

REȚELE ȘI ECHIPAMENTE PENTRU CONDUCEREA PROCESELOR ÎN ENERGETICĂ – C04

SISTEME DE ACHIZIȚII DE DATE (SAD) (II)

5. Circuite de eșantionare și memorare (CEM) și convertoare analog-numerice (CAN)

CEM (sample and hold circuit S/H) prelevează valoarea momentană a unei mărimi electrice (tensiune) și o memorează sub formă de eșantioane până la preluarea ei în CAN. La intrare, se aplică semnalul analogic U_i , iar la ieșire se obține semnalul eșantionat U_e (Fig. C04.1) Lățimea palierului 1 din semnalul de comandă determină pasul de eșantionare. Un eșantion are durata intervalului 0, iar amplitudinea sa este dată de valoarea semnalului analogic în momentul comutării semnalului de comandă din 1 în 0. Starea 1 este starea de eșantionare. Starea 0 este starea de memorare.

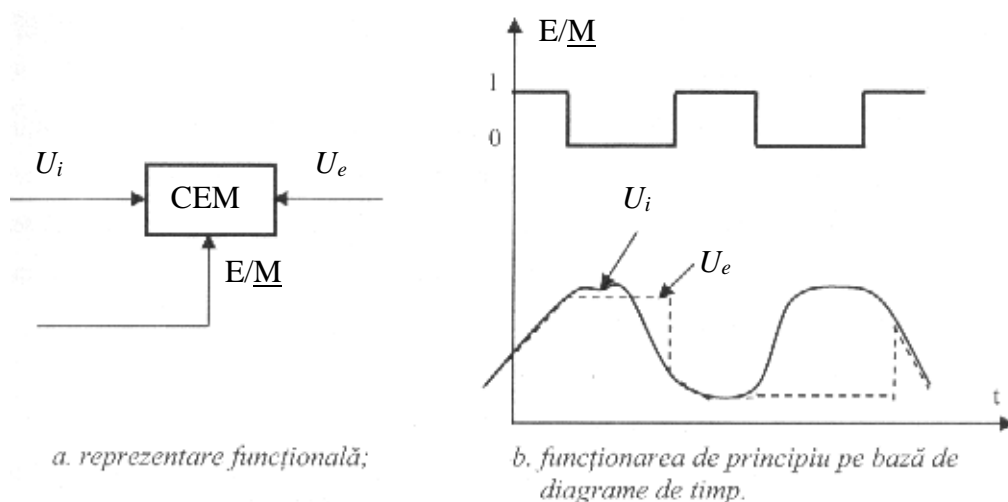


Fig. C04.1 – Circuit de eșantionare-memorare

CEM trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- Prelevarea eșantionului într-un timp cât mai scurt
- Menținerea nealterată a formei eșantionului pe durata procesului de prelucrare

Un CEM utilizat în SAD are ieșirea conectată la intrarea CAN. CEM sunt alcătuite în principiu dintr-un comutator K închis/deschis înseriat cu un condensator de memorare C . Circuitul e prevăzut la ieșire cu un AO cu impedanță de intrare mare montat ca repetor. La închiderea comutatorului K , condensatorul C se încarcă la valoarea tensiunii de intrare, care se va menține și după deschiderea comutatorului K . La ieșirea AO se obține tensiunea U_m egală cu tensiunea de la bornele condensatorului C (Fig. C04.2).

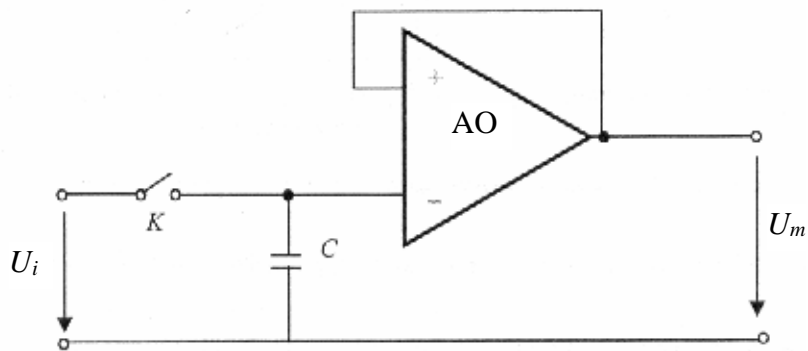


Fig. C04.2 – Schema de principiu a CEM

Convertoarele analog-numerice (CAN – Analog-Digital Converter ADC) transformă semnalul continuu în semnal digital, discret, care poate fi prelucrat în sistemele informatice. Atunci când informația procesată trebuie restituită în formă analogică, se recurge la conversia numeric-analogică, realizată de convertoare numeric-analogice (CNA – Digital-Analog Converter DAC).

Conversia analog/numerică face să corespundă unui semnal analogic de intrare $x(t)$ o secvență de numere $\{x_k\}$, codate de obicei binar. Fiecare număr corespunde amplitudinii $x(t_k)$ a unui eșantion al semnalului prelevat la un moment dat t_k . Valoarea exactă a unui eșantion este înlocuită cu cea mai apropiată valoare aproximativă dintr-un număr finit de valori discrete (semnalul este cuantificat) (Fig. C04.3).

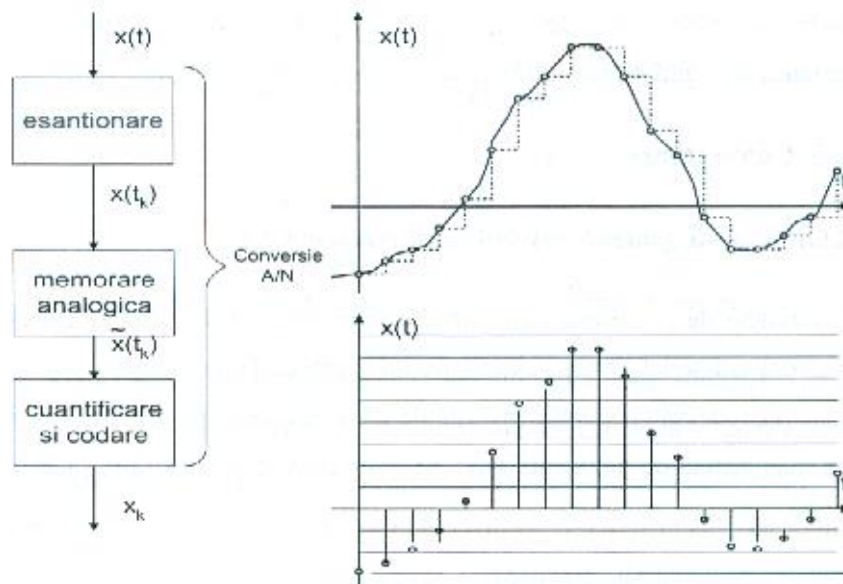


Fig. C04.3 – Conversia analog-numerică

În ceea ce privește conversia analog-numerică, sunt esențiale două aspecte:

- pasul de eșantionare, care determină fidelitatea reproducerii formei variației semnalului în timp. Un pas prea mare de eșantionare poate duce la deformarea reprezentării numerice acestei variații

- adâncimea codificării, care determină fidelitatea reprezentării formei și variației amplitudinii variației în timp. De exemplu, o mărime reprezentată binar pe 8 biți poate avea maximum 256 (2^8) de valori, iar dacă este stocată pe 16 biți, poate avea 65.536 valori.

La conversia numeric-analogică, secvența $\{y_i\}$ este transformată într-o secvență de eșantioane de amplitudini discrete $y(t_i)$, iar reconstrucția finală a semnalului analogic de ieșire se realizează prin interpolare sau extrapolare între eșantioane (Fig. C04.4).

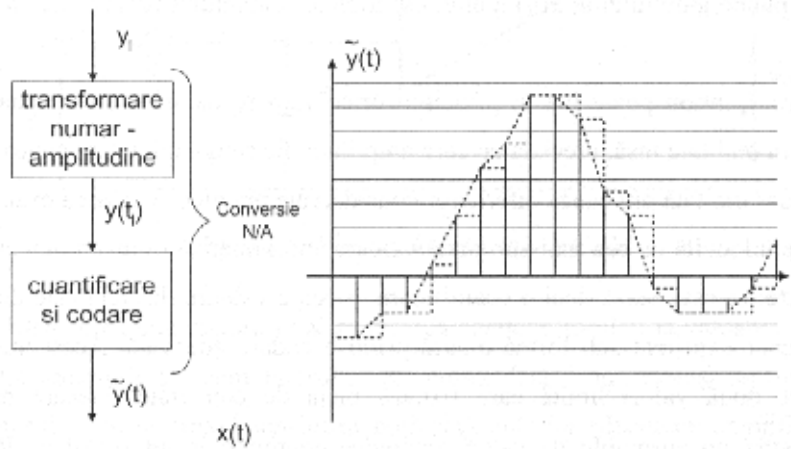


Fig. C04.4 – Conversia numeric-analogică

Convertoarele analog-numerice (CAN) sunt circuitele la intrarea cărora se aplică o mărime analogică, obținându-se la ieșire codul numeric corespunzător.

Conversia analog-numerică constă în compararea semnalului analogic de intrare U_i cu o mărime de referință.

Conversia poate fi:

- directă,
 - valoarea tensiunii semnalului de intrare este convertită într-o frecvență, cu un oscilator comandat în tensiune, iar valoarea numerică de ieșire este determinată prin numărarea perioadelor semnalului furnizat de oscilator într-un interval de timp dat
 - valoarea tensiunii semnalului de intrare este convertită într-o durată proporțională prin integrare, iar valoarea numerică de ieșire este determinată prin numărarea impulsurilor furnizate de un generator auxiliar între începutul și sfârșitul integrării.
- indirectă, folosită de convertoarele de înaltă precizie, mai lente.

Convertorul cel mai des utilizat în rețelele electrice, care oferă compromisul optim între viteză și precizie, este convertorul cu aproximații succesive.

Elementele de bază ale CAN cu aproximații succesive sunt: un CNA, un AO comparator și un dispozitiv de comandă numit și registru de aproximații succesive (Fig. C04.5).

Etaple funcționării CAN cu aproximații succesive:

La fiecare perioadă de tact se determină valoarea unui bit, prin comparație între mărimea analogică și valoarea obținută la ieșirea unui CNA. Valoarea binară definitivă se obține după n perioade de tact.

1. Dispozitivul de comandă generează secvența binară 100...0, care este convertită într-o tensiune: $U_1 = E_{Ref}/2$ aplicată bornei inversoare a comparatorului. (E_{Ref} – tensiunea de referință a CNA). Dacă $U_{in} > U_1$, ieșirea comparatorului trece în 1 logic și MSB b_1 din secvența binară ia această valoare. În caz contrar AO va indica pentru MSB valoarea 0.

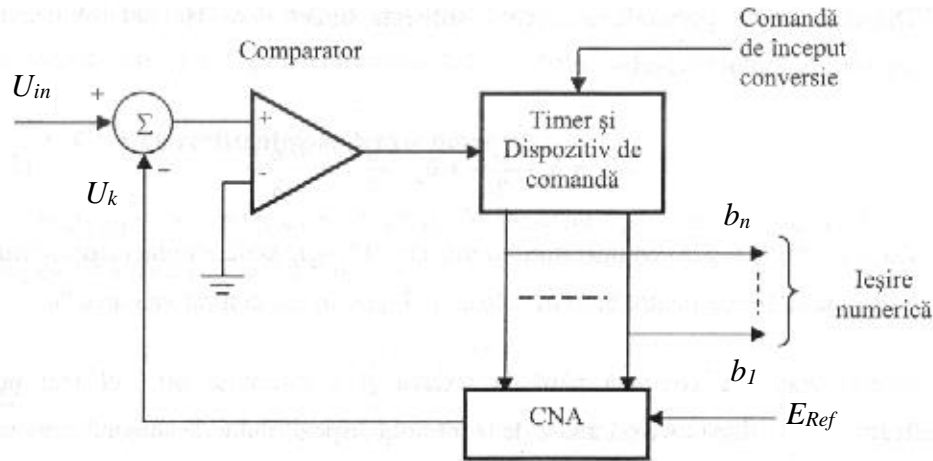


Fig. C04.5 – CAN cu aproximații succesive

2. Dispozitivul de comandă generează valoarea $b_100...0$, obținând la ieșirea CAN tensiunea $U_2 = b_1 E_{Ref}/2 + E_{Ref}/4$. Dacă $U_{in} > U_2$, ieșirea comparatorului trece în 1 logic și bitul b_2 din secvența binară ia această valoare. În caz contrar AO va indica pentru b_2 valoarea 0.
3. Dispozitivul de comandă generează valoarea $b_1b_20...0$, obținând la ieșirea CAN tensiunea $U_3 = b_1 E_{Ref}/2 + b_2 E_{Ref}/4 + E_{Ref}/8$. Dacă $U_{in} > U_3$, bitul b_3 ia valoarea 1, iar în caz contrar, valoarea 0

Procesul continuă până la fixarea valorii ultimului bit., după care semnalul de la intrarea dispozitivului de comandă este resetat pentru a marca sfârșitul conversiei.

Convertoarele numeric-analogice sunt dispozitive electronice care convertesc o secvență binară $b_1b_2b_3...b_n$ aplicată la intrare într-un semnal analogic proporțional cu valoarea sa numerică.

Exemplu – CNA cu rezistențe ponderate binar (Fig. C04.6)

CNA cu rezistențe ponderate binar funcționează pe principiul suprapunerii a n curenți de valoare

$$I_i = k \cdot b_i \cdot 2^{n-i}$$

unde:

n – valoarea secvenței binare aplicate la intrarea CAN

b_i – valoarea bitului i din secvența binară

K – constant dependent de tipul CAN și de tensiunea de referință.

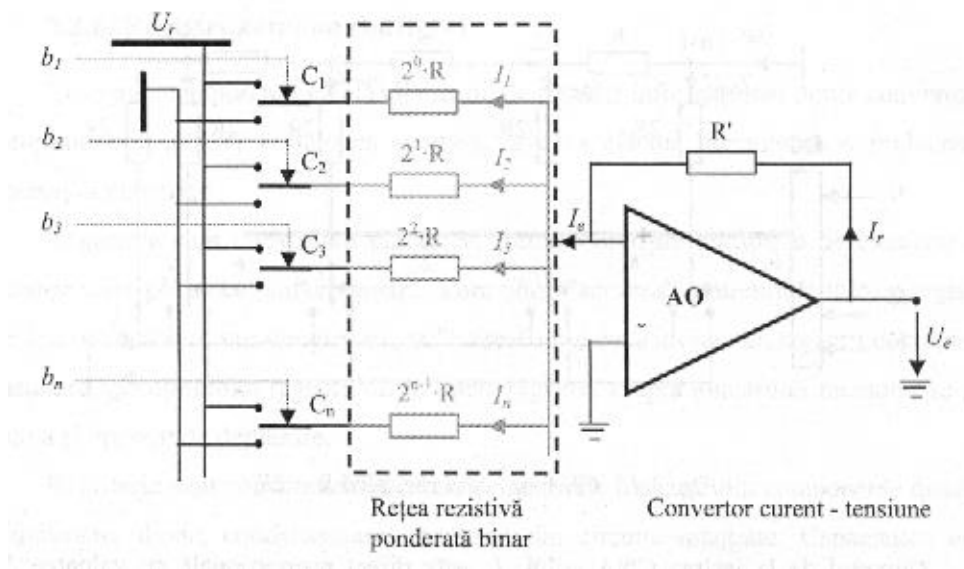


Fig. C04.6 – CNA cu rezistențe ponderate binar

Curenții I_i se obțin dintr-o rețea de n rezistențe ponderate binar (de valori 2^0R , 2^1R , 2^2R , ..., $2^{n-1}R$) conectate la o tensiune de referință U_r , careia i se atașează n comutatoare C_i , comandate de secvența binară $b_1b_2b_3...b_n$. Valoarea 1 a unui bit b_i va trece comutatorul C_i spre borna U_r , iar valoarea 0, spre masă.

Semnalul de curent rezultat la ieșire este convertit într-un semnal de tensiune cu ajutorul unui AO convertor.

Un alt model frecvent utilizat de CNA este CNA cu rețea rezistivă R - $2R$.

6. Sistemele informatice de prelucrare a datelor

Un sistem numeric (digital) este un ansamblu de circuite integrate astfel conectate și comandate încât să realizeze anumite funcții precise. SN pot îndeplini diverse funcții (achiziții de date, prelucrări de date, comenzi), însă au o structură standardizată, adesea modulară. Elementul central al unui SN este microprocesorul.

Structura de bază a unui sistem informatic cu microprocesor este indicată în Fig. C04.7.

Microprocesorul trebuie să realizeze următoarele funcții:

- Selectarea canalului analogic de pe care se dorește a fi făcută achiziția datelor
- Comanda eșantionării
- Comanda conversiei către CAN

- Sesizarea sfârșitului conversiei și citirea semnalului numeric convertit
- Corecția erorilor
- Prelucrarea și afișarea datelor
- Testarea blocurilor componente defecte ale SAD

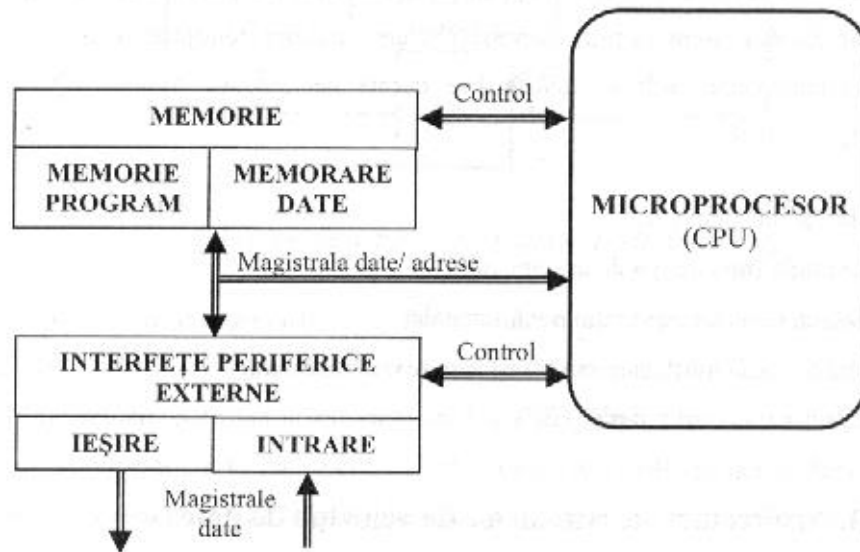


Fig. C04.7 – Structura de bază a unui sistem informatic

Procesoarele de semnal (DSP – Digital Signal Processing) sunt microprocesoare specializate optimizate pentru prelucrarea în timp real a semnalelor discrete obținute prin eșantionarea mărimilor continue, în aplicații de tipul:

- Filtrarea semnalelor
- Mixarea a două semnale
- Corelația semnalelor
- Rectificarea, amplificarea sau transformarea unui semnal
- Transformata Fourier rapidă (FFT).

Arhitecturi ale SAD

În funcție de destinație și performanțele cerute, SAD pot fi:

- Monocanal, care preiau datele dintr-un singur punct de măsură
- Multicanal, care preiau date de la mai multe puncte de măsură.

În cazul unui SAD monocanal (Fig. C04.8), semnalul analogic $x(t)$ provenit de la traductor este aplicat unui bloc de condiționare (BC) pentru postprocesare (amplificare, conversie, atenuare, filtrare, integrare, derivare). CEM preia eșantioane din semnalul prelucrat și le memorează în vederea convertirii lor în semnal digital de către CAN. Semnalul numeric este transferat printr-o interfață cu exteriorul către sistemele de calcul și arhivare. Sincronizarea și controlul tuturor operațiilor se realizează cu ajutorul dispozitivului de comandă DC.

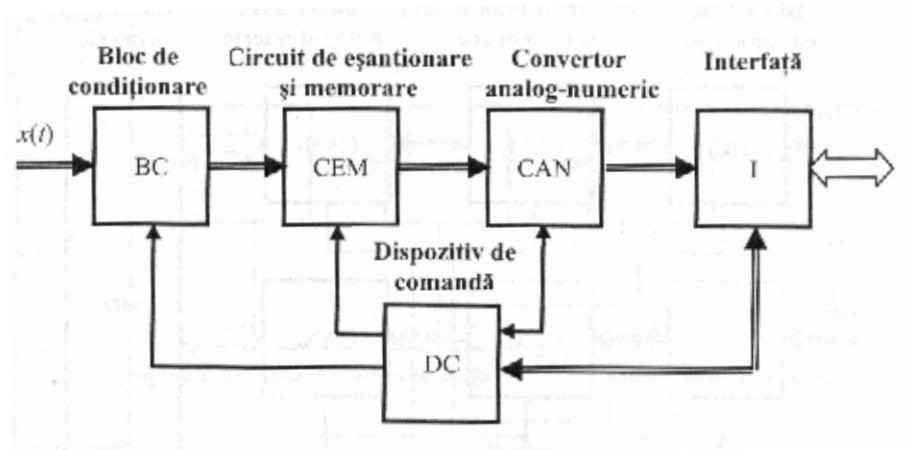


Fig. C04.8 – SAD monocanal

După modul în care se face prelucrarea informației provenite din canale diferite, SAD multicanal se împart în:

- Sisteme cu multiplexare numerică (Fig.C04.9), care se obține din mai multe SAD monocanal, la ieșirea cărora un multiplexor numeric (MN) selectează semnalul care va trece mai departe. Aceste SAD asigură performanțe ridicate, dar au dezavantajul numărului mare de componente și al complexității sporite a DC, care trebuie să comande un număr mai mare de elemente.

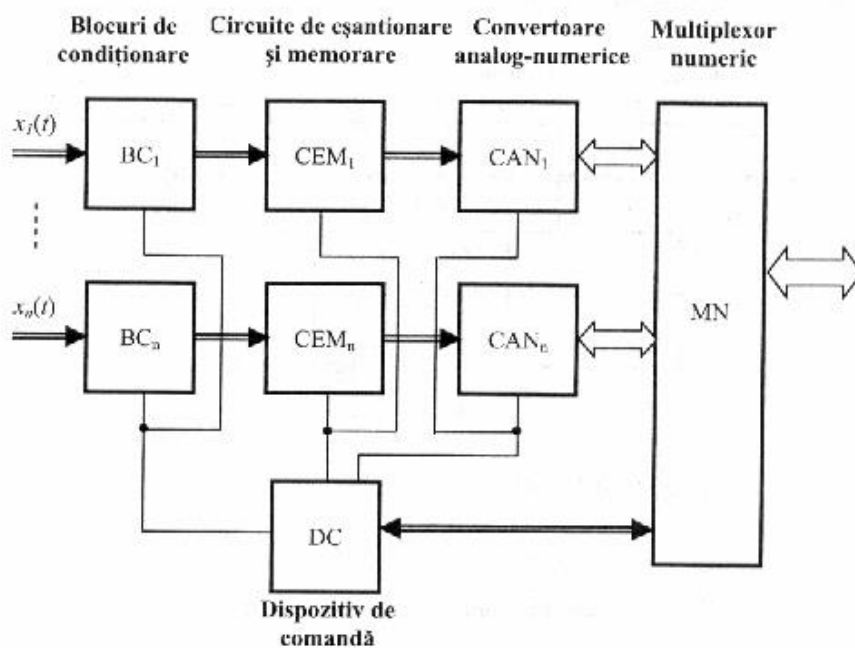


Fig. C04.9 – SAD multicanal cu multiplexare numerică

- SAD multicanal cu multiplexare analogică, mai simple, alcătuite dintr-un singur SAD monocanal la intrarea căruia există un multiplexor care alege în funcție de semnalul primit de la DC unul dintre semnalele de intrare.

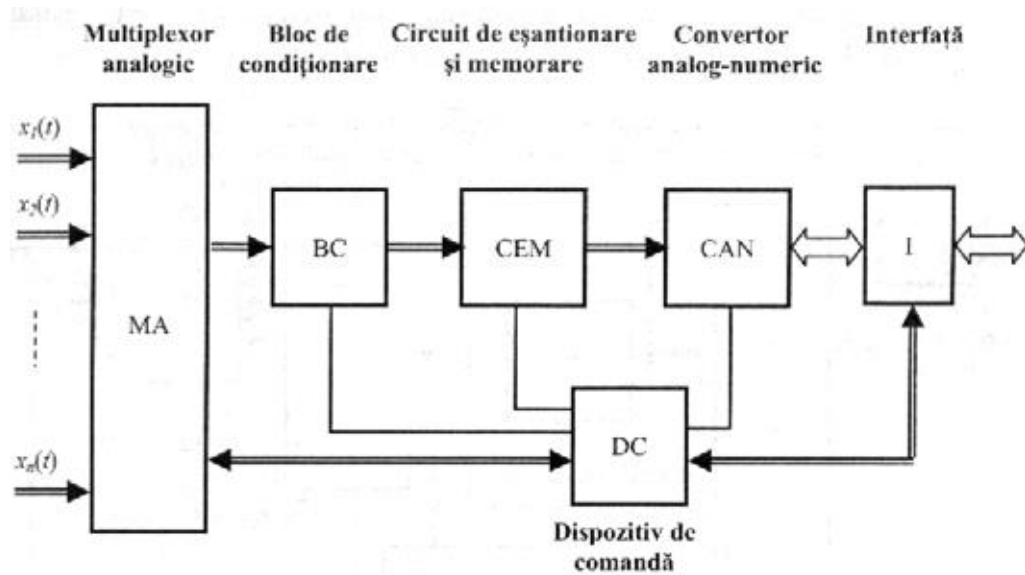


Fig. C04.10 – SAD multicanal cu multiplexare analogică

Din punct de vedere al timpului de achiziție a datelor, SAD multicanal pot fi:

- Cu multiplexare temporară (Fig. C04.11), în care diferitele surse de semnal logic sunt multiplexate la intrarea CEM. Pentru utilizarea mai eficientă a timpului de achiziție, comutarea la următorul canal are loc pe durata cât CEM al canalului precedent se găsește în starea de memorare și tensiunea sa de intrare este supusă conversiei. Aceasta este soluția cea mai ieftină și cea mai lentă.
- Cu achiziție sincronă de date (Fig. C04.12), în care sursele de semnal analogic au fiecare propriul CEM, comandate pentru trecerea în starea de memorare simultan, după care ieșirile acestora sunt multiplexate la intrarea CAN. O variantă îmbunătățită este cea cu mai multe CAN, care reduce timpul de așteptare al semnalelor discretizate.
- Cu achiziție rapidă de date (Fig. C04.13), care au câte un CAN pentru fiecare canal de date. Informația de la ieșirea CAN sunt înmagazinate temporar în registrele tampon (RT) și transmise multiplexorului numeric MN, care selectează și transmite mai departe datele secvențial. Aceasta este cea mai performantă soluție de CNA.

Alegerea configurației optime a SAD impune analize prelabile tehnico-economice complexe ale procesului care trebuie supravegheat. Varianta aleasă trebuie să facă un compromis între precizie, viteza de lucru, numărul de canale monitorizate și cost.

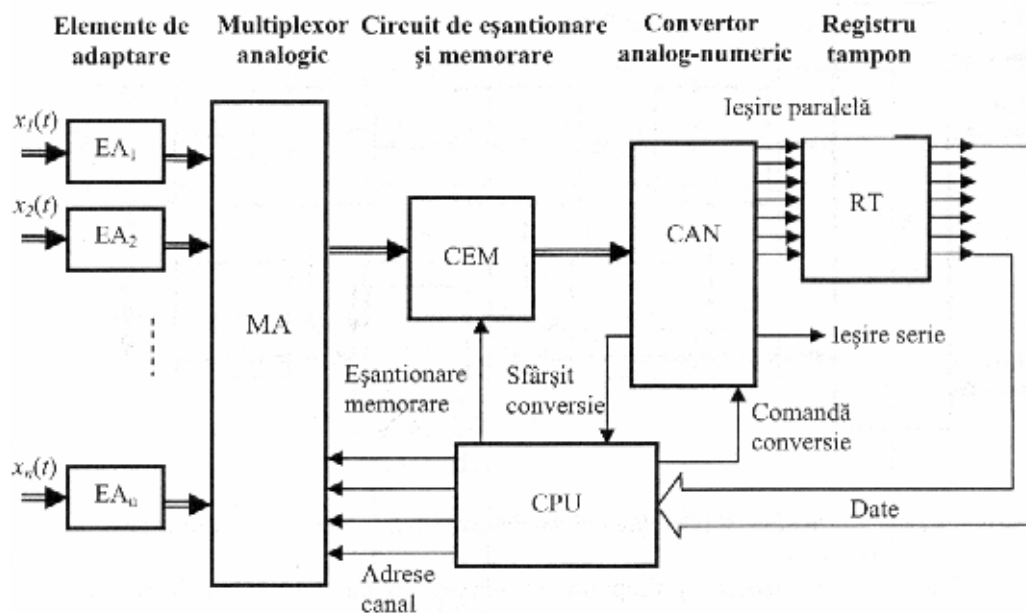


Fig. C04.11 – SAD multicanal multiplexare temporară

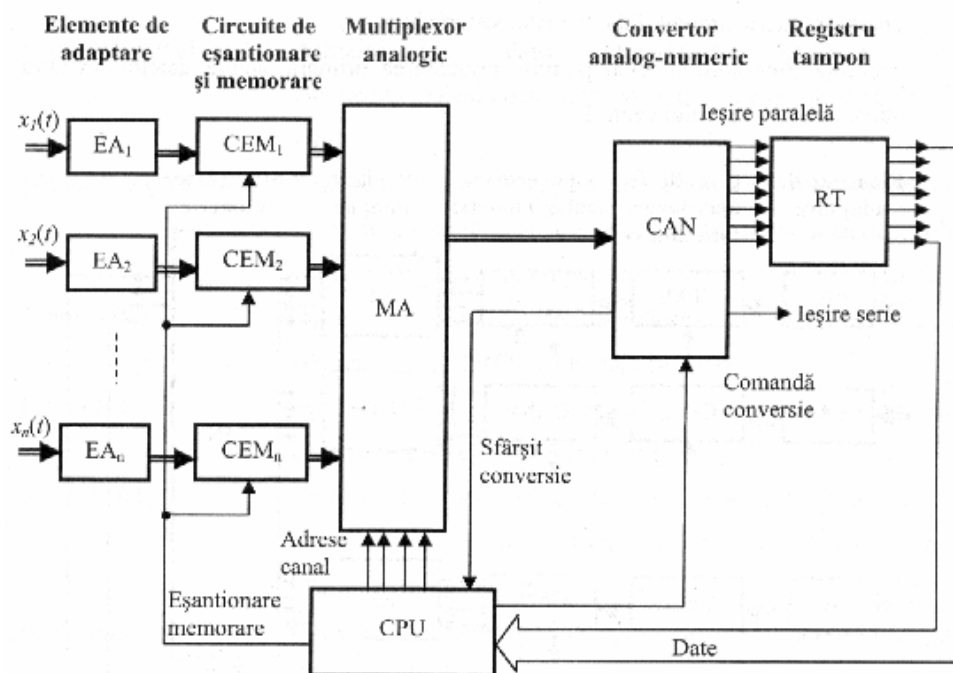


Fig. C04.12 – SAD multicanal cu achiziție sincronă de date

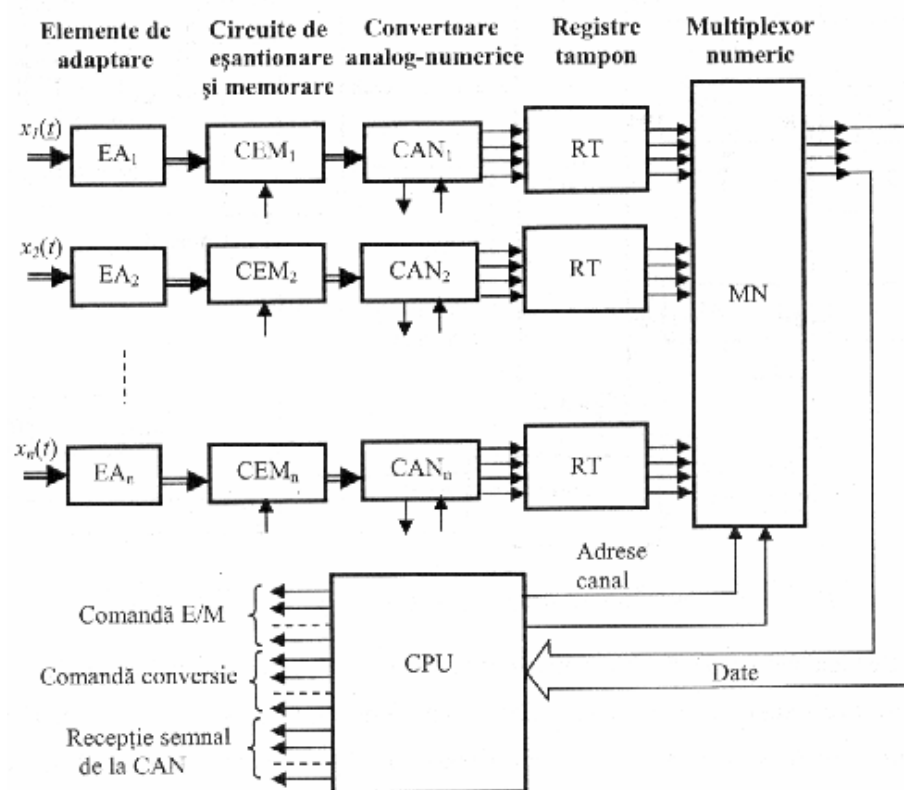


Fig. C04.13 – SAD multicanal cu achiziție rapidă de date