

Arhitectura Calculatoarelor

T.2 – Scurt istoric al dezvoltării calculatoarelor

Scurt istoric a dezvoltării calculatoarelor; influența progresului tehnologic asupra dezvoltării calculatoarelor; Concepte noi în evoluția calculatoarelor

Scopul Lecției: De a face cunoștință principalele etape de dezvoltare a sistemelor de calcul determinate de evoluția tehnologică și evoluția determinată de conceptele noi în Arhitectura Calculatoarelor

Studentul trebuie să cunoască:

- § Etapele de bază a dezvoltării calculatoarelor determinate sub forma de generații
- § Savanții care au contribuit la dezvoltarea sistemelor de calcul și formarea noțiunii de Calculator
- § Ideile de bază în Arhitectura Calculatoarelor care au condus la dezvoltarea Calculatoarelor

Conf. Univ. Dr. Crețu Vasilii





În decursul timpului, de la apariția primului calculator și până astăzi, dezvoltarea în acest domeniu s-a datorat celor doi factori principali:


- progresul tehnologic și
- introducerea de noi concepții în arhitectura calculatoarelor.

Influența progresului tehnologic asupra dezvoltării calculatoarelor
Generația zero, calculatoare mecanice, (1642-1945)

Primul care a construit o mașină de calcul funcționabilă a fost Blaise Pascal (1623-1662) care, la numai 19 ani, a proiectat o mașină mecanică. Mașina putea să facă numai adunări și scăderi

Gottfried von Leibniz (1646-1716) a contribuit, teoretic și practic, la nașterea informaticii. El a perfecționat mașina lui Pascal, noua mașină reușind să execute, pe lângă adunări și scăderi, și înmulțiri și împărțiri.



Mașina lui Leibniz este o mașină de calcul analitic care poate realiza operații aritmetice de bază: adunare, scădere, înmulțire și împărțire. Este construită dintr-un număr mare de roți dințate care se pot roti în diferite poziții pentru a reprezenta cifrele de la 0 la 9. Prin intermediul acestor roți, mașina poate realiza operații aritmetice complexe, inclusiv înmulțirea și împărțirea. Mașina este construită dintr-un număr mare de componente mecanice, care sunt montate într-o manieră precisă și care permit realizarea operațiilor aritmetice de bază.

Cel care poate fi considerat autorul precursorului calculatorului actual este Charles Babbage (1792-1871)

Mașina de calcul al diferențelor (diferențială) era o mașină specializată care, pe baza unui algoritm, calcula tabele de numere utile în navigația maritimă prin metoda diferențelor finite. Cea mai interesantă caracteristică a acestei mașini era înscrierea rezultatelor pe o tablă de aramă gravabilă cu o ștanță de oțel, previzionând mediile periferice de inscripționare de azi.



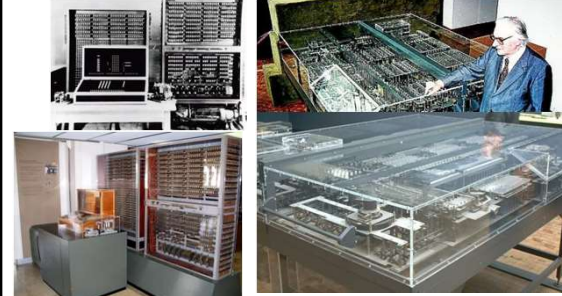
Mașina analitică avea patru componente:

- magazia (memoria);
- moara (unitatea de calcul);
- secțiunea de intrare (cititorul de cartele);
- secțiunea de ieșire (ieșire perforată și imprimată).

Magazia consta din 100 de cuvinte a câte 50 cifre zecimale, fiecare fiind folosită pentru a memora variabile și rezultate. *Moara* putea accepta operanzi din magazie, pe care putea aduna, scădea, înmulți sau împărți, pentru ca, în final, să întoarcă rezultatul în magazie.

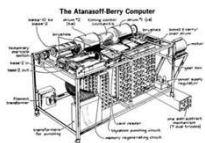
Ada de Lovelace primul programator din istoria calculatoarelor. În cinstea ei limbajul de programare a fost denumit ADA.

În 1930, un student german, Konrad Zuse, a construit o serie de mașini de calcul folosind relee electromagnetice.



Mașina Z3 este o mașină de calcul analitic construită dintr-un număr mare de relee electromagnetice. Este construită dintr-un număr mare de componente mecanice, care sunt montate într-o manieră precisă și care permit realizarea operațiilor aritmetice de bază. Mașina este construită dintr-un număr mare de componente mecanice, care sunt montate într-o manieră precisă și care permit realizarea operațiilor aritmetice de bază.

În SUA, John Atanasoff, de la Colegiul Statului Iowa, a creat, pornind de la ideea lui Babbage, o mașină asemănătoare din punct de vedere logic dar utilizând o altă tehnologie. Memoria era formată din capacități care se reîncăreau periodic, idee utilizată astăzi la memoria dinamică RAM cu refresh. Ca și mașina Babbage, mașina lui John Atanasoff era tributară tehnologiei și nu a funcțional. Se pare, însă, că istoria a reținut prototipul ABC (Atanasoff-Berry-Computer), Berry fiind un student a lui Atanasoff, realizat în 1939



George Stibitz, de la Bell Laboratories, a creat o mașină mai primitivă ca a lui Atanasoff dar care are marele merit că a funcționat, demonstrația făcându-se, în 1940, la Colegiul Dartmouth.
 În 1944, Howard Aiken a construit o mașină pornind de la mașina Babbage, pe care a studiat-o îndelung, creând o nouă mașină pe bază de relee electromagnetice. Mașina avea 72 cuvinte, fiecare de câte 23 cifre zecimale, și un timp de instrucțiune de 6 secunde. Intrarea și ieșirea se făceau pe bază de hârtie perforată.

Generația întâi, mașini cu tuburi electronice (1945-1955)

Circuitele logice din generația întâi erau realizate cu tuburi electronice și aveau un consum energetic foarte mare. Principalele caracteristici ale acestor calculatoare au fost:
 -memoria realizată cu tambur magnetic;
 -utilizarea cititorului/perforator de hârtie;
 -existența a 10-20 instrucțiuni simple care constituiau baza unui limbaj cod mașină.
 Din punct de vedere logic nu era mare diferență față de mașina Babbage dar tehnologic se intra în era electronică.

Din punct de vedere logic nu era mare diferență față de mașina Babbage dar tehnologic se intra în era electronică. Principalele calculatoare din această generație au fost:
ENIGMA, mașină realizată de Germania în timpul celui de-al doilea război mondial pentru transmiterea mesajelor codificate.
COLLOSUS, mașini fabricate de Englezi pentru decodificarea mesajelor ENIGMA. De menționat că la fabricarea lor a contribuit și Allan Turing, cunoscut mai târziu drept creator al mașinii TURING.



ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer), construit de către John Mauchly și John Eckert (Universitatea din Pennsylvania), cu colaborarea lui John von Neumann. Era destinat rezolvării ecuațiilor diferențiale cu derivate parțiale și a avut aplicații în domeniul militar, la calcularea traiectoriilor balistice și chiar la fabricarea bombei atomice în proiectul Manhattan. Avea următoarele caracteristici:
 -19000 tuburi electronice și 1500 relee;
 -30 unități separate care procesau datele;
 -20 registre de câte 10 cifre zecimale destinate rezultatelor finale și parțiale;
 -efectua 5000 operații pe secundă.

EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), calculator cu numai 4000 tuburi electronice. Este important pentru că în echipa care l-a proiectat s-a aflat și **John von Neumann** care în 1947 a publicat principiile calculatorului modern, valabile și astăzi. Mașina lui von Neumann este un model de mașină universală, nespecializată, cu următoarele elemente:
 -o memorie conținând programe (instrucțiuni) și date;
 -o unitate aritmetică și logică(UAL);
 -o unitate care permite schimbul de informație cu perifericele (U I/E)
 -o unitate de comandă (UC).
 Aceste dispozitive realizează funcțiile de bază ale unui calculator



Bazele aritecturii calculatoarelor de astazi au fost puse de *John von Neumann* care a realizat **masina IAS**. El a propus inlocuirea aritmeticii zecimale seriale cu aritmetica binara paralela. **Masina von Neumann** a fost realizata de Wikes si s-a numit EDSAC avind integrat un program memorat.



Generatia a doua, calculatoare cu tranzistori (1955-1965)

John Bardeen, Walter Brattain și William Shockley au inventat în 1948 tranzistorul bipolar cu joncțiune ceea ce le-a adus în 1956 Premiul Nobel pentru Fizică. Tranzistorul are aceleași funcțiuni ca tuburile electronice cu vid dar are avantajul de a fi miniaturizabil.

Calculatoarele bazate pe tehnologia cu tranzistori au următoarele caracteristici:
 -utilizarea diodelor și tranzistorilor pe bază de germaniu și apoi pe bază de siliciu ceea ce a condus la o putere disipată mai mică, gabarii redus și siguranță în funcționare;
 -memorii pe inele de ferită, de 1000 de ori mai rapide decât cele din generația anterioară, având timpul de acces de 2-12 μs.;
 -aparitia cablajului imprimat;
 -aparitia echipamentelor periferice precum discul, banda magnetica, imprimanta;
 -aparitia limbajelor de nivel inalt ca Fortran, Cobol, Algol.

Dintre calculatoarele din această generație, cele mai cunoscute sunt:

TX-0 (Tranzistorised eXperimental computer 0) realizat la MIT.



PDP-1 (Programmable Data Processor) realizat de către DEC (Digital Equipment Corporation), având o memorie internă de 4k cuvinte a 18 biți și ciclul instrucțiune de 5μs., fiind echipat cu consola monitor CRT (Cathode Ray Tube) cu posibilitatea de control al fiecărui punct de pe ecran.



PDP-8, cu o magistrală unică și cu următoarele module: CPU, memorie, consola, dispozitive I/E. A fost primul calculator numeric comercial, de mare serie, vânzându-se 5000 bucăți.



CDC 6600, produs de DEC și proiectat de Seymour Cray, viitorul proiectant al calculatoarelor Cray 1 și Cray 2.

IBM 7094, cu memorie de 32 cuvinte de 36 biți și ciclu instrucțiune de 2μs.



Generația a treia, calculatoare cu circuite integrate (1965-1980)

În 1958 a fost inventat circuitul integrat de către Robert Noyl sau, după alte surse, de către Jack Kilby de la Texas Instruments. Este vorba despre gruparea pe o pastilă de siliciu a mii și apoi milioane de componente. Principalele caracteristici ale calculatoarelor din această generație sunt:

- utilizarea circuitelor integrate e scară redusă, cu 100 tranzistori pe chip;
- aparitia memoriilor de semiconductoare, cu timp de acces de 0,5-75μs;
- memorie externă de mare capacitate, discuri de masă și benzi magnetice.

Sistemele de calcul din această generație au fost create de:

IBM, cel mai reprezentativ fiind **IBM 360**;

Minicalculatorul IBM 360 avea următoarele caracteristici:

- ciclu instrucțiune 250μs;
- spațiul de adresare de 2²⁰ octeți (19 Mocteți);
- registre de lucru pe 32 biți;
- aparitia multiprogramării.

DEC, cu minicalculatoare din seria **PDP 11/XX**.

Minicalculatoarele PDP 11/XX aveau caracteristici asemănătoare cu ale lui IBM , însă cuvântul era de 16 biți (și apoi de 32 biți la cele din seria VAX); raportul preț/performanță era foarte bun, cel mai bun dina anii 80.



Generația a patra. VLSI (1980-2005)

Aparitia acestei generații a fost posibilă datorită perfecționării tehnologiei integratelor. Circuitele integrate VLSI (Very Large Scale Integration) ajung la 1 miliard de tranzistoare pe cip.

Calculatoarele din această generație se caracterizează prin următoarele:

- utilizarea circuitelor VLSI;
- aparitia și dezvoltarea microprocesoarelor;
- dezvoltarea de noi tipuri de memorii (MOS, magnetice, holografice) și echipamente periferice orientate pe sesizarea primară a datelor;
- interconectarea calculatoarelor în rețele, însoțită de întrepătrunderea industriilor de calculatoare și telecomunicații;
- aparitia și dezvoltarea mediilor de programe complexe cu puternice facilități grafice.

În această generație au apărut la început calculatoarele personale de tip Home Computer iar apoi cunoscutele Personal Computer, pe bază de microprocesoare; două dintre firmele cele mai importante care produs microprocesoare sunt INTEL și AMD.




Generația cincia

S-a încercat o definire a generației a cincia, prin formularea cerințelor ce stau în fața calculatoarelor la ora actuală, cerințe care cuprin următoarele:

- o interfață inteligentă care să permită dialogul pe bază de limbaj natural (voce, sunete, imagini, informație grafică);
- crearea unei mașini care să realizeze raționament pentru rezolvarea problemei, fără cunoașterea prealabilă a algoritmului;
- baze de date imense cu o căutare foarte rapidă.



calculator cuantic sau computer cuantic



Concepte noi în evoluția calculatoarelor

În afara progresului tehnologic, concepțiile noi au condus la o dezvoltare rapidă a sistemelor de calcul. . Noile idei sunt legate, în primul rând, de arhitectura calculatoarelor. Menționăm doar cele mai importante dintre ele.

Microprogramarea

În 1951, Maurice Wilkes, un cercetător de la Universitatea din Cambridge, a sugerat construirea unei mașini pe trei niveluri, în loc de două câte erau până atunci. Noul nivel propus de Wilkes avea rolul ca setul de instrucțiuni să fie interpretat de microprogram, în loc să fie realizat direct pe partea electronică. Acest concept, numit microprogramare, a devenit dominant începând cu anii 70.

Inventarea sistemului de operare

A fost proiectat și introdus cu scopul de a automatiza sarcinile operatorului de calculator. Un sistem de operare este un program care acționează ca un intermediar între utilizator și partea fizică a sistemului de calcul și permite utilizarea efecace a componentelor unui calculator. Primul sistem de operare a fost realizat, în 1955, de către programatorii de la General Motors Research Center care au scris un astfel de program intitulându-l „a monitor program for the IBM 701”

Un pas foarte important în cadrul dezvoltării sistemelor de calcul a fost crearea sistemelor de operare cu *time-sharing* de către MIT la începutul anilor 60. La sfârșitul anilor 60, se remarcă o serie de invenții precum sistemul de operare UNIX care are deja un sistem de fișiere sofisticat, gestionarea proceselor, interfața cu sistemul și o serie de instrumente specializate în tratarea unor sarcini specifice. Așa cum arată numele, marca depusă UNIX desemnează începutul sistemelor compatibile.

Memoria Cache

Memoria cache a fost o idee simplă dar foarte eficientă care a mărît de zece ori viteza de calcul a unui sistem.

Legea lui Moore (legea hardware-ului)

În anul 1965, Gordon Moore, fondator al companiei Intel, observând că numărul de tranzistoare creștea constant, a prezis că numărul acestora se va dubla anual. Aceasta a devenit **legea lui Moore**, exprimată ca dublarea numărului de tranzistoare la fiecare 18 luni. Evident acest progres tehnologic a dus la creșterea performanțelor sistemelor și la scăderea prețurilor.

Legea software-ului

Enunțată de **Nathan Myhrvold** spune că "software-ul este ca un gaz, crescându-și volumul astfel încât să ocupe tot spațiul pe care îl are la dispoziție". Această lege indică faptul că resursele hard disponibile sunt imediat consumate de către soft, chiar mai mult existând o cerere permanentă de resurse.

TIPURILE CALCULATOARE

Există două direcții importante în dezvoltarea calculatoarelor:

- **CISC** (Complex Instruction Set Computers) corespunzătoare calculatoarelor realizate cu microprocesoare cu arhitectură CISC.
- **RISC** (Reduced Instruction Set Computers) corespunzătoare calculatoarelor realizate cu microprocesoare RISC, reprezentativ fiind microprocesorul SPARC realizat de firma Sun.

În paralel sunt dezvoltate direcții alternative:

- Calculatoare paralele. Exemplu: reprezentativ este **MIPS** (Millions of Instruction Per Second) realizat la Universitatea Stanford USA, cu arhitectură mai specială, paralelă.
- Calculatoare orientate către limbaj; direcție nouă de dezvoltare o constituie cipurile **JVM** (Java Virtual Machine)

Exemple de tipurile de calculatoare sunt:

- **Calculatoare personale** – ele se referă la calculatoarele de birou și la agendele de lucru. Ele sunt monoprocesor și se numesc PC-ri (dacă microprocesorul este CISC) sau stații de lucru (dacă procesorul este RISC). Puterea lor de calcul crește pe măsura evoluției tehnologice. Pot fi echipate cu MODEM-uri pentru transmisia la distanță.
 - **Server-e** – Ele se referă la calculatoarele cu putere mai mare din rețea pe care se află instalat software-ul corespunzător, deservind stațiile de lucru.
 - **Mulțime de stații de lucru** – numite și **Networks of Workstations (NOW)**, sau **Clusters of Workstations (COW)** – sunt alcătuite din mai multe stații de lucru legate prin rețele de mare viteză și având un software distribuit pentru soluționarea împreună a unor probleme specifice unui domeniu.
 - **Calculatoarele mari** - specifice sistemelor mari cu capacitate foarte mare de stocare (de ordinul teraocetilor, 1 Toct.=10.oct.).
 - **Supercalculatoarele** - cu UCP foarte rapide, resurse mari (memorie) și interconectări rapide folosite pentru calcule foarte complicate științifice.
- Toate aceste calculatoare au unitatea centrală de prelucrare (CPU = Central Processing Unit) integrată pe un chip, numit microprocesor.