

CURS NR. 3

STRUCTURA MAȘINII FIZICE

În 1945, *John von Neumann* a stabilit structura logică a *calculatorului cu program memorat*. Majoritatea calculatoarelor actuale respectă această structură (Figura 2).

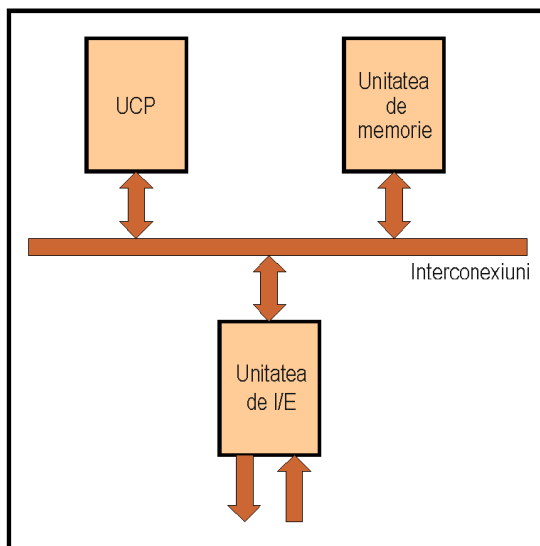


Figura2. Structura mașinii fizice.

Ideea principală a calculatorului cu program memorat este că atât *instrucțiunile*, cât și *datele* sunt păstrate în aceeași memorie. Datele sunt cele asupra cărora se efectuează prelucrări. Instructiunile sunt interpretate ca și coduri pentru generarea semnalelor de control necesare funcționării calculatorului.

Componentele principale ale mașinii fizice sunt următoarele:

1. *Unitatea centrală de prelucrare (UCP)*: Execută prelucrarea datelor și controlează funcționarea calculatorului. De multe ori se numește *procesor*.
2. *Unitatea de memorie (memoria internă sau principală)*: Păstrează datele și instrucțiunile.
3. *Unitatea de intrare/ieșire (I/E)*: Efectuează transferul datelor între calculator și mediul exterior acestuia.
4. *Interconexiunile*: Permit comunicația între UCP, memoria internă și unitatea de I/E.

Unitatea centrală de prelucrare

Componenta cea mai complexă este unitatea centrală de prelucrare, cu structura din Figura 3.

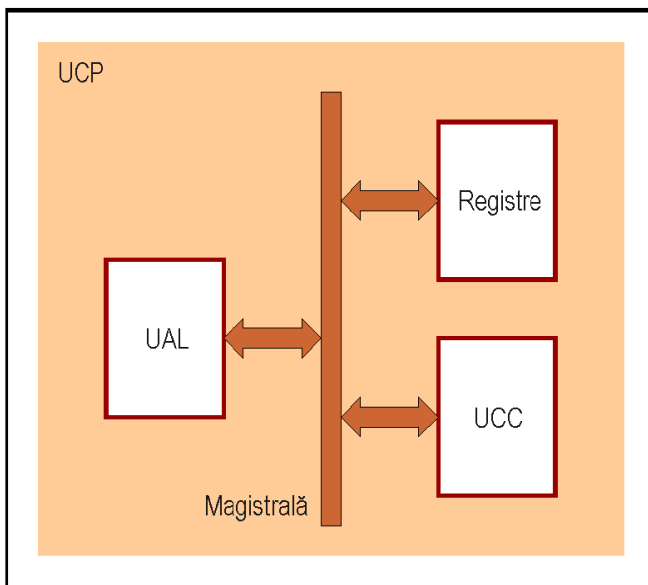


Figura 3. Structura unității centrale de prelucrare (UCP).

Componentele principale ale UCP sunt următoarele:

- *Unitatea aritmetică și logică (UAL):* Execută prelucrările asupra datelor.
- *Registrele:* Reprezintă o memorie internă pentru UCP.
- *Unitatea de comandă și control (UCC):* Controlează funcționarea UCP și deci a calculatorului.
- *Interconexiunile din cadrul UCP:* Asigură comunicația dintre UAL, registre și UCC. Sunt realizate sub forma unei *magistrale*, numită *magistrală internă a UCP*.

Unitatea aritmetică și logică

UAL implementează diferite operații aritmetice și logice asupra operanzilor obținuți din memorie. Conține, în principal, un circuit logic pentru adunare, numit *sumator*, toate operațiile aritmetice reducându-se la o succesiune de operații de adunare.

Operațiile efectuate pot fi: transferuri de date între registre și între acestea și memorie; operații aritmetice; operații logice (ȘI, SAU, NU); operații de deplasare a conținutului unui registru sau locație de memorie; operații de comparație a doi operanzi.

UAL generează informații referitoare la rezultatul ultimei instrucțiuni aritmetice și logice executate. Acestea se referă la semnul rezultatului, la paritatea acestuia, la cazurile în care a apărut un transport sau un împrumut în cursul prelucrării. Fiecare din aceste informații se păstrează în câte un bistabil, bistabilele fiind reunite într-un *registru de stare*. Acest registru conține și alte informații referitoare la starea programului.

Registrele

Setul de registre din cadrul UCP păstrează temporar operanzii unei operații aritmetice sau logice, rezultatele intermediare și finale, sau adresele acestora. Utilizarea registrelor crește viteza de prelucrare, eliminând necesitatea accesului repetat la memorie. Ele reprezintă deci o memorie internă foarte rapidă.

Unele registre pot avea funcții *dedicate*, altele se pot utiliza pentru orice operații, fiind *registre generale*. Un registru special îl reprezintă *registru acumulator* (sau *acumulator*), care păstrează de obicei unul din operanzii care participă la o operație, ca și rezultatul operației. O parte din registre nu sunt accesibile prin program, fiind registre de lucru. Un asemenea registru este, de exemplu, *registru de instrucțiuni*, care păstrează instrucțiunea curentă (cea care se execută la un moment dat).

Unitatea de comandă și control

UCC coordonează activitatea calculatorului: extrage instrucțiunile programului din memorie, le decodifică (le interpretează) și generează secvența semnalelor de comandă necesare execuției. Separarea în timp a etapelor de execuție se asigură de către un *dispozitiv de secvențiere*.

Pe parcursul execuției unei instrucțiuni, unitatea de comandă primește de la unitatea de calcul *informații de stare*, în funcție de care selectează una din alternativele de continuare a operației. La terminarea execuției, se trece la instrucțiunea următoare. Adresa acestei instrucțiuni este păstrată într-un registru numit *contor de program* sau *numărător de instrucțiuni*.

În funcție de modul de implementare a dispozitivului de secvențiere, dispozitivele de comandă pot fi de două tipuri:

- Realizate în *logică cablată*, de exemplu cu un numărător și un decodificator;
- *Microprogramate*, care păstrează secvențele semnalelor de comandă într-o memorie de microprogram.

Unitatea de memorie

Memoria reprezintă sursa sau destinația tuturor informațiilor. În memorie sunt încărcate informațiile inițiale (date și instrucțiuni) prin dispozitivele de intrare, și de la memorie sunt preluate rezultatele prin intermediul dispozitivelor de ieșire.

Memoria este organizată ca o colecție de locații de memorie. Fiecărei locații i se asociază o *adresă*, prin intermediul căreia se poate selecta locația respectivă. Adresarea se realizează cu ajutorul unor *linii de adresă*, numărul acestor linii determinând capacitatea maximă adresabilă a memoriei. De exemplu, cu 16 linii de adresă se pot selecta maxim 2^{16} locații de memorie.

O locație de memorie se caracterizează prin:

- *Adresă*: poziția locației în cadrul memoriei.
- *Conținut*: valoarea memorată la această adresă.

Cantitatea de informație care poate fi memorată într-o locație adresabilă individual, exprimată ca număr de *cifre binare (biți)*, se numește *lungime a cuvântului de memorie*.

De obicei, memoria este organizată pe cuvinte de 16, 32, 64, 128, 256 de biți, unitatea adresabilă fiind *octetul*.

Memoria trebuie să aibă o capacitate cât mai mare și o viteză cât mai ridicată, adică un timp de acces cât mai redus. Viteza este direct proporțională cu costul. De aceea, majoritatea calculatoarelor au două tipuri de memorii, care lucrează pe principii diferite:

- O *memorie internă* rapidă, numită memorie principală, care comunică direct cu unitatea de calcul și cea de comandă, cu un cost pe bit relativ ridicat;
- O *memorie externă* mai lentă, cu o capacitate mult mai mare, și cu un cost pe bit mai redus (disc magnetic, bandă magnetică). Această realizare a memoriei nu afectează sensibil viteza de calcul, deoarece prelucrarea datelor și transferul de informații se efectuează la viteza de acces a memoriei interne.

Operațiile efectuate cu memoria sunt cele de *citire* și de *scriere*. Aceste operații, ca și cea de *selecție* a unor locații de memorie pe baza adresei, se realizează cu un ansamblu de circuite care formează, împreună cu memoria, *unitatea de memorie*.

Unitatea de intrare/ieșire

Această unitate asigură comunicația dintre calculator și mediul exterior. Utilizatorii comunică sistemului informațiile înregistrate pe suporturi externe de informație, iar rezultatele prelucrărilor sunt furnizate utilizatorilor pe asemenea suporturi. Transmiterea informațiilor de pe suporturile externe în memorie și înregistrarea informațiilor pe asemenea suporturi sunt efectuate de

echipamentele periferice. Acestea sunt conectate la calculator prin *interfețe de I/E*, existente în cadrul unităților de I/E, care îndeplinesc două funcții importante: de conversie de date și de memorie tampon. Conversia este necesară deoarece informația este reprezentată diferit și pe medii diferite, fiind necesară compatibilizarea dispozitivelor respective.

Funcția de memorie tampon este necesară pentru că viteza de lucru a calculatorului (UAL și UCC) este cu câteva ordine de mărime mai mare decât a dispozitivelor exterioare. Memoria tampon asigură sincronizarea funcționării calculatorului cu aceste dispozitive.

Interconexiuni

Interconectarea unităților componente ale calculatorului se realizează prin una sau mai multe *magistrale*. O magistrală este formată dintr-un grup de linii destinate transferului paralel al informațiilor de la una sau mai multe surse la una sau mai multe destinații. Numărul liniilor magistralei este egal de obicei cu lungimea cuvântului transferat.

Magistralele pot fi unidireționale sau bidireționale. La un moment dat, nu poate fi selectată decât o sursă și una sau mai multe destinații. În cazul selecției mai multor surse simultan, rezultatul poate fi imprevizibil.

Selecția sursei și a destinației se realizează cu multiplexoare și decodificatoare. Multiplexorul specifică sursa care depune informația pe magistrală, iar decodicatorul selectează destinațiile care vor fi cuplate la magistrală.

În funcție de semnalele vehiculate, magistralele pot fi de *adrese*, de *date* și de *control*.