

Calculatorul Analogic MAC-1.

(Premiul Ministerului Invatamantului, pentru cercetare, 1965)

Autori: sl.dr.ing. Adrian Petrescu, asist. ing. Petre Dimo, asist. ing. Ivan Sipos.

Catedra de Automatizari, Facultatea de Energetica, Institutul Politehnic Bucuresti.

In perioada 1964-1965, la Catedra de Automatizari, condusa de catre prof. ing. Corneliu Penescu, membru corespondent al Academiei Romane, prorector al Institutului Politehnic, colectivul, care desfasura activitatile didactice din cadrul disciplinelor din domeniul calculatoarelor, a primit sarcina de a proiecta si realiza practic un calculator analogic.

Activitati legate de calculatoarele analogice au mai fost desfasurate in perioada 1959-1964 si la Catedra de Tuburi si Circuite Electronice, din Facultatea de Electronica si Telecomunicatii. Acestea s-au referit la proiectarea si realizarea unui simulator pentru un reactor nuclear, cat si la incercarea de constructie a unui calculator analogic. Aceste activitati s-au concretizat prin studii si modele de laborator.

Colectivul de la Catedra de Automatizari a fost constituit din: sl.dr.ing. Adrian Petrescu, responsabil, asist. ing. Petre Dimo si asist.ing Ivan Sipos. In ultima faza a realizarii echipamentului, grupul a beneficiat, pentru partea de automatizare a sursei de alimentare, de experienta asist. ing. Mihai Ceaparu.

In perioada amintita, era deja operational, la Institutul de Energetica al Academiei, calculatorul MECAN, realizat de catre un grup de cercetatori condus de ing. Vasile Mihai Popov, membru corespondent al Academiei Romane. De asemenea, poate fi amintita constructia unui calculator analogic, in cadrul Academiei Tehnice Militare.

MAC-1 (Masina Analogica de Calcul-1), prezentata in figura 1, era constituita dintr-un ansamblu de 30 amplificatoare operationale, cu tuburi electronice, un sistem de comanda, un panou de programare, impedante operationale, elemente neliniare, sursa de alimentare, echipamente de vizualizare, masurare si inregistrare.



fig. 1. MAC-1, vedere partiala

Amplificatoarele operationale (fig.2) au fost proiectate pentru a asigura amplificari in gama de frecventa: 0 – 1 kHz. Principala problema a constituit-o amplificarea la frecvente joase, practic in curent continuu. In acest scop s-a realizat un canal de amplificare in curent continuu, cu chopper, bazat pe un releu electromagnetic, bipozitional, cu contacte lucrând in modul cu acoperire. Acest canal de amplificare, de joasa frecventa, asigura un coeficient de amplificare de circa 1000. Coeficientul de amplificare pe ansamblu, in bucla deschisa, la frecventa de 20Hz atingea valoarea de 90.000, iar la 100 Hz valoarea de 9.000.

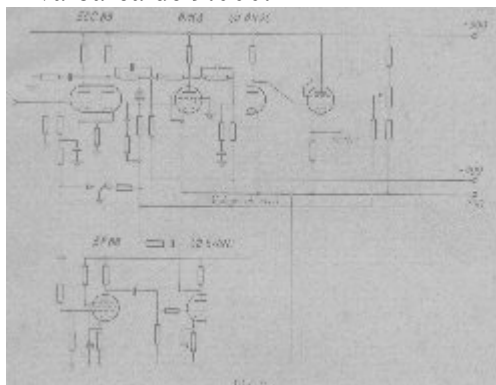


fig.2. Schema amplificatorului operational.

Mai jos se prezinta cateva din performantele amplificatorului [1]:

- deriva in regim de inversor, avand in reactie o rezistenta de 1 M Ω : 100 μ V/8 ore;
- deriva in regim de integrator (1M Ω , 1 μ F): 8mV/100s ;
- zgomot: < 4 mV;
- amplificarea in cc: 225.000;
- amplificarea canalului cu chopper: 1.000;
- domeniul de variatie a tensiuni la iesire, la o sarcina de 5k Ω : +/- 100V;

Au fost realizate 30 de amplificatoare operationale, sub forma unor blocuri amovibile, prevazute cu conectori.

Sistemul de comanda [2] asigura controlul simultan asupra tuturor elementelor operationale, care se puteau gasi in una din urmatoarele stari: executie/pornit, intrerupt/memorare, revenire la conditiile initiale/oprire (fig.3).

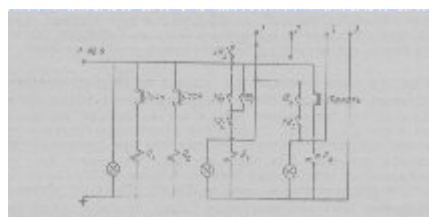


fig.3. Comanda regimurilor de lucru.

Sistemul a fost realizat cu relee electromagnetice, utilizate in telefonie si produse la Intreprinderea Electromagnetica – Bucuresti. Alimentarea sistemului de comanda se efectua de la o sursa de 48 V .

Intrucat cele 30 amplificatoare operationale au fost amplasate sub forma a doua grupuri de cate 15 amplificatoare, sistemul de comanda a fost astfel structurat incat sa poata controla independent cele doua grupuri (fig.4). Aceasta permitea rezolvarea a

cate doua probleme simultan, in cazurile in care, pentru fiecare problema, erau suficiente 15 amplificatoare operationale.

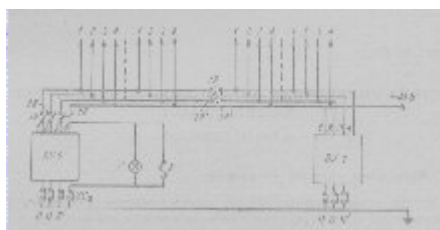


fig. 4. Structura sistemului de comanda.

Comanda amplificatoarelor operationale (fig. 5) s-a realizat cu ajutorul releelor cu mai multe infasurari de comanda si cu mai multe contacte. Prin activarea butoanelor de la panoul de comanda, amplificatoarele operationale puteau fi aduse in regimurile de: sumator si integrator. Pentru a preintampina aparitia oscilatiilor, in regimul sumator, inainte de intrarea in starea “operational”, in reactia amplificatorului era plasata o rezistenta de 200Ω . In regimul “integrator”, la stabilirea conditiilor initiale se foloseste un potentiometru de la care se prelua tensiunea dorita, amplificatorul operational avand la intrare o rezistenta de $0,1 \text{ M}\Omega$, iar in reactie o capacitate de $1 \mu\text{F}$, in paralel cu o rezistenta de $0,1 \text{ M}\Omega$.

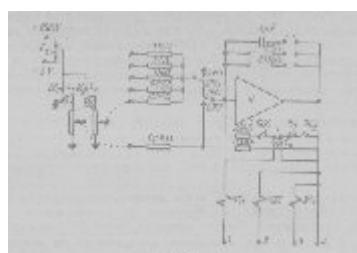


fig. 5. Comanda si impedantele operationale ale amplificatorului operational.

Impedantele operationale sunt realizate la intrarea amplificatorului din 3 rezistente de cate $1 \text{ M}\Omega$ si 2 rezistente de cate $0,1 \text{ M}\Omega$, iar la iesire din 2 rezistente de cate $1 \text{ M}\Omega$ si $0,1 \text{ M}\Omega$, cat si dintr-o capacitate de $1 \mu\text{F}$.

Elementele neliniare [3] au fost construite sub forma unor dipoli realizati din rezistente si diode Zenner cu diferite tensiuni de strapungere, fabricate la IPRS – Baneasa. Elementele neliniare erau plasate, de regula, la intrarea amplificatorului operational, care avea in reactie o rezistenta. Pentru a obtine diferite nelinearitati, un dipol neliniar corespunzator se plasa si in reactie, in paralel cu o rezistenta. Dintre elementele neliniare experimentate se amintesc:

- dispozitivul de inmultire in 4 cadrane (fig.6);

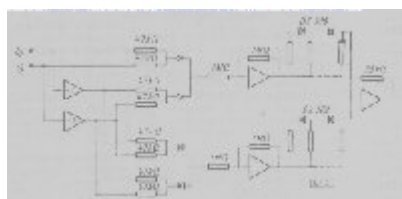


fig.6. Element de inmultire in 4 cadrane.

- cuadrator, folosit pentru realizarea elementului de inmultire;
- dispozitiv pentru obtinerea functiei $y = x^2 \text{Sign } x$;
- dispozitiv pentru obtinerea functiei $y = \sin x$;
- dispozitiv pentru obtinerea functiei $y = -\left[x^2/(200 \cdot x^{1/2}) + x/x^{1/2} \right]$

* * *

Calculatorul analogic MAC-1 a fost utilizat, intre anii 1965 – 1970, in procesul de invatamant si in cercetare [4], pentru rezolvarea unor probleme care impuneau rezolvarea unor ecuatii sau sisteme de ecuatii diferentiale liniare, cat si a unora neliniare. In acest interval el a fost completat cu diverse dispozitive: neliniare, de vizualizare, masurare si inregistrare si a constituit una din componentele de baza ale laboratorului de Calculatoare, din cadrul catedrei de Automatizari.

Bibliografie:

- [1] P. Dimo, I. Sipos Les Amplificateurs Operationnels de la Machine Analogique a Calculer MAC-1. Buletinul Institutului Politehnic Bucuresti, Tomul XXIX, Nr. 2, Martie – Aprilie 1967, p. 121 – 126.
- [2] A. Petrescu. Sistema Upravlenii Analogovoi Vacislitelnoi Masina MAC-1. Buletinul Institutului Politehnic Bucuresti, Tomul XXVIII, Nr. 6, Noiembrie – Decembrie, 1966, p. 107 – 111.
- [3] A. Petrescu. Elemente neliniare pentru calculatoarele analogice realizate cu diode Zenner. Automatica si Electronica. Vol. 12. Nr. 1. Ianuarie – Februarie 1968. p. 1-6.
- [4] A. Petrescu. C. Nitu. Modelarea pe calculatoare analogice a sistemelor automate cu structura variabila Automatica si Electronica. Vol. 11. Nr. 6. Noiembrie– Decembrie. 1967. p. 243-247.