

MAŞINĂ AUTOMATĂ DE CALCUL CU RELEE ELECTROMAGNETICE

DE

M. ROSMAN
(Cluj)

Lucrare prezentată la Colocviul de analiză numerică din 8–13 decembrie 1960, Cluj

La Institutul de calcul al filialei din Cluj a Academiei R.P.R., a fost proiectată și parțial construită o mașină automată de calcul cu relee electomagnetice. Mașina este destinată a satisface nevoile curente ale laboratorului de calcul.

În mașină numerele se reprezintă în sistem binar, prin cîte 22 de cifre. Mașina este de tip paralel, cu virgulă fixă și cu o adresă; se prevede posibilitatea realizării unei viteze de circa 180 adunări sau scăderi pe minut. Pe lîngă cele patru operații aritmetice, mașina mai execută și alte operații necesare la efectuarea automată a programelor de calcul. Introducerea datelor în mașină se face în sistemul binar de numerație, iar scoaterea în cel zecimal. La construcție, au fost folosite relee electomagnetice de tip telefonic.

Bazele aritmetice

Mașina operează cu numere binare, subunitare, reprezentate în cod invers. Codificarea inversă afectează numai numerele negative; codul invers al unui număr pozitiv se ia egal cu codul direct al acestui număr [1]. La operația de adunare sau scădere, apare uneori necesitatea unui aşa-numit transfer ciclic, prin care unitatea transferată din ordinul unităților este adunată la cifra din ultimul ordin al numărului. În mașină, operația de transfer ciclic este efectuată automat de către o linie de transfer ciclic a sumatorului.

Operația de înmulțire se execută cu ajutorul codurilor directe ale factorilor. Semnul produsului se obține adunând semnalele factorilor separat, într-un sumator uni-ordin. Deoarece nu putem păstra decît primele \ln cifre din cele $2n$ cifre ale mantisei produsului (prin mantisă se înțeleg cifrele din dreapta virgulei), rezultă că operația de înmulțire poate fi astfel făcută încît dispozitivul de însumare cu ajutorul căruia se obține pro-

dusul, să nu dispună de mai mult de $n + 1$ ordine. În acest scop operația de înmulțire se începe cu cifra din ordinul inferior al înmulțitorului, iar sumele parțiale din care se compune produsul se deplasează de fiecare dată cu un loc la dreapta în sumator. La fiecare deplasare, se pierde ultima cifră a sumei parțiale.

La operația de împărțire ca și la operația de înmulțire, se operează cu codurile directe ale numerelor. Semnul cîrlui se stabilește la fel ca și la înmulțire. Împărțirea propriu-zisă, se face după metoda obișnuită.

Precum s-a mai amintit, în mașină nu are voie să apară un număr supraunitar. Pentru detectarea depășirii unității, s-a adoptat metoda reprezentării semnului prin două cifre identice situate înaintea virgulei. Depășirea unității se constată atunci cînd cele două cifre de semn sunt diferite. La împărțire, depășirea unității se detectează direct.

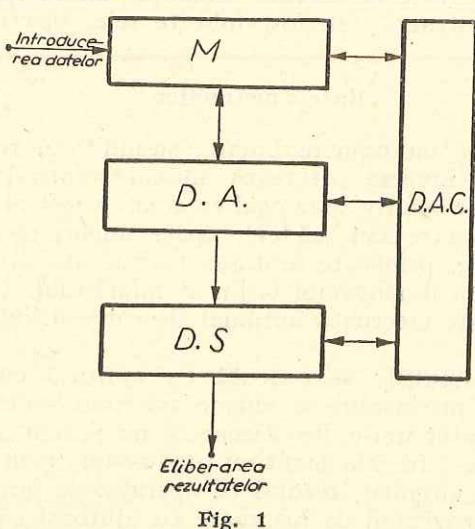
Mașina eliberează rezultatele în sistemul zecimal de numerație. În acest scop numărul binar este înmulțit cu numărul zece scris în sistem binar și primele patru cifre ale acestui produs sunt interpretate ca o cifră zecimală etc.

Construcția mașinii

Mașina se compune din patru părți (fig. 1) :

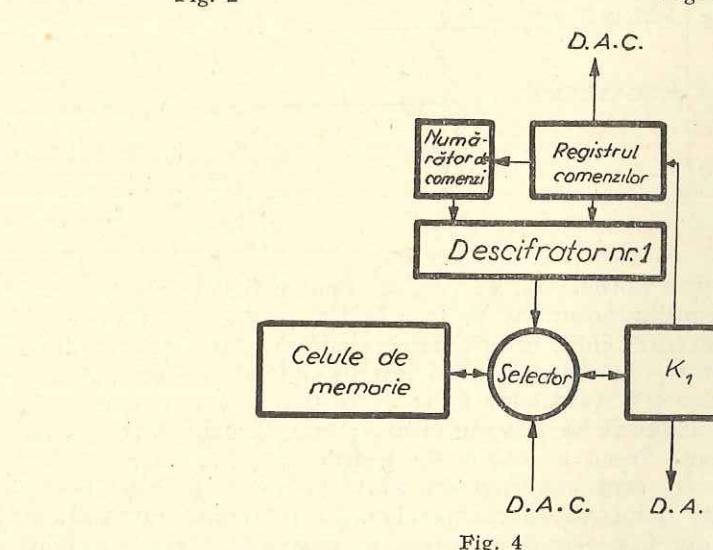
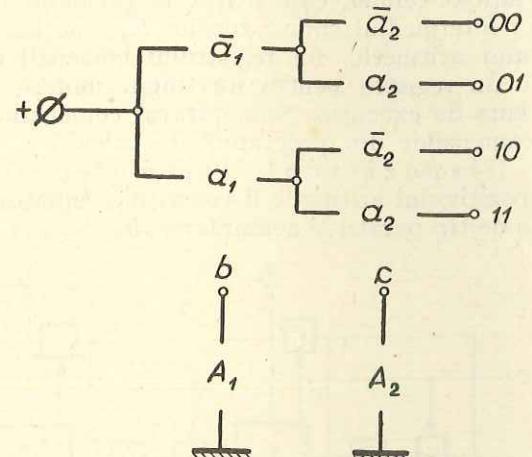
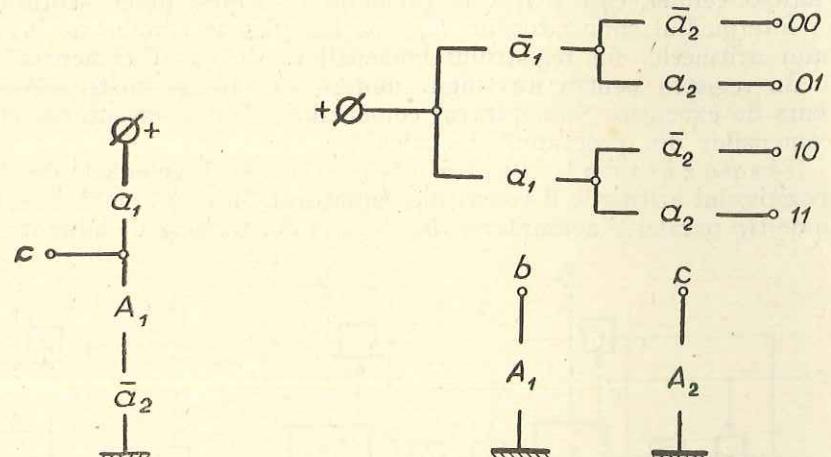
- memorie (*M*),
- dispozitiv aritmetic (*D.A.*),
- dispozitiv automat de conducere (*D.A.C.*),
- dispozitiv de scoatere (*D.S.*).

Memoria este împărțită în două părți : o parte numită memorie statică și o parte numită memorie operativă. Memoria statică este compusă din simple contacte cu fișe. În memoria statică poate fi inscris numai operatorul. Memoria operativă este compusă din relee. În ea poate fi inscris și mașina.



În cele ce urmează se vor reprezenta înfășurările releelor prin litere mari, contactele normal deschise prin litere mici, iar contactele normal închise prin litere mici barate ; indicii vor indica numărul releeului.

În figura 2 este redată schema unui ordin al unei celule operative a memoriei. Prin borna *c* se face atît inscrierea cît și citarea cifrei. Prezența



tensiunii pozitive la borna *c* reprezentând 1 în ordinul respectiv. Stergerea conținutului se face prin actionarea releeului nr. 2 a cărui înfășurare nu este reprezentată în figura 2.

Pe lîngă memoria propriu-zisă, ansamblul numit memoria mai are și alte elemente (fig. 4). Dispozitivul numit descifrator nr. 1 asigură gă-

sirea unei celule din memoria propriu-zisă în funcție de adresa acesteia. Descifratorul este construit după o schemă în piramidă (fig. 3). La bornele b și c , sînt intrările pentru cifrele adreselor, iar la 00, 01, 10 și 11 sînt ieșirile către celulele respective. Pentru a afla conținutul unei anumite celule, se pornește selectorul care se oprește într-o anumită poziție în funcție de adresa celulei, care a fost în prealabil transmisă descifratorului nr. 1. Prin intermediul comutatorului K_1 , conținutul este comunicat fie dispozitivului aritmetic, fie registrului comenziilor. Registrul comenziilor ($R.C.$) este un registru pentru un singur număr, în care se păstrează comanda în curs de execuție. Numărătorul comenziilor asigură executarea succesivă a comenziilor din programul de calcul.

D i s p o z i t i v u l a r i t m e t i c (D.A.). Elementul de bază al dispozitivului aritmetic îl constituie sumatorul. În cazul de față, sumatorul este de tip paralel și acumulativ (fig. 5). Cei doi termeni de adunat se intro-

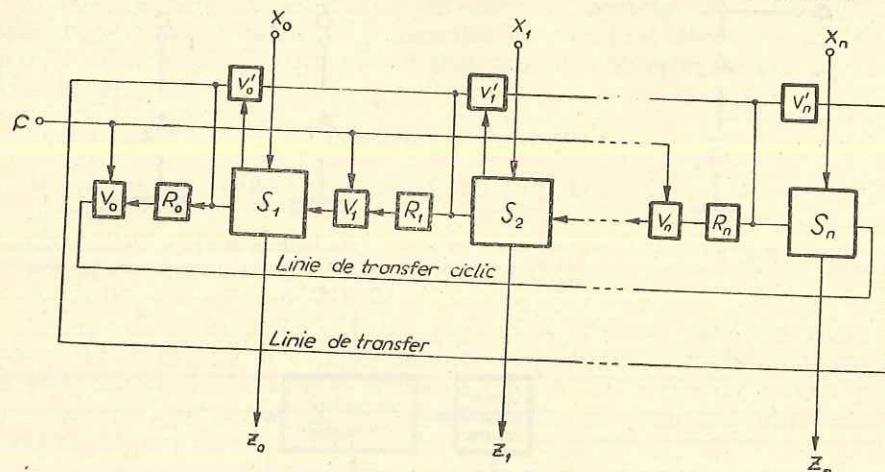


Fig. 5

duc unul după altul prin bornele x_0, x_1, \dots, x_n . Pentru fiecare ordin există cîte un sumator uni-ordin notat cu S_i ($i = 0, 1, \dots, n$). În registre R_i se înregistrează transferurile între ordine, iar transferarea are loc abia după deschiderea ventilelor V_i cu ajutorul unui impuls aplicat la borna c . Datorită liniei de transfer și a ventilelor V'_i , care se deschide numai dacă în sumatorul uni-ordin respectiv se găsește cifra 1, transferurile între ordine se efectuează simultan. Suma se obține la ieșirile z_0, z_1, \dots, z_n .

Sumatorii uni-ordin sînt realizati cu ajutorul unor circuite basculante bistabile cu cîte o intrare, a căror schemă este redată în figura 6. Releul nr. 2 din figura 6 prezintă următoarele particularități: are două înfășurări identice notate cu \bar{A}_2 și A_2 , sensul de circulație prin A_2 fiind contrar sensului de circulație prin \bar{A}_2 , iar contactul a_2 se închide înainte ca a_2' să fie deschis. Prin borna c se trimit impulsurile pentru acționarea circuitului basculant, iar din nodul b se ia transferul spre ordinul superior. Sumatorul are $n + 4$ ordine deoarece în sumator, semnul se reprezintă prin

două ordine, iar la transcrierea numerelor din sistemul binar în cel zecimal, mai sînt necesare un plus de două ordine. Pentru a putea utiliza sumatorul și la efectuarea operațiilor de înmulțire și împărțire, i s-au adăugat circuite care permit deplasarea conținutului acestuia la dreapta sau la stînga.

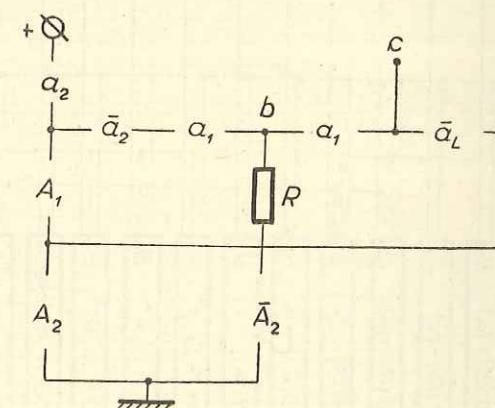
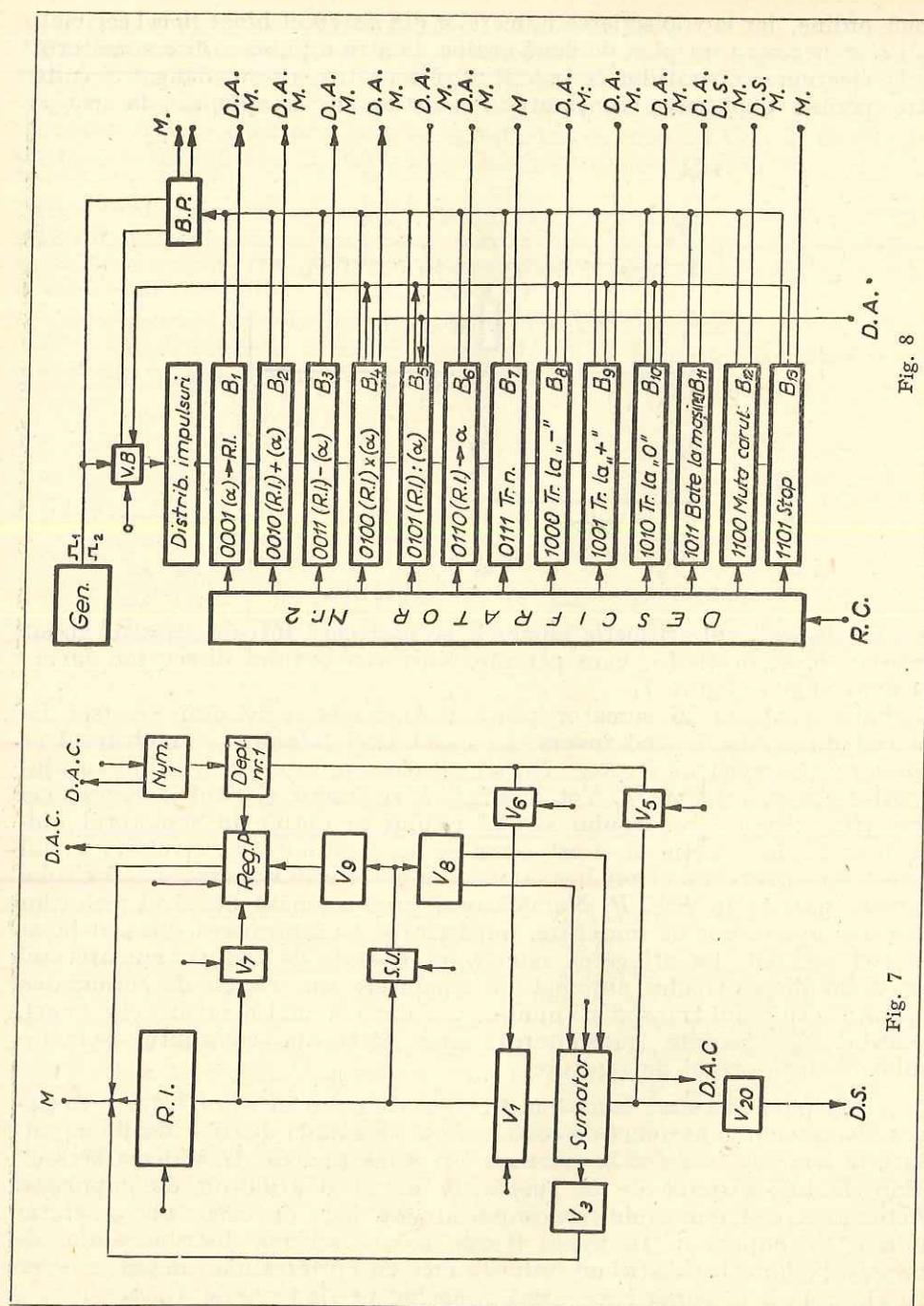


Fig. 6

În dispozitivul aritmetic numerele se păstrează într-un registru numit registru inversor (R.I.), care permite obținerea codului direct sau invers al unui număr (figura 7).

Numărul conținut în sumator poate fi transmis registrului inversor fie în cod direct, fie în cod invers. În cazul unei înmulțiri, înmulțitorul se păstrează în registrul P (Reg. P), iar cifrele sale se citesc pe rînd cu ajutorul deplasatorului nr. 1. Tot în Reg. P se înscrise și cîtul în cazul unei împărțiri. Semnul produsului sau al cîtului se obține în sumatorul uni-ordin $S.U.$ În funcție de acest semn se va transmite registrului I codul direct sau invers, fie al produsului care se găsește în sumator, fie al cîtului care se găsește în Reg. P . Numărătorul nr. 1 numără numărul ciclurilor în cazul operațiilor de înmulțire, împărțire și transformarea din cod binar în cod zecimal. La atingerea numărului necesar de cicluri, numărătorul nr. 1 dă dispozitivului automat de conducere un semnal de terminarea operației. În cazul transcrierii unui număr din sistemul binar în cel zecimal, ventilul V_{20} , permite transmiterea unei părți din conținutul sumatorului în dispozitivul de scoatere.

D i s p o z i t i v u l a u t o m a t d e c o n d u c e r e (D.A.C.). Acționarea dispozitivului automat de conducere se rezumă la distribuirea de impulsuri, în anumite locuri și la momente oportune (fig. 8). În vederea acestui scop, D.A.C. dispune de un dispozitiv numit distribuitor de impulsuri. Acționarea distribuitorului de impulsuri, se face de către un generator bifazat de impulsuri. În figura 9 este redată schema distribuitorului de impulsuri. Pornirea distribuitorului se face cu ajutorul unui impuls sincron cu Ω_1 , aplicat la borna b , pe urmă se închid pe rînd releele A_1, A_2, \dots, A_m



începînd cu releul A_1 . În afara contactelor menționate în figura 9, fiecare din releele A_1, \dots, A_m are o serie de contacte normal deschise, care fac legătură cu generatorul ale cărui impulsuri sînt redate în figura 10.

Funcționarea distribuitorului poate fi întreruptă în orice moment prin tăierea alimentării de la borna c . Distribuitorul poate fi și blocat într-o anumită poziție, întrerupînd admisia impulsurilor Ω_1 și Ω_2 — fapt care se realizează cu ajutorul ventilului $V.B.$

În funcție de codul operației pe care îl primește descifratorul nr. 2 din registrul comenzi, el va pune în legătură cu bornele distribuitorului

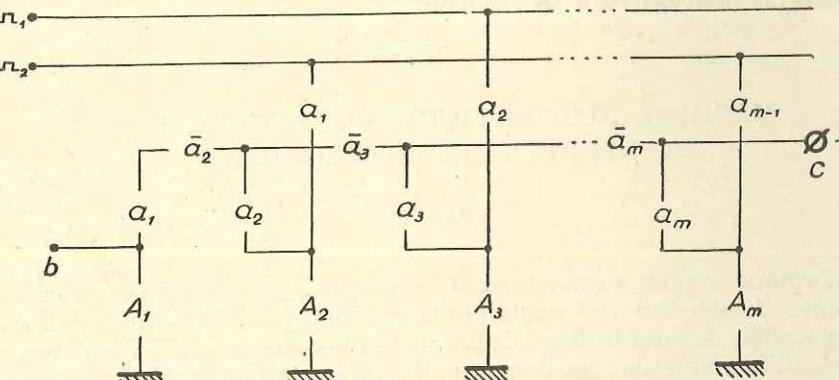


Fig. 9

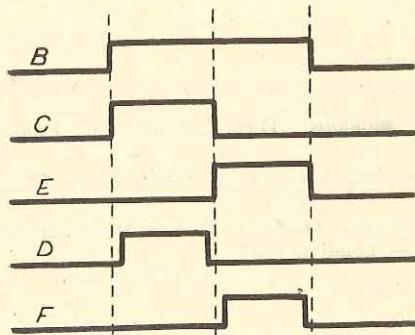


Fig. 10

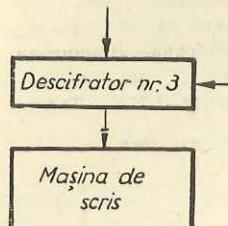


Fig. 11

de impulsuri unul din cele 13 sisteme de contactoare B . Sistemul de contactoare ale blocului B face legătură cu acele puncte ale mașinii unde sînt necesare impulsuri pentru executarea comenzi corespunzătoare. După terminarea fiecărei comenzi, se pune în funcțiune blocul de pregătire ($B.P.$) care are sarcina de a pregăti mașina pentru executarea comenzi următoare.

D i s p o z i t i v u l d e s c o a t e r e (D.S.). Scoaterea datelor se realizează cu ajutorul unei mașini electrice de scris. Cele patru cifre binare care reprezintă o cifră zecimală, sînt interpretate de descifratorul nr. 3 (fig. 11).

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ

РЕЗЮМЕ

В сообщении кратко излагается проект автоматической вычислительной машины, основанной на электромагнитных реле. Машина — параллельного типа, с фиксированной запятой и оперирует бинарными числами 22 цифр. Ввод данных делается в бинарной системе исчисления, а результат получается в десятичной.

MACHINE AUTOMATIQUE À CALCULER MUNIE DE RELAIS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

RÉSUMÉ

L'auteur expose succinctement le projet d'une machine automatique à calculer fondée sur des relais électromagnétiques. Cette machine est du type parallèle à virgule fixe et elle opère avec des nombres binaires, à 22 chiffres. L'introduction des données a lieu dans le système binaire de numération et l'extraction dans le système décimal.

BIBLIOGRAFIE

1. Китов А. И., Электронные цифровые машины. Изд. „Советское Радио“, Москва, 1956.
2. Гаврилов М. А., Теория релеино-контактных схем. Изд. Акад. Наук СССР, Москва—Ленинград, 1960.
3. Richards R. K., Arithmetic operations in digital computers. D. van Nostrand Company, I.N.C., Toronto — New-York — London, 1957.

Прим. 18 XII 1960