

## CAP. 4. PLĂCI DE EXTENSIE. MAGISTRALE ȘI PORTURI.

### 4.1. PLĂCI DE EXTENSIE

Comunicarea dintre sistemele de calcul și mediul extern este asigurată prin cuplarea la magistrala PC – ului a așa-numitelor *plăci de extensie* sau *plăci utilizator*. Aceste plăci de extensie sunt realizate pentru a asigura o mare diversitate de funcții. În categoria plăcilor de extensie pot fi incluse:

- plăci de achiziție de date de uz general;
- plăci de intrare-ieșire numerice (compatibile TTL, cu optocuploare etc.);
- plăci de ieșiri numerice echipate cu relee pentru comanda unor elemente de execuție;
- plăci pentru extensie de memorie;
- plăci de interfață IEEE 488 (GPIB);
- plăci de rețea;
- plăci modem;
- plăci pentru comunicația serială (RS-232, RS-485 etc.);
- plăci de achiziție și conducere (intrare-ieșire) multifuncționale;
- plăci pentru interfațarea unor senzori (de exemplu termocupluri);
- plăci de măsurare specializate (multimetre, frecvențmetre etc.).

Pentru conectarea unei plăci de extensie, fiecare PC este prevăzut pe placa de bază cu un număr de *conectoare pentru extensii*. În aprecierea expandabilității unui PC, trebuie avute în vedere, pe lângă numărul de conectoare, dimensiunile fizice admisibile ale plăcilor de extensie și puterea disponibilă de la sursa de alimentare a PC-ului.

*Plăcile de extensie* sunt conectate prin intermediul *magistralei de extensie* la *placa de bază* a calculatorului. În funcție de evoluția tehnologică a echipamentelor, întâlnim mai multe tipuri de plăci de bază, de magistrale și de plăci de extensie. Pentru a înțelege și utiliza mai bine plăcile de extensie, vom face o scurtă prezentare a plăcilor de bază.

#### 4.1.1. Tipuri de plăci de bază

Modul de proiectare al PC-urilor moderne este un compromis între două filozofii de proiectare opuse: prima abordare este cea a *calculatoarelor orientate pe magistrală* (abordare caracterizată de diversitate, adaptabilitate, posibilități de extindere) – obținute prin montarea elementelor funcționale individuale pe plăci separate, iar cea de-a doua abordare este cea a *calculatoarelor pe o singură placă* (abordare caracterizată de simplitate și economie) – obținute prin montarea tuturor componentelor esențiale ale calculatorului pe o singură placă.

*Placa de bază* a unui PC include componentele electronice vitale ale acestuia: microprocesorul, memoria și de multe ori circuitele care asigură funcțiile video și audio. Componentele care se doresc a fi adăugate la calculator se conectează la magistrala de extensie, care este o parte a plăcii de bază. Fiind o componentă fundamentală, placa de bază definește PC-ul și caracteristicile acestuia.

Ca terminologie, în afara denumirii consacrate de placă de bază se mai întâlnesc denumirile de placă de sistem (system board), placă principală (main board) sau placă mamă (motherboard).

Pe lângă faptul că reprezintă suportul fizic pentru circuitele esențiale ale PC-ului, placa de bază trebuie să permită și o formă oarecare de extindere. Prin urmare, placa de bază (la PC-urile desktop) conține conectoare electrice speciale, numite *conectoare de extensie*, care permit conectarea plăcilor de extensie. Spațiul ocupat de o placă de extensie se numește slot de extensie sau simplu slot. Proiectarea spațiilor de extensie pe placa de bază se face conform unor reguli susținute de standarde.

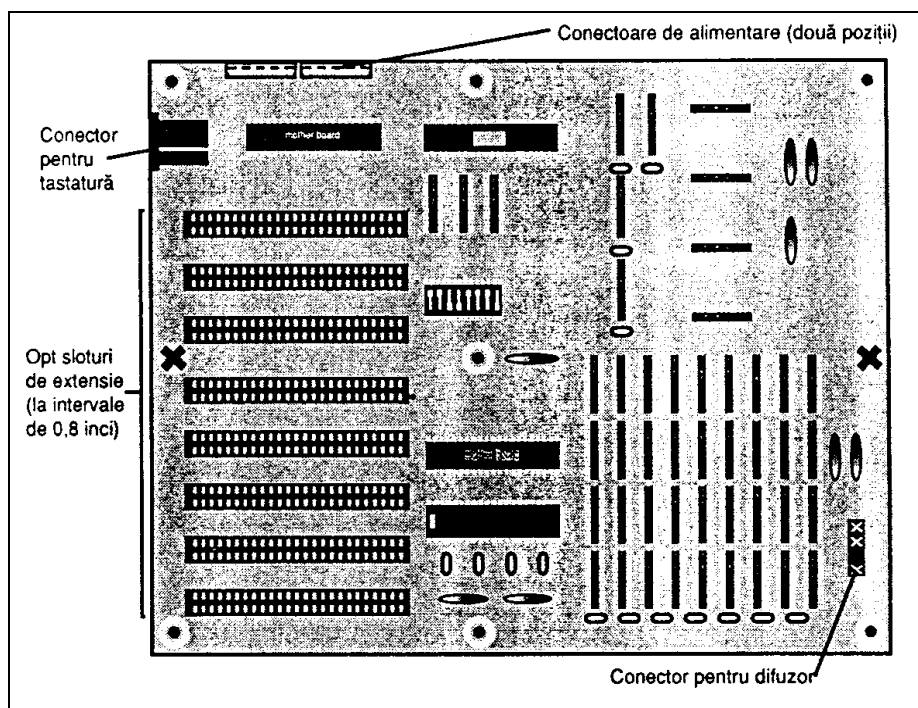
Principala caracterizare a plăcilor de bază se face după standardul pe care îl respectă pentru caracteristicile fizice și electrice ale conectorilor și sloturilor de extensie. *Standardele de extensie (de magistrală)* au trecut printr-o evoluție lungă. În prezent, piața este dominată de standardul PCI (*Peripheral Component Interconnect*), și singura opțiune care rămâne este de a vedea dacă placa de

bază acceptată și plăci de extensie mai vechi care respectă standardele ISA (*Industry Standard Architecture*) sau EISA (*Enhanced Industry Standard Architecture*).

Numărul sloturilor de extensie este un compromis între necesitatea de a avea cât mai multe sloturi pentru posibilele extinderi și restricțiile legate de spațiu și de numărul de circuite de control care cresc prețul PC. Spațiul dintre sloturi a rămas neschimbat încă din anul 1982, distanța dintre centrele conecatoarele de extensie fiind stabilit la 0.8 inci (2.03 cm).

#### *Evoluția plăcilor de bază*

Prima placă de bază pentru PC-uri a fost cea folosită de modelul original Personal Computer lansat de IBM. Aceste plăci aveau dimensiunile de 8.5 x 11 inci (21.6 x 28 cm) și aveau 5 sloturi de extensie în colțul din stânga spate, montate la intervale de un inci între ele. Al doilea model creat de IBM în 1982 a stabilit standardul actual de 0.8 inci între sloturi, iar placa de bază avea dimensiunile 8.5 x 12 inci (21.6 x 30.5 cm). Această placă, denumită XT, a devenit un standard pentru industria calculatoarelor personale (Fig. 4.1).



**Fig. 4.1.** Dimensiunile plăcii de bază XT

Deoarece producătorii doreau dezvoltarea unor PC-uri din ce în ce mai puternice, dezavantajul plăcii XT a constat la acel moment în dimensiunile prea mici ale sale, și prin urmare IBM a dezvoltat placa de bază AT cu dimensiunile de 13.5 x 12 inci (Fig. 4.2). Această placă a devenit de asemenea un standard de facto la sfârșitul anilor '80 și începutul anilor '90.

Prin integrarea la scară din ce în ce mai mare a circuitelor, numărul și dimensiunea cipurilor de pe placa de bază au fost reduse pe măsura trecerii timpului. Din aceste motive, producătorii au fost stimulați să reducă și dimensiunile plăcilor de bază, deoarece acest lucru permitea reducerea costurilor. Deoarece pozițiile găurilor de prindere și intervalele dintre sloturi de la plăcile AT au devenit standarde, inginerii au creat modele mai mici care păstrează aceste caracteristici. Plăcile mai mici compatibile cu modelul AT se numesc mini-AT (8.66 x 13 inci).

Pentru a aduce o oarecare uniformitate în proiectarea plăcilor de bază, industria calculatoarelor personale a creat un nou standard, care păstrează în mare parte dimensiunile plăcii mini-AT, dar aduce inovații de proiectare care determină și costuri mai mici. Acest nou standard, numit ATX, a fost promulgat de Intel în 1996 (Fig. 4.3). Dimensiunile unei plăci ATX sunt de 9.6 x 12 inci (24.4 x 30.5 cm). Deși standardul nu impune configurația și tipul sloturilor de extensie, au fost vizate modelele ISA, PCI și combinațiile ISA/PCI. Placa permite folosirea tensiunilor de alimentare de 5.0 V sau 3.3 V (câte o sursă sau ambele simultan).

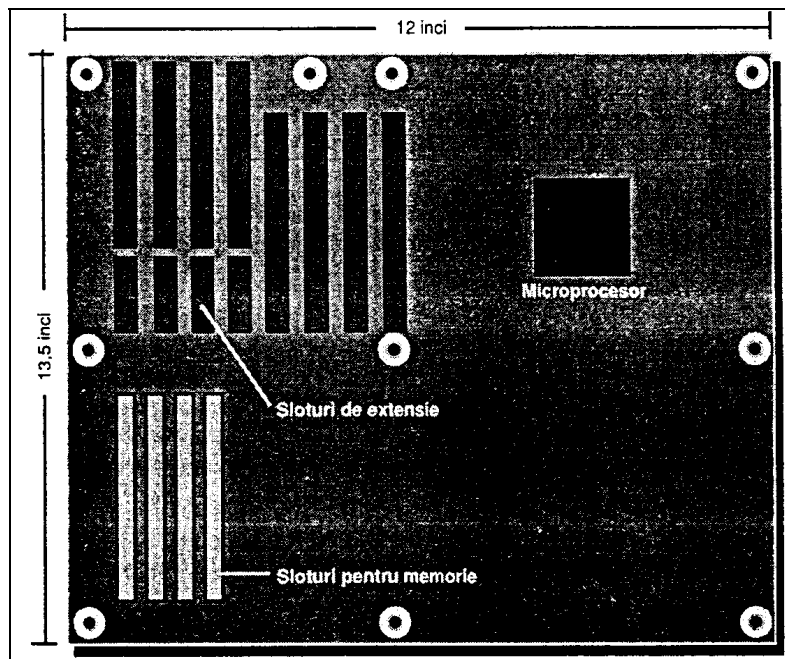


Fig. 4.2. Placa de bază AT

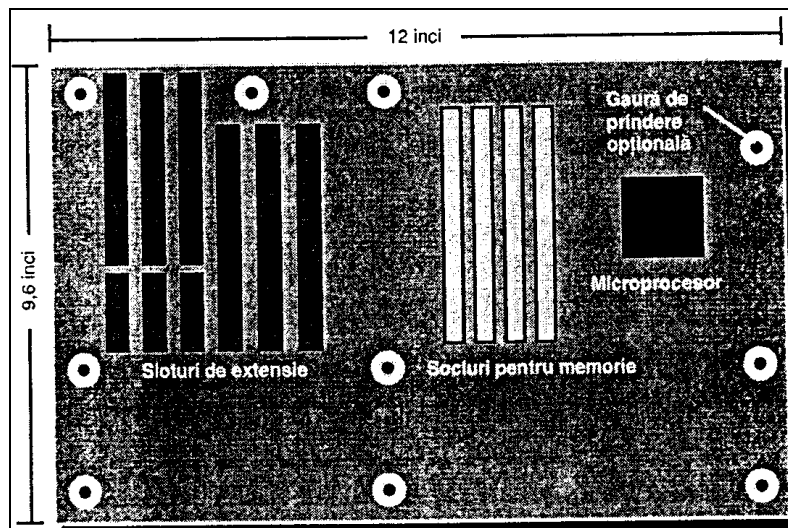


Fig. 4.3. Placa de bază ATX

Din considerente similare cu cele care au condus la apariția plăcii mini-AT, a fost creat modelul mini-ATX (8.2 x 11.2 inci).

În afara acestor modele de bază (XT, AT, ATX) au fost dezvoltate și alte tipuri de plăci, cum ar fi modelele LPX, mini-LPX, NLX pentru PC-uri cu profil redus, WTX pentru stațiile de lucru etc.

#### 4.1.2. Tipuri de plăci de extensie

Deși teoretic o placă de bază ar putea conține toate circuitele necesare pentru construirea unui PC, posibilitatea de adăugare a unor elemente sau de îmbunătățire a plăcii de bază extinde conceptul de PC. Capacitatea de extindere transformă PC-ul într-un instrument cu posibilități aproape nelimitate.

Plăcile cu circuite imprimate care se inserează în placa de bază sunt adeseori numite *plăci de extensie*. Plăcile de extensie sunt diferențiate prin standardul pe care îl respectă interfața lor sau prin tipul conectorului. De exemplu, o placă de extensie ISA respectă standardul de magistrală *Industry Standard Architecture*, iar o placă PCI respectă standardul *Peripheral Component Interconnect*.

Alte denumiri întâlnite pentru plăcile de extensie sunt: plăci utilizator, plăci de opțiuni, plăci fiică etc.

Din punct de vedere fizic, placa de extensie este o placă imprimată realizată în tehnologie de montare pe suprafață sau în tehnologii combinate. Un conector de extensie conectează placa de extensie la placa de bază, iar o bridă de prindere fixează placa în interiorul calculatorului și furnizează spațiu pentru conectoarele periferice.

Standardizarea este esențială pentru extinderea PC-urilor. Sloturile, conectoarele, montarea, semnalele și interfața logică sunt strict definite. Plăcile de extensie trebuie să fie compatibile din punct de vedere fizic, electric și logic cu plăcile de bază pe care sunt instalate. În primul rând, o placă de extensie trebuie să încapă în calculator, ceea ce înseamnă că standardele dictează dimensiunea fizică a plăcilor de extensie. Deoarece între placa de extensie și cea de bază există legături electrice, standardizarea se extinde și asupra conectorilor electrice, care trebuie să corespundă ca tip, dimensiuni și poziție.

Prototipul plăcilor de extensie a fost placa proiectată pentru PC-ul IBM original din 1981. Chiar și cele mai noi calculatoare mai păstrează cel puțin un slot pentru montarea unor astfel de modele vechi, care se mai numesc și *plăci moștenite* și care respectă standardul ISA.

**Plăcile moștenite** sunt plăci care respectă standardul *Industry Standard Architecture* – ISA. Dimensiunile critice sunt pentru plăcile ISA lungimea maximă a plăcii, înălțimea și poziția conectorului. Plăcile ISA actuale sunt limitate la o lungime maximă de 13.415 inci. Datorită miniaturizării componentelor, sunt întâlnite des așa-numitele *plăci scurte*, care au lungimea mai mică (placa de extensie nu ajunge la ghidaje).

Din punct de vedere al înălțimii, se întâlnesc plăci ISA de înălțime XT (4.2 inci) (Fig. 4.4) și plăci ISA de înălțime AT (4.8 inci) (Fig. 4.5). Standardul EISA acceptă aceste dimensiuni pentru înălțimea maximă a plăcilor de extensie.

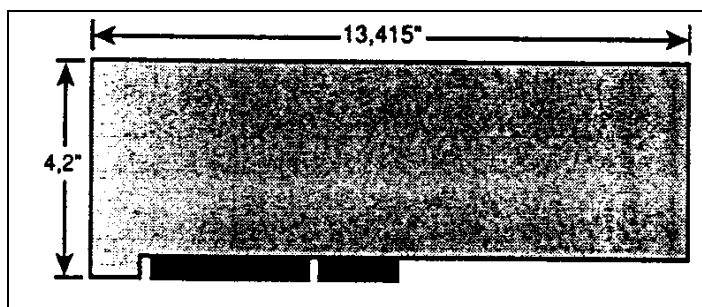


Fig. 4.4. Dimensiunile plăcilor de extensie ISA de înălțime XT

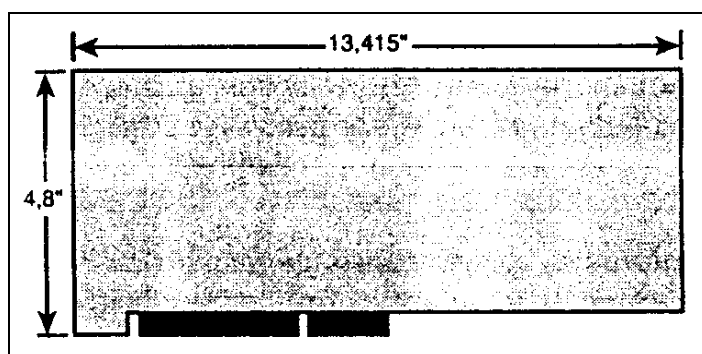


Fig. 4.5. Dimensiunile plăcilor de extensie ISA de înălțime AT

Înălțimea plăcii este importantă, deoarece carcasa proiectată pentru plăci XT nu acceptă plăci de înălțime AT. Cele mai multe calculatoare moderne bazate pe magistrale PCI nu sunt destul de înalte pentru plăci de înălțime AT. Prin urmare, prezența sloturilor ISA nu garantează posibilitatea de instalare a oricărei plăci de extensie ISA. Problema compatibilității este din ce în ce mai puțin importantă pe măsură ce importanța plăcilor ISA se diminuează.

Producătorii de calculatoare și de sisteme numerice de conducere au adaptat modelul electric al plăcilor ISA și au creat un format mai robust, numit PC/104. *Plăcile PC/104* diferă de plăcile ISA obișnuite în principal prin aspecte mecanice (Fig. 4.6).

Aceste plăci sunt mai mici și folosesc un conector diferit. Ca și plăcile ISA, plăcile PC/104 pot folosi interfețe pe 8 biți sau pe 16 biți. Plăcile cu magistrală de lățime mai mare au un conector auxiliar pentru semnalele suplimentare. Plăcile PC/104 au un conector pentru magistrala de 8 biți pe 64 de pini și un conector pentru magistrala de 16 biți pe 40 de pini (în total 104 pini).

În loc să se conecteze la o magistrală, plăcile PC/104 formează o magistrală proprie, prin suprapunerea conecătoarelor. Fiecare placă are atât conecătoare mamă cât și conecătoare tată, astfel încât o placă se poate monta deasupra alteia și furnizează un nou conector pentru instalarea următoarei plăci.

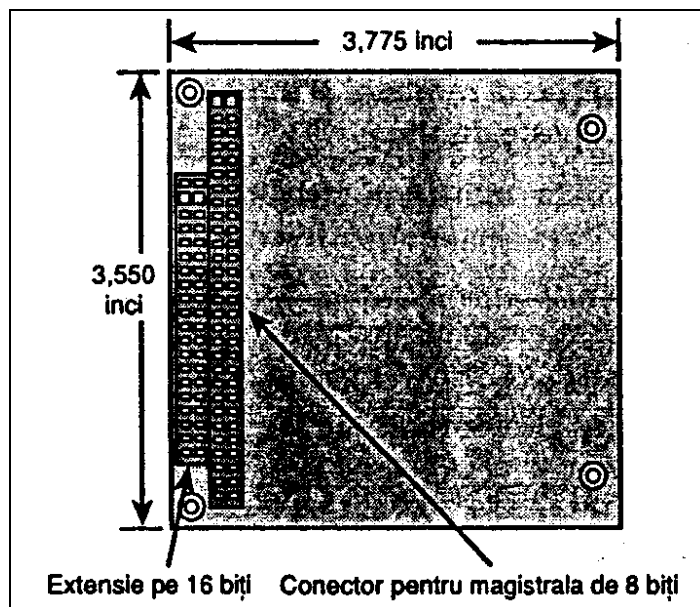


Fig. 4.6. Dimensiunile plăcii de extensie PC/104

**Plăci PCI.** Standardul PCI definește mai multe variante ale plăcii de extensie. Specificațiile definesc două seturi de dimensiuni, fiecare cu câte trei moduri de aranjare a conecătoarelor (pentru 5 volți, pentru 3.3 volți și pentru ambele tensiuni).

O placă PCI de dimensiuni standard măsoară 12.283 x 4.2 inci. În Fig. 4.7 este prezentată o placă PCI standard pentru operare la 5 volți (cea cu operare la 3.3 volți diferă nu prin dimensiuni ci prin numărul și poziția contactelor). Standardul PCI definește și o placă de extensie scurtă (dimensiuni 6.875 x 4.2 inci).

Implementarea pe 64 de biți a plăcilor PCI a extins conectorul de margine pentru includerea semnalelor suplimentare. În Fig. 4.8 este prezentat conectorul extins care implementează toate opțiunile (ambele tensiuni de 5 și 3.3 volți).

O derivație a standardului PCI este reprezentată de *plăcile CompactPCI*, realizate pe baza standardului Eurocard. Plăcile CompactPCI sunt de dimensiuni mai mici și sunt robuste.

Pentru sistemele de calcul de tip notebook au fost dezvoltate plăci de tip *PCCard*. Aceste plăci au forma unor cartele de 54 x 85 mm și 5 mm grosime. Plăcile PCCard respectă standardul PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*).

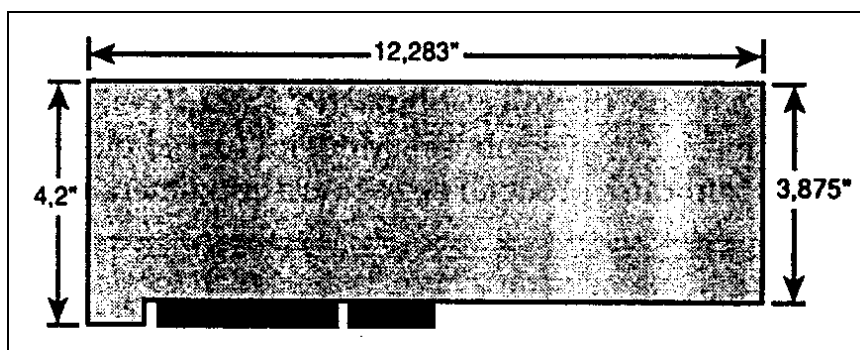


Fig. 4.7. Dimensiunile plăcii de extensie de tip PCI cu operare la 5 volți

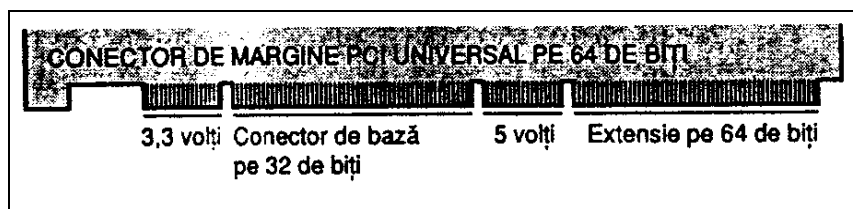


Fig. 4.8. Conectorul de margine PCI universal pe 64 de biți

## 4.2. MAGISTRALE DE EXTENSIE

Magistrala de extensie a unui calculator permite dezvoltarea sistemului, asigurând conexiuni de mare viteză pentru dispozitivele periferice interne. Magistralele standardizate au condus la dezvoltarea unei întregi industrii care produce plăci de extensie interschimbabile.

*Magistralele* (sau *bus-uri*) sunt de fapt căi de transfer pentru date și comenzi. Noțiunea de magistrală definește nu numai traseul fizic respectiv, ci și regulile care guvernează transmisia de date și comenzi între componentele sistemului, precum și modul de interconectare a perifericelor cu microprocesorul de pe placa de bază.

Magistralele sunt reprezentate fizic prin trasee de cupru cablate pe placa de bază sau pe plăcile utilizator, în interiorul microprocesorului prin trasee microscopice, iar între plăci prin cabluri panglică sau cabluri multifilare ecranate. Traseul unei magistrale este greu de identificat datorită multitudinii de trasee și de componente de pe o placă, partea vizibilă fiind reprezentată de *sloturi*.

Magistralele pot fi clasificate în magistrale de date și de instrucțiuni și în magistrale de comenzi (de control).

Atunci când ne referim la semnalul transportat trebuie precizată *lățimea* magistralei, care se exprimă în număr de biți și reprezintă numărul de linii (de căi) care compun magistrala, fiind egală cu numărul de biți ce pot fi transmiși simultan prin magistrală. Magistralele, în funcție de tipul lor, pot avea lățimi de 8, 16, 32 sau 64 de biți, sau chiar mai mult pentru sisteme deosebit de performante.

Magistralele lucrează la o anumită *frecvență de tact* dată de *controllerele de magistrală*. Frecvența de tact este obținută prin divizarea sau multiplicarea frecvenței dată de un circuit de ceas. Frecvențele de lucru ale microprocesorului, magistralelor și memoriei trebuie sincronizate. Cu cât frecvența este mai mare cu atât va crește viteza de transfer a magistralei. Aceste frecvențe au valori, în funcție de standardul de magistrală între 5 și 133 MHz. Prima magistrală IBM se numea *PC bus* sau *XT bus* și lucra pe 8 biți la o frecvență de 4.77 MHz. Creșterea peste anumite limite a frecvenței de tact întâmpină dificultăți datorită unor eventuale incompatibilități cu plăci de extensie care nu permit viteze mari de recepție.

O perioadă din istoria dezvoltării calculatoarelor, problemele legate de magistrale (lățime, viteză) au fost neglijate, până când s-a observat faptul că utilizarea unui microprocesor performant este limitată dacă nu se folosesc și magistrale corespunzătoare. Acesta este motivul care a condus la renunțarea standardelor vechi de tip ISA, EISA în favoarea magistralelor PCI, care dispun nu numai de lățime și viteză mai mari dar și de o altă arhitectură.

Magistralele unui sistem de calcul pot fi clasificate astfel:

- Magistrala microprocesorului: stabilește căile și protocolurile de comunicație între microprocesor și memoria cache internă (magistrală care face parte din microprocesor) precum și între microprocesor și memoria externă. Frecvența de tact este dată de frecvența master a plăcii de bază. De exemplu, pentru un Pentium I, magistrala conține 64 de linii de date și 32 de linii de adrese.
- Sistemul de magistrală al memoriei: constă în căile de transfer și protocoalele aferente care sunt folosite pentru transferul dintre microprocesor și memoria de lucru RAM.
- Sistemul de magistrale de adrese: este sistemul ce transportă informații privind adresele de unde se vor citi sau unde se vor scrie date în memoria de lucru.
- Sistemul de magistrale I/O care definește calea directă de comunicație între microprocesor și orice periferic/extensie cuplat la sistemul de calcul.

Din punct de vedere al cuplării plăcilor de extensie la calculator interesează îndeosebi acest sistem de magistrale I/O la care ne vom referi în continuare.

Din punct de vedere istoric, evoluția standardelor de magistrală, precum și performanțele acestora sunt prezentate sintetic în tabelul 4.1. Performanțele magistrelor sunt reprezentate de lățime, de frecvența de ceas precum și de memoria maximă care poate fi adresată, memorie care depinde de numărul de linii de adresă ale magistralei.

**Tabelul 4.1.** Standarde pentru magistralele de extensie

Standard	Explicații	Data	Lățimea magistralei	Frecvența de ceas	Adresare
PC Bus (XT Bus)	Magistrala folosită de calculatorul IBM PC	1981	8 biți	4.77 MHz	1 MB
ISA	<i>Industry Standard Architecture</i> , cunoscută și sub numele de magistrala clasică sau AT Bus	1984	16 biți	8 MHz	16 MB
MCA	<i>Micro Channel Architecture</i> , modelul prin care IBM a îmbunătățit magistrala ISA, dar care nu a pătruns decât în mică măsură pe piață	1987	32 biți	10 MHz	16 MB/ 4 GB
EISA	<i>Enhanced ISA</i> , o formă a magistralei ISA, mai rapidă și cu lățime mai mare, care a fost înlocuită de PCI	1988	32 biți	8 MHz	4 GB
VL Bus	<i>VESA (Video Electronics Standards Association) Local Bus</i> , o extensie a magistralei ISA proiectată în special pentru sistemele video	1992	32/64 biți	50 MHz	4 GB
PCI	<i>Peripheral Component Interconnect</i> , principala magistrală de extensie în PC-urile actuale	1992	32/64 biți	33 MHz/ 66 MHz	4 GB
PC Card	Extensie de tip cartelă, standard ISA, folosită la notebook-uri mai vechi	1990	16 biți	8 MHz	64 MB
CardBus	Extensie de tip cartelă, standard PCI, folosită la notebook-urile actuale	1994	32 biți	33 MHz	4 GB

Deoarece standardele ISA/EISA și PCI sunt cele mai folosite standarde de magistrală, în continuare vor fi prezentate pe scurt aceste standarde.

#### 4.2.1. Standardul ISA/EISA

Apariția standardului ISA a fost determinată de trecerea la microprocesoarele pe 16 biți, prima arhitectură de magistrală pe 16 biți fiind ISA sau AT Bus. Inițial, magistrala ISA lucra pe 8 biți, ulterior fiind mărită lățimea magistralei la 16 biți. S-a păstrat compatibilitatea cu magistrala PC Bus, o placă pe 8 biți (XT) putând fi cuplată fără probleme. Sloturile ISA sunt formate din două părți, una lungă cu 62 de pini pentru plăcile XT și una scurtă cu 36 de pini pentru extensia la 16 biți.

Magistrala EISA reprezintă o reproiectare a standardului ISA, prin care s-a trecut la lățimea de 32 de biți. Acest standard este compatibil cu standardele ISA și PC Bus.

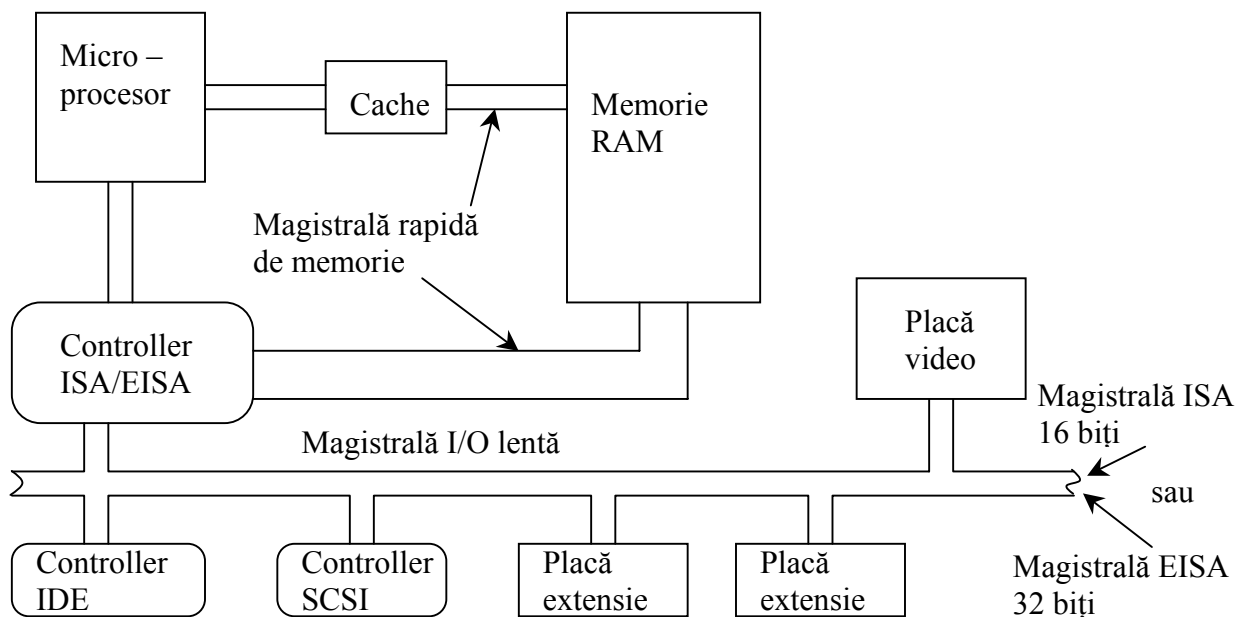
Controlul magistrelor de tip ISA sau EISA este realizat prin intermediul unui controller de magistrală pe 16/32 de biți. Deoarece arhitectura ISA/EISA este asemănătoare, în Fig. 4.9 este prezentată această arhitectură la nivelul schemei bloc.

Se observă modul în care magistrala de extensie I/O asigură transferul între microprocesor/RAM și periferice, transfer realizat sub supravegherea controllerului de magistrală. Controllerul IDE (*Integrated Device Electronics*) este un controller al mediilor de stocare (standard de harddisc),

iar controllerul SCSI (*Small Computer System Interface*) este tot o interfață universală spre medii de stocare a datelor sau periferice.

Liniile magistralei ISA pot fi grupate în mai multe categorii distincte:

- linii de adresă
- linii de date
- linii de comandă a magistralei
- linii de alimentare
- linii de comandă a ciclurilor
- linii de întrerupere
- linii pentru controlul accesului direct la memorie (DMA)



**Fig. 4.9.** Arhitectura magistrelor ISA/EISA

Standardul ISA lasă în seama utilizatorului sarcina configurării sistemului. Este necesar ca utilizatorul să se asigure că fiecare placă de extensie primește întreruperile, domeniile de adrese, adresele de porturi și canalele DMA de care are nevoie. Trebuie verificat dacă cerințele unei plăci nu intră în conflict cu alte plăci din sistem. Înainte de conectarea plăcii de extensie trebuie verificată poziția jumperelor și comutatoarelor DIP (*Dual Inline Pin*) (unele plăci de extensie utilizează comutatoare DIP care permit selectarea adresei de bază a plăcii). Pentru ușurarea cuplării plăcilor ISA s-a dezvoltat magistrala ISA Plug and Play care transferă această muncă de configurare către sistemul de calcul.

#### 4.2.2. Standardul PCI

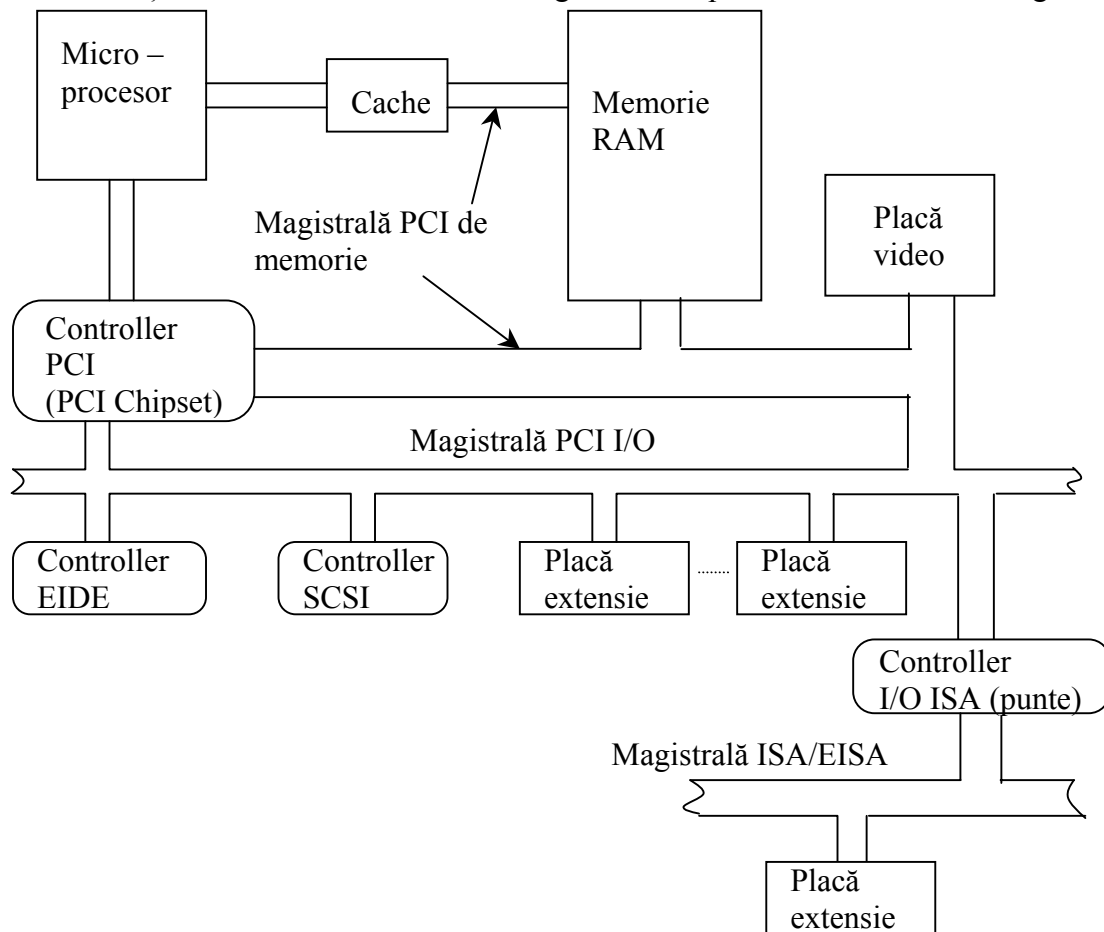
Nici-unul din standardele de magistrală ISA/EISA, MCA sau VL Bus nu pot asigura necesarul de cerințe pentru microprocesoarele actuale de tip Pentium I - IV. Standardul care asigură realizarea unor performanțe corespunzătoare este standardul PCI.

Acest standard este compatibil cu standardele mai vechi, asigurând prin arhitectura sa și o independență de componentele cuplate la magistrală (microprocesoare, controllere, plăci), indiferent de tipul acestora sau de firma care le produce.

Conectarea unei plăci PCI la sistemul de calcul presupune, spre deosebire de majoritatea magistrelor mai vechi, ca utilizatorul să nu intervină la setarea hard, deoarece procesorul de pe aceste plăci, prin regiștrii de configurare va realiza autosetarea optimă, atunci când sunt executate rutine POST (*Power On Self Test*). Software-ul va rezolva setările de sistem care mai rămân de efectuat.



Arhitectura PCI propune o magistrală care poate recunoaște orice protocol utilizat de standardele anterioare, are o lățime a magistralei de 32 de biți și lucrează la o frecvență de 33 MHz. Rata de transfer la această frecvență poate ajunge la 132 MB/sec, iar magistralele PCI de 64 de biți la 264 MB/sec. Standardele actuale au ajuns la o frecvență de ceas de 66 MHz ceea ce permite la o lățime de 64 de biți o viteză de 528 MB/sec. În Fig. 4.10 este prezentată arhitectura magistralei PCI.



**Fig. 4.10.** Arhitectura magistralei PCI

În cazul magistralei PCI, datele și adresele sunt multiplexate în timp, ceea ce înseamnă că aceleași linii pot fi utilizate atât pentru date, cât și pentru adrese. Din acest motiv sunt necesare două tacturi pentru transmisie, unul pentru adresă și unul pentru date.

Arhitectura PCI permite conectarea a zece periferice fără a apare conflicte de acces, acest lucru fiind posibil datorită modului în care perifericele lucrează cu memoria, fără intermediul microprocesorului, totul fiind guvernat de controllerul (controllerele) PCI. Magistrala PCI este total decuplată de magistrala microprocesorului și se autoguvernează. În cadrul acestui standard, microprocesorul și perifericele capătă statut de magistrală-master sau magistrală-slave. La un anumit moment, microprocesorul sau orice placă – periferic pot deveni master, o altă placă are rol de slave, și toate acestea independent de microprocesor. Microprocesorul este decuplat de la PCI (dar nu și deconectat, existând circuite de tip buffer care intră în alcătuirea PCI Chipset), și prin urmare se poate ocupa de alte operații.

Semnalele de bază ale standardului PCI pot fi grupate în următoarele categorii:

- linii de sistem: includ liniile de ceas și de resetare;
- linii de date și de adrese: includ 32 de linii care sunt multiplexate în timp, precum și alte linii utilizate pentru interpretarea și validarea semnalelor de date/adrese;
- linii de control de interfață: controlează ciclurile de transfer și furnizează coordonarea între surse și periferice destinație (target);
- linii de arbitrare: fiecare PCI master are o pereche de linii de arbitrare conectate la arbitrul PCI de magistrală;

- linii de eroare: sunt folosite pentru controlul parității și pentru alte erori;

În plus, standardul PCI mai definește linii opționale de semnal grupate în următoarele categorii:

- linii de întrerupere;
- linii suport pentru memoria cache;
- linii de extensie pentru magistrala de 64 de biți;
- linii de testare.

Datorită caracterului de independență față de microprocesor, montarea și configurarea facilă, de tip Plug and Play, precum și vitezele mari de lucru, standardul PCI s-a impus la ora actuală pe aproape toată piața.

#### 4.3. PORTURI PERIFERICE. INTERFEȚE SERIALE ȘI PARALELE PENTRU TRANSFERUL DATELOR

Echipamentele periferice sunt prevăzute cu unul sau mai multe *porturi periferice*. Porturile sunt regiștri de 8, 16 sau mai mulți biți folosiți pentru memorarea temporară a informației. Prin intermediul lor se realizează transferul de date dintre microprocesor și echipamentele periferice. Porturile pot fi de intrare, de ieșire sau bidirecționale.

Multe microprocesoare sunt dotate cu spații suprapuse de adrese pentru memorie, respectiv pentru intrare/ieșire. Prin urmare o aceeași adresă fizică poate să aparțină fie spațiului memoriei, fie spațiului de intrare/ieșire, în funcție de un semnal de tipul  $M/\overline{IO}$  furnizat de microprocesor. Spațiul de intrare/ieșire care poate fi adresat de un microprocesor este mai mic decât spațiul memoriei, și deci sunt necesare mai puține linii de adrese. De exemplu, microprocesorul 8086 poate adresa 1 Moctet de memorie și doar 64 K porturi de 8 biți (sau 32 K de porturi de 16 biți) în spațiul de I/O. La proiectarea unei plăci utilizator, stabilirea adresei porturilor trebuie să țină seama de adresele alocate în acest scop de producătorul calculatorului pentru diferitele echipamente. Aceste adrese sunt de regulă listate în cartea tehnică a calculatorului sub forma unei hărți de I/O. De exemplu, la vechile calculatoare AT, adresele spațiului I/O sunt cuprinse între 000H și 3FFH, adică sunt adrese reprezentate pe 10 biți. Rezultă numai 1024 de adrese dintr-un total adresabil de 64 K. Altfel spus, deși microprocesorul poate adresa 64 K porturi, calculatoarele AT (și XT) pot adresa doar 1024 de porturi. Spațiul de 1024 de porturi este considerat suficient pentru majoritatea aplicațiilor. Primele 256 de adrese sunt rezervate pentru echipamentele I/O aferente plăcii de bază, iar celelalte 768 sunt disponibile pentru plăcile utilizator.

Toate transferurile de informații și date între diverse componente ale sistemului de calcul, care se realizează prin magistrale, se desfășoară la nivel de bit, octet, cuvânt sau bloc de octeți. Aceste transferuri de biți se pot efectua în două feluri: prin *transmisie serială* sau prin *transmisie paralelă*.

Transmisia paralelă este o transmisie eficientă deoarece se desfășoară concomitent pentru cei 8 biți ai unui octet de exemplu, pe 8 căi distincte. Prin urmare, transferul unui grup de octeți are loc cu o viteză foarte mare, dar are dezavantajul unui cost ridicat datorat interfeței paralele și cablului de conectare cu 8 fire (sau mai multe). Transmisia paralelă se utilizează la echipamentele care vehiculează un volum mare de date într-un timp scurt. Porturile paralele sunt folosite în general la comunicația unidirecțională (nu în sens strict) și dispun de regulă de 25 de pini. Un exemplu clasic de utilizare a transmisiei paralele este cel al imprimantelor.

Transmisia serială este mai simplă pentru că nu necesită decât o cale de transmisie, un octet transmițându-se bit cu bit. Costurile sunt mici, dar dezavantajul este legat de viteza de transmisie mică. Porturile seriale sunt folosite la transmisia bidirecțională și au de regulă 9 pini.

O altă clasificare a transmisiilor de date se poate face după modul în care este folosită linia de transmisie: transmisie simplă, care se efectuează pe aceeași linie, în ambele sensuri, dar nu în același timp, respectiv transmisie duplex, în cazul în care componentele care folosesc aceeași linie de transmisie pot utiliza simultan linia în ambele sensuri.

Deoarece trebuie introdus un mecanism de separare a logică a octeților transmiși, la construcția interfețelor se folosește o altă clasificare a transmisiilor:

- transmisia sincronă, în care octeții se transmit fără biți fanion și fără pauze de transmisie între octeți;
- transmisia asincronă, la care între octeții transmiși sunt intercalate pauze sau se folosesc flag-uri de indicare a începutului sau sfârșitului unui octet.

După ce microprocesorul prelucrează datele, acestea pot fi transmise către un dispozitiv periferic într-un anumit format digital, fiind necesară o interfață care să adapteze semnalul transmis de către sursă într-un semnal ce poate fi interpretat de dispozitivul periferic destinație (target).

Interfețele standard utilizate pentru transferul sub formă numerică a datelor asigură o adaptare a acestor formate digitale din punct de vedere al frecvențelor de tact, al nivelelor de semnal etc. În continuare vor fi menționate câteva din cele mai utilizate standarde de interfață.

#### *Interfața serială asincronă RS 232 C*

Interfața serială RS-232-C (*Reference Standard 232 Revision C*) este una din cele mai uzuale interfețe seriale, chiar dacă este depășită din punct de vedere tehnic.

Standardele RS-232-C folosite pentru nivelele de semnal 0 și 1 sunt în afara intervalului  $-3 \text{ Vcc} \dots +3 \text{ Vcc}$ : orice tensiune peste  $+3 \text{ Vcc}$  (până la  $25 \text{ Vcc}$ ) este considerată corespunzătoare unui bit 0, iar orice tensiune sub  $-3 \text{ Vcc}$  (până la  $-25 \text{ Vcc}$ ) este corespunzătoare unui bit 1. Viteza de transmisie pentru această interfață este de  $115 \text{ Kbit/sec.}$ , lungimea cablului de până la 30 metri, numărul de conductoare folosite în cablu este între 3 și 9 iar numărul de dispozitive pe port este de unul singur. Interfața serială RS-232 C este prezentată în detaliu în Anexa 1.

*Observație:* În cazul în care este necesară o comunicație pe o distanță mare se utilizează interfața serială performantă RS-485 (până la 1200 m).

#### *Interfața serială asincronă UART*

Este tot un port serial moștenit. Interfața UART (*Universal Asynchronous Receive Transmitter*) este bazată pe un registru shift (de deplasare) care permite realizarea unei conversii a datelor din format serie/paralel în format invers paralel/serie. Un circuit UART are trei părți: un modul receptor care primește de la periferic un semnal serial și îl convertește în paralel, după care îl depune pe magistrala de date, un modul emițător care primește un semnal paralel de la magistrala de date și îl convertește într-un semnal serial pentru periferic, iar cel de-al treilea modul este un controller de interfață care gestionează activitatea primelor două module.

#### *Portul serial USB*

Viteza de transmisie a portului USB (*Universal Serial Bus*, 1995) este mult mai mare decât la porturile moștenite:  $12 \text{ Mbit/sec.}$  Numărul de dispozitive care pot fi conectate la un port este de 127, se poate conecta orice fel de dispozitiv, iar mediul de transmisie este un cablu special cu 4 fire. Modelul USB este gândit ca un sistem ierarhic, cu distribuitoare care se pot conecta la alte distribuitoare și așa mai departe, astfel că se poate ajunge la maxim 127 de dispozitive conectate la un singur port. Apare o structură arborescentă de conectare. Calculatorul gazdă este de fapt un distribuitor de bază. Circuitul din calculator care controlează distribuitorul de bază și restul sistemului USB este numit controller de magistrală. Pentru o funcționare corectă este necesară conectarea corectă a tuturor componentelor, iar software-ul aferent realizează sortările necesare. Programul care implementează protocolul USB este de fapt cea mai complexă componentă a standardului USB. Deși numărul de dispozitive care pot fi conectate este foarte mare, nu sunt aplicații care să necesite mai mult de câteva zeci de conectări. Mai mult, apare și dezavantajul lungimii unui cablu USB, care nu poate fi mai mare de 5 m (distribuitoarele pot regenera semnalul, așa că prin trecerea prin distribuitoare sistemul USB se poate întinde pe distanțe mai mari).

#### *Interfața serială FireWire*

Avantajul principal al acestei interfețe moderne (numită și IEEE 1394) este viteza care poate ajunge la  $800 \text{ Mbit/sec.}$  Numărul de dispozitive care se pot conecta la un port este de 16, iar tipul acestora este în special din categoria dispozitivelor video digitale și harddiscurilor. Această interfață

folosește (ca și USB) modul de lucru pe pachete de date. Cu toate că acest mod de lucru impune o creștere substanțială a operațiilor software, interfața oferă o lărgime de bandă suficient de mare, care permite de exemplu transportarea simultană a trei semnale video sau a 167 semnale audio la rata de bază de 100 Mbiți/sec. IEEE 1394 este un sistem ierarhic realizat din mai multe straturi: un strat de gestionare a magistralei, un strat de tranzacții, un strat de legătură și un strat fizic.

#### *Interfața paralelă PIA*

Cel mai uzual model de interfață paralelă este PIA (*Peripheral Interface Adapter*). Interfața folosește doi regiștri: unul pentru date transmise de la periferic către microprocesor și celălalt pentru transferul în celălalt sens. În plus față de cei doi regiștri există și un registru de stare ai cărui biți folosiți ca flag-uri indică microprocesorului starea celor doi regiștri. Toți acești regiștri programabili sunt cuplați la magistrala de date a sistemului, prin aceasta fiind adresate direct de către microprocesor.

#### *Interfața paralelă GPIB (IEEE 488)*

Magistrala 488, cunoscută și sub numele de magistrala *Hewlett Packard Instrument Bus* sau GPIB (*General Purpose Instrument Bus*) oferă posibilitatea interconectării calculatorului personal cu un număr foarte mare de echipamente de măsurare și control. În prezent datorită ariei din ce în ce mai largi de răspândire a echipamentelor cu microprocesoare au fost realizate circuite specializate care au permis reducerea prețului de cost al interfețelor bazate pe acest tip de protocol.

Acest tip de conexiune permite ca microprocesorul să realizeze atât supervizarea operațiilor de achiziție de date, cât și procesarea datelor achiziționate.

Printre avantajele datorate acestui tip de conexiune se pot enumera:

- Eliminarea operațiilor manuale repetitive
- Calibrarea și setarea echipamentului este extrem de simplă și robustă
- Viteza de măsurare este extrem de mare
- Reducerea erorilor de citire sau de calibrare
- Repetabilitate deosebit de bună
- Posibilitatea construirii unor funcții adiționale de prelucrare a informației

În ciuda complexității echipamentului, softul sub care operează acest protocol realizează o interfață utilizator deosebit de prietenoasă.

Standardul IEEE 488 dispune de următoarele categorii de structuri:

*Receptori - Listeners*

*Emițători - Talkers*

*Receptori/emițător*

*Controllere*

*Receptorii* pot recepționa datele și semnalele de control de la alte dispozitive conectate la magistrală, dar nu sunt capabili să genereze date.

*Emițătorii* sunt capabili să plaseze date pe magistrală, dar nu pot recepționa informație. Trebuie remarcat faptul că dacă la un moment dat numai un singur emițător poate fi activ, pentru a depune pe magistrală datele, în același timp mai mulți receptori pot recepționa și prelucra datele.

Aceste două funcții pot fi combinate într-un singur instrument, care poate să transmită și să recepționeze date. Un instrument de tip multimetru digital este un exemplu de emițător/receptor clasic. Prin intermediul magistralei este trimisă informația necesară schimbării scalei de măsură sau a tipului de mărime măsurată, iar acesta transmite spre magistrală informația digitizată reprezentând tensiunea, curentul sau rezistența.

*Controllerele* sunt dispozitive utilizate pentru a superviza fluxul de date prin magistrală și a permite procesarea acestora. Controllerul unui sistem IEEE 488 este invariabil un microprocesor.

*Semnalele magistralei IEEE 488.* Această magistrală dispune de 8 linii bidirecționale de date. Prin acestea sunt transferate date, adrese, comenzi și informații de status. Adițional sunt utilizate încă 5 linii destinate managementului magistralei, precum și comunicației.

În Anexa 2 este prezentată arhitectura interfeței GPIB și semnalele de bază utilizate.