



Dispozitive MECANICE de calcul

Lavinu-Aurelian Bădulescu

Aparent un domeniu în care totul se conjugă la timpul prezent, calculatoarele au o istorie a lor, care începe cu mii de ani în urmă. În cadrul acestui articol vom prezenta câteva repere istorice importante pentru acest domeniu.

Cel mai îndepărtat strămoș al calculatorului de astăzi este **abacul**, un instrument de calculat, cu ajutorul unor bile mobile așezate pe bare orizontale și paralele fixate într-un cadru de lemn; el permitea utilizatorilor lui efectuarea unor operații simple de adunare, scădere sau înmulțire.

Probabil, abacul a fost inventat de sumerieni în vechea *Mesopotamie (Babilon)*, de unde a fost preluat în *Egipt*, *China* și pe valea fluviului *Indus*, înainte de a ajunge în lumea greco-romană. *Grecii* sunt cei care i-au dat numele pe care îl utilizăm astăzi; semnificația cuvântului este **planșetă** sau **tabelă de calcul**.

Abacul a fost în utilizat continuu în *Europa* până în *Evul Mediu*, deci aproape 2000 de ani, fiind treptat eliminat odată cu adoptarea sistemului de numerație indiano-arab care folosea și cifra zero, ceea ce ușura foarte mult calculele.

Totuși, acest instrument este încă utilizat în unele țări asiatice, în special în *China*, de obicei pentru calculele de afaceri.

Arabii au efectuat cercetări intense în domeniul matematicii și, în secolul al IX-lea, *al-Khwarizmi* a publicat o lucrare fundamentală (*Kitab al-jabr-wa al-muqabalah*) despre un sistem algebric de manipulare a expresiilor numerice care fundamentează bazele calculului zecimal. Cuvântul **algebră** provine din denumirea acestei lucrări.

El este cel care a definit pentru prima dată noțiunea de **algoritm**, cuvânt care este derivat din numele său.

Prin intermediul lucrărilor sale, europenii vor cunoaște cifrele indiene (numite astăzi cifre arabe) și numărul **zero**.

Nu se poate spune cu exactitate când s-a introdus pentru prima dată cifra zero într-un sistem de numerație. Unii consideră că acest concept era cunoscut vechilor babilo-

nieni, dar este mai probabil ca el să fi apărut în jurul anului 700, în *India*. Cultura *Maya*, independent de indieni și posibil înaintea lor, a dezvoltat un sistem de numerație care includea cifra zero.

Numărul zero este introdus în *Europa* de *Papa Silvestru al II-lea* (999-1003). Acest număr este considerat a fi una dintre cele mai ingenioase invenții ale intelectului uman. Banalele calcule aritmetice de adunare sau scădere devin mai dificile dacă nu utilizăm cifra zero. Această cifră face posibilă existența sistemului de numerație zecimal (ne permite să facem diferență între numere cum ar fi 23, 203, 2030 etc.)

Leonardo Fibonacci

Matematician italian născut la Pisa în jurul anului 1170, a rămas celebru pentru seria numerică ce îi poartă numele, în care fiecare element este suma ultimelor două elemente care îl preced. Chiar dacă seria fost descoperită în secolul al XIII-lea, ea este încă folosită de calculatoarele electronice moderne în cadrul unor algoritmi de sortare a datelor.



Dacă cifra zero nu ar fi existat, atunci nu ar fi putut fi create (sau principiile care ar fi stat la baza lor ar fi fost mult diferite) calculatoarele numerice moderne care lucrează în baza 2, adică în sistemul binar care mai conține în afara cifrei zero doar cifra unu.

Cel care introduce sistemul zecimal în *Europa* este matematicianul italian **Fibonacci**. După studii cu un profesor arab în nordul *Africii*, el a călătorit în *Egipt*, *Siria*, *Grecia*, *Sicilia* și *Provența*, studiind diverse sisteme de numerație și metode de calcul.

Lucrarea sa fundamentală este **Liber Abaci**, a fost publicată în anul 1201 și a furnizat bazele pentru scrierile de aritmetică și algebră în secolele următoare. Până la generalizarea folosirii sistemului de numerație zecimal în întreaga *Europă* au mai trecut patru secole.

După abac, alte dispozitive de calcul apar tot în *Orient*, fiind în general legate de observațiile astronomice. Astfel, **Jamsid al Kashi** a construit efectiv și a utilizat (în jurul anului 1400) primele dispozitive de calcul specializate pentru observatorul astronomic de la *Samarkand*.



Calculatoarele au evoluat din aceste dispozitive de calcul în două direcții: dispozitivele *analogice* și dispozitivele *numerice*, în funcție de tipul mărimilor cu care lucrau (analogice, numite și *continue*, sau numerice, numite și *discrete* sau *digitale*).

În *Europa*, istoria dispozitivelor de calcul evidențiază momentul apariției riglei de calcul, primul calculator analogic remarcabil. Inventatorul ei a fost matematicianul englez **Edmund Gunter**, care construiește o primă variantă de riglă de calcul în 1620, pentru ca în 1622 să prezinte o variantă îmbunătățită a acesteia.

Riglă de calcul a devenit imediat un instrument foarte utilizat în calculele ingineresti și în cele de afaceri și a rămas în uz până la introducerea calculatorului, în ultima jumătate a secolului al XX-lea.

Această invenție a fost posibilă datorită descoperirii logaritmilor (1614) de către matematicienii: *John Napier* (scoțian) și *Henry Briggs* (englez). Rigla de calcul a fost utilizată inițial pentru operațiile de înmulțire sau împărțire a numerelor zecimale (prin adunarea sau scăderea logaritmilor acelor numere), iar ulterior a fost perfecționată astfel încât să realizeze și operații de extrageri de radicali, calculul unor funcții trigonometrice sau a logaritmilor.

Anul 1642 marchează realizarea primei mașini mecanice de calcul numeric - al cărei principiu s-a menținut sute de ani - precursora a calculatorului modern. Este vorba despre mașina mecanică cu roți dințate a lui **Blaise Pascal**.

Principiul mașinii era simplu: în momentul în care roata unităților realiza o rotație completă (erau parcurși zece dinți), roata zecilor se deplasa cu un dinte (se incrementa cifra zecilor cu o unitate); când roata zecilor realiza o rotație completă, roata sutelor se deplasa cu un dinte etc.

Idea lui *Pascal* va fi îmbunătățită ulterior de alți oameni de știință sau inventatori cum ar fi **Samuel Morland** (1666), **Gottfried Leibniz** (1671), **W.T. Odhner** (1878), **James Ritty** (1879), **Dorr E. Felt** (1886), **William S. Burroughs** (1891), **Frank S. Baldwin** sau **Jay R. Monroe** (1912).

În 1666, **Samuel Morland** adaptează ideile lui *Pascal* pentru o mașină de înmulțire zecimală bazată tot pe roți dințate. În 1671, **Gottfried Wilhelm Leibniz** construiește o mașină pentru adunare, scădere, înmulțire și împărțire, bazată pe idea lui *Pascal*. El folosea un ax cu dinți fixați în lungul lui și o roată dințată cu zece dinți. Marginea acestei

roți dințate era marcată cu cifre de la 0 la 9. Când numărul 4, de exemplu, era introdus în mașină, axul se mișca astfel încât numai 4 din dinții roții să fie cuplați. Când axul era răsucit o dată, roata dințată avansa cu 4 din dinții săi astfel încât numărul indicat pe cadran creștea cu 4 unități; astfel era realizată o adunare. Pentru a înmulți pe 4 cu 5, numărul 4 era introdus în mașină și axul era rotit de 5 ori. Scăderile se făceau rotind în sens invers axul, iar împărțirile erau realizate prin scăderi repetate.

Idea lui *Pascal* era încă aplicată 250 de ani mai târziu; astfel, în 1928, inginerul electrotehnist american **Vannevar Bush** (1890-1974) a proiectat și apoi a realizat *analizorul diferențial* (*differential analyzer*), primul calculator mecanic capabil să rezolve ecuații diferențiale. Mașina sa realiza calculele cu numere zecimale și de aceea avea nevoie de sute de angrenaje și axe pentru a reprezenta diferitele mișcări și relații dintre cele zece cifre.

În anul 1801, **Joseph-Marie Jacquard** descoperă principiul cartelelor de carton perforate ca purtătoare de informație. El inventează o mașină de țesut care folosea cartelele perforate pentru a obține automat modelul dorit de țesătură. Inventatorul englez **Charles Babbage** va folosi cartelele ca un mecanism de comandă al mașinii sale analitice,

Ada Augusta of Lovelace, utilizând aceleași cartele, va crea primul program de calculator, iar pentru a culege datele la mașina sa de tabulat (1889) le va folosi și **Herman Hollerith** (1860-1929).

Herman Hollerith era un statistician american, angajat la *United States Bureau of the Census* (*Biroul de Recensăminte al SUA*), care de-a lungul deceniului nouă al secolului al XIX-lea a studiat modalitatea de a crea o mașină de calcul care să numere, să colecționeze și să sorteze informațiile stocate pe cartele perforate. Principiul de funcționare al mașinii de tabulat era simplu: o cartelă avea mai multe perforații; o perforație pe cartelă, după poziția în care era realizată, codifica o anumită cifră sau literă. Când cartelele erau introduse în mașină, ele erau apăsate de o serie de ace metalice corespunzând unei rețele de perforații potențiale. Când un ac găsea o perforație (perforație care putea reprezenta vârsta, ocupația ș.a.) se închidea un circuit electric și se incrementa valoarea corespunzătoare acelei categorii. Mașina de tabulat a fost utilizată pentru prima dată pentru sortarea datelor statistice culese în timpul recensământului din anul 1890 din *Statele Unite*.

Blaise Pascal (1623-1662)

Unul dintre cei mai străluciți oameni ai timpului său, **Pascal** a avut contribuții de valoare universală în domeniile științelor, matematicii, religiei și filosofiei. Scrierile sale *Les Provinciales* (Scrisori provinciale) și *Pensées* (Gânduri) sunt considerate capodopere ale genului.



Tatăl său s-a ocupat personal de educația lui **Pascal**, care s-a dovedit a fi un copil precoc. La 12 ani redescoperă axiomele geometriei lui *Euclid*; la 17 ani scrie un eseu asupra secțiunilor conice, fiind un pionier în acest domeniu al geometriei proiective, unde o teoremă îi poartă numele.

Între 1642 și 1644 construiește prima mașină de calcul numeric pentru a-și ajuta tatăl în activitatea contabilă. **Pascal** este autorul a numeroase studii și descoperiri în geometrie, hidrodinamică, hidrostatică, presiunea atmosferică, probabilități, aritmetica numerelor, calculul integral etc.



Wilhelm Leibniz (1646-1716)

Deși nu a fost un artist, Leibniz a fost comparat cu Leonardo da Vinci. El a fost recunoscut ca un geniu universal al timpului său, un om de știință și filosof care a acoperit domeniile matematicii, geologiei, teologiei, mecanicii, istoriei, jurisprudenței și lingvisticii. Leibniz a urmat cursurile Universității din Leipzig și a obținut doctoratul în drept la Universitatea din Nurenberg. În timpul vieții sale, Leibniz a perfecționat mașina de calculat inventată de Pascal, a pus bazele calculului integral și diferențial, a descoperit dinamica, o ramură a mecanicii, a lucrat la diverse dispozitive mecanice (ceasuri, prese hidraulice, lămpi, submarine și mori de vânt), a perfecționat sistemul binar de numerație utilizat de calculatoarele actuale, a conceput teoria conform căreia întreg raționamentul poate fi redus la o combinație ordonată de elemente ca numere, cuvinte, sunete sau culori (baza teoretică a calculatoarelor moderne), a încercat să creeze o logică bazată pe utilizarea simbolurilor, fiind un precursor al logicii matematice, a pus fundamentele topologiei generale, o ramură a matematicii, s-a străduit să alcătuiască o bază pentru unificarea Bisericii și a încercat să redacteze o istorie universală. Totodată, a perfecționat continuu sistemul său metafizic de cercetare a noțiunii de cauză universală a tot ceea ce există, sistemul său filosofic considerând ca principiu al existenței "monadele", substanțe spirituale indivizibile, independente unele de altele, înzestrate cu o forță activă. Materia nu este altceva decât manifestarea exterioară a monadelor; fiecare monadă oglindește întregul univers; concordanța dintre activitatea monadelor este asigurată de "armonia prestabilită", creată de monada supremă, Dumnezeu.



Mașina de tabulat a lui *Hollerith* și-a dovedit imediat superioritatea în raport cu dispozitivele mecanice de manipulare a datelor. Recensământul anterior necesitase șapte ani și jumătate de muncă pentru a prelucra manual datele culese; utilizând tabulatorul lui *Hollerith* - pentru recensământul din 1890 - au fost necesare șase săptămâni pentru a încărca datele culese, iar analiza și prelucrarea completă a acestora a necesitat doar doi ani și jumătate.

În 1896, *Hollerith* a fondat *Tabulation Machine Company*, pentru a produce mașini de tabulat. În 1924, după un număr de fuziuni, compania și-a schimbat numele în *International Business Machines Corporation (IBM)* care este, în momentul de față, a patra corporație industrială, ca mărime, din SUA. IBM reușește să impună mașina cu cartele perforate pe piață și producerea acesteia devine cea mai mare afacere cu sisteme informatice până la sfârșitul anilor '60 ai secolului al XX-lea, când o nouă generație de calculatoare au scos de pe piață mașinile care utilizau cartele perforate pentru a introduce datele și programele în calculator.

Între anii 1914 și 1952, când firma a fost condusă de *Thomas J. Watson*, IBM domină piețele la capitolul mașini cu cartele perforate și ceasuri; în anii '30 realizează mașina de scris electrică; în anii '50 se lansează în producția de calculatoare *mainframe*; la începutul anilor '80 este lansat *IBM PC* (computerul personal). Mai multe detalii despre IBM puteți citi în articolul dedicat acestei companii.

În secolul al XIX-lea se dezvoltă și cercetările teoretice în domeniu, datorită aportului a doi matematicieni englezi: *Morgan* și *George Boole*. Demonstrând principiile logice cu simboluri matematice în loc de cuvinte, *George Boole* a pus bazele logicii simbolice, un domeniu al studiilor matematico-filosofice.

În noua disciplină, căreia i-a pus bazele, cunoscută ca *algebră booleană*, toate obiectele sunt divizate în două clase separate, fiecare cu o proprietate dată; fiecare clasă poate fi descrisă în termenii prezenței sau absenței aceleiași proprietăți. De exemplu, un circuit electric poate fi sau nu sub tensiune.

Algebra booleană a fost aplicată în proiectarea circuitelor binare ale calculatoarelor și în echipamentele de comutare din telefonie. Aceste dispozitive sunt sisteme bazate pe două valori booleene (prezența sau absența proprietății). Articolul său *Analiza matematică a logicii* (*Mathematical Analysis of Logic*), publicat în 1847, conținea prima definire a principiilor logicii simbolice.

Ulterior, *Boole* publică în 1854 *Legile Gândirii* în care fundamentează o nouă logică (*logica bivalență*), bazată numai pe două valori de adevăr (*fals* și *adevărat*) care stă la baza întregului aparat matematic folosit în proiectarea logică.

Dl. prof. Laviniu-Aurelian Bădulescu este cadru didactic la Colegiul Național "Elena Cuza" din Craiova și poate fi contactat la adresa badcri@yahoo.com.

George Boole (1815-1864)

Deși filosofii studiaseră logica pentru a baza pe raționamente solide afirmațiile lor, matematicianul englez George Boole susține însă că logica trebuie pusă în legătură mai degrabă cu matematica decât cu filosofia. Boole a fost un autodidact; a început să predea de la vârsta de 16 ani pentru a-și ajuta familia. În timpul său liber citea publicații de matematică și în curând a început să scrie articole pentru acestea. La vârsta de 29 de ani, Boole a primit medalia de aur pentru opera sa de la Societatea Regală Britanică. Doi ani mai târziu a fost numit profesor de matematică la "Queen's College" în Irlanda, cu toate că nu a studiat niciodată la o universitate.

