea lor în limbaje de programare comode pentru utilizator.

Pentru dezvoltarea unui program de aplicație un calculator virtual conține editoare de texte, translatoare de limbaje, editoare de legături, încărcătoare și depanatoare.

Un editor de texte este un set de programe ce oferă posibilitatea introducerii, editării și tipăririi de texte sub forma unor fișiere ASCII. Textele sunt alcătuite din caractere care se introduc de la tastatură, apărând în același timp și pe monitor; erorile pot fi corectate ușor, deoarece acestea nu sunt încă tipărite pe hârtie.

Editoarele de texte sunt componente ale sistemului de operare cu cea mai mare frecvență de utilizare. În prezent există o mare varietate de astfel de programe datorită capacitații de a degreva utilizatorul de sarcini elementare, cum ar fi: despărțirea în silabe, alinierea textelor, paragrafelor, titlurilor, sublinierea unor porțiuni din text, căutarea unui sir de caractere și editarea acestuia, indexarea documentului, realizarea cuprinsului etc.

Translatoarele de limbaje sunt componente ale programelor de servicii care traduc programe sursă scrise de utilizator într-un limbaj de programare, în programe obiect, ale căror instrucțiuni în limbaj mașină sunt recunoscute și executate de sistemul de calcul.

Translatoarele de limbaje se divid în două categorii:

- **compilative** care realizează numai traducerea programului sursă în program obiect; acestea pot fi:
 - **asambloare** - care traduc programe sursă scrise în limbaje de asamblare specifice fiecărui sistem de calcul;
 - **compilatoare** - care traduc programe sursă scrise în limbaje de nivel înalt, universale;
 - **interpretative** care o dată cu compilarea realizează și execuția programului. Spre deosebire de asamblare, compilatoarele creează o formă intermediară

arborescentă a instrucțiunilor din programul sursă, astfel:

- orice variabilă este un nod terminal al arborelui;
- orice operator creează un arbore binar, a cărui ramură stângă este primul operand, iar cea din dreapta este al doilea operand.

Pentru a înțelege modul de lucru al unui compilator în tratarea unei instrucțiuni considerăm un exemplu.

Să se determine arborele binar corespunzător acțiunii unui compilator pentru calculul expresiei: $x=A \cdot (B-C)+D \cdot (E-F-14)$.

Rezultatul acțiunii compilatorului asupra expresiei este redat în fig. 7.6.

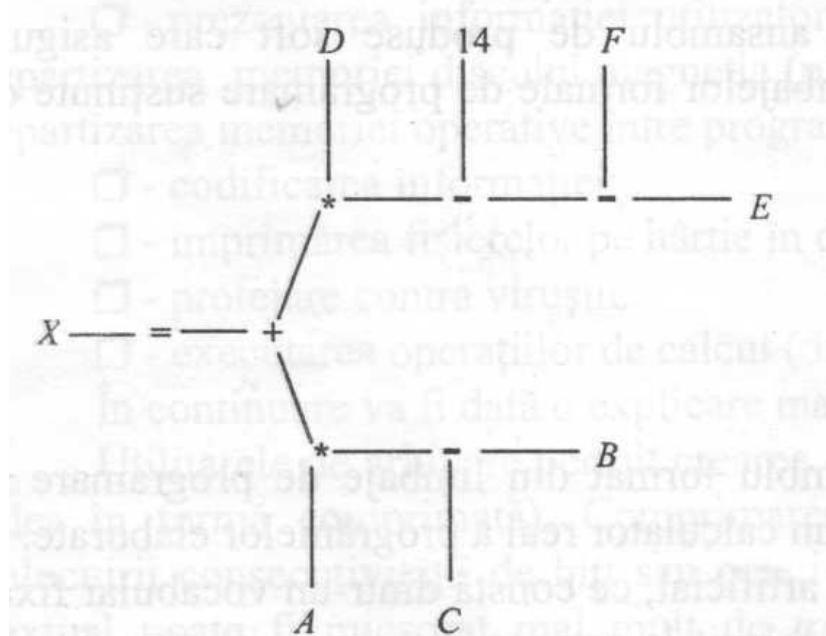


Fig. 7.6. Acțiunea compilatorului asupra unei expresii.

Procesul de compilare include următoarele etape: analiza lexicală, analiza sintactică, analiza semantică, optimizarea codului, generarea codului, gestiunea structurilor de date și tratarea erorilor.

■ **Analiza lexicală** descompune programul sursă în atomi lexicali (identificatori, cuvinte rezervate, constante, operatori), pe care îi introduce în tabelul de simboluri sub formă codificată.

■ **Analiza sintactică**, prin care șirul de atomi lexicali este analizat în vederea depistării unor structuri sintactice ca expresii, liste sau proceduri, plasându-le într-un arbore de derivare (arbore sintactic).

■ **Analiza semantică** folosește structura programului și informațiile din tabelul de simboluri pentru generarea unui grup de instrucțiuni simple cu format fix (codul intern); dacă arborele sintactic nu respectă gramatica limbajului, semnalează erori.

■ **Optimizarea codului** presupune eliminarea redundanțelor, a lungimii și variabilelor inutile, în vederea unei execuții mai eficiente.

■ **Generarea codului** alocă zone de memorie pentru păstrarea datelor în timpul execuției, alocă regiștri și produce codul obiect.

■ **Gestiunea structurilor de date** reprezintă o colecție de proceduri care creează și actualizează baza de date cu care lucrează celelalte faze; în baza de date se găsesc tabelele identificatorilor, constantelor, cuvintelor cheie și procedurilor standard, care uneori sunt înglobate într-un unic tabel de simboluri.

■ **Tratarea erorilor** este realizată de o colecție de proceduri ce sunt activate când se depistează o eroare în program; utilizatorul primește mesaje de diagnostic, iar compilatorul continuă analiza sintactică pentru a depista alte erori.

Etapele unui proces de compilare și componentele implicate sunt redate în fig. 7.7.

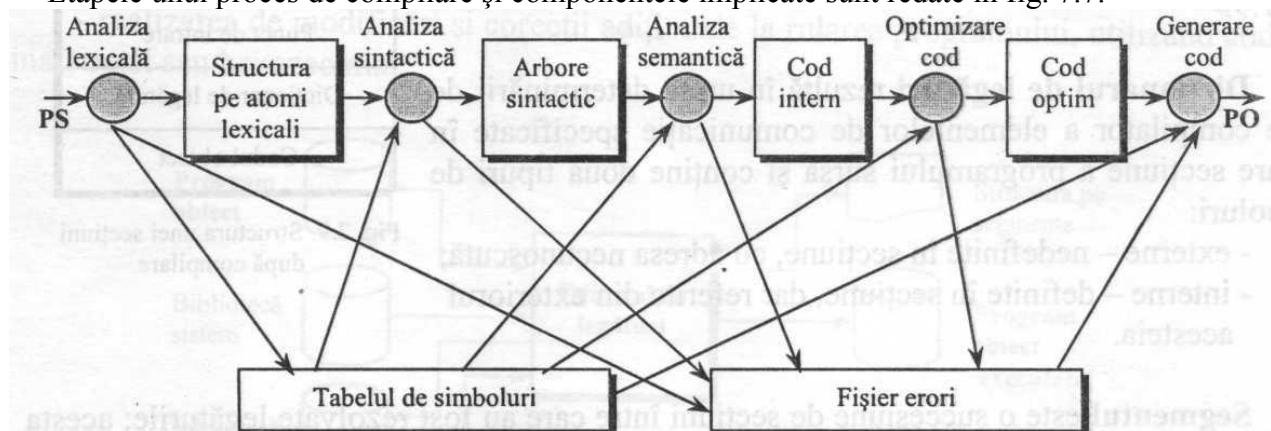


Fig. 7.7. Etapele unui proces de compilare (PS – program sursă, PO – program obiect).

Există componente ale sistemului de operare ce sunt concepute ca programe generalizate care, în funcție de necesitățile utilizatorului, se pot adapta pentru a realiza un grup de funcții; aceasta se realizează în faza de asamblare, prin intermediul unui **macrolimbaj** care asigură generarea secvențelor de program (program sursă și program obiect) specificate.

Macrolimbajul folosește **macroinstructiuni** - instrucțiuni ale programului sursă care asigură prin intermediul comenziilor inserarea în programul sursă a secvenței de instrucțiuni în locul unde a apărut macroinstructiunea. Aceasta economisește timpul utilizatorului.

După definirea macroinstructiunii, utilizarea numelui NOCL este echivalentă cu utilizarea secvenței de instrucțiuni incluse în macroinstructiune.

Structura externă a unui program sursă este alcătuită din secțiune, segment și program.

Secțiunea este o unitate de program independentă, constituită dintr-o secvență de definire a datelor și o secvență de instrucțiuni ce asigură posibilitatea comunicării cu alte unități ale programului sursă (vezi fig. 7.8).

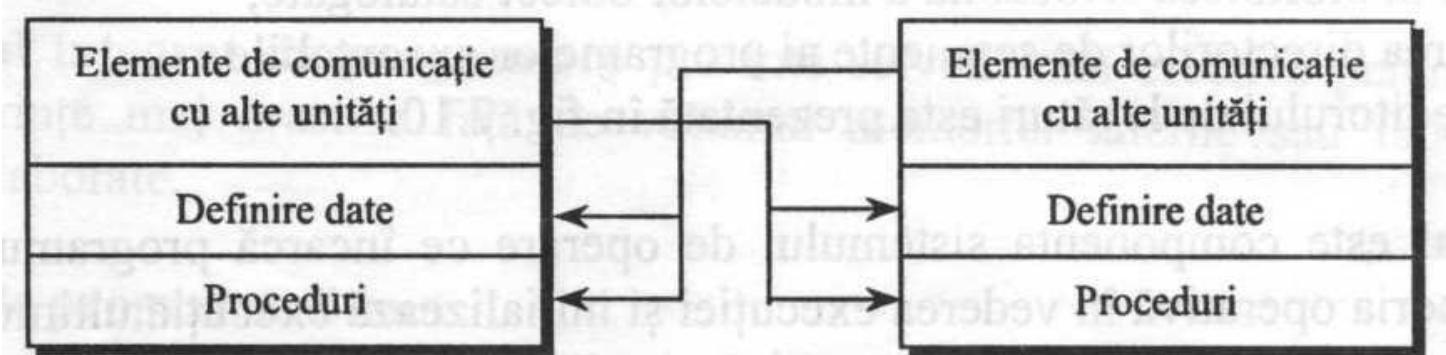


Fig. 7.8. Comunicația între secțiuni ale unui program sursă.

Definirea datelor și procedurilor servește atât propriei secțiuni, cât și altor secțiuni. Compilatorul asigură, pe lângă generarea codului obiect, și informații de legătură între secțiuni:

- informații de identificare (nume secțiune, punctul de intrare);
- informații de legătură.

Structura unei secțiuni după compilare este prezentată în fig. 7.9.

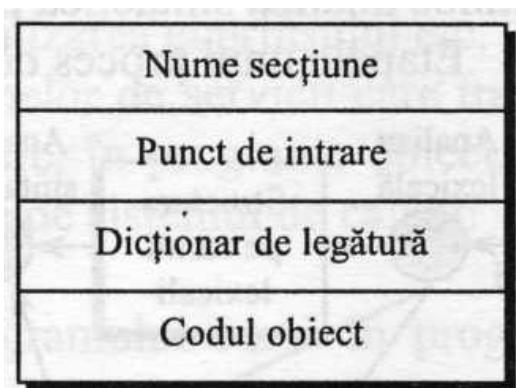


Fig. 7.9. Structura unei secțiuni după compilare.

Dicționarul de legături rezultă în urma determinării de către compilator a elementelor de comunicație specificate în fiecare secțiune a programului sursă și conține două tipuri de simboluri:

- externe - nedefinite în secțiune, cu adresa necunoscută;
- interne - definite în secțiune, dar referite din exteriorul acesteia.

Segmentul este o succesiune de secțiuni între care au fost rezolvate legăturile; acesta conține:

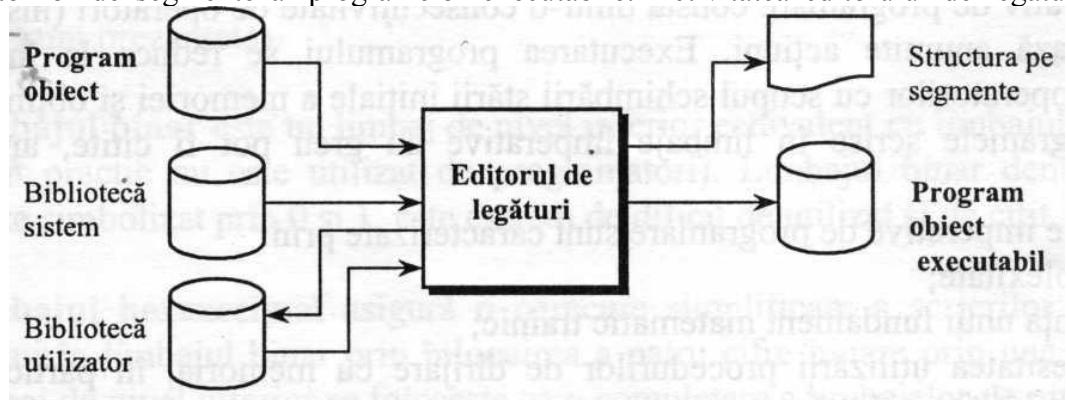
- numele segmentului;
- punctul de intrare în segment;
- codul obiect al secțiunilor aranjate într-o anumită ordine.

Programul, utilizând noțiunile date mai sus, poate fi definit și drept o structură arborescentă de segmente (segment principal și segmente subordonate, organizate pe substructuri); acesta este organizat într-o structură multifazică de către editorul de legături, care pe baza numelor segmentelor din care este alcătuit programul și a secvenței de secțiuni din care este compus fiecare segment, creează structura de program pe care o depune pe suport extern (de obicei hard-disk), de unde va fi ulterior încărcat în memoria operativă pentru execuție.

Editorul de legături (linkeditor) prelucreză programul obiect obținut în urma compilării secțiunilor, în scopul construirii pe segmente a programului; el este o componentă a programelor de servicii care asigură următoarele funcții:

- construirea dicționarului de legături între diverse secțiuni;

- înlocuirea fiecărei secțiuni din cadrul unui segment cu un factor de relocare corespunzător adresei de încărcare în RAM;
 - alocarea de zone continue pentru segment;
 - modificarea constantelor de adresă relocabile, pentru a conține valorile relocate ale simbolurilor lor;
 - căutarea în biblioteca relocabilă a modelelor obiect catalogate;
 - construirea directorilor de segmente ai programelor executabile.
- Activitatea editorului de legături este



prezentată în fig. 7.10.

Încărcătorul este componenta sistemului de operare ce încarcă programul obiect executabil în memoria operativă în vederea execuției și inițializează execuția ultimului, încărcarea programelor în memoria operativă pentru execuție se poate face:

- imediat după translatare, când sistemul de operare are inclus încărcătorul în compilator (compilatoare **Load and Go**);
- în momentul editării de legături (încărcătorul inclus în **Link**);
- după editarea de legături, ca proces distinct.

Depanatorul este un program de servicii ce oferă utilizatorului mijloace convenabile pentru depanarea și controlul operațiilor programului, precum:

- lansarea în execuție a programului;
- suspendarea execuției în puncte predeterminate (**breakpoints**) sau execuție pas cu pas;
- examinarea și modificarea conținutului cuvintelor din memoria operativă și regiștri;
- realizarea de modificări și corecții adiționale la rularea programului, utilizând codul binar, octal sau hexazecimal.

Clasificarea principală a sistemelor de programare se referă la apartenența lor de un anumit stil de programare - imperativ (procedural), funcțional, logic și orientat pe obiect.

Stil de programare - reprezintă un ansamblu de acțiuni de programare căruia îi corespunde un anumit model specific (unical) de executare a instrucțiunilor. În prezent pe microcalculatoare sunt realizate practic toate stilurile de programare.

Există două direcții de construire a sistemelor de programare:

- elaborarea unui complex de mijloace autonome, care îndeplinește rolul sistemului de programare;
- elaborarea unui mediu integrat de programare, care susține o interfață utilizator dezvoltată și include toate mijloacele de elaborare și executare a programelor (editor de texte, compilator, depanator, biblioteca programelor standarde etc).

Mijloacele autonome permit elaborarea programelor de mare volum, deoarece nu sunt restricții de timp pentru etapele de elaborare a programelor și mijloacele autonome nu sunt obligate să se găsească în întregime și concomitent în memoria operativă. În afară de aceasta poate fi folosită efectiv memoria externă pentru păstrarea rezultatelor intermediare și finale. Neajunsul principal constă în majorarea timpului necesar pentru elaborarea programei.

Mediul integrat de programare prezintă servicii mai eficiente pentru programare însă are cerințe mai drastice față de volumul memoriei interne sau față de volumul programei elaborate.

Etapele programării sunt:

- proiectarea sau luarea deciziilor legate de ceea ce ar trebui să facă programul;

- scrierea codului sau utilizarea unui limbaj de programare pentru a exprima logica programului în forma ce poate fi citită de calculator;
- introducerea documentației interne pentru instrucțiuni;
- testarea și depanarea, în care se localizează și se corectează defectele programului;
- documentarea, în care este creat un manual de instrucțiuni de utilizare a programului.

În prezent cele mai vestite firme producătoare a sistemelor de programare sunt firmele americane Microsoft și Borland International.

7.4.1.2. Limbaje imperative de programare

Programarea imperativă (procedurală) este o reflectare a arhitecturii calculatoarelor tradiționale structura căreia a fost propusă de von Neumann. Un program în limbajul imperativ de programare constă dintr-o consecutivitate de operatori (instrucțiuni), care inițializează anumite acțiuni. Executarea programului se reduce la îndeplinirea consecutivă a operatorilor cu scopul schimbării stării inițiale a memoriei și obținerea stării ei finale. Programele scrise în limbaje imperative cu greu pot fi citite, analizate și modificate.

Limbajele imperative de programare sunt caracterizate prin:

- complexitate;
- absența unui fundament matematic trainic;
- necesitatea utilizării procedurilor de dirijare cu memoria, în particular, prin necesitatea descrierii variabilelor;
- imposibilitatea utilizării pentru calcule de tip caracter;
- eficacitatea înaltă de realizare pe calculatoarele cu arhitectură tradițională. **Calculele de tip caracter** reprezintă transformări dinamice ale structurilor de date și

includ problemele inteligenței artificiale, sortarea, translatarea, interpretarea, dirijarea cu bazele de date, problemele algebrei simbolice, etc. Calculele de tip caracter au următoarele particularități:

- consecutivitatea executării instrucțiunilor în mare măsură depinde de datele prelucrate;
- drept regulă, nu sunt necesare operații vectoriale și operații cu matrice;
- cele mai dese operații sunt: chemarea procedurii, agregarea și decompoziția structurilor de date, căutarea.

Principala clasificarea a limbajelor imperative de programare se face după nivelul lor. Nivelul limbajului de programare este determinat de capacitatea semantica a construcțiilor lui și orientarea spre limbajul uman. Limbajele de programare sunt împărțite în limbaje de nivel înalt și limbaje de nivel inferior.

Limbajele de programare de nivel înalt permit programatorului să exprime un program folosind cuvintele cheie și sintaxa care seamănă oarecum cu limbajul uman (natural). Aceste limbaje scutesc programatorul de necesitatea cunoașterii în detaliu a procedurilor realizării instrucțiunilor de către calculator. Fiecare instrucțiune dintr-un limbaj de nivel înalt corespunde mai multor instrucțiuni în limbaj mașină, astfel că se pot scrie programe mult mai rapid decât în limbajele de nivel inferior. Programele scrise în limbaj de nivel înalt procesează mult mai lent decât cele scrise în limbajele de nivel inferior.

Limbajele de programare de nivel inferior permit programatorului să scrie programe cu instrucțiuni de cod cu o eficiență maxim posibilă de procesare pe calculator. Utilizarea limbajelor de programare de nivel inferior necesită o cunoaștere detaliată a capacitaților sistemului de calcul utilizat.

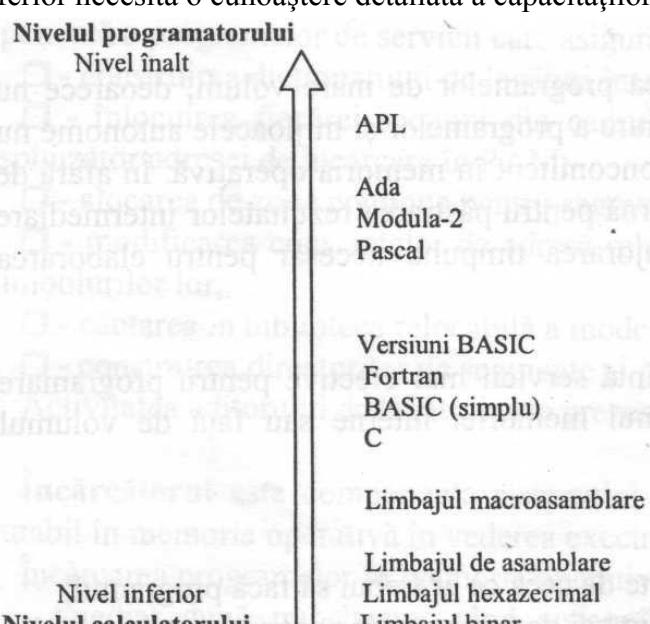


Fig. 7.11. Repartizarea limbajelor imperative de programare după nivel.

Repartizarea limbajelor imperative de programare după nivel este prezentată în fig. 7.11 (limbajele FORTH, PL/1, Cobol, RPG, Logo, Snobol și GPSS puțin populare în prezent nu sunt prezentate).

Limbajul binar este un limbaj de nivel inferior echivalent cu limbajul calculatorului (în prezent practic nu este utilizat de programatori). Limbajul binar denumit și limbaj mașină este simbolizat prin 0 și 1, este extrem de dificil de utilizat și de citit.

Limbajul hexazecimal asigură o oarecare simplificare a scrierilor instrucțiunilor programului în limbajul binar prin înlocuirea a patru cifre binare prin una hexazecimală. Acest limbaj de nivel inferior se folosește ca o completare a limbajelor de nivel înalt

pentru scrierea fragmentelor de program care trebuie îndeplinite cu o viteză maximă posibilă.

Limbajul de asamblare este un limbaj de programare de nivel inferior, în care fiecare instrucțiune de program corespunde unei instrucțiuni pe care o poate executa unitatea de prelucrare. Acesta este utilizat pentru prezentarea programelor într-o formă mai comodă prin folosirea codurilor mnemonice de instrucțiuni. Limbajul de asamblare asigură prezentarea constantelor în diferite sisteme de numerație.

Limbajul macroasamblare - un limbaj de nivel inferior, este o dezvoltare a limbajului de asamblare și utilizează macroinstrucțiuni. Prin utilizarea macroinstrucțiunilor apare posibilitatea descrierii unor consecutivități de instrucțiuni mai complexe.

Limbajul C reprezintă un limbaj de programare de nivel înalt folosit pe scară largă în programarea profesională. Elaborat de Dennis Ritchie de la firma Bell Laboratories în anul 1972, limbajul C este preferat de cele mai multe firme de software profesionist. Limbaj procedural de uz general, C combină calitățile limbajelor de programare de nivel înalt cu eficiența unui limbaj de asamblare (are acces la dispozitivele fizice a calculatorului). Programele C compilate rulează în mod semnificativ mai rapid decât alte programe scrise în alte limbaje de programare de nivel înalt.

Limbajul C a fost elaborat în baza limbajului BCPL și include concepțiile principale ale limbajului Pascal. În acest limbaj nu există o frontieră evidentă dintre procedură și funcție ce îl apropiște mult de limbajele funcționale. Totuși sintaxa limbajului C nu este comodă pentru programare și înțelegerea programelor elaborate.

Basic (Beginner's All-Purpose Symbolic Instruction Code - codul de instrucțiuni simbolice de uz general pentru începători) reprezintă un limbaj de programare de nivel înalt (dar foarte criticat), disponibil pe calculatoarele personale. Elaborat în anul 1964, BASIC este un limbaj procedural care spune calculatorului ce să facă pas cu pas.

Programele BASIC rulează într-un mediu interactiv, alături de un editor de texte, un depărător și un interpretator care traduce și execută codul sursă BASIC, linie cu linie. Deoarece un program BASIC se elaborează în mod interactiv, se încercă diferite alternative și se testează integritatea programului la fiecare pas al activității, procesul de construire a programului contribuie foarte mult la învățare. Compilatoarele create în ultimii ani, transformă codul BASIC în programe executabile de sine stătătoare.

Programele scrise în limbajul BASIC sunt executate lent, făcând ca acest limbaj să nu fie o soluție pentru aplicațiile profesionale. În prezent sunt cunoscute versiuni noi, precum Quick-BASIC de la Microsoft și TurboBASIC de la Borland, care includ structuri de control moderne, numite subrutine și un compilator. Unele programe comerciale viabile sunt scrise într-un BASIC compilat, deși limbajul C este mult mai răspândit în elaborarea programelor profesionale.

Tehnicile noi de programare dau limbajului BASIC o nouă șansă de supravețuire. De exemplu, Visual BASIC de la Microsoft, proiectat pentru programarea în Windows, folosește interfață grafică din Windows și programarea orientată pe evenimente pentru a crea o aplicație cu aspect impresionant.

FORTRAN (o prescurtare de la **FORmula TRANslator**) este un limbaj procedural de programare de nivel înalt, foarte popular în aplicațiile matematice, fizice și tehnice.

Elaborat de IBM la mijlocul anilor '50 și lansat în anul 1957, FORTRAN a fost primul limbaj de programare de nivel înalt compilat. FORTRAN este precursorul limbajului BASIC. Sunt cunoscute mai multe versiuni FORTRAN, precum FORTRAN-II (an. 1958), FORTRAN-IV (an. 1966, standardizat de ANSI), FORTRAN-77 (an. 1977), FORTRAN-88 (an. 1988). În limbajul FORTRAN au fost elaborate biblioteci de subrutine ce utilizează funcții și metode matematice standarde. Limbajul FORTRAN este un limbaj simplu care generează instrucțiuni în limbaj mașină efective cu o mare viteză de execuție. Versiunile recente de FORTRAN sunt mai structurate și au mai puține limitări.

Pascal este un limbaj procedural de programare de nivel înalt, foarte popular ca limbaj de predare și de dezvoltare a aplicațiilor. Limbajul Pascal a fost elaborat în anul 1970 de profesorul elvețian Nicklaus Wirth. Evoluția limbajului Pascal a adus la apariția mai multor versiuni uneori incompatibile. În prezent sunt cunoscute trei standarde a limbajului Pascal: standardul britanic BS6192 din an. 1982, standardul internațional ISO 7185 din an. 1983 (identic cu primul) și standardul american ANSI. În limbajul Pascal este realizată concepția programării structurale și definirea tipurilor noi de date. Limbajul Pascal este disponibil în versiuni cu interpretator și cu compilator.

În anul 1979 Nicklaus Wirth a propus un alt limbaj de programare sub denumirea **Modula-2** ca succesor al limbajului Pascal, în care sunt înălțurate unele neajunsuri ale limbajului Pascal. Limbajul Modula-2 susține concepția elaborării programelor din module, are mijloace de descriere a proceselor paralele și mecanisme de

sincronizare. Modulele presupun prezența secției "interfață și realizare" și susțin mecanismul "export/import". În prezent limbajul Modula-2 este realizat pentru majoritatea microcalculatoarelor și diferite sisteme de operare.

În anul 1988 Nicklaus Wirth a propus limbajul **Oberon** ca succesor al limbajului Modula-2, fiind un limbaj mai simplu și mai dezvoltat.

Limbajul Pascal este utilizat de microcalculatoare datorită influenței programelor Turbo Pascal (de la Borland International), un compilator de mare performanță pentru Pascal, care recunoaște un număr de extensii importante și utile ale limbajului.

Limbajul Ada a fost elaborat în anul 1979 la comanda Departamentului de Apărare al Statelor Unite. Acesta este un limbaj de nivel înalt dezvoltat pentru programe de aplicații militare care au loc în regim de timp real. În anul 1983 a fost primit standardul ANSI al acestui limbaj. Numele Ada vine de la Lady Augusta Ada Byron, contesă de Lovelace, considerată a fi primul om de știință femeie în domeniul programării.

Limbajul Ada folosește principiile programării structurale, inclusiv utilizarea modulelor de program ce pot fi compilate separat. Limbajul Ada poate fi folosit nu numai pentru elaborarea programelor pentru regim real de lucru dar și pentru rezolvarea problemelor cu caracter matematic sau de prelucrare paralelă, în comparație cu Modula-2 limbajul Ada are mai multe posibilități însă este mai complicat.

Limbajul APL (A Programming Language) a fost elaborat în anul 1969, obținând un mare succes în elaborarea programelor pentru calculatoarele mainframe IBM. În prezent este disponibil și pentru microcalculatoarele compatibile IBM. Acesta este un limbaj de nivel înalt, foarte potrivit pentru aplicații matematice. Avantajele principale ale acestui limbaj sunt: un set bogat de operatori, care permit prelucrarea integrală a masivelor multidimensionale; posibilitatea determinării propriilor operatori. Pentru scrierea operatorilor încorporați se utilizează câte un simbol dintr-un set de simboluri speciale. Aceasta permite scrierea programelor APL în formă compactă și tot odată greu citite.

7.4.1.3. Limbaje funcționale de programare

Programarea funcțională (aplicativă) are drept bază sistemele algoritmice. Expresia joacă rolul principal în limbajele funcționale. Drept expresii se utilizează constantele scalare, obiectele structurate, funcțiile. Oarecare limbaj funcțional de programare include următoarele elemente:

- clase de constante, manipulate de funcții;
- un set de funcții de bază, utilizate de programator fară a fi definite preventiv;
- regulile construirii unor funcții noi din funcțiile de bază;
- regulile alcătuirii expresiilor în baza funcțiilor utilizate.

Un program scris în limbajul funcțional reprezintă un complex de descrieri a funcțiilor și expresiilor, care sunt supuse calculelor (programatorul alcătuiește liste în care declară relația între valorile simbolice). Listele sunt structuri de date fundamentale într-un limbaj funcțional de programare. Programele funcționale execută calcule asupra valorilor simbolice exprimate în această listă.

Programarea funcțională poate fi socotită drept o dezvoltare a ideilor programării structurale în baza structurării legăturilor de dirijare, datelor și legăturilor informaționale. Limbajele funcționale se deosebesc prin simplitate, prin prezentarea compactă a algoritmilor, prin repartizarea automată a memoriei și posibilitatea utilizării pentru calcule simbolice. Limbajele funcționale de programare reprezintă limbaje de un nivel foarte înalt.

Prezența unei baze matematice solide asigură posibilitatea utilizării metodelor algebrice de modelare, convertire, cercetare și verificare a programelor. Este determinat că limbajele funcționale au posibilități mai vaste în comparație cu limbajele procedurale.

Primul limbaj funcțional **LISP (List Processing - procesarea listelor)** a fost elaborat de pionerul în domeniul intelectului artificial John McCarthy și colegii lui de la Massachusetts Institute of Technology în anul 1959. Scopul creării acestui limbaj de programare era determinat de necesitatea prelucrării informației simbolice.

Limbajul funcțional LISP este în continuă dezvoltare și este socotit limbaj de programare principal al sistemelor inteligenței artificiale. În prezent sunt cunoscute mai multe versiuni, precum INTERLISP și Common LISP. Există și limbaje funcționale mai dezvoltate ca LISP: ML (Milner Language), Miranda, REFAL. Ultimele limbaje au următoarele avantaje față de LISP:

- simplitatea utilizării funcțiilor de ordin superior;
- substituția argumentilor funcțiilor se face după necesitate și nu după valoare;
- sunt susținute datele abstracte;

- are o sintaxă clară;
- nu conține conflicte din punct de vedere matematic (latura slabă a limbajului LISP constă în prezență acestor conflicte care împiedică realizarea lui în regim paralel).

Limbajele funcționale necesită calculatoare performante. Microcalculatoarele utilizează în special limbajele funcționale LISP, PC Scheme al firmei Texas Instruments, Mulisp al companiei Microsoft, IQ LISP al companiei Integral Quality.

Elaborarea mijloacelor hard și soft în domeniul programării funcționale este o componentă destul de importantă a proiectului calculatoarelor din generația a V-ea.

Основная статья: [Функциональное программирование](#)

- [PHP](#)
- [Cat](#)
- [Clean](#)
- [Dylan](#)
- [Elm](#)
- [Erlang](#)
- [F#](#)
- [Genteo](#)
- [Haskell](#)
- [Hope](#)
- [J](#)
- [Mathematica](#)
- [OCaml](#)
- [Scheme](#)
- [АПЛ](#)
- [Лисп](#)
- [Лого](#)
- [РЕФАЛ](#)

7.4.1.4. Limbaje de programare logică

Primul limbaj de programare logică de nivel înalt **PROLOG**, prescurtarea de la PROgramming in LOGic, a fost elaborat de francezul Alain Colmerauer, specialist în știința calculatoarelor, și de logicianul Philippe Roussel la începutul anilor '70. Apariția limbajului PROLOG a deschis un nou domeniu de cercetare - programarea logică, unde rezultatele practice deseori se obțin înaintea fundamentării lor din punct de vedere teoretic.

Noțiunea centrală în programarea logică este relația. Programul reprezintă un ansamblu de definiri a relațiilor dintre obiecte și scop (în loc de a spune calculatorului ce procedură să parcurgă pentru a rezolva o problemă, programatorul descrie problema ce trebuie rezolvată). Procesul executării programului este tratat drept un proces de determinare a esenței formulei logice. Un program PROLOG conține cunoștințe, din care pot fi extrase concluzii despre ce este adevărat și ce este fals. Programatorii folosesc limbajul PROLOG pentru a dezvolta sisteme expert la nivelul unui sistem de cercetare.

Limbajele de programare logică sunt caracterizate prin orientarea spre calcule simbolice (calculele numerice sunt dificile), posibilitatea efectuării calculelor inverse (variabilele utilizate nu se împart în inițiale și finale), logica incompletă, determinată de imposibilitatea exprimării în program a unor construcții logice și obținerii tuturor rezultatelor corecte.

Programele logice au o viteză mică în procesare, determinată de metoda executării (depistarea rezultatului corect dintr-o mulțime de variante) și nivelului înalt de paralelism. Acestea necesită calculatoare performante. Din punct de vedere al realizării limbajele de programare logică nu sunt destul de efective. Totuși limbajele de programare logică joacă un rol deosebit în proiectarea calculatoarelor generației a V-ea.

Pentru microcalculatoare sunt disponibile mai multe realizări a limbajului PROLOG, precum Arity/Prolog de la firma Arity, Turbo Prolog de la firma Borland International și Prolog-2 de la compania engleză Expert Systems.

Основная статья: [Логическое программирование](#)

- [Mercury](#)

- [Prolog](#)
- [Curry](#)

7.4.1.5. Limbaje de programare orientate pe obiect

SMALLTALK - un limbaj de programare de nivel înalt care tratează calculele drept obiecte ce își transmit mesaje unul altuia. SMALLTALK a fost elaborat de Alan Kay și alții de la PARC (Palo Alto Research Center) al firmei Xerox Corporation în anul 1972 și este un limbaj declarativ care cere programatorului să definească obiectele în termeni relevanți pentru aplicația dorită. Limbajul de programare orientat pe obiect se poate extinde foarte mult datorită ușurinței cu care pot fi create obiectele.

Concepția programării orientate pe obiect se sprină pe metodele programării structurale și metodele elaborării programelor pe baza utilizării datelor abstrakte.

Programarea structurală este asistată de decompoziția funcțională și presupune proiectarea produsului soft "de sus în jos". Această metodă nu permite de a determina arhitectura programului în dependență de structurile de date, care trebuie prelucrate.

Din altă parte, utilizarea datelor abstrakte duce la un efect contrar: elaborarea programului se face prin definirea și prezentarea datelor, adică "de jos în sus". În acest caz, natural, se formează o discordanță dintre structurile de date și procedurile de prelucrare.

Programarea orientată pe obiect permite lichidarea discordanțelor dintre proceduri și obiecte a metodelor de programare prezentate mai sus, totodată integrează proprietățile pozitive ale lor. În acest mod, programarea orientată pe obiect susține un nivel calitativ nou de structurizare comună a datelor și procedurilor de prelucrare.

Particularitățile principale ale limbajului de programare orientat pe obiect sunt:

- prezența obiectelor active;
- formarea obiectului prin metoda moștenirii proprietăților;
- procesul de calcul este organizat prin transmiterea mesajelor de la un obiect la altul.

Esența acestui stil de programare este definită de formula "obiect = date + proceduri". Obiectul integrează niște stări (sau o structură de date) și mecanismele de schimbare a stării accesibile numai obiectului dat. Pentru a modifica starea obiectului este necesar de ai transmite un mesaj. Unirea datelor și procedurilor într-un obiect se numește încapsulare. Multe limbaje de programare orientate pe obiect încapsulează proprietatea de încapsulare posedă și proprietatea de **polimorfism** (posibilitatea utilizării metodelor cu același nume pentru prelucrarea datelor de tip diferit).

Pentru microcalculatoare sunt disponibile mai multe realizări ale limbajelor orientate pe obiect, precum SMALLTALK, Turbo Pascal, C++, Turbo C++ și Objective-C. Limbajele de programare orientate pe obiect se utilizează pentru elaborarea diverselor modele (tehnice, fizice, sociale), limbajelor de prezentare a cunoștințelor și realizării protocolelor rețelelor de calcul.

Основная статья: [Объектно-ориентированное программирование](#)

- [Action Script](#)
- [C++/CLI](#)
- [C#](#)
- [ColdFusion](#)
- [D](#)
- [Dart](#)
- [Delphi](#)
- [Dylan](#)
- [Eiffel](#)
- [Game Maker Language \(GML\)](#)
- [Groovy](#)
- [Haxe](#)
- [Io](#)
- [Java](#)
- [JavaScript](#)
- [MC#](#)
- [Object Pascal](#)
- [Objective-C](#)

- [Perl](#)
- [PHP](#)
- [Pike](#)
- [Python](#)
- [Ruby](#)
- [Self](#)
- [Simula](#)
- [Smalltalk](#)
- [Swift](#)
- [Vala](#)
- [Visual Basic](#)
- [Visual DataFlex](#)
- [Zonnon](#)
- [Ada](#)
- [Активный Оберон](#)
- [Компонентный Паскаль](#)
- [Модула-3](#)
- [Оберон-2](#)

→ 7.4.2. Sisteme de gestionare a bazelor de date

Bancul de date reprezintă un program (sistem de programe) care prezintă utilizatorului servicii pentru păstrarea și căutarea informației. Bancurile de date sunt utilizate în sistemele automatizate de dirijare, sistemele inteligenței artificiale și sistemele informaționale.

Un banc de date trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

- asigurarea necesităților informaționale ale utilizatorului;
- posibilitatea procesării unui volum mare de informație;
- susținerea calității informației;
- interzicerea accesului nesancționat;
- asigurarea posibilității depistării informației după diferite particularități;
- asigurarea vitezei necesare de prezentare a informației;
- posibilitatea modificărilor și completării;
- asigurarea prezentării informației într-o formă comodă pentru utilizare;
- simplitatea utilizării;

- posibilitatea deservirii mai multor utilizatori (posibil în intervale de timp diferit). Structura unui banc de date este prezentată în fig. 7.12.

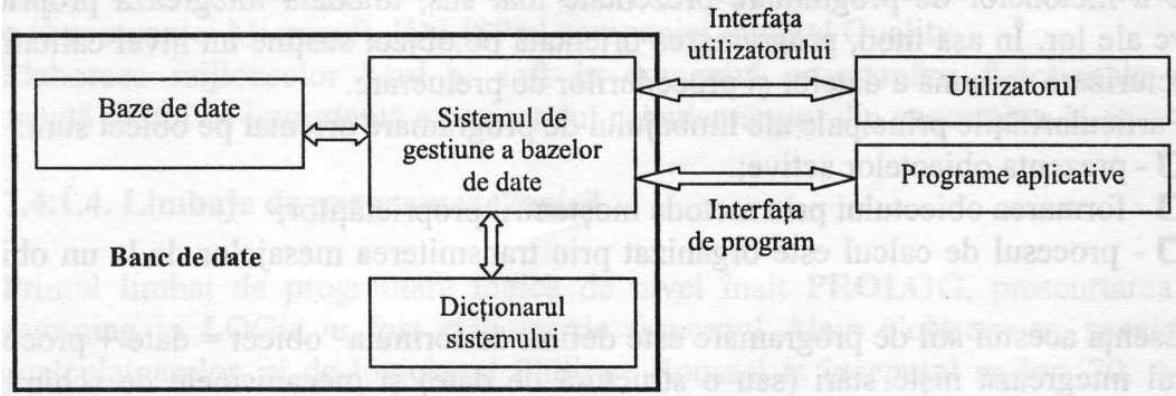


Fig. 7.12. Structura bancului de date.

Baza de date reprezintă un ansamblu de fișiere special organizate ce se păstrează în memoria externă a calculatorului. Prin **sistem de gestiune a bazelor de date** se subînțelege un produs soft care asigură gestiunea centralizată a datelor. Gestiona centralizată a datelor include:

- elaborarea și corectarea structurii logice și/sau fizice a bazelor de date;
- manevrarea datelor (regăsirea, modificarea, ștergerea, înserezarea).

Pentru rezolvarea primei probleme servește limbajul de descriere a datelor (des în formă de dialog), iar pentru manipularea datelor - limbajul de manipulare a datelor. Aceste limbi sunt realizate de sistemul de gestiune a bazelor de date cel mai frecvent prin intermediul interpretării, mai rar prin compilare. Sistemul de gestiune a bazelor de date deservește interfața utilizatorului și interfața de program.

Dicționarul sistemului reprezintă o structură informațională specializată care conține informații generale despre resursele bancului de date:

- descrierea structurii bazei de date (informația despre organizarea bazei de date, valorile posibile și formatele de prezentare a datelor);

- informația despre persoanele acreditate pentru gestionarea bazelor de date;

- lista surselor de informație și alte informații.

Sistemele de gestiune a bazelor de date susțin următoarele trei nivele de prezentare a datelor: 1) nivelul fizic; 2) nivelul logic; 3) nivelul conceptual.

Nivelul fizic determină formatele repartizării datelor (înscrierilor logice) pe purtătorii externi de informație.

Nivelul logic reprezintă un nivel intermediar și descrie legăturile dintre înscrierile logice.

Nivelul conceptual determină structura bazei de date în termeni a obiectelor din domeniul de cunoștințe concret și legăturile dintre ele.

Pentru prezentarea datelor la nivel conceptual sunt utilizate diferite modele de date. Un model de date reprezintă un sistem formal, utilizat pentru prezentarea datelor. Sunt cunoscute următoarele modele de date: ierarhic, rețea, relațional și orientat pe obiect

Primul a fost elaborat **modelul ierarhic de date**, unde obiectele dintr-un domeniu erau prezentate prin noduri, iar legăturile dintre ele prin arcuri. Graful, obținut în aşa mod, trebuie să satisfacă limitărilor atribuite structurilor arborescente. Un model ierarhic are următoarele caracteristici: este complicat din punct de vedere al structurii și reînnoirii datelor; este neomogen, devine dificilă manipularea datelor; nu are o bază matematică pe deplin logică; are o eficacitate înaltă ce duce la majorarea vitezei manipulării datelor; incomplet, deoarece nu pot fi prezentate toate domeniile de cunoștințe.

Unele neajunsuri ale modelului ierarhic de date sunt înălțurate în **modelul rețea de date**. Modelul rețea de date reprezintă o generalizare a modelului ierarhic și poate fi prezentat printr-un graf de orice tip. Modelul rețea de date are următoarele caracteristici: este complicat din punct de vedere a structurii și reînnoirii datelor; este neomogen; nu are o bază matematică pe deplin logică; are o eficacitate nu prea înaltă; este complet (în acest model pot fi prezentate practic toate domeniile de cunoștințe).

Modelul relațional de date a fost elaborat de Edgar Codd în anul 1970. Termenul relațional, aplicat în gestionarea bazelor de date, se referă la stocarea și regăsirea datelor în tabele. Modelul relațional de date are următoarele caracteristici: este simplu; datele se prezintă în mod uniform, ce simplifică prelucrarea și reînnoirea lor; are o bază matematică logică; are o eficacitate joasă; este complet. În prezent este utilizat practic numai modelul relațional de date. Modelul relațional de date poate fi înlocuit de modelul orientat pe obiect, elaborat în ultimii ani.

În calculatoarele mainframe și în sistemele de minicalculatoare se utilizează limbajul structurat de interogare **SQL (Structured Query Language)**. SQL a fost elaborat de IBM și este implementat în rețelele de tip client/server ca o metodă de a permite microcalculatoarelor să obțină acces la bazele de date constituite. Acest limbaj este independent de date: utilizatorul nu trebuie să se preocupe de particularitățile modului în care se face fizic acces la date. Teoretic, SQL este și independent față de echipamentele hard a calculatorului (poate fi folosit și în microcalculatoare).

SQL este un limbaj de interogare elegant și concis, cu numai 30 de instrucțiuni. Cele patru instrucțiuni de bază (SELECT, UPDATE, DELETE și INSERT) corespund celor patru funcții de bază ale gestionării datelor (regăsirea, modificarea, ștergerea și respectiv inserarea). Rezultatele unei interogări sunt afișate într-un tabel de date format din coloane (ce corespund câmpurilor de date) și din rânduri (ce corespund înregistrărilor de date).

Pentru microcalculatoare sunt disponibile în special următoarele sisteme de gestionare a bazelor de date: dBASE de la compania Ashton-Tate; Paradox de la firma Borland International; FoxPro de la Fox Software; Clipper de la compania Nantucket; dbJVISTA de la corporația Raima. Toate limbajele enumerate, în afară de dbJVISTA, se bazează pe modelul relațional de date. Limbajul dbJVISTA se bazează pe modelul rețea de date.

Sistemul dBASE, foarte popular până în anul 1991, este caracterizat de următoarele:

- de prezența interfeței utilizatorului de comandă și de tip meniu;

- are mijloace foarte bune pentru elaborarea aplicațiilor;

- are mijloace de generare a rapoartelor;

- susține limbajul SQL.

Sistemul Paradox, popularitatea căruia a crescut după anul 1990, este caracterizat de următoarele:

- are posibilități funcționale largi;
- are mijloace pentru elaborarea aplicațiilor;
- are mijloace bune de generare a rapoartelor;
- susține limbajul SQL;
- are mijloace grafice.

Sistemul R.base are mijloace foarte bune pentru crearea aplicațiilor, însă are o interfață incomodă și poate manevra cu datele numai prin interfață de program.

Sistemul FoxPro este o dezvoltare a sistemului de gestionare a datelor FoxBase Plus și are o viteză relativ mare de lucru. Acesta este utilizat mai mult de profesioniști.

Sistemul Clipper reprezintă un compilator din limbajul manevrării datelor și este asemănător cu dBASE. Acesta are o viteză mare de lucru și este popular între profesioniști.

După modelul de date

Exemple:

Ierarhic

Rețea

Relațional

Orientat pe obiecte

Obiectiv-relațional

După gradul de distribuție

SGBD local (toate părțile SGBD locale sunt situate pe un singur computer)

SGBD distribuit (părți ale SGBD pot fi localizate nu numai pe unul, ci pe două sau mai multe computere).

Prin accesarea bazei de date

Server de fișiere

În SGBD-server de fișiere, fișierele de date sunt localizate central pe serverul de fișiere. SGBD se află pe fiecare computer client (stație de lucru). Accesul SGBD la date se realizează prin rețea locală. Sincronizarea citirilor și actualizărilor se realizează prin blocări de fișiere.

Avantajul acestei arhitecturi este încărcarea redusă pe procesorul serverului de fișiere.

Dezavantaje: încărcare potențial ridicată în rețea locală; dificultate sau imposibilitate de gestionare centralizată; dificultatea sau imposibilitatea de a oferi caracteristici atât de importante precum fiabilitate ridicată, disponibilitate ridicată și securitate ridicată. Acestea sunt cele mai des utilizate în aplicații locale care utilizează funcții de gestionare a bazelor de date; în sisteme cu intensitate redusă de procesare a datelor și sarcini de vârf scăzute în baza de date.

În prezent, tehnologia serverului de fișiere este considerată învechită, iar utilizarea sa în sistemele informatici mari este un dezavantaj [3].

Exemple: Microsoft Access, Paradox, dBase, FoxPro, Visual FoxPro.

Client server

SGBD client-server este situat pe server împreună cu baza de date și accesează baza de date direct, în modul exclusiv. Toate cererile clientului pentru prelucrarea datelor sunt procesate de SGBD client-server la nivel central.

Dezavantajul SGBD client-server este cerințele crescute pentru server.

Avantaje: încărcare potențial mai mică în rețea locală; comoditatea managementului centralizat; comoditatea oferirii unor caracteristici importante, precum fiabilitate ridicată, disponibilitate ridicată și siguranță ridicată.

Exemple: baza de date Oracle, Firebird, Interbase, IBM DB2, Informix, MS SQL Server, Sybase Adaptive Server Enterprise, PostgreSQL, MySQL, Caché, LINTER.

Încorporat

Un SGBD încorporat este un SGBD care poate fi furnizat ca parte a unui produs software fără a necesita o procedură de auto-instalare. Un SGBD încorporat este conceput pentru stocarea locală a datelor aplicației dvs. și nu este conceput pentru utilizare partajată într-o rețea.

Un SGBD încorporat fizic este cel mai adesea implementat ca o bibliotecă plug-in. Accesul la date din partea aplicației poate avea loc prin SQL sau prin interfețe speciale de programare.

Exemple: OpenEdge, SQLite, BerkeleyDB, Firebird Embedded, Microsoft SQL Server Compact, LINTER.

7.4.3. Sistemele inteligenței artificiale

Inteligența artificială - un domeniu relativ nou al științei, care a apărut la începutul anilor '50 (sec. XX) la frontieră ciberneticii, lingvisticii, psihologiei și programării. Inteligența artificială poate fi definită ca un domeniu al științei despre cunoștințe, metodele elaborării cunoștințelor, implementarea acestor metode în sistemele artificiale și utilizarea lor pentru rezolvarea problemelor practice.

Metodele inteligenței artificiale sunt utilizate pentru perfecționarea calculatoarelor prin dotarea lor cu unele dintre caracteristicile asociate cu inteligența umană, cum ar fi capacitatea de a înțelege limbajul natural și de a raționa în condiții nesigure.

Cercetările în domeniul inteligenței artificiale se efectueză în următoarele direcții:

- prelucrarea limbajului natural și modelarea dialogului calculator/utilizator;
- sisteme expert;
- demonstrarea automată a teoremelor;
- robototehnica;
- sisteme inteligente "întrebare/răspuns";
- programarea automată;
- recunoașterea imaginilor;
- traducerea automată;
- rezolvarea problemelor combinatorice (jocuri de dame, șah).

Cel mai mare progres a fost obținut în elaborarea sistemelor expert, care se utilizează pe larg pentru rezolvarea problemelor practice.

Sistemul expert reprezintă un produs soft, care conține cunoștințe despre un oarecare domeniu al activității umane, unde, în limitele acestui domeniu, poate lua decizii, deci să înlocuiască un expert profesionist.

Sistemele expert sunt utilizate în multe domenii și pot fi clasificate după următoarele funcții:

- interpretarea (generalizarea situațiilor posibile conform datelor cercetate);
- prognozarea (determinarea urmărilor conform situațiilor concrete date);
- diagnosticul (determinarea cauzelor defectării unui sistem tehnic sau îmbolnăvirii omului);
- proiectarea;
- planificarea;
- controlul;
- repararea și ajustarea (acordarea recomandațiilor);
- educația;
- dirijarea.

Sistemele inteligenței artificiale reprezintă niște produse soft care au drept sarcină principală prelucrarea informației simbolice. Pentru elaborarea acestor sisteme se folosesc limbaje și programe speciale, care pot fi clasificate în modul următor:

- platforma sistemului inteligenței artificiale;
- mijloacele automate de proiectare a sistemelor inteligenței artificiale;
- sistemele de prezentare a cunoștințelor;
- sisteme de programare.

Platforma sistemului inteligenței artificiale reprezintă un sistem complex al inteligenței artificiale fără cunoștințe, orientat pentru utilizarea în anumite aplicații. În acest caz sarcina programatorului constă în elaborarea bazei de cunoștințe. Fiecare platformă a sistemului inteligenței artificiale este caracterizată printr-un anumit mod rigid de prezentare a cunoștințelor, prin metoda concretă de elaborare a deciziilor și organizării interacțiunii dintre componentele sale. Dintre produsele soft de acest tip pot fi numite ACLS, Cristal, Expert-4, Pro MD și SAVOIR.

Mijloacele automate de proiectare a sistemelor inteligenței artificiale amintesc platformele sistemului inteligenței artificiale, dar sunt mai flexibile și prezintă programatorului mai multe variante de organizare a bazelor de cunoștințe și funcționării sistemului. Dintre produsele soft de acest tip pot fi numite Analyser Plus, Autologie, KES, Super Expert, TIMM și VP-Expert.

Sistemele de prezentare a cunoștințelor susțin limbaje de prezentare formală a cunoștințelor. Dintre produsele soft de acest tip pot fi numite Cash Value, CODES și PROLOG.

Sistemele de programare sunt utilizate pentru elaborarea tuturor componentelor sistemului inteligenței artificiale. Pentru elaborarea sistemelor inteligenței artificiale pot fi utilizate limbaje de programare procedurale

sau neprocedurale. Cel mai frecvent în acest scop sunt utilizate limbajele neprocedurale, precum LISP, PROLOG, Object Vision și SMALLTALK.

Sistemul PROLOG poate fi utilizat în calitate de sistem de programare și sistem de prezentare a cunoștințelor.

7.4.4. Sisteme de prelucrare a textelor

Sistemul de prelucrare a textelor reprezintă un produs soft, care servește pentru elaborarea unui document. Documentul elaborat poate fi memorat pe disc pentru utilizare ulterioară (modificare, imprimare, transfer etc).

Noțiunea de document include: programe scrise într-un limbaj de programare de nivel inferior sau înalt; texte; formule; imagini grafice.

În dependență de tipul documentului elaborat sistemele de prelucrare a textelor se împart în:

- **editoare de texte**, care pot prelucra documente textuale (programe, date, texte, tabele și parțial diagrame, formule, imagine grafice);

- **editoare grafice**, specializate în prelucrarea documentelor grafice (desene tehnice, fotografii);

Sistemele de prelucrare a textelor pot fi privite drept sisteme instrumentale numai în cazul dacă sunt disponibile pentru redactarea programelor cu scopul translatării (interpretării) ulterioare. În alte cazuri sistemele de prelucrare a textelor sunt definite drept programe aplicative.

Un sistem dezvoltat de prelucrare a textelor poate*indeplini următoarele funcții:

- culegerea textului cu control vizual la monitor;

- redactarea textelor, și anume:

- scrierea textului în fișier;

- ștergerea, introducerea, înlocuirea și transferul simbolurilor, unei consecutivități de simboluri, mai multor rânduri sau fragmente de text;

- regăsirea și înlocuirea unei consecutivități de simboluri;

- prelucrarea diferitor fragmente de text dintr-un fișier sau mai multe fișiere în același moment de timp; elaborarea și utilizarea macroinstructiunilor proprii pentru prelucrarea textelor;

- testarea ortografică;

- inserarea imaginilor; regăsirea sinonimelor;

- formatarea textului, și anume:

- editarea textului prin utilizarea diferitor familii de fonturi;

- tabularea textului;

- transferul automat al cuvintelor în rând nou;

- alinierea textului după frontieră din dreapta;

- structurizarea textului (în special în procesul editării programelor);

- aranjarea textului în coloane;

- unirea fișierelor sau importarea fișierelor de diferite formate, pregătite de alte produse soft;

- exportul fișierelor sau transcrierea în alte formate cu scopul utilizării lor în alte produse soft;

- pregătirea textelor pentru imprimare, și anume:

- importul imaginilor grafice;

- analiza preventivă a textului pregătit pentru imprimare;

- pregătirea cuprinsului, indexărilor;

- imprimarea textului la diferite tipuri de imprimante.

Dintre editorii de texte pot fi menționati MULTI-EDIT și ChiWriter. MULTI-EDIT poate prelucra în același timp peste 100 de ferestre, are o interfață utilizator foarte comodă, mijloace de regăsire și înlocuire a simbolurilor. Poate fi utilizat pentru pregătirea programelor. ChiWriter asigură editarea textelor ce includ formule și desene simple.

Pentru microcalculatoare sunt elaborate și sisteme de prelucrare a textelor, precum WordStar Professional, WordStar 2000 Plus, WordPerfect, Samna Word IV, Multimate Advantage II, Microsoft Word 5.0, Microsoft Word 97 și Microsoft Word 2000. Cele mai bune performanțe le posedă Microsoft Word 97 și Microsoft Word 2000 (mijloace excelente de editare a textelor, poate executa importul/exportul fișierelor, susține un set larg de fonturi și alfabetă naționale, are dicționar ortografic, foarte bine folosește posibilitățile mouse-ului, etc).

Editorul de texte Microsoft Word 2000 a fost elaborat în special pentru ușurarea creării documentelor pentru Internet, poșta electronică și imprimare. Drept exemplu vom menționa unele posibilități noi ale editorului de texte Word 2000:

- crearea documentelor pentru rețelele informaționale;
- susține formatul HTML;
- permite crearea documentelor HTML;
- permite crearea mesajelor în diferite formate pentru poșta electronică;
- utilizatorul poate alege limbajul cunoscut al interfeței fară a bruiua lucrul aplicației;
- poate efectua importul/exportul fișierelor textuale codificate în mod diferit.

7.4.5. Sisteme integrate

Sistemul integrat reprezintă un ansamblu de componente soft funcțional diferite, care pot conlucra, transferând informația una alteia și unite de o interfață utilizator unificată.

Sistemele integrate prezintă utilizatorului diferite servicii informaționale și de calcul. Acestea sunt populare, în special, pentru automatizarea gestionării întreprinderilor. Un sistem integrat trebuie să rezolve, în ideal, toate problemele unui cerc anumit de utilizatori.

Sistemele integrate contemporane, drept regulă, susțin următoarele componente funcționale:

- tabelul electronic, reprezintă un program utilizat pentru prelucrarea tabelelor cu date (numere, formule, text);
- un sistem de prelucrare a textelor;
- un sistem de gestionare a bazelor de date;
- editor grafic;
- mijloace de comunicare în rețea, utilizate pentru organizarea comunicărilor dintre calculatoare;

Sistemele integrate pot include și mijloace adăugătoare, precum: sisteme de programare; sisteme de import/export a fișierelor; mijloace pentru pregătirea scrisorilor standarde; mijloace de sortare și filtrare a scrisorilor în fișiere; calculatoare aritmétice; calendarul.

Avantajele unui sistem integrat sunt determinate de:

- posibilitatea organizării comunicațiilor informaționale dintre componentele sistemului;
- prezența unei interfețe unificate a utilizatorului, ce substanțial ușurează lucrul utilizatorului.

Comunicația informațională dintre componentele sistemului este asigurată prin unificarea formatelor diferitor documente. Așa o comunicare poate fi organizată prin fișiere sau prin memoria operativă comună.

Pentru microcalculatoare sunt elaborate-următoarele sisteme integrate: Enable/OA; Framework; Smartware; Symphony; Alphawork; PFS:First Choice; Microsoft Works și Microsoft Office (Microsoft Office 95, Microsoft Office 2000).

Microsoft Office 2000 include unele funcții noi care ușurează utilizarea și dirijarea unui pachet complex de aplicații în rețele de calculatoare, acesta poate fi integrat cu Windows NT și aplicațiile familiei Microsoft Back Office, precum Microsoft Exchange Server și Microsoft SQL Server.

→ 7.5. Sisteme soft tehnice

Sistemele soft tehnice reprezintă produse soft care sunt utilizate pentru testarea calculatoarelor. Acestea sunt necesare în cazul testării lucrului anormal al calculatorului sau în procesul modernizării lui.

Pentru calculatoarele IBM compatibile sunt disponibile următoarele programe:

- POST (Power-On Self Test) - procedura de autotestare obligatorie, inițializată după fiecare pornire a calculatorului;
- programele de testare a calculatoarelor de un anumit tip (majoritatea firmelor producătoare de calculatoare elaborează programatura specializată pentru testarea tuturor componentelor calculatorului);
- programele de testare a unor componente a calculatorului (sunt elaborate de firmele producătoare de componente);
- programele de testare de uz general (pentru testarea minuțioasă a diferitor calculatoare IBM compatibile);
- programele de testare incluse în sistemele de operare.

Programul POST reprezintă o consecutivitate de subrutine scurte plasate în ROM BIOS-ul plăcii de sistem.

Programul POST, după fiecare pornire a calculatorului, în mod automat testează următoarele componente principale: microprocesorul, memoria permanentă, memoria operativă, dispozitivele plăcii de sistem și ale perifericelor. Testarea se face destul de repede și nu prea minuțios. În cazul depistării deteriorării încărcarea sistemului este stopată și apare mesajul cu indicarea, ca regulă, a cauzei stopării. Așa deteriorări sunt denumite și deteriorări fatale (**fatal error**). În procedura POST sunt prevăzute, de obicei, trei metode de semnalizare a

deteriorărilor: prin semnal audio; prin mesaj prezentat pe ecranul monitorului; prin cod hexazecimal, transmis în portul intrare/ieșire.

Programele de testare a calculatoarelor de un anumit tip sunt elaborate de majoritatea firmelor producătoare de calculatoare (IBM, Compaq, Hewlett-Packard, Dell). Acestea sunt livrate împreună cu calculatoarele sau pot fi procurate contra plată adăugătoare.

Programele de testare a componentelor calculatorului sunt utilizate pentru testarea componentelor respective și sunt livrate împreună cu acestea.

Majoritatea adaptorilor SCSI au un BIOS încorporat, cu ajutorul căruia se poate îndeplini procedura de acordare și testare. De exemplu, adaptorii SCSI, elaborați de firma Adaptec, sunt livrați cu programul SCSISelect, care permite configurarea corectă și testarea adaptorilor.

Unii producători de plăci de rețea, precum SMC și 3COM, tot propun programe de testare. Cu ajutorul acestor programe se pot testa magistralele interfețelor, memoria plăcii. Aceste programe pot fi găsite pe discheta livrată împreună cu dispozitivul comercializat și în nodul Web al producătorului.

Programele de testare de uz general sunt utilizate pentru testarea minuțioasă a calculatoarelor sau componentelor lor (memoriei, unităților de disc, videoadaptorilor). Locul deteriorării poate fi determinat cu precizia până la un microcircuit aparte sau un bit al modulului DIMM. Majoritatea acestor programe pot fi rulate în regim pachet, ce permite executarea unui set de teste fară intervenția utilizatorului.

Pentru testarea și deservirea tehnică a microcalculatoarelor pot fi utilizate următoarele sisteme soft tehnice: AMIDIag; Checkit Pro; Micro-scope; Norton Utilities; PC Technician; QUAPlus/FE. Alegerea sistemului de testare depinde de preferințele și necesitățile utilizatorului.

AMIDIag (produs al firmei AMI - American Megatrends, Inc.) - reprezintă un sistem de testare de uz general. Acesta poate fi utilizat pentru testarea calculatoarelor moderne compatibile IBM, care folosesc sau nu AMI BIOS. Programul AMIDIag permite testarea microprocesoarelor (până la 16), o memorie de 4 Go, controlere USB, adaptorii SCSI, unitatea CD-ROM, placă audio, adaptorul video, funcțiile de rețea a sistemului și multe altele.

Checkit Pro - un pachet de programe elaborat de firma Touchstone Software Corporation, care permite testarea procesoarelor, memoriei, unităților de disc, videoadaptorului, monitorului, mouse-ului, tastierei și a dispozitivelor elaborate în standardul VESA.

Există câteva versiuni a acestui pachet. Cel mai performant este disponibil sub denumirea **Checkit Professional Edition**. Acesta poate determina viteza de lucru a calculatorului și obține toată informația despre dispozitivele fizice, precum volumul memoriei operative instalate, tipul și volumul hard-discului, repartizarea actuală a memoriei, viteza de transfer a datelor prin modem sau modem/fax. Pachetul include un editor de texte utilizat pentru modificarea operativă a conținutului fișierelor Config.sys, Autoexec.bat, System.ini, Win.ini și reestrului de sistem Windows 9x.

Micro-scope - un program de testare multifuncțional pentru calculatoarele compatibile IBM, elaborat de firma Micro 2000. Programul Micro-scope testează porturile intrare/ieșire și liniile apelurilor de intrerupere, poate precis să determine codul instrucțiunii de intrerupere și adresa portului intrare/ieșire utilizate de dispozitivul respectiv. Acest program are un sistem de operare propriu și nu folosește MS DOS sau BIOS. poate fi utilizat și de specialiști, care deservesc servere sub UNIX sau Novell. Micro-scope poate fi instalat pe hard-disc și inițializat sub MS DOS. Programul Micro-scope poate testa procesoarele modeme de tip Intel sau AMD, unitățile de disc CD-ROM și DVD-ROM.

Norton Utilities - reprezintă un pachet de programe care include programele de testare NDIAGS (Norton Diagnostic), Speedis Disk Doctor și Calibrate. Aceste trei utilitare sunt etaloane de programe, utilizate pentru testarea hard-discului și restabilirea programaturii calculatorului.

NDIAGS poate prezenta informația despre tipul procesorului, tipul versiilor BIOS-ului de sistem, tipul coprocesoarelor, videoadaptorului, tipul mouse-ului și tastierei, tipul unităților de disc, volumul memoriei, tipul magistralei de sistem și numărul porturilor consecutive și paralele. Acest program poate executa o testare minuțioasă a componentelor calculatorului, de exemplu, poate controla lucrul indicatoarelor Num Lock, Caps Lock și Scroll Lock.

PC Technician reprezintă un program elaborat de firma Windzor Technologies. PC Technician este un program multifuncțional care permite testarea tuturor componentelor principale a calculatorului. Acest program este un program asamblor și are un sistem de operare propriu ce înălță conflictele posibile în procesul testării. Este populară între profesioniști.

QUAPlus/FE elaborat de firma Diagsoft este un program multifuncțional, utilizat pentru testarea diferitor tipuri de calculatoare. Este utilizat de profesioniști și utilizatorii începători. Programul QUAPlus/FE conține multe utilitare, care pot testa placa de sistem, memoria, adaptorul video, unitățile de disc, porturile intrare/ieșire și alte componente. Acest program poate depista defectele ascunse, care se pot manifesta în regim continuu de lucru a calculatorului (2-3 zile).

Programele de testare a sistemelor de operare. În majoritatea cazurilor nu are rost să procurați programe de testare a calculatorului, deoarece testarea se poate face cu mijloacele incluse în sisteme de operare. De exemplu, sistemele de operare Windows 9x și Windows NT conțin astăzi programe.

MSD (Microsoft Diagnostics) este un program de testare inclus în MS DOS 6.x și Windows 3.1x. Acest program permite de a rezolva în mod rapid problemele utilizării intreruperilor și repartizării memoriei. În procesul testării calculatorului MSD poate prezenta informația despre BIOS, tipul procesorului, adaptorului video, unităților de disc, despre porturile consecutive și paralele, despre programele rezidente. Informația despre utilizarea memoriei este prezentată în mod grafic.

Acest program poate fi găsit pe un CD ROM cu Windows 9x. MSD lucrează sub MS DOS.

Dispecerul dispozitivelor Windows 9x este mai dezvoltat în comparație cu MSD. Pentru inițializarea dispecerului se face dublu clic pe pictograma **System** în fereastra **Control Panel**, iar apoi se activează **Device Manager**, unde sunt prezentate dispozitivele instalate. În această fereastră se poate configura orice dispozitiv și reînnori driver-ele.

Executând dublu clic pe utilitara **Computer** se deschide o fereastră în care sunt prezentate repartizarea intreruperilor, adreselor intrare/ieșire, accesului direct la memorie.

Indicatorul resurselor (Resource Meter) sistemului de operare Windows 9x prezintă informația despre resursele de sistem, modulele User.exe și Gdi.exe. La pornirea unui program sau deschiderea mai multor ferestre resursele se micșorează, ce se reflectă în fereastra **Resource Meter**.

Programul monitorului de sistem System Monitor este inclus în Windows 9x și Windows NT. Fereastra acestui program prezintă informația în mod grafic despre utilizarea memoriei, sistemului de fișiere și altele.

Pentru testarea calculatorului pot fi utilizat și programul **System Information** inclus în sistemul de operare Windows 98. Un program analogic este și în Windows NT.

→ 7.7. Sisteme antivirus

7.7.1. Viruși de calculator - informație generală

Virusul de calculator reprezintă un program capabil să se autoreproducă și să se autoincorporeze în alte programe.

Virușii pot fi inofensivi (crează numai audio sau video efecte) sau dăunători (împiedică lucrul normal al microcalculatorului și/sau distrug sistemul de fișiere). Virușii pot pătrunde în calculator prin intermediul suporturilor amovibile de informație (dischete, discuri optice) sau prin rețea de calculatoare.

Apariția primilor viruși de calculator a fost inițiată de ideea lui John von Neumann înaintată în anul 1951. Esența ideii lui John von Neumann se referă la elaborarea mecanismelor și programelor autoreproducătoare. Această idee a fost dezvoltată în continuare de alți cercetători. În rezultat au fost create programe inofensive cu jocuri, în bază având tehnologia creării virușilor.

Utilizând bagajul științific și practic creat, unele persoane (denumite și hacheri sau cracheri) au început să laboreze programe autoreproducătoare cu scopul de a provoca daune utilizatorilor de calculatoare. Autorii virușilor au concentrat forțele, în special, în elaborarea virușilor pentru microcalculator, ultimile fiind cele mai răspândite și practic fară mijloace de protejare contra virușilor la nivel fizic și nivel de program. Elaborarea virușilor de către unele persoane poate fi explicată prin următoarele motive:

- strengăria și neînțelegerea urmărilor răspândirii virusului;
- tendința de a dăuna;
- necesitatea anormală de a comite infracțiuni (vandalism);
- imposibilitatea utilizării cunoștințelor în mod constructiv; ,
- în scop de autoconfirmare;
- lipsa (în multe țări) legilor respective, care ar reglementa comportarea utilizatorului.

Cazuri de infectare în masă a microcalculatorelor cu viruși au fost înregistrate începând cu anul 1987. Printre primii a apărut virusul Pachistan, creat de frații Amdjat și Bazit Alvi, cu scopul pedepsirii americanilor. Răspândirea acestui virus se făcea prin programatura stocată pe dischete nelegitime eftine. Drept rezultat numai în SUA au fost infectate peste 18 mii de calculatoare. O rezonanță mare a avut și faptul infectării în SUA peste

6 mii de calculatoare de virusul creat de Morris-junior în anul 1988, care a adus pierderi directe și indirecte în sumă de peste 98 000 000 \$.

Următorul virus Lehigh creat în Universitatea cu acelaș nume a infectat în anul 1989 peste 4 mii de calculatoare. În continuare numărul virușilor a început să crească exponențial. Aceasta a cerut luarea unor decizii urgente de caracter tehnic, organizațional și juridic. Drept rezultat au apărut diferite mijloace antivirus, iar unele țări au elaborat legi noi despre infracțiuni computaționale. În SUA a fost organizat **CERT (Computer Emergency Response Team)**, care a început elaborarea recomandațiilor de protejare a calculatoarelor și rețelelor.

Prezența diferitor programe antivirus nu împiedică apariția periodică a virușilor noi. Este bine cunoscută catastrofa informațională din 26 aprilie 1999 produsă de virusul Win95.CIH (Cernobâli). Acesta a apărut de prima dată în Taiwan și are funcții destructive a BIOS-ului. Alt caz de infectare globală a calculatoarelor a fost efectuat de virusul LoveLetter, începând cu 4 mai 2000, care se răspândea prin poșta electronică sub denumirea "ILOVEYOU". Acest virus afectează fișierele cu extensiile **.js, .css, .vbs, .vbe, .jse, .wsh, .set, .hta, .jpg, .jpeg, .mp2 și .mp3**. Virusul ILOVEYOU a infectat sute de mii de calculatoare.

Virusul "Zipped_Files.exe" infectează calculatoarele care lucrează sub Windows. Acest program, scris în Delphi, distrugе fișierele cu extensiile .c, .h, .cpp, .asm, .doc, .xls, .ppt. În prezent sunt cunoscuți peste 1500 de viruși.

Ciclul "vieții" unui virus de calculator poate include următoarele faze:

- **perioada latentă**, în care virusul este inofensiv;
- **perioada de încubare**, în care are loc răspândirea virusului;
- **perioada de activitate**, în care se execută acțiuni nesanctionate de utilizator.

Virușii de calculator pot fi clasificați după:

- mediul încorporării;
- metoda infectării mediului;
- metoda activării;
- funcțiile îndeplinite;
- metoda de mascare.

Ca **mediu de încorporare** a unui virus poate fi orice fișier, în care este stocat un program, sau orice regiune a discului de sistem. În corespondere cu aceasta deosebim:

- virus-fișier, care infectează fișiere cu programe;
- virus-încărcător, care infectează discurile flexibile sau rigide de sistem, utilizate pentru încărcarea sistemului de operare;
- virus-integrat, poate utiliza ambele medii de încorporare.

Virusul-fișier se poate autoîncorpora în programele cu extensiile **.com, .exe, sys, .bin, .obj, .bat, .lib, .pif**. Cel mai des sunt utilizate fișierele cu extensiile **.com** și **.exe**.

Virusul-încărcător se poate autoîncorpora în regiunea încărcătorului de sistem.

Metoda infectării mediului depinde de locul plasării virusului în fișier: la începutul, mijlocul sau sfârșitul fișierului. Autoîncorporarea virusului la începutul fișierului se îndeplinește prin crearea unui fișier nou, care include programul virusului și conținutul fișierului original.

Cel mai ușor virusul se poate încorpora la sfârșitul fișierului cu extensia **.com**. În acest caz virusul inițializat alege fișierul-victimă și îl modifică în modul următor:

- adaugă la sfârșitul fișierului propria sa copie;
- păstrează în această copie începutul original al fișierului infectat;
- schimbă începutul original al fișierului infectat printr-o instrucțiune, care inițializează virusul.

Aceste două metode de autoîncorporare a virusului duc la mărirea volumului fișierului.

Autoîncorporarea virusului la mijlocul fișierului, utilizată mai rar, este cea mai complicată și specializată. În acest caz virusul trebuie să cunoască structura fișierului. Această metodă nu duce la mărirea volumului fișierului.

În dependență de **metoda activării** deosebim viruși nerezidenți și rezidenți. **Virușii nerezidenți** sunt inițializați o singură dată la inițializarea programului infectat. **Virușii rezidenți** sunt plasați în memoria operativă și pot fi inițializați prin apariția anumitor evenimente (de exemplu, în cazul citirii oricărui fișier sau ceasul calculatorului indică "00" minute).

Virușii pot îndeplini următoarele **funcții destructive**:

- schimbă regimul de lucru al calculatorului;

- distrugă fișierele cu programe;
- distrugă fișierele cu date;
- formatează discurile flexibile și/sau rigide;
- schimbă informația pe disc;
- schimbă informația în memoria operativă.

În dependență de **metoda de mascare** deosebim:

- virusi nemascați;
- virusi codificați;
- stealth-virusi.

În **virusii nemascați** o atenție deosebită se atrage mecanismului de autoreproducere. Odată cu apariția programelor antivirus producătorii virusilor au elaborat metode de autocodificare. Aceasta a făcut mai dificilă procedura de depistare a virusilor codificați. Metodele utilizate pentru mascarea **stealth-virusilor** (STEALTH - denumirea proiectului pentru elaborarea avioanelor invizibile) poartă un caracter complex și includ: automodificarea virusului; realizarea efectului înlăturării virusului din fișierul infectat; încorporarea virusului în fișier fară majorarea volumului fișierului infectat; păstrarea începutului 'original' al programului infectat; corectarea volumului memoriei operative.

În afară de virusii de calculator există și alte programe periculoase, precum programe de tip "cal troian" sau "vierme de calculator".

Calul troian (Trojan horse) reprezintă un program elaborat pentru a executa funcții valide, dar conține, ascunsă în codul său, instrucțiuni ce pot provoca daune (uneori foarte mari) sistemelor pe care rulează.

Un program de tip "cal troian" a făcut vâlvă la sfârșitul anului 1989. Peste 10 mii de copii ale unui disc de calculator care păreau să conțină informații despre SIDA au fost expediate de la o adresă bine cunoscută din Londra, către corporații, firme de asigurări și profesioniști din domeniul sănătății din Europa și America de Nord. Destinatarii care au încărcat discurile pe calculatoarele lor au descoperit rapid că acolo erau programe de tip "cal troian" extrem de periculoase, care au șters complet datele de pe hard discuri.

Programele de tip "cal troian", spre deosebire de virusii de calculator, nu se pot autoreproduce.

Alt tip de programe "**vierme de calculator**", denumite și **replicatori** au proprietatea de autoreproducere fară încorporarea în alte programe. Replicatorii completați cu un set de virusi se răspândesc prin rețele de calculatoare. De exemplu, replicatorul Christmass Tree deseană pe ecranul monitorului bradul de Crăciun și transferă copiile sale pe adresele înregistrate de mijloacele poștei electronice.

Prezența virusului în calculator poate fi depistată după următoarele simptome:

- majorarea numărului de fișiere pe disc;
- apariția mesajului "**1 File(s) copied**" pe ecranul monitorului fară inițierea instrucțiunii COPY;
- micșorarea volumului memoriei operative libere;
- schimbul datei și timpului creării fișierului;
- mărirea volumului fișierului de program;
- apariția pe disc a sectoarelor înregistrate defectate;
- lucru anormal al programului;
- semnalizarea indicatorului de acces la hard disc în momentele de timp, când accesul la disc, conform programei rulate, nu poate avea loc;
- imposibilitatea încărcării sistemului de operare;
- distrugerea structurii de fișiere.

Pentru a vă proteja sistemul la virusi ai calculatoarelor, rețineți următoarele reguli:

- utilizați programatura de firmă, cumpărată de la dealer autorizați;
- nu utilizați dischete străine;
- nu transmiteți dischetele proprii altor persoane;
- nu rulați programe destinația cărora este necunoscută;
- limitați accesul persoanelor străine la calculator;
- nu încercați programe executabile dc pe sistemele de buletine informative dacă nu sunteți sigur că ele sunt fară virusi;

- nu preluăți programe executabile cu vânzarea prin poștă, care țin de domeniul public sau cu marcă înregistrată puse la dispoziția utilizatorilor pentru a fi testate (regim shareware), dacă nu se precizează că se verifică fiecare program vândut;

- nu copiați dischete pirat ale programelor comercializate;

- cumpărați și folosiți programe antivirus;
- instalați un program antivirus, rezident în memorie, care va examina fișierele pe care le copiați în calculator.

7.7.2. Clasificarea mijloacelor antivirus

Mijloace antivirus reprezintă un produs soft și/sau un dispozitiv care îndeplinește una sau câteva din următoarele funcții:

- protejarea integrității structurii de fișiere;
- depistarea virusilor;
- neutralizarea virusilor.

Protejarea integrității structurii de fișiere reprezintă o problemă generală care include și aspectul virusilor. Această problemă este rezolvată prin utilizarea mijloacelor de sistem cu caracter general, precum:

- utilitar, drivere și dispozitive de sistem, care limitează accesul dispozitivelor periferice la scriere;
- instrucțiuni și utilitar, care asigură rezervarea și/sau arhivarea fișierelor;
- utilitar, care execută rezervarea regiunilor de sistem a discurilor;
- utilitar, care defragmentează fișierele, cu scopul facilitării restabilirii lor.

Pentru depistarea și/sau neutralizarea virusilor se utilizează programe specializate, precum: scannerul antivirus; CRC-scanner; filtrul antivirus; imunizatorul.

Scannerul antivirus reprezintă un program utilizat pentru depistarea virusilor cunoscuți și necunoscuți (de scanner) în fișiere, sectoare și memoria sistemului. Pentru depistarea virusului cunoscut se utilizează "masca" lui stocată în baza de date antivirus. Masca virusului reprezintă o consecutivitate de cod specifică virusului concret. Dacă virusul are mască variabilă, atunci sunt utilizate alte metode. De exemplu, poate fi folosit limbajul algoritmic, care descrie toate variantele posibile de cod a tipului dat de virusi.

Pentru depistarea virusilor necunoscuți se utilizează algoritmii scanării euristică, care analizează consecutivitatea instrucțiunilor obiectului testat prin metode statistice și poate lua una din următoarele decizii: "probabil este infectat" sau "nu este infectat".

Scannerii antivirus se împart în două categorii: universali și specializați. Scannerii antivirus universali se utilizează pentru depistarea unui set larg de virusi în diferite sisteme de operare (nu numai în sistemul de operare pentru care el este elaborat).* Scannerii antivirus specializați sunt destinați pentru depistarea unui cerc restrâns de virusi sau numai a unui tip.

Scannerul antivirus poate fi de tip rezident sau nerezident. Scannerul antivirus rezident testează sistemul în regim real de timp (**real time, on the fly**) și este permanent în memoria operativă. Testarea obiectelor are loc fără indicațiile utilizatorului. Inițierea scannerului poate avea loc prin pornirea unui program, la deschiderea sau citirea unui fișier etc. Scannerul antivirus nerezident testează obiectele conform cererilor utilizatorului.

Avantajul principal al scannerului antivirus constă în universalitatea lui. Din neajunsuri pot fi menționate: utilizează o bază de date antivirus voluminoasă; viteza relativ mică în lucru.

Principiul de lucru al **CRC-scannerului** se bazează pe identificarea sumelor CRC (sumelor de control) a fișierelor prezente pe disc. Aceste CRC-sume precum și alte mărimi (lungimea fișierului, data ultimei modificări) sunt păstrate în baza de date antivirus. La următoarea inițializare a programului testat CRC-scannerul face identificarea datelor din baza de date cu datele reale calculate. Dacă rezultatul identificării este negativ, atunci CRC-scannerul semnalizează - fișierul a fost modificat sau infectat.

CRC-scannerii utilizează anti-stealth algoritmi și reprezintă un mecanism destul de efectiv în depistarea virusilor. Neajunsul principal constă în imposibilitatea depistării virusilor în fișierele noi (în poșta electronică, pe dischete, fișierele supuse dezarchivării).

Filtrul antivirus reprezintă un program rezident, care captează situațiile de atac a virusilor și anunță utilizatorul. Dintre aceste situații putem numi: cererea de deschidere a fișierului executabil pentru scriere, scrierea în sectorul boot al discului, încercarea unui program de, a deveni program rezident. Avantajul principal al filtrului antivirus constă în depistarea virusului la stadiul inițial de autoreproducere. Din neajunsuri vom menționa: prezintă mesaje greșite; poate fi ocolit de virusi.

Imunizatorii se împart în două categorii: -

- imunizatori, care prezintă mesajul despre infectare;
- imunizatori, care blochează infectarea prin incorporarea în fișier a unui virus fals. Imunizatorii de prima categorie, de obicei, se scriu la sfârșitul fișierului (după principiul virusului de fișier). La fiecare inițializare a fișierului imunizatorul testează parametrii lui. Neajunsul principal - nu poate depista stealth-virusii.

Imunizatorii de categoria a doua modifică fișierul în aşa mod, încât virusii recunosc fișierul dat drept infectat. Protejarea fișierelor în acest caz se face prin scrierea în memoria operativă a unui program, care imitează o copie a virusului. Neajunsul principal: imunizatorul de acest tip nu este universal sau fișierul poate fi protejat numai de un tip anumit de virusi

Dintre programele antivirus populare putem menționa: Antiviral Toolkit Pro; Dr.Web, Norton Antivirus.