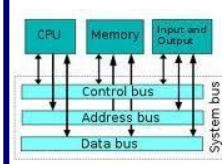
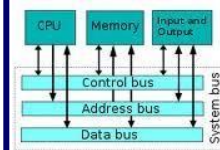


Arhitectura calculatoarelor IR1, 2021-2022



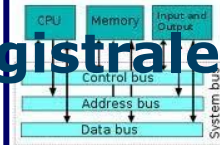
Magistrale

Cuprins



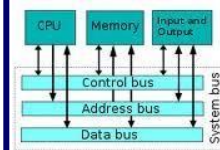
- **Structuri de interconectare;**
- Magistrala (cum functioneaza)
 - Magistrala dedicată;
 - Magistrala multiplexată;
 - Magistrala sincronă;
 - Magistrala asincronă.
- Magistrala de sistem (pentru cine functioneaza)
 - Magistrala de date;
 - Magistrala de adrese;
 - Magistrala de control.

Clasificarea calculatoarelor d.p.d.v al numarului de magistrale:



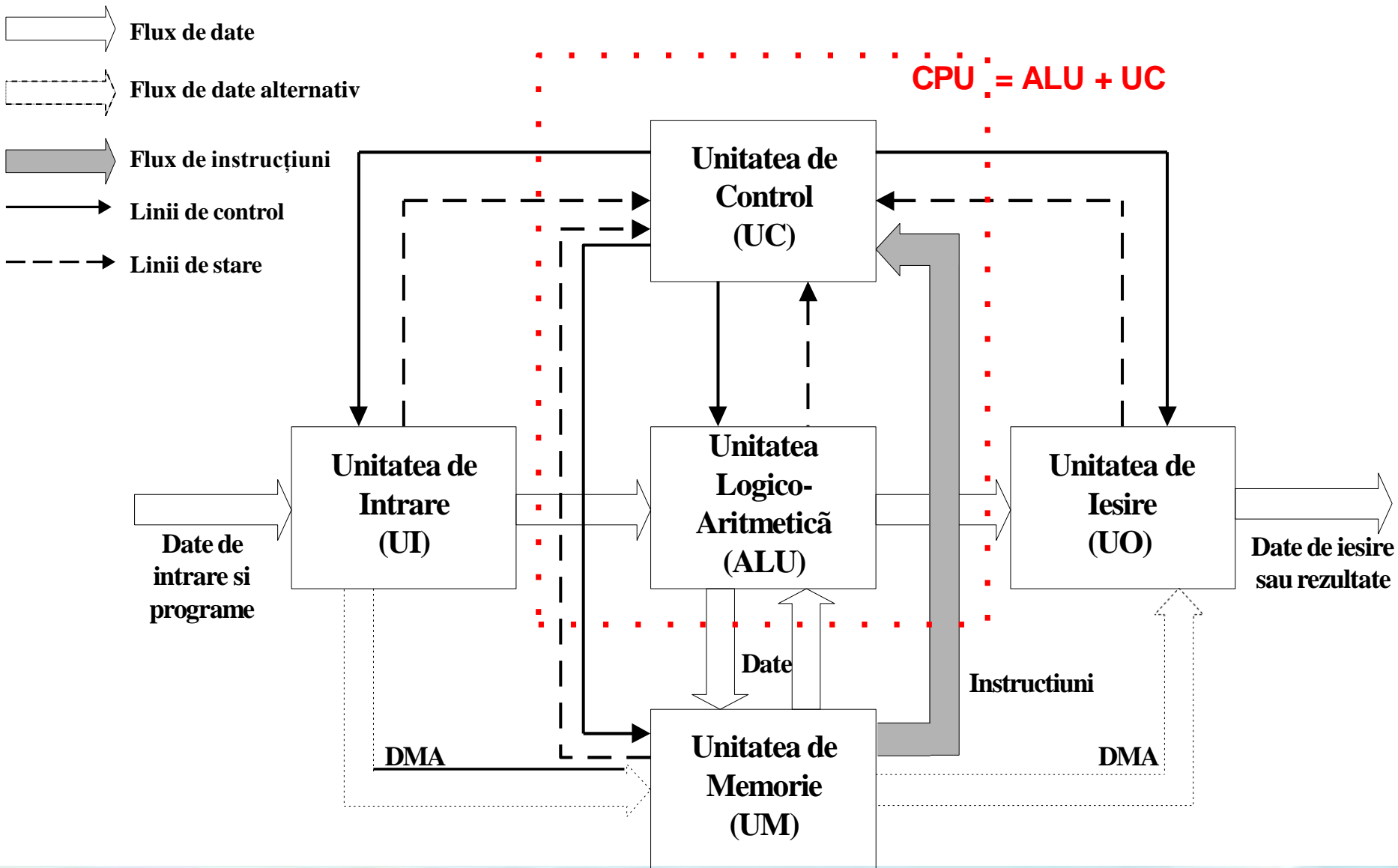
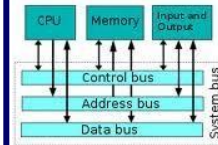
Calculatoare cu:

- o singură magistrală;
- două magistrale;
- cu trei magistrale;
- cu organizare multiport/multibus. Dezvoltată de Intel și ulterior adoptată ca standarde IEEE 796. Versiunea Multibus II (MB II) este o magistrală standard de 32 biți, frecvența ceasului este de 10 Mhz, rata de vârf a datelor de 40 MB/s. Sun Microsystems a utilizat Multibus în stațiile de lucru Sun-1 și Sun-2.

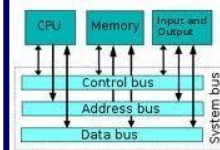


Comunicația între unitățile calculatorului

Structura în 5 unități



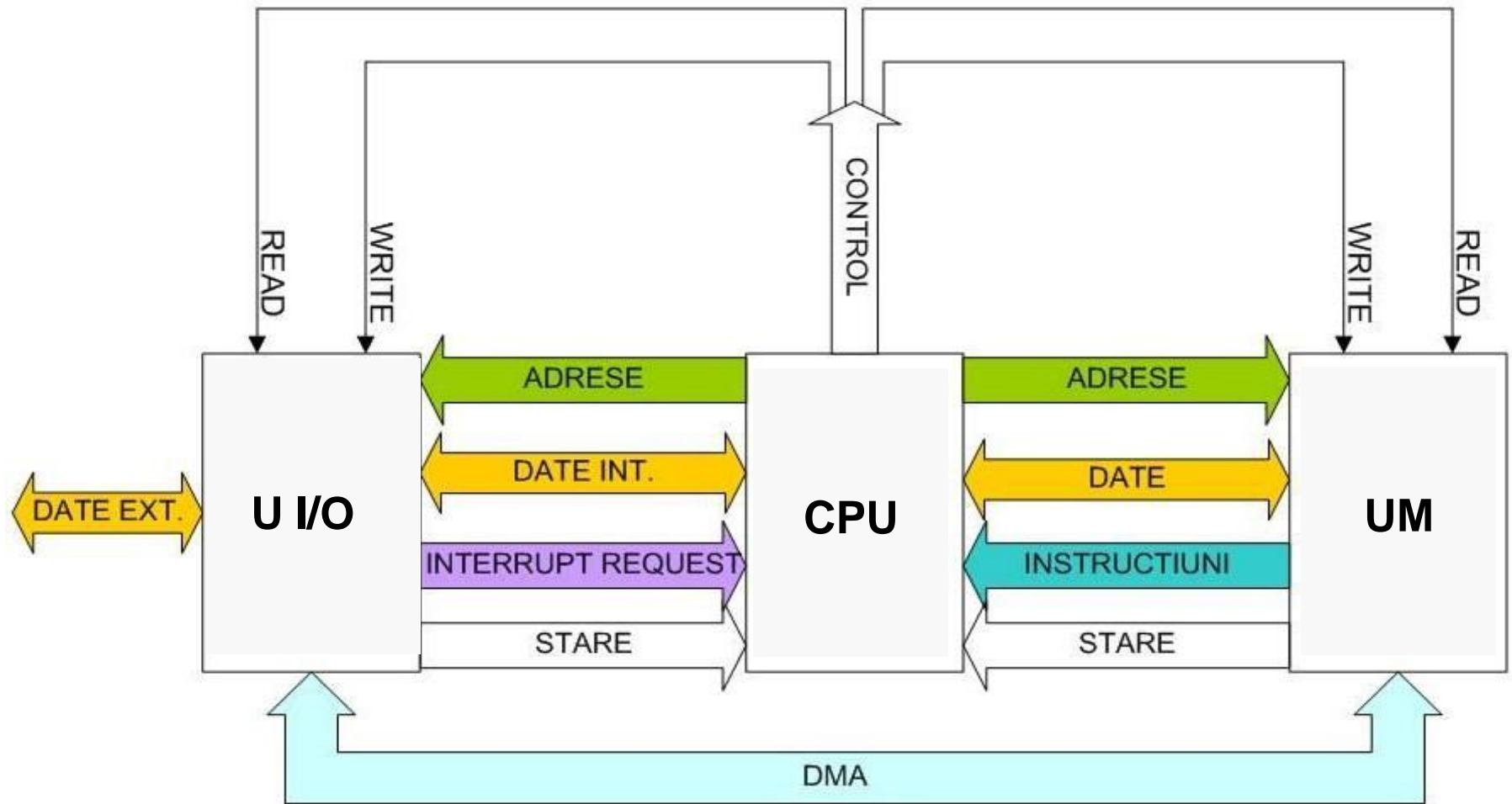
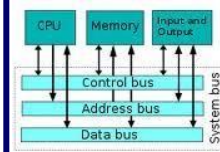
Structura de interconectare



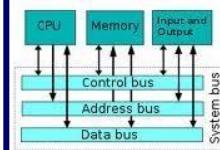
- Aceste unități comunică între ele pentru a transfera:
 - Date;
 - Instrucțiuni;
 - Comenzi;
 - Informații de stare.
- Aceste transferuri se realizează prin căi de comunicație;
- **Definiție:**

Reuniunea tuturor căilor de comunicație se numește
structură de interconectare.
- Pentru a stabili structura de interconectare trebuie să se identifice principalele căi de comunicație.

Structura de interconectare



Magistrala

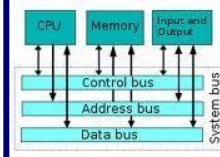


Cea mai des folosit structură de interconectare este **magistrala**;

Atunci când există mai multe magistrale, organizarea lor ierarhica formează -> **structura cu magistrale multiple**.

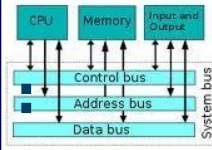
O **magistrală** este ansamblul de căi de comunicație, grupate funcțional, interconectând mai multe dispozitive din calculator și pe care informația se **transferă paralel**.

Magistrala



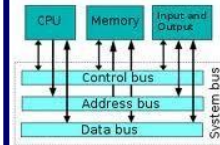
- Căile de comunicație a unei magistrale: **linii**;
- **Lărgimea** unei magistrale este dată de numărul de linii;
- Caracteristica fundamentală a unei magistrale:
interconectează diferite dispozitive;
- Este divizată între mai multe dispozitive =>
magistrala este un mediu de transmisie divizat;

Magistrala: d.p.d.v. al rolului distingem două tipuri



- 1) Magistrală dedicată;
- 2) Magistrală multiplexată.

Magistrala dedicată

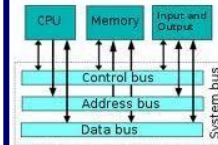


- o magistrală care este fizic conectată la o unitate din calculator sau la o submulțime de unități în mod permanent;

sau

- o magistrală care îndeplinește în permanență același rol (ex. magistrala de adrese).

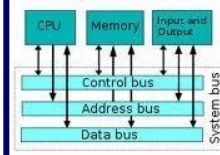
Magistrala multiplexată



magistrală care folosește un set de linii pentru diferite funcții sau roluri cum ar fi, de exemplu date și adrese;

- Un element de identificare: **o linie suplimentară:**
 - dacă se emite un semnal (linie activă) atunci pe liniile magistralei există o adresă;
 - dacă nu se emite un semnal (linie inactivă) atunci pe magistrală este o dată.
- Acest tip de magistrală este recomandat sistemelor mici;
- Avantaj: se folosesc puține linii de magistrală => cost redus;
- Dezavantaj: reduce performanțele globale prin reducerea vitezei.

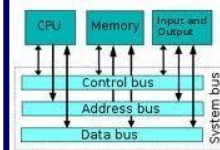
Magistrala



D.p.d.v. al funcționării:

- 1) Magistrală sincronă;**
- 2) Magistrală asincronă.**

Magistrala sincronă

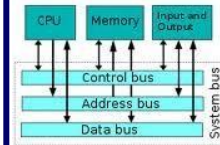


- Toate evenimentele de pe magistrală sunt corelate cu un tact;
- Întotdeauna există **o linie de sincronizare** pe care se transferă tactul de sistem;
- Distanța dintre două fronturi de același tip definește *ciclul de magistrală*;
- Toate dispozitivele conectate la magistrală pot citi linia de sincronizare;

Magistrala asincronă

- Producerea unui eveniment pe magistrală urmează sau depinde de producerea evenimentului anterior;
- Un lanț de evenimente interdependente; unul acționează asupra următorului.

Magistrala sincronă vs. asincronă



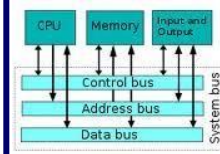
Magistrala sincronă este mai simplu de implementat și de testat;

- Mai puțin flexibilă ca evoluție temporală, deci viteză limitată;

Magistrala asincronă: mai dificil de implementat și de testat;

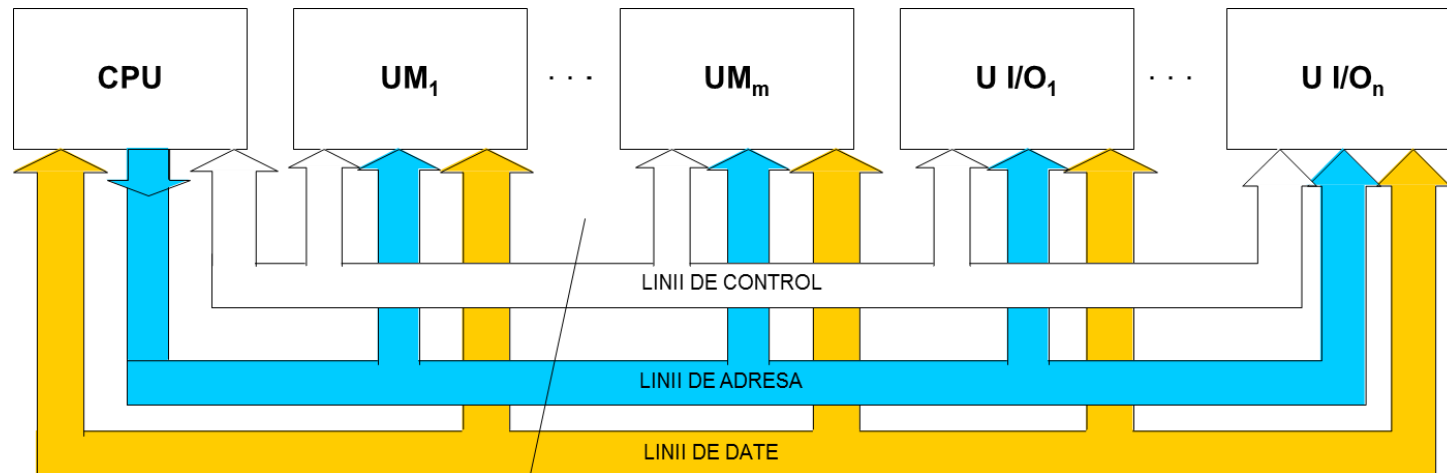
- Avantaj: flexibilitate temporală;
- Mai rapidă;
- Există evenimente foarte rapide care pot declanșa evenimentul următor;
- În funcționarea sincronă acest lucru nu este posibil pentru că trebuie așteptat ciclul următor.

Magistrala de sistem

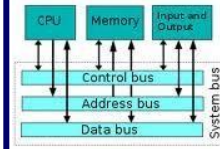


Magistrala ce conectează principalele unități ale unui calculator;

- O magistrală de sistem conține 50-100 linii;
- Liniile acesteia pot fi grupate în 3 grupe funcționale:
 - Date;
 - Adrese;
 - Linii de control.

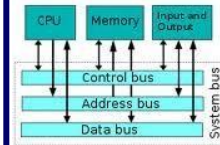


Magistrala de sistem



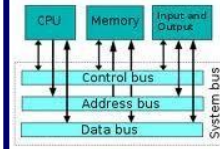
- Magistrala de date: linii de date;
- Magistrala de adrese: linii de adrese;
- Magistrala de control: linii de control.

Magistrala de date



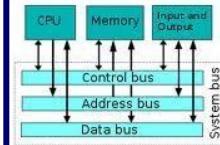
- Grupul liniilor de date formează **magistrala de date**;
- Lărgime: de regulă o putere a lui 2 (8 biți, 16 biți, 32 biți, 64 biți, 128 biți.....);
- Lărgimea magistralei de date determină performanțele globale ale calculatorului: cu cât lărgimea este mai mare cu atât performanțele sistemului sunt mai bune.
- De regulă, pe magistrala de date se transportă un cuvânt calculator.

Magistrala de adrese



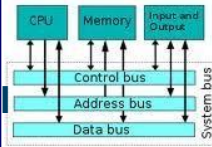
- Grupul de linii de adresă formează **magistrala de adrese**;
- Aceasta definește sursa și destinația datelor de pe magistrala de date;
- Lărgimea magistralei de adresă stabilește capacitatea maximă a memoriei din sistem (inclusiv porturile de I/O).

Magistrala de control

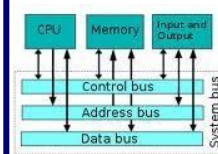


- Grupul liniilor de control formează **magistrala de control**;
- Mixtă, conține comenzi și informații de stare;
- Utilizată pentru a controla accesul datelor și generarea adreselor precum și pentru a transporta informația de stare către CPU;
- Semnalele tipice de control sunt:
 - MEMORY READ;
 - MEMORY WRITE;
 - I/O READ, semnal pentru transferul dintr-un port de intrare pe magistrala de date => operație de input;
 - I/O WRITE, semnal pentru transferul de pe magistrala de date într-un port de ieșire => operație de output;
 - BUS REQUEST, atunci când un dispozitiv solicită accesul la magistrală;

Magistrala de control - continuare semnale tipice de control



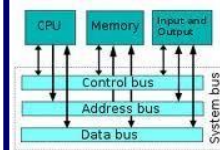
- BUS GRANT, semnal de confirmare că un anumit dispozitiv a primit accesul la magistrală;
- BUS BUSY, semnal care arată că magistrala este ocupată, este lansat de un dispozitiv în momentul în care primește accesul la magistrală pentru a informa celelalte dispozitive că magistrala este ocupată;
- INTERRUPT REQUEST, cerere de întrerupere a funcționării CPU lansată de un dispozitiv conectat la magistrală;
- INTERRUPT ACKNOWLEDGE, confirmare lansată de CPU că întreruperea a fost recunoscută;
- CLOCK, semnal pentru sincronizarea evenimentelor și definirea ciclului de magistrală;
- RESET, semnal destinat inițializării dispozitivelor conectate la magistrală.



Efectuarea transferurilor de date și comenzi între unitatile functionale ale microprocesorului se face pe **magistrala internă de date** a microprocesorului.

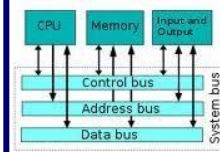
Semnalele electrice prin care microprocesorul dă comenzi de execuție către memorie și către celelalte componente din sistem se numesc **semnale de comandă**.

Semnalele electrice prin care microprocesorul culege informații privind starea componentelor din sistem se numesc **semnale de stare**.



Clasificarea calculatoarelor din punct de vedere al magistralei

Calculatoare cu o singură magistrală



Structură relativ simplă;

Toate modulele calculatorului "gravitează" în jurul magistralei unice;

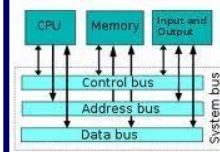
În orice comunicație există o sursă și un receptor;

Toate comunicațiile între module se realizează prin aceasta:

- viteză mare;
- întreaga informație este vehiculată pe această magistrală.

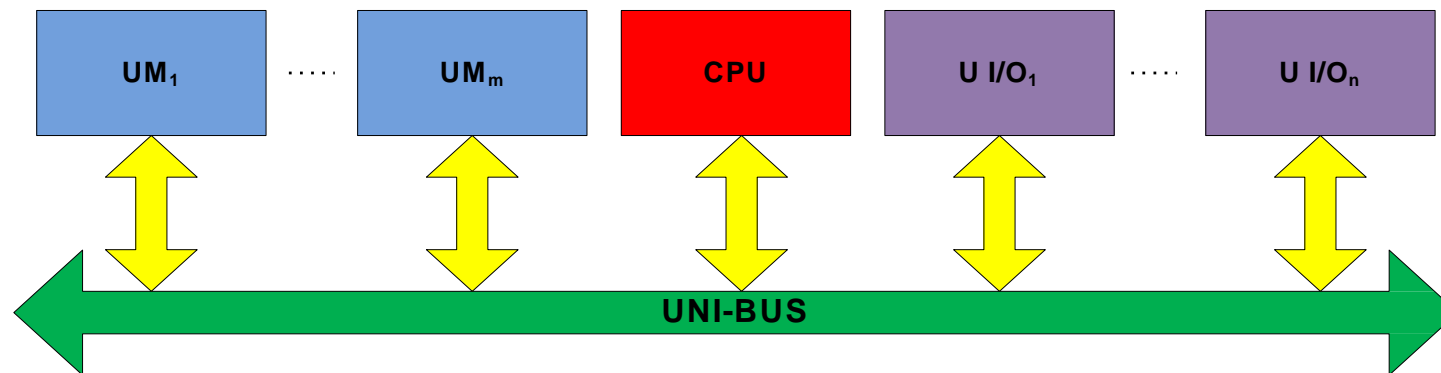
Magistrala unică \Leftrightarrow **magistrala sistem** \Leftrightarrow UNI-BUS.

Calculatoare cu o singură magistrală



La magistrala unică se conectează:

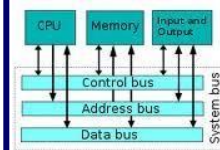
- CPU;
- modulele de memorie (memoria principală);
- toate unitățile de intrare-iesire.



Memoria secundară/externa se leagă prin unitățile de I/O;

Lărgimea magistralei trebuie să fie suficient de mare pentru a acoperi toate tipurile posibile de transfer: transfer de date, transfer de adrese, transfer de comenzi.

Calculatoare cu o singură magistrală



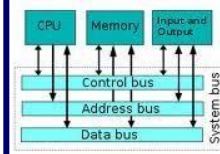
Un exemplu de calculator cu o astfel de organizare: PDP 11, al firmei DEC;

Magistrala are/avea 56 de linii, distribuite astfel:

- **18 linii de adrese** $A_0 \dots A_{17}$ - capacitatea de adresare fizică este de $2^{18}=256$ k cuvinte;
- **16 linii de date** $D_0 \dots D_{15}$ - lăţimea unui cuvânt calculator este de 16 biţi. Deci, magistrala de date era pe 16 biţi şi de aceea PDP 11 se numea calculator pe 16 biţi;
- **22 linii de control** (comenzi), care alcătuiau magistrala de control.

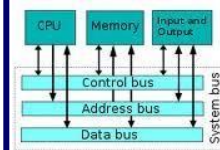


Calculatoare cu o singură magistrală



- Principalele comenzi sunt:
 - BUS REQUEST (BR - cerere de magistrală);
 - BUS AVAILABLE (BA - magistrală disponibilă);
 - BUS BUSY (BB - magistrală ocupată);
 - INTERRUPT REQUEST (IR - cerere de întrerupere);
 - INTERRUPT ACKNOWLEDGE (IA - confirmarea întreruperii);
 - DATA READY (DRD - dată pregătită) – semnal pt transfer asincron al datelor;
 - DATA RECEIVED (DRV - confirmare recepție dată) – semnal pt transfer asincron al datelor.

Calculatoare cu o singură magistrală

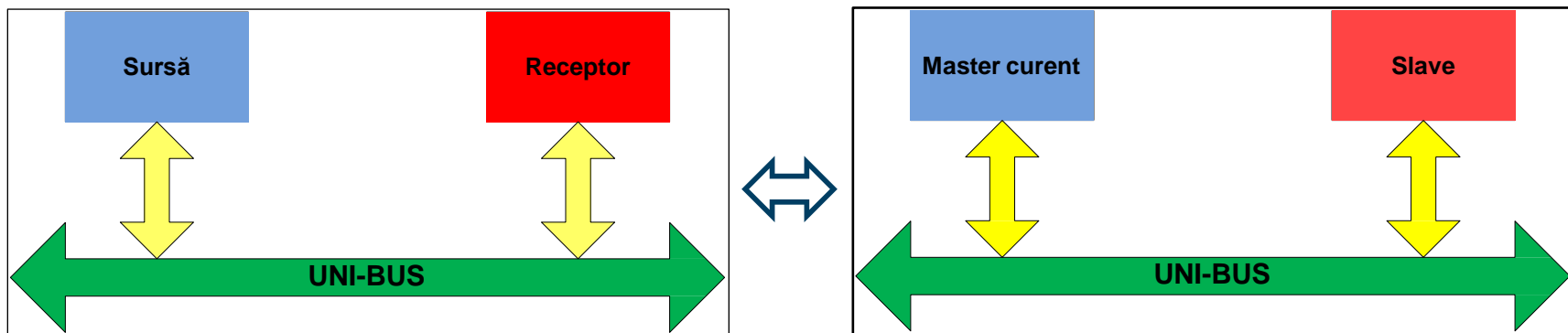


Transferurile între sursă și receptor se realizează prin tranziții de magistrală;

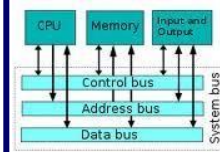
Toate dispozitivele care pot prelua magistrala în vederea transferului se numesc **master potențial**;

În momentul atribuirii magistralei unui master potențial, acesta devine **master curent**;

Dispozitivul care intră în comunicație cu un master se numeste **slave**.

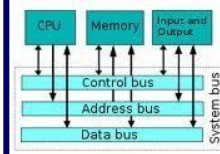


Calculatoare cu o singură magistrală



- Magistrala fiind unică, atât locațiile de memorie cât și dispozitivele de intrare-ieșire se adresează similar;
- De obicei: formate distincte de instrucțiuni pentru adresarea memoriei și pentru adresarea dispozitivelor de intrare-ieșire;
- În cazul magistralei unice se adoptă un format unic de instrucțiuni, deci se folosește **o tehnică de adresare unitară**;
- Funcționarea pe magistrala unică este de tip **asincron**: evenimentele nu sunt corelate cu un tact, ci se condiționează unul pe următorul;

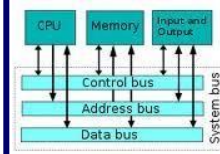
Calculatoare cu două magistrale



Pentru a simplifica diferitele transferuri între dispozitive, s-a magistrala unica a fost fragmenta în două magistrale:

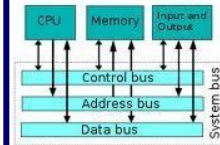
- magistrala de memorie;
- magistrala de intrare-ieșire.

Magistrala de memorie



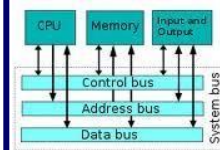
- Trebuie să fie foarte rapidă pentru a asigura transferul de instrucțiuni și date între CPU și memorie;
- Scumpă, dar compensată de faptul că magistrala este mai scurtă reducând astfel costurile.

Magistrala de I/O



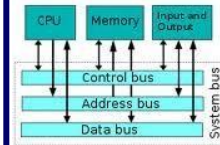
- Se conectează dispozitivele I/O, adică echipamentele periferice;
- Poate fi mult mai lungă pentru a permite cuplarea tuturor dispozitivelor de I/O;
- Dispozitivele de I/O au o viteză de lucru coborâtă => magistrala de I/O nu trebuie să îndeplinească condiții restrictive de rată de transfer mare;
- Costul mic;
- Lentă, deci nu necesită condiții speciale din punct de vedere al funcționării.

Magistrala de I/O



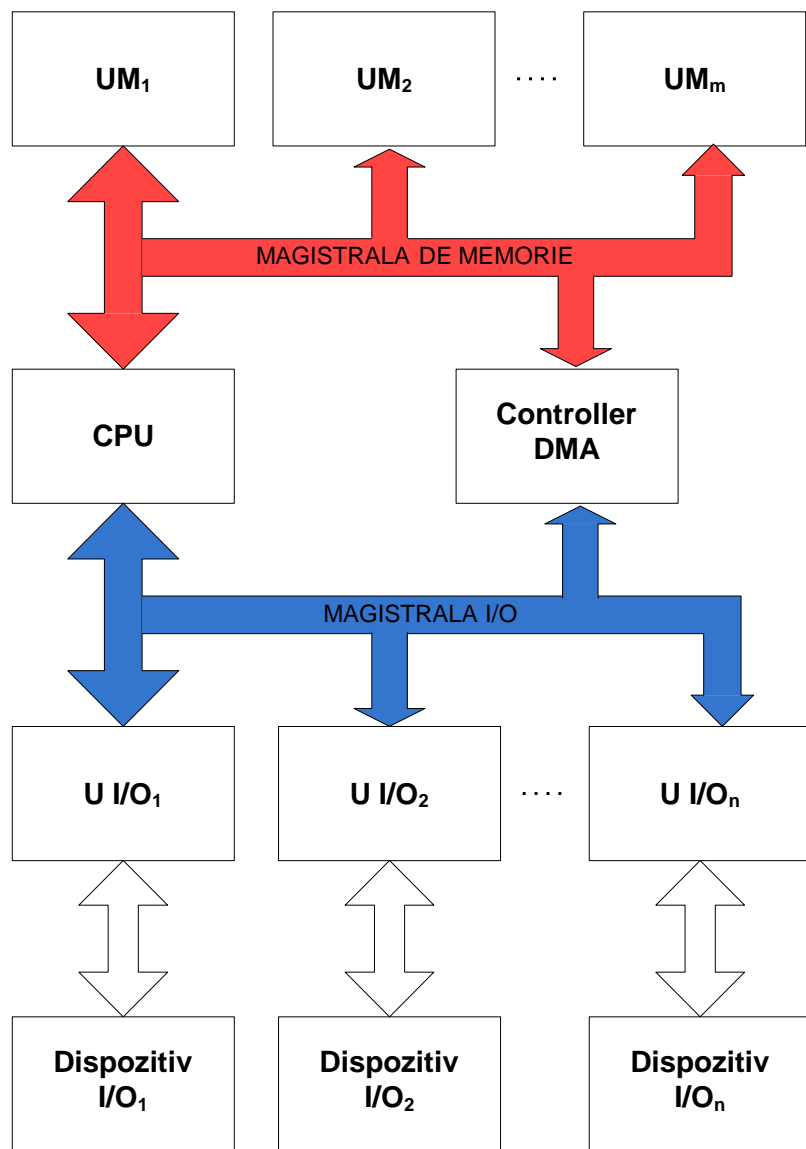
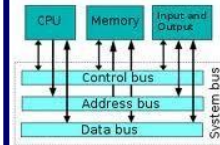
- Comunică cu magistrala de memorie prin DMA;
- Atunci când este necesar un transfer de date între un periferic și memorie se activează DMA care asigură transferul cu o rată de transfer mare între dispozitivele I/O și memorie;
- Unitatea DMA: un controller care este conectat la cele două magistrale;
- Canal DMA;
- Activitatea pe magistrala de I/O este controlată de CPU;
- De obicei există un procesor I/O (IOP) care este în comunicație cu CPU și magistrala I/O.

Calculatoare cu două magistrale

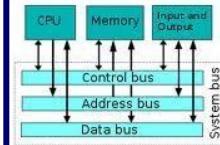


- Funcționarea celor două magistrale este independentă;
- Dacă pe magistrala de memorie se vehiculează instrucțiunile care se execută de CPU, pe magistrala I/O se vehiculează lent date;
- Atunci când se folosește controllerul DMA, acesta devine master pentru magistrala de memorie, CPU eliberând magistrala de memorie;
- Având în vedere natura diferită a celor două magistrale se pot folosi formate diferite pentru instrucțiunile de adresare a memoriei și cele de I/O;
- D.p.d.v tehnologic se recomandă ca magistrala de memorie să fie de minim 5 ori mai rapidă decât magistrala I/O.

Calculatoare cu două magistrale

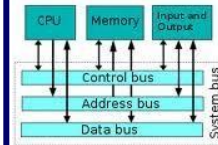


Calculatoare cu trei magistrale



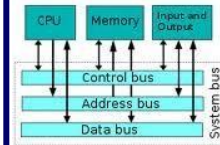
- Numărul de dispozitive I/O conectate la un calculator este mare;
 - Dacă se folosește o singură magistrală I/O atunci pot fi afectate dispozitivele I/O rapide;
 - Dispozitivele de I/O diferă prin viteza de funcționare, natura semnalelor, metodele de dialog;
- => gruparea dispozitivelor după viteză și astfel crearea mai multor magistrale de I/O.

Calculatoare cu trei magistrale



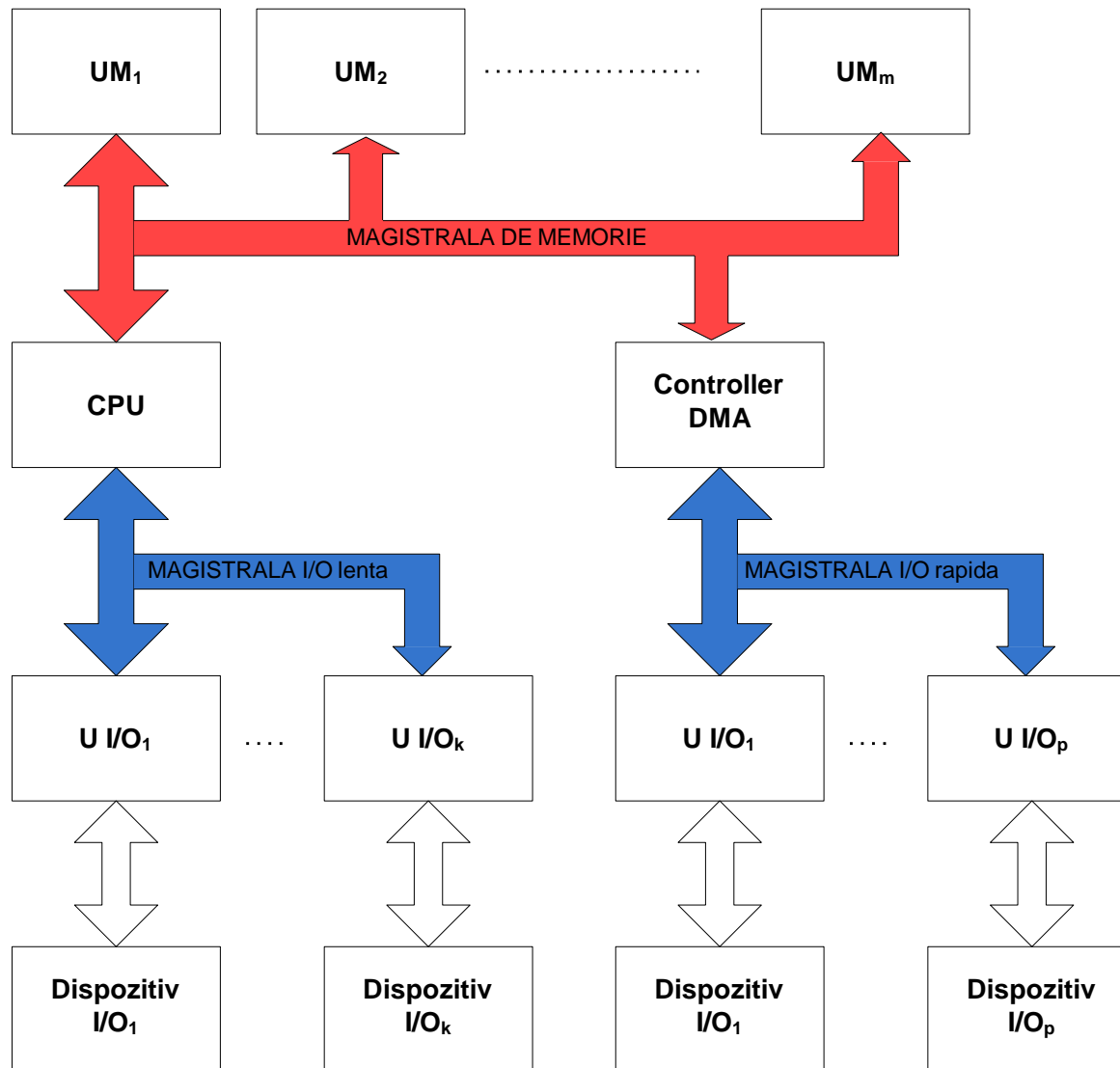
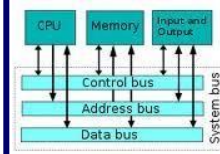
- Metodele de realizare ale transferurilor de I/O sunt următoarele:
 - transfer programat I/O – este un procedeu lent de tip software prin execuția unor instrucțiuni de I/O;
 - transfer sub controlul mecanismului întreruperilor;
 - transfer prin DMA – este cel mai rapid procedeu.

Calculatoare cu trei magistrale

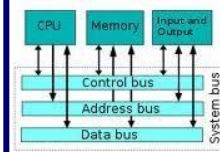


- S-a propus divizarea magistralei I/O în două magistrale:
 - 1) Magistrala I/O lentă,** la care se conectează dispozitivele I/O cu transfer programat și cu transfer dirijat prin întreruperi;
 - 2) Magistrala I/O rapidă,** la care se conectează dispozitivele I/O care asigură transferul prin DMA.

Calculatoare cu trei magistrale



Magistrale PC

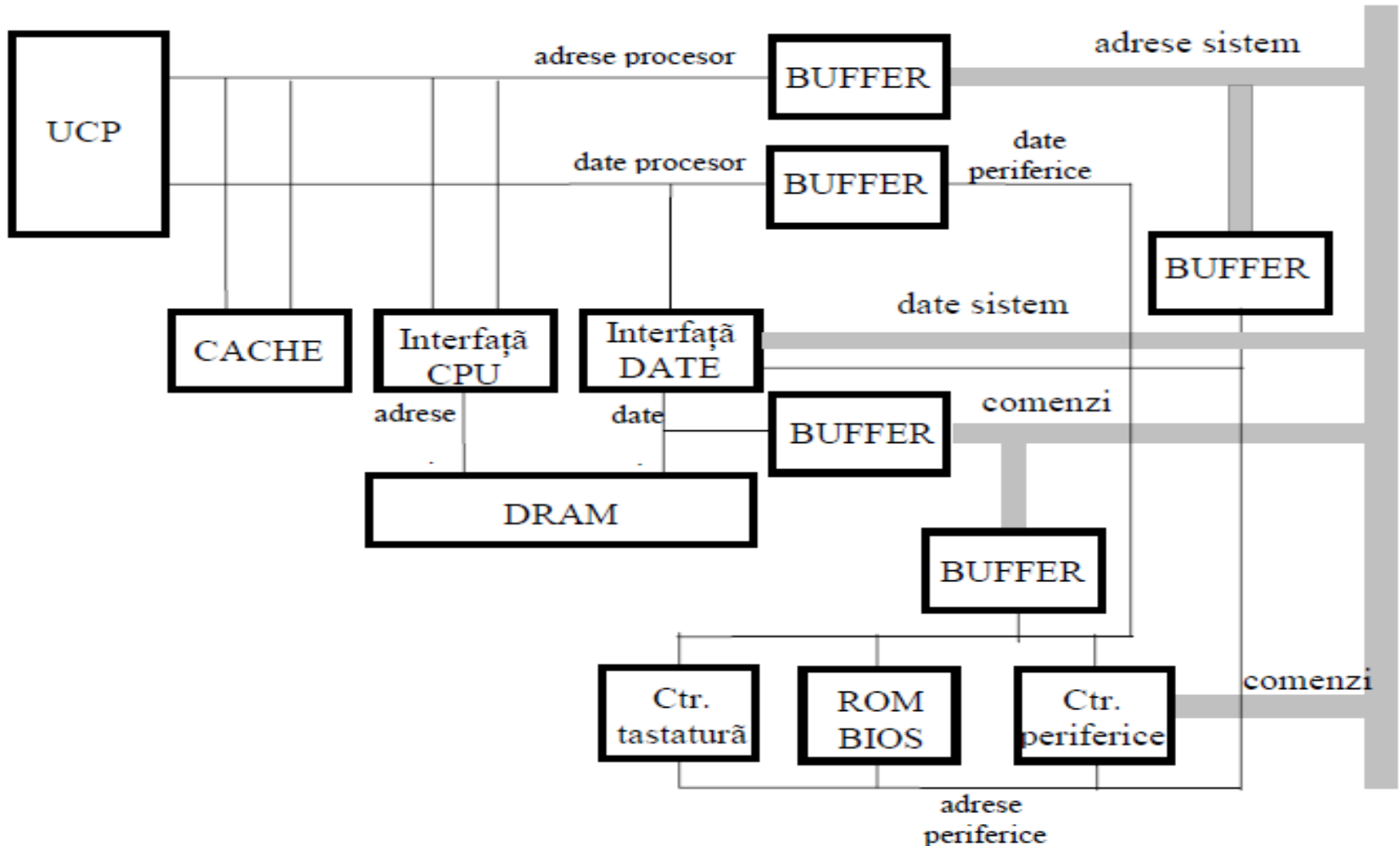


Magistrala ISA (*Industry Standard Architecture*)

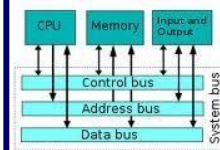
ISA este un standard de magistrală care s-a impus prin produs; a fost magistrala primelor calculatoare PC construite de IBM. Inițial magistrala de date era de 8 biți iar cea de adrese de 20 de biți. Ulterior, când a apărut calculatorul AT (*Advanced Technology*), magistrala de date s-a extins la 16 biți iar cea de adrese la 24 de biți. Sistemul AT a păstrat compatibilitatea cu prima variantă; când se face referire la magistrala ISA se subînțelege ISA-16. Destul de târziu, în anul 1990, IEEE a prevăzut reglementări pentru magistrală prin standardul IEEE P996.

The diagram illustrates a computer system architecture. At the top, three teal boxes represent the CPU, Memory, and Input and Output. Below these, three horizontal light blue bars represent the Control bus, Address bus, and Data bus. Arrows indicate the flow of information: the CPU, Memory, and Input and Output are all connected to each of the three buses. A vertical label 'System bus' is positioned to the right of the bus bars.

calculatoarele compatibile PC IBM-PC/AT
calculatoarele construite cu microprocesor 386SX, 386DX, 486SX, 486DX.



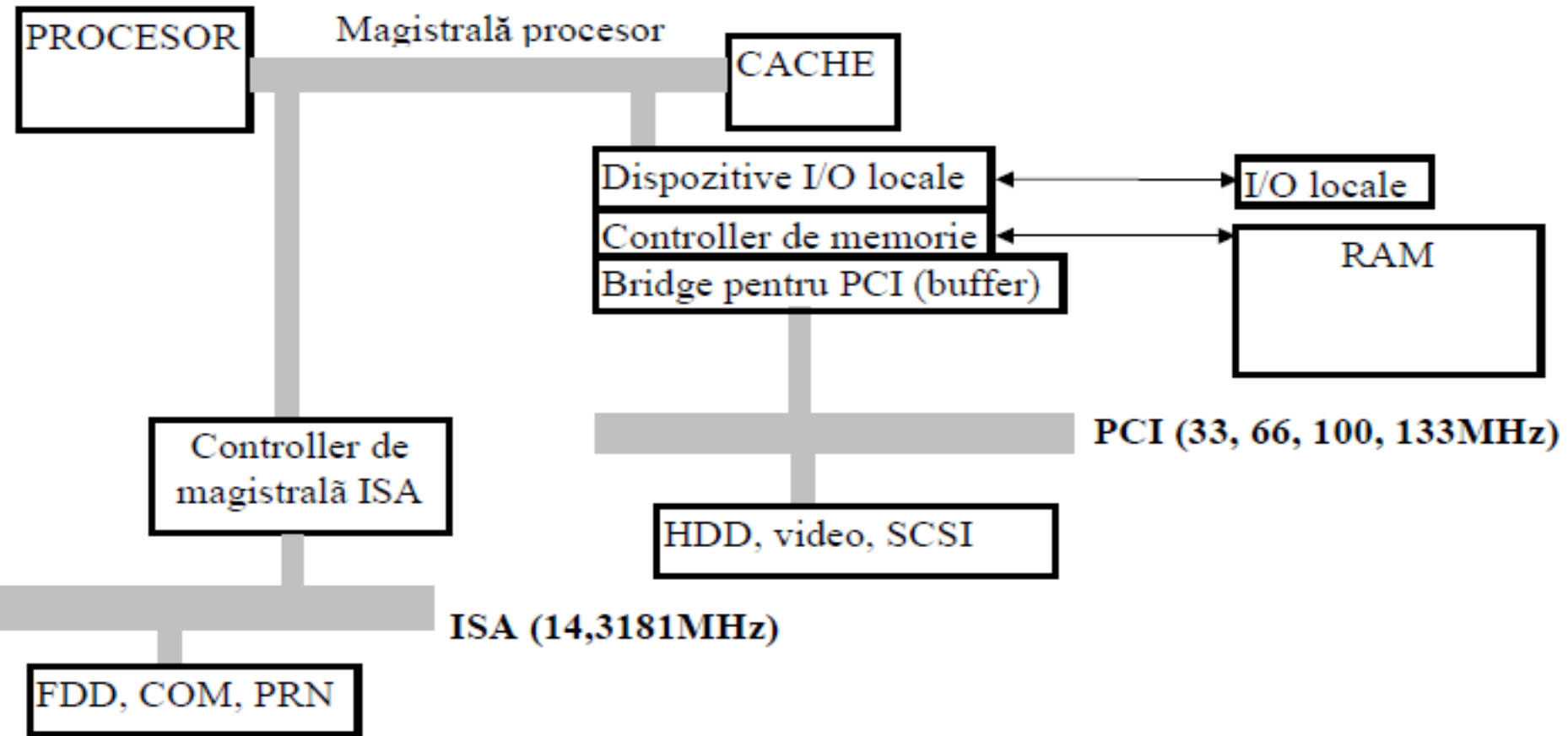
structura unei plăci de bază cu magistrală ISA.



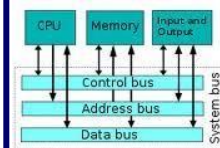
Magistrale PC

Magistrala PCI (Peripheral Component Interconnect)

Magistrala PCI a fost realizată în 1990 de INTEL pentru procesoarele PENTIUM. INTEL a cedat specificațiile domeniului public, ceea ce explică răspândirea acestei magistrale. PCI este o magistrală sincronă care poate lucra cu 32 sau 64 de biți de date, la o viteză de maximum 2,112 GBps.



Magistrale PC



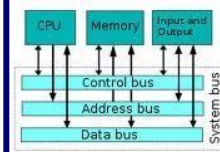
Magistrala VME

VME este o magistrală asincronă de 32 (64) biți de date care permite lucrul multiprocesor. Adresarea poate fi de asemenea pe 32 de biți. Pe această magistrală se pot conecta mai multe subsisteme cu procesoare și memorii proprii (cu lungime diferită a cuvântului de date). VME s-a răspândit mai puțin la noi dar în societățile dezvoltate industrial există multe calculatoare cu VME în domeniul măsurărilor și automatizărilor sau în domeniul aviației. VME a fost realizată de MOTOROLA în 1981 și a fost standardizată ca IEC 821 BUS și IEEE 1014-1987.

Dintre caracteristicile generale ale acestei magistrale se pot aminti:

- transferul datelor pe 8, 16, 24, 32, sau 32 biți;
- magistrala de adrese de 16, 24, 32, 40 sau 64 biți;
- arhitectură master/slave, multiprocesor cu 1-21 procesoare;
- mecanism de transfer asincron (multiplexat și nemultiplexat);
- 7 nivele de întrerupere;
- rata de transfer de la 40 MBps la 500 MBps, în funcție de versiunea magistralei;
- 21 sloturi.

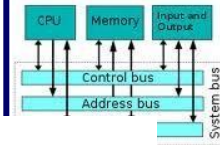
Magistrale PC



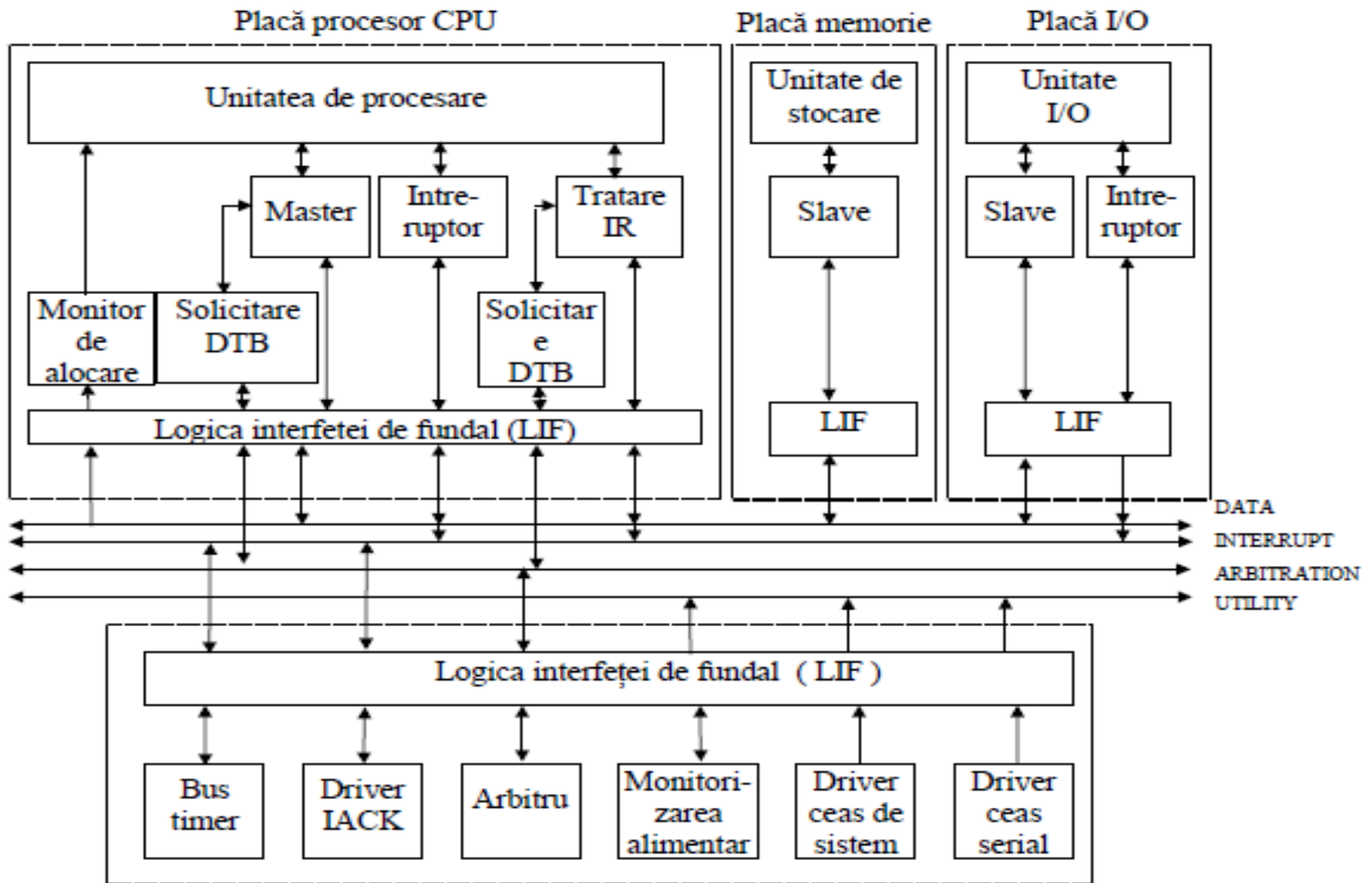
Magistrala VME lucrează cu 4 grupări de semnale:

- Data Transfer Bus (magistrala de date) DTB - facilitează schimbul de date dintre stăpânul și sclavii subsistemului;
- Arbitration Bus (magistrala de arbitraj) - realizează împărțirea magistralei între mai mulți stăpâni;
- Interrupt Bus (magistrala de întreruperi);
- Utility Bus - (magistrală utilitară) distribuie elementelor din sistem alimentarea, semnale de tact, resetarea, indicarea scăderii unei tensiuni de alimentare sub valoarea minimă, indicarea erorilor de subsistem.

Magistrale PC

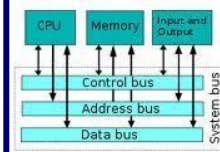


1. Nivelul de acces la magistrala de fundal 2. Nivelul de transfer de date.



Placa controller a sistemului
Structura unui sistem cu magistrală VME.

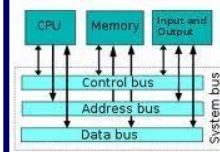
Magistrale PC



SCSI (Small Computer System Interface)

SCSI este o interfață paralelă multipunct cu 8, 16 sau 32 linii de date. Ea poate fi privită ca un bus, dar practic dispozitivele SCSI sunt legate prin daisy chain , fiecare având un conector de intrare și unul de ieșire. Din punctul de vedere al sincronizării, SCSI este un bus asincron. Orice dispozitiv poate transfera date cu orice alt dispozitiv sau cu dispozitivul MASTER. Standardul actual este SCSI 2 care permite transfer pe maximum 32 de linii de date la o viteză de transfer de maximum 20-40MBps. Orice transfer SCSI are un inițiator și o țintă. De obicei inițiatorul este dispozitivul MASTER.

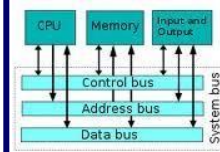
Magistrale PC



FUTUREBUS+

Este un bus asincron de mare performanță. Suportă cuvinte de date de 32, 64, 128 și 256 biți. FUTUREBUS+ suportă două modele de arbitrare a bus-ului, unul centralizat și unul distribuit. Un grup de 3 linii permite fiecărui modul să anunțe modul de transfer suportat. Realizatorii bus-ului susțin că este independent de arhitectura sistemului de calcul, de tipul procesorului și de tehnologia de realizare a sistemului. La bus se pot conecta plăci cu memorie cache proprie, utilizată în comun. Oferă de asemenea și suport pentru toleranța la erori.

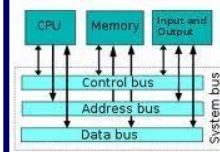
Magistrale PC



CEBus

Se bazează pe transmisia de date prin rețeaua industrială de curent alternativ (120V, 60Hz), (Standard Powerline Carrier Technology) pentru conectarea echipamentelor de electronică casnică între ele. În această tehnologie se folosește împrăștierea spectrului pentru a evita pericolul perturbărilor produse de rețea. Pe durata fiecărui bit de informație spectrul variază între 100Hz și 400Hz.

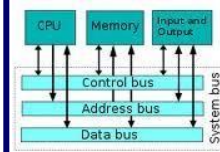
Magistrale PC



CAN (Controller Area Network) și J1850

Este o magistrală introdusă de Bosch și Intel pentru autovehicule. J1850 a fost introdusă în SUA de SAE (Society of Automotive Engineers) și este aplicată tot la autovehicule. Cele două standarde nu pot coexista, deoarece nivelele de tensiuni și protocoalele sunt diferite. Ambele variante sunt magistrale seriale, cu linii multiplexate cu care se poate lucra la fel la nivelul superior (software). Arbitrarea magistralei se realizează, la ambele, prin trimiterea unui identificator de 29 biți. Microcontrollerele construite pentru utilizarea în domeniul auto sunt echipate cu astfel de bus-uri.

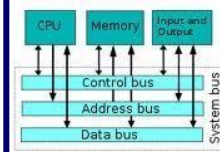
Magistrale PC



MICROWIRE/PLUS

Este o magistrală serială, sincronă, bidirecțională, introdusă de National Semiconductor Corporation. Compania echipează cu acest bus microcontrollere, convertoare, display-uri, EEPROM etc.

Magistrale PC



Lungimea (numărul de biți) regiștrilor interni se corelează de obicei cu *lățimea* (numărul de linii) ale **magistralei** de date. Aceasta e **măsura numărului de biți** ai microprocesorului. Microprocesoarele cu structură fixă sunt de 8,16,32,64 biți. Lungimea de cuvânt a microcalculatoarelor realizate cu microprocesoare « bit slice » (felii de bit), a căror structură e flexibilă, va fi un multiplu întreg al numărului de biți ai unei felii.

Registrul de adrese, respectiv lățimea magistralei de adrese definește spațiul de memorie adresabil direct de microprocesor . O magistrală de adrese de 16 biți permite adresarea a $2^{16}=65536$ celule distincte, iar 20 linii de adresă ne duc în lumea megaocteților: $2^{20}=1.048.576$ celule adresabile.