
SISTEME DE CONDUCERE,

SUPRAVEGHERE

SI ACHIZITII DE DATE

Sisteme de achiziție de date

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

Aspecte generale

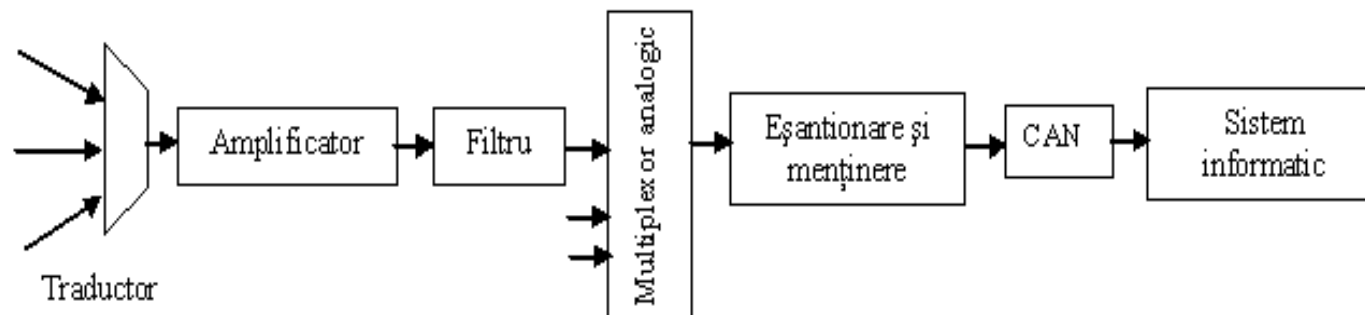
Sistemele de achizitie a datelor (SAD) sunt sisteme care indeplinesc urmatoarele cerinte:

- preiau datele despre masurare;
 - stocheaza datele;
 - prelucreaza datele in vederea luarii unei decizii;
 - transmiterea informatiei la nivelurile de decizie.
-

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

In majoritatea cazurilor, elementele functionale care alcatuiesc un SAD sunt urmatoarele:

- elementele de adaptare a semnalelor de proces precum si elemente de izolare fata de proces;
- circuite de multiplexare analogica;
- circuite de esantionare si memorare;
- convertoare analog-digital;
- registre tampon (bufferul);
- sistem informatic de prelucrare date.



Schema simplificata a unui sistem de achizitie a datelor

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

Etapele principale ale procesului de prelucrare a informatiilor primare sunt:

- achizitia semnalelor din proces prin intermediul traductoarelor de masura;
- adaptarea nivelului semnalului la valorile de intrare ale echipamentului de calcul;
- esantionarea/memorarea semnalului;
- conversia analog-digitala a semnalelor;
- procesarea esantioanelor;
- înregistrarea si afisarea (optional) a semnalelor achizitionate.

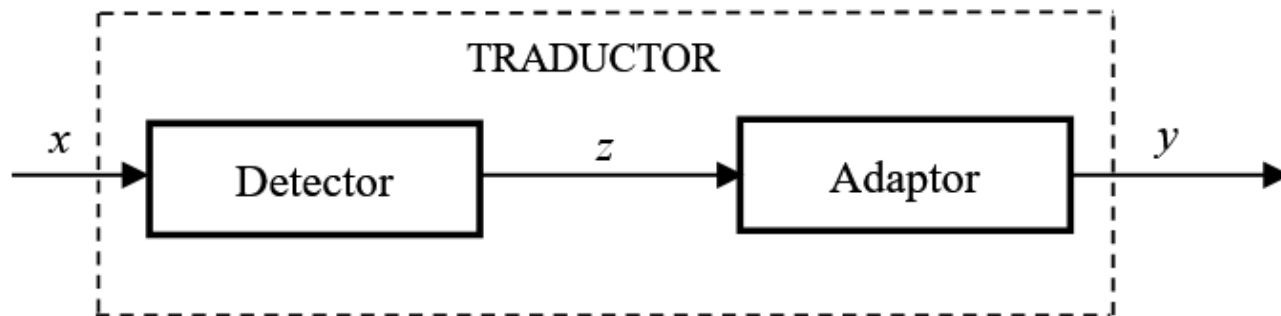
ETAPE:

- **ELEMENTELE DE ADAPTARE** realizeaza amplificarea/atenuarea și filtrarea semnalului.
 - **amplificarea/atenuarea** pentru aducerea semnalului la nivelul de lucru cerut de SAD.
 - **filtrarea** - pentru eliminarea componentelor de înaltă/joasă frecvență sau a zgomotului din afara benzii semnalului.
- **MULTIPLEXAREA ANALOGICA** realizează cuplarea în domeniul timp a unuia dintre diferitele semnale de intrare la ieșire.
- **EȘANTIONAREA ȘI MENȚINERE** preia un eșantion din semnalul aplicat la intrarea sa și îl menține fără a-i altera amplitudinea un timp determinat.
- **CONVERSIA ANALOG-NUMERICA** realizează transformarea amplitudinii esantionului prelevat într-o mărime numerică.
- **PRELUCRAREA NUMERICA** pe care o livrează sistemului de calcul.

Utilizarea **circuitelor de conversie analog-numerică** și **numeric-analogică** ca dispozitive periferice ale unui sistem de calcul permite obținerea unor sisteme de achiziție a datelor **complexe, ieftine și comode**.

TRADUCTOARE

- dispozitive atașate echipamentelor primare ale unui proces, cu rol de conversie (transformare) a unor mărimi caracteristice în semnale electrice.



Structura de principiu a unui traductor

Componentele de bază ale unui traductor pot forma o **singură unitate constructivă** (atunci când condițiile de mediu o permit) sau se pot prezenta ca **două unități distincte**, conectate prin dispozitive de legătură și transmisie.

TRADUCTOARE INTELIGENTE

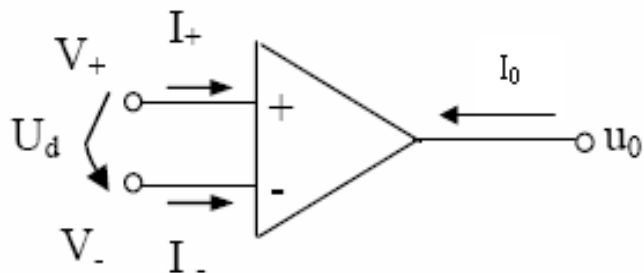
- fac parte din categoria traductoarelor complexe numerice care conțin ca element de conversie a ieșirii un sistem sau microprocesor capabil să efectueze următoarele funcții

- să rezolve problemele de interfață ale traductorului cu celelalte elemente ale sistemului de achiziții de date (SAD);**
 - să asigure ieșire serială necesară teletransmisiei (cu grad de imunitate ridicat la perturbații);**
 - să efectueze liniarizarea caracteristicii statice de funcționare;**
 - să efectueze autodiagnoza și calibrarea automată a componentei sale de echipamente și programe;**
 - să elimine erorile sistematice și unele erori aleatoare (prin prelucrări statice de mediere, filtrare soft, etc.);**
 - să elimine efectele unor factori perturbatori (temperatură, umiditate, presiune atmosferică, etc.).**
-

ELEMENTELE DE ADAPTARE A SEMNALELOR DE PROCES

a. AMPLIFICATOARE

Amplificatoarele operaționale (AO) sunt circuite integrate specializate, destinate în principal transformărilor liniare ale semnalelor (amplificare/atenuare = înmulțirea semnalului cu o constantă).



Amplificatorul operational ideal

$$U_d = V_+ - V_-$$
$$u_0 = a \cdot U_d = a \cdot (V_+ - V_-)$$

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

In multe cazuri, AO se considera ideal avand urmatoarele proprietati:

- amplificare a infinita;
- banda de trecere infinită;
- rezistența de intrare infinită.
- rezistența de ieșire zero.

In functie de valoarea produsului $u_0 = a \cdot U_d = \infty \cdot U_d$ avem:

- a. utilizarea ca amplificator - $u_0 \in (+V ; -V)$.

Daca $U_d = 0$ atunci $u_0 = a \cdot U_d = \infty \cdot 0$.

- b. Utilizarea ca si comparator, in comutatie:

Daca $U_d > 0$, $u_0 \rightarrow +\infty$, dar u_0 va fi limitata la valoarea maxima a tensiunii de iesire (V_{OH}), $u_0 = V_{OH} \approx +V$;

Daca $U_d < 0$, $u_0 \rightarrow -\infty$, dar u_0 va fi limitata la valoarea minima a tensiunii de iesire (V_{OL}), $u_0 = V_{OL} \approx -V$.

b. Filtre

Filtrarea semnalelor reprezintă o operație de bază în prelucrarea informației.

Poate fi realizată:

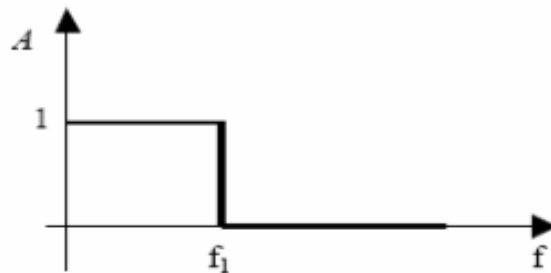
- ❑ **analogic (cu ajutorul unor rețele RLC sau a unui calculator analogic);**
- ❑ **numeric, cu circuite logice sau cu un calculator numeric.**

Prin filtru se intelege acel circuit care are rolul de a prelucra in mod diferentiat semnalele dintr-o banda de frecvente in comparatie cu cele din afara benzii.

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

Clasificarea filtrelor dupa banda de frecvente este urmatoarea:

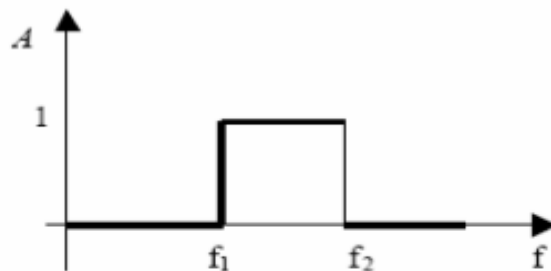
- filtre trece jos (a);
- filtre trece sus (b);
- filtre trece banda (c);
- filtre opreste banda (d).



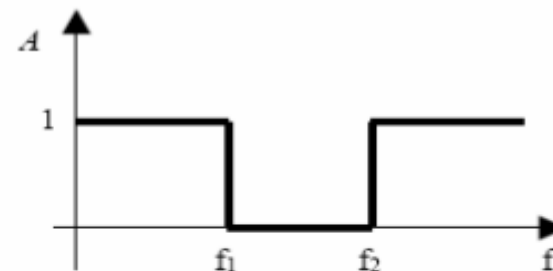
a)



b)



c)

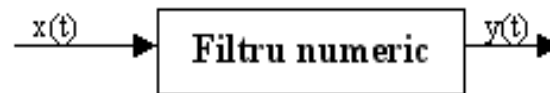


d)

Caracteristicile filtrelor in functie de banda de frecvente

Filtre numerice

- sunt sisteme de prelucrare a semnalelor numerice.
- caracteristicile sunt foarte apropiate de ale filtrelor ideale.
- cuprind: convertoare analog-numerice, circuite logice, inclusiv tehnică de calcul.



Reprezentarea simplificata a filtrului numeric

Intrarea $x(t)$ și ieșirea $y(t)$ a blocului de prelucrare sunt reprezentate de date numerice, legate printr-o ecuație cu diferențe finite:

$$a_0(t) \cdot y(t) + a_1(t) \cdot y(t-1) + \dots + a_p(t) \cdot y(t-p) = \sum_{i=0}^p a_i(t) \cdot y(t-i) = \sum_{i=0}^q b_i(t) \cdot x(t-i) \\ = b_0(t) \cdot x(t) + b_1(t) \cdot x(t-1) + \dots + b_q(t) \cdot x(t-q)$$

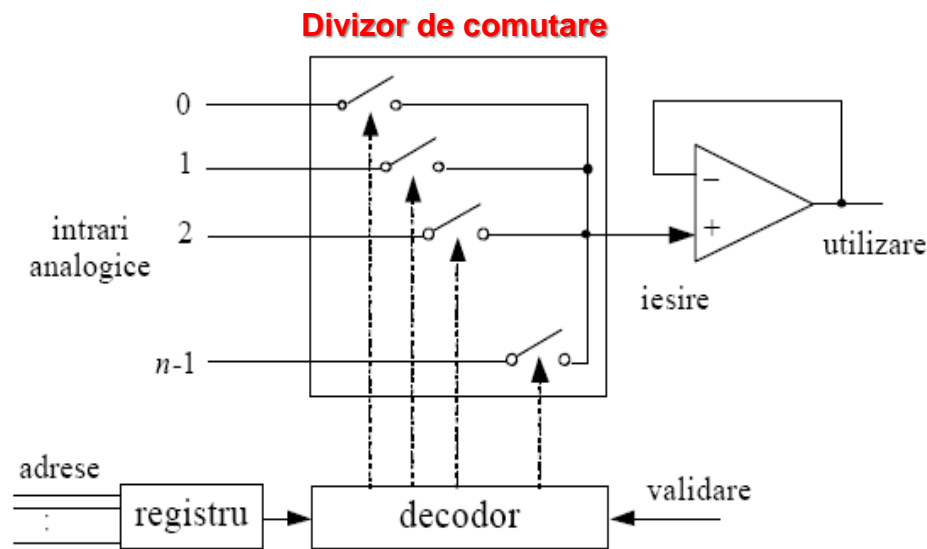
Dacă sistemul este invariant în timp, atunci $a_i(t) = a_i$ și $b_i(t) = b_i$ (constanti).

$$y_t = \sum_{i=0}^q b_i \cdot x(t-i) - \sum_{i=0}^p a_p \cdot y(t-i)$$

Elemente de multiplexare

a. Multiplexoare analogice

Multiplexorul analogic este un ansamblu de comutatoare analogice cu n intrari si o iesire, comandat de un sistem logic care permite cuplarea uneia din intrari la iesire.



Schema de principiu a unui multiplexor analogic

Divizorul de comutare - realizat în mai multe variante constructive:

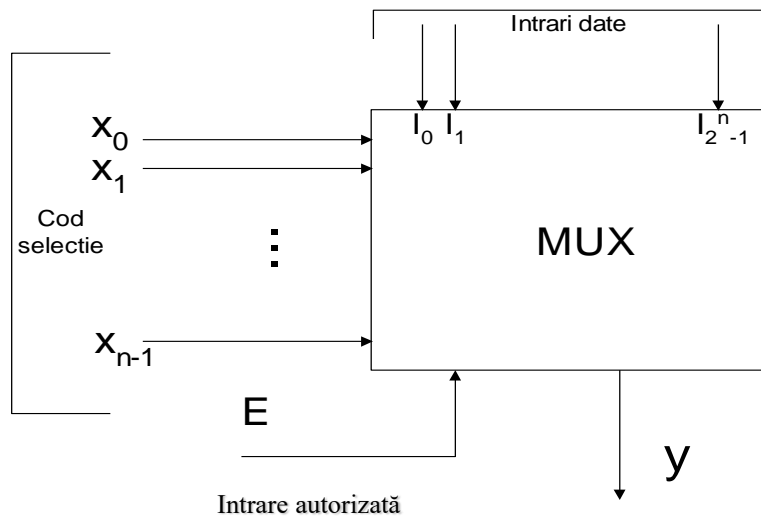
- cu relee obișnuite;
- cu elemente semiconductoare.

Varianta I - utilizează elemente electro-mecanice, cu investiții inițiale reduse, compensate de costuri ridicate de exploatare, fiabilitate și durată de funcționare redusă.

Varianta II - realizată cu elemente semiconductoare cu performanțe ridicate.

b. Multiplexoare numerice

- **dispozitive combinaționale** controlate de o adresă de selecție (n intrări) cu ajutorul căreia una din cele 2^n intrări de date este conectată la ieșire.
- **circuit logic combinațional** este reprezentat printr-un **multipol** la care variabilele (funcțiile) de ieșire depind numai e variabilele de intrare.



Pentru **E = 0**, indiferent de codul de selecție ($x_{n-1} \dots x_1 x_0$) sau de valorile datelor de intrare ($I_{2^n-1} \dots I_0$), **y = 0**.

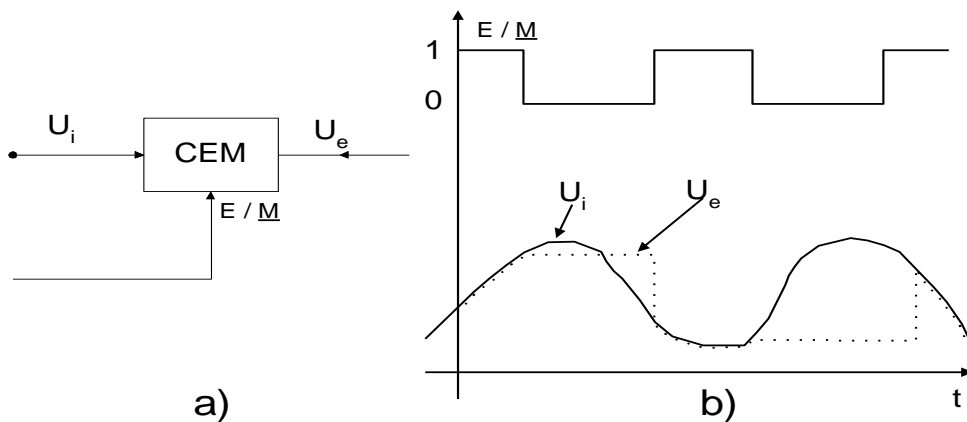
Pentru **E = 1**, ieșirea y va reproduce intrarea de date selectată: **y = I_k**, unde $k_{10} = x_{n-1}x_{n-2} \dots x_1x_0$.

Schema de principiu a unui multiplexor numeric

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

Circuite de esantionare si memorare (CEM)

Un circuit de esantionare memorare (CEM) realizeaza prelevarea valorii, la un moment dat, a unui semnal analogic (tensiune electrica) si memorarea acestei valori.



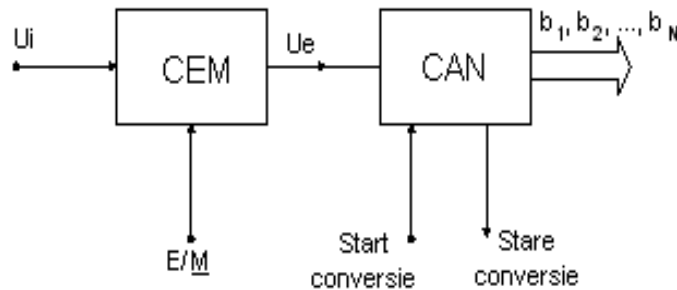
Starea de eşantionare - nivelul logic "1" al semnalului de comandă E/M , CEM urmăreşte tensiunea, U_i .

Starea de memorare a tensiunii U_i - nivelul logic „0” al semnalului de comandă E/M determinată de frontul de coborâre al semnalului E/M de la momentul corespunzător frontului.

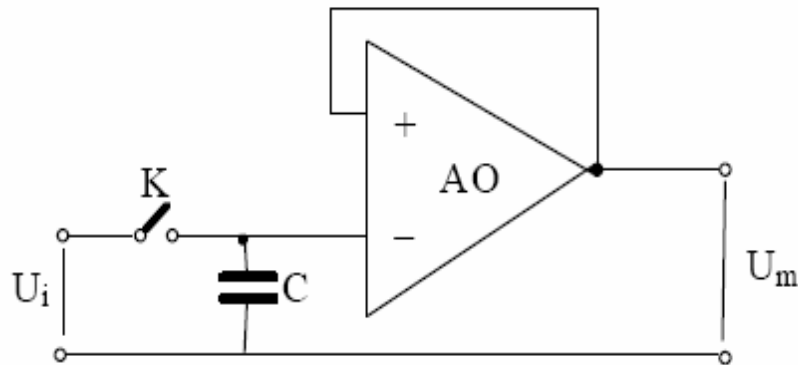
Circuit de esantionare/memorare :

a. reprezentare functionala ; b. functionare de principiu pe baza de diagrame de timp.

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE



Conectare CEM cu CAN intr-un sistem de achizitie de date



Schema de principiu a CEM

CONSTRUCȚIA CEM se realizează cu:

- **amplificatoare operaționale,**
- **condensatoare** (ca elemente de memorare)
- **comutatoare** (prin care se realizează comanda în stările de eșantionare și, respectiv, de memorare)

- **comutator K ,** cu două poziții (închis/deschis);
- **condensator de memorare C ,**
- **amplificator operațional (AO),** cu impedanță de intrare foarte mare (micșorează pierderea de tensiune de la bornele condensatorului în faza de memorare)

CONVERTOARELE ANALOG-NUMERICE (CAN)

- sunt circuite la intrarea cărora se aplică o mărime analogică și la ieșire se obține codul numeric corespunzător.

Direcțiile urmărite în construcția CAN-urilor

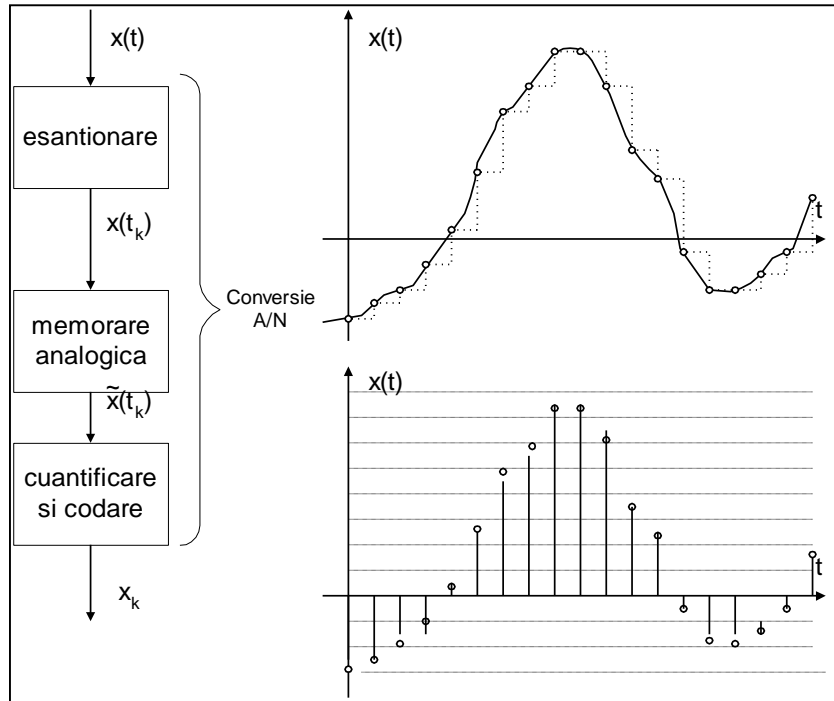
- creșterea vitezei de conversie;
- creșterea preciziei conversiei;
- reducerea costului convertorului.

Conversia analog-numerică

- compararea semnalului analogic de intrare U_i cu o mărime de referință.
- compararea se poate efectua în mod direct, prin utilizarea unor circuite comparatoare.
- compararea între semnalul de intrare și semnalul de referință se poate efectua și indirect, prin compararea efectelor obținute prin integrarea celor două semnale.

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

ETAPELE CONVERSIEI



Etapele conversiei analog numerica

CONVERSIA ANALOG-NUMERICĂ - unui semnal analogic de intrare $x(t)$ îi corespunde o secvență de numere $\{x_k\}$, codate sub formă binară.

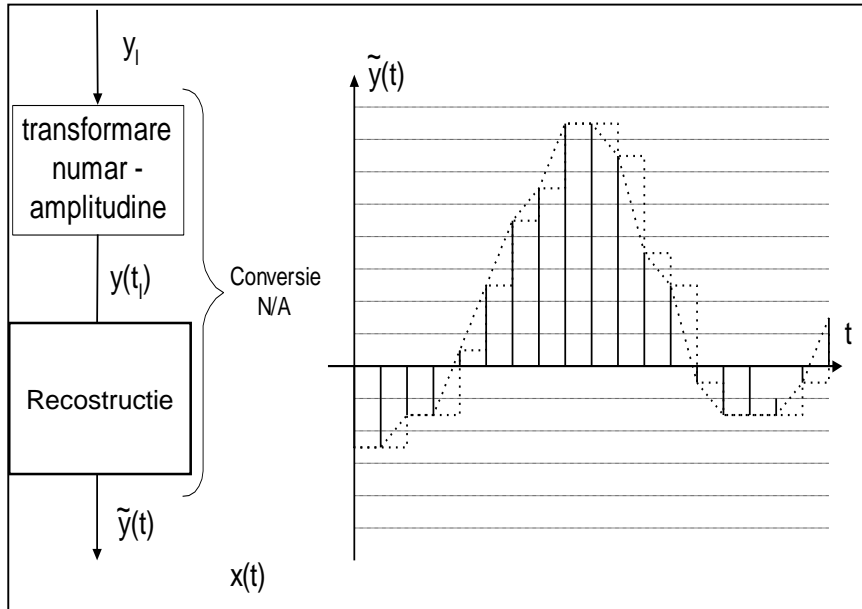
Fiecare număr corespunde amplitudinii $x(t_k)$ a unui eșantion al semnalului prelevat la un moment dat t_k .

Precizia cu care amplitudinile semnalului sunt cunoscute este limitată din cauza diferitelor considerente practice.

Cuantificarea - înlocuirea valorii exacte a unui eșantion cu cea mai apropiată valoare aproximativă dintr-un număr finit de valori discrete.

Cuantificarea uniformă - plaja de conversie este divizată în intervale de cuantificare egale. Valoarea eșantionului este reprezentată de un ansamblu de valori analogice conținute în intervalul de lățime Δ_k numit pas de cuantificare.

Codare - desemnarea pentru fiecare valoare discretă a unui număr x_k (**cuprins între două valori limită care fixează plaja de conversie**) exprimat sub formă binară.



Etapele conversiei numeric-analogice

CONVERSIA NUMERIC-ANALOGICĂ

-secvența $\{y_i\}$ este transformată într-o secvență de eșantioane de amplitudini discrete $y(t_i)$.

-Construcția finală a semnalului analogic de ieșire este apoi realizată printr-o operație de interpolare sau extrapolare între eșantioane.

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

a. Convertoare analog – numerice (CAN)

CAN sunt circuite la intrarea carora se aplica o marime analogica si la iesire se obtine codul numeric corespunzator.

Dupa principiul de functionare al CAN se disting metode de conversie:

- **directe.**
- **indirecte.**

Din punct de vedere al existentei reactiei, exista convertoare:

- **cu reactie;**
- **fara reactie.**

Din punct de vedere al ciclului de functionare, se disting:

- **convertoare cu ciclu fix;**
 - **convertoare cu ciclu programabil.**
-

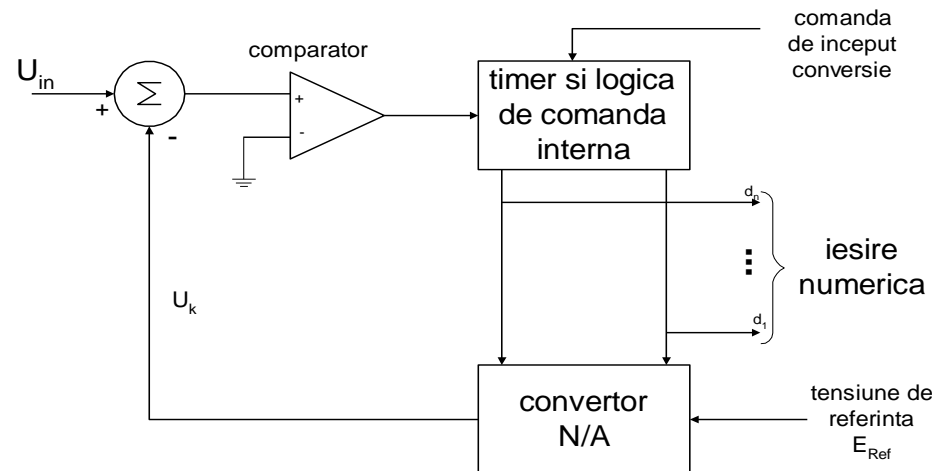
SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

CAN cu aproximatii succesive

In practica se intilnesc mai multe tipuri de CAN cu aproximatii succesive, toate avand insa ca elemente de baza :

- CAN;
- comparator;
- dispozitiv de comanda denumit si registru de aproximatii succesive (RAS).

In fiecare perioada, dispozitivul de comanda genereaza cate o secventa binara care este convertita intr-o marime analogica U_k de catre CAN.



CAN cu aproximatii succesive

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

Etapele functionarii:

1. Dispozitivul de comanda genereaza secventa binara 100...0, care este convertita intr-o tensiune :

$$U_1 = \frac{E_{Ref}}{2}$$

2. Dispozitivul de comanda genereaza secventa binara d_1 100..00, obtinand la iesirea CAN-ului tensiunea:

$$U_2 = d_1 \frac{E_{Ref}}{2} + \frac{E_{Ref}}{4}$$

3. Dispozitivul de comanda genereaza secventa binara $d_1 d_2$ 100..00, obtinand la iesirea CAN-ului tensiunea :

$$U_8 = d_1 \frac{E_{Ref}}{2} + d_2 \frac{E_{Ref}}{4} + \frac{E_{Ref}}{8}$$

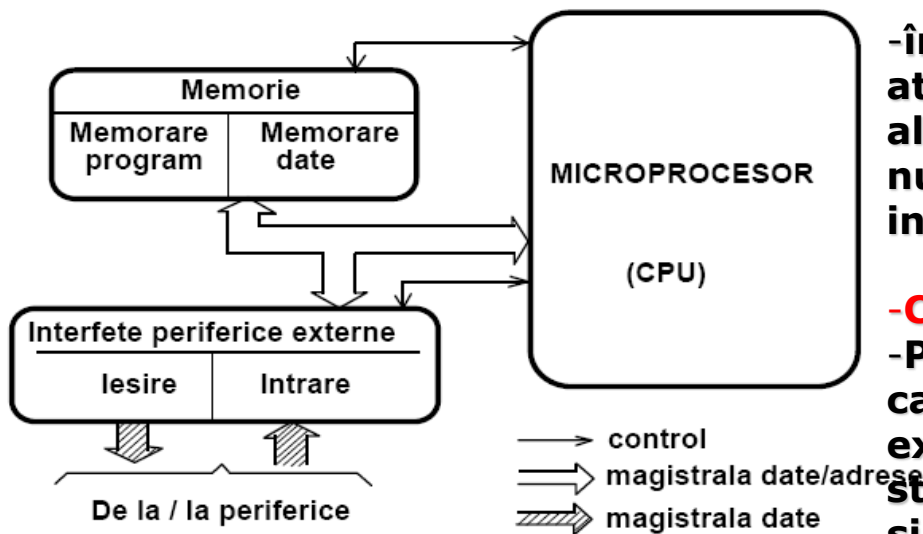
Registre tampon (buffere)

- reprezinta **elementul de transfer informational** dintre CAN si unitatea centrala, care va efectua stocarea si prelucrarea informatiei numerice.
 - sunt dispozitive numerice, formate dintr-un **ansamblu de elemente de memorie**, care pot stoca numere binare.
 - sunt constituite din **celule de memorie** realizate din componente discrete (**tranzistoare, diode, condensatoare**, etc.) sau din circuite integrate.
 - **capacitatea unui registru** este data de numarul de celule binare de memorie componente.
 - are **iesirile legate în paralel la magistrala de date a sistemului**.
-

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

Sisteme informatice de prelucrare a datelor

- reprezintă un ansamblu de circuite digitale astfel conectate si comandate încât sa realizeze anumite funcții precise.



Structura de baza a unui sistem informatic

Memoria

-Într-o secțiune de memorie sunt memorate atât secvențele de instrucțiuni care alcătuiesc programul, cât și datele numerice (de intrare, sau rezultate intermediare sau finale).

-Comunicatia cu exteriorul

-Prin secțiuni specifice de intrare sau ieșire, calculatorul comunică cu perifericele exterioare, care pot fi atât echipamente standard (tastatura, imprimanta, etc.), cât și interfețe specifice de conectare la un proces fizic controlat (traductoare, elemente de execuție, etc.).

SISTEME DE CONDUCERE, SUPRAVEGHERE SI ACHIZITII DE DATE

Microprocesorul - componenta principală a sistemului informatic din cadrul achizitiei de date, trebuie sa realizeze urmatoarele functiuni:

- selectarea canalului analogic pe care se doreste a se face achizitia;
- comanda esantionarii;
- comanda conversiei CAD;
- sesizarea sfârșitului conversiei si citirea codului binar rezultat;
- încărcarea codului binar în memorie;
- corectia erorilor introduse de diverse blocuri componente;
- prelucrarea si afisarea datelor;
- testarea blocurilor componente defecte.

Alegerea microprocesorului și a circuitelor sale periferice

- este dictată de analiza structurii hard a sistemului de achiziție și structurii soft în vederea asigurării cerințelor de **viteză de măsurare și de prelucrare** ale sistemului.

PROCESOARELE DE SEMNAL (DSP-DIGITAL SIGNAL PROCESSING)

-microprocesoare a căror arhitectură a fost optimizată pentru prelucrarea în timp real a semnalelor discrete obținute prin eșantionarea unor mărimi continue.

-arhitectura este concepută astfel încât să minimizeze durata de execuție a unor algoritmi de prelucrare, cum ar fi:

- filtrarea unui semnal;**
 - convoluția (mixarea) a două semnale;**
 - corelația (compararea) între două semnale;**
 - rectificarea, amplificarea sau transformarea unui semnal;**
 - transformata Fourier rapidă (FFT).**
-

Arhitecturi ale SAD

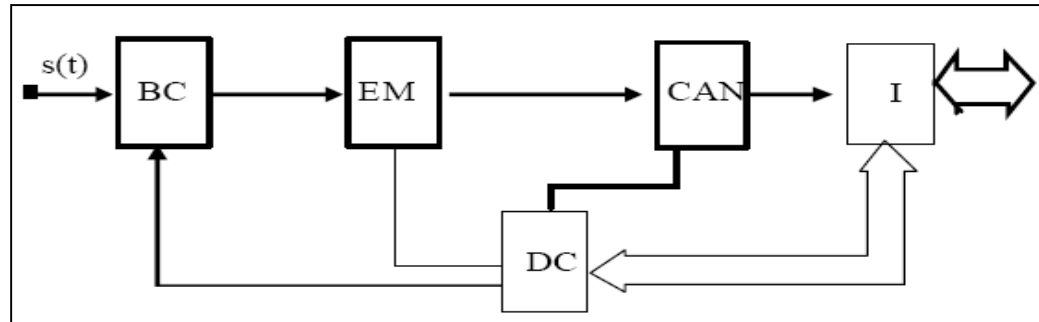
Un SAD poate avea, în funcție de destinație și performanțele cerute, diferite arhitecturi:

- sisteme monocanal, care preiau datele de la un singur punct de măsură;
- sisteme multicanal, care preiau datele de la mai multe puncte de măsură.

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

- sisteme cu multiplexare analogică în care comutarea intrărilor se face analogic ;
 - sisteme cu multiplexare digitală în care comutarea intrărilor se face după ce au fost convertite.
-

SISTEMELE DE ACHIZIȚIE MONOCANAL



SAD monocanal

$s(t)$ - semnal analogic (măsurat prin intermediul traductorului);

BC - bloc de condiționare (realizează operații de preprocesare a semnalului analogic: amplificare/atenuare sau prelucrări primare ale semnalului (conversie, integrare, derivare, filtrare)).

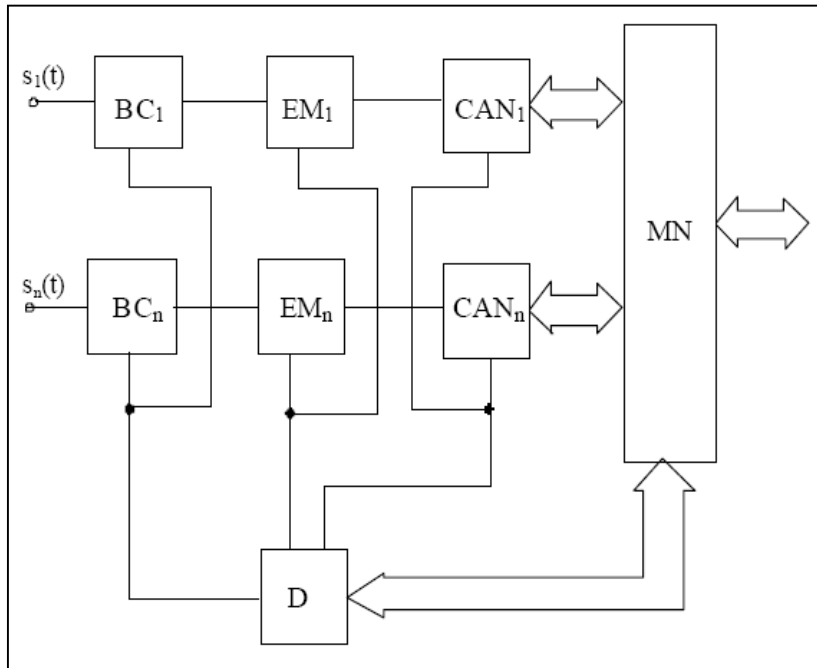
CEM - circuit de eșantionare și memorare (prelevă eșantioane din semnal și memorează valoarea lor)

CAN - convertor analog-numeric (realizează conversia numerică).

I - interfața cu exteriorul (realizează legătura cu **unitate centrală de calcul** - poate prelucra informațiile achiziționate sau îl transmite unui calculator master de la un nivel superior).

DC - dispozitiv de comandă (realizează sincronizarea și controlul tuturor operațiilor: stabilește modul de lucru al BC, momentele în care se face eșantionarea și durata memorării, momentul la care începe conversia, respectiv, transmiterea datelor spre interfața de ieșire). Comunica prin interfața (I) cu exteriorul prin intermediul unei magistrale de date, pentru a primi sau a da comenzi suplimentare.

SISTEMELE DE ACHIZIȚIE MULTICANAL



SAD multicanal cu multiplexare numerică

Caracteristici:

- se obține din mai multe sisteme monocanal;
- singurul element care apare în plus fiind multiplexorul numeric (MN);
- realizează și funcția de interfațare cu exteriorul.
- DC are o structură complexă (trebuie să comande un număr mai mare de elemente).

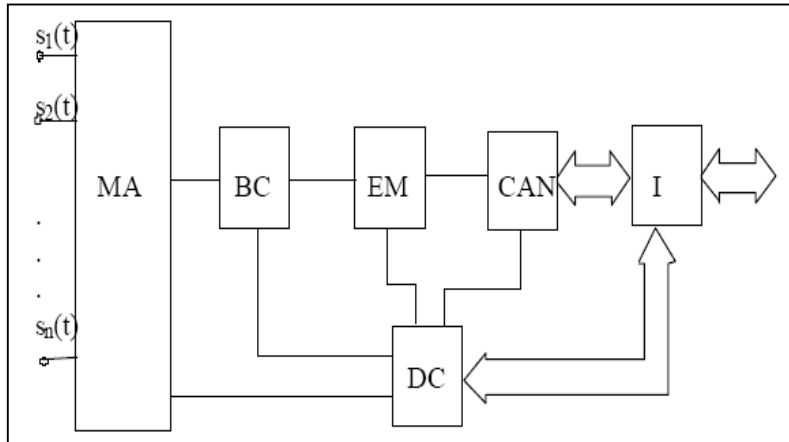
Avantaj:

- asigura performanțe ridicate;

Dezavantaj:

- costurilor ridicate (număr mare de componente).

SISTEMELE DE ACHIZIȚIE MULTICANAL



SAD multicanal cu multiplexare analogica

Caracteristici:

- blocul de multiplexare analogică (MA) este amplasat la intrare.
- în funcție de comanda primită de la dispozitivul de comandă (DC), MA selectează unul dintre semnalele de intrare pe care apoi îl aplică unui SAD monocanal.

Avantaj:

- costurilor scăzute (număr mic de componente).

Dezavantaj:

- performanțe scăzute din punct de vedere al vitezei și preciziei.

SISTEME DE ACHIZIȚIE MULTICANAL PERFORMANTE

Din punct de vedere al **timpului de achiziție a datelor**, sistemele de achiziție multicanal pot fi de mai multe tipuri:

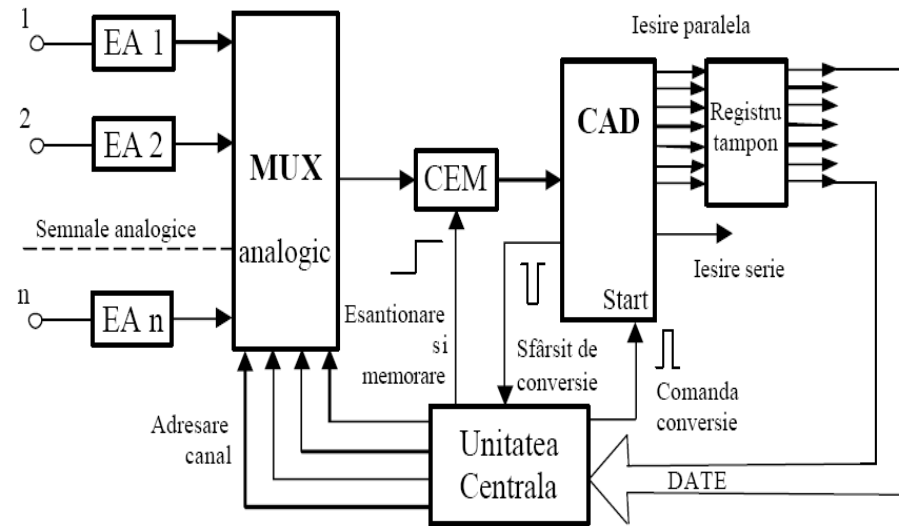
- SAD multicanal cu **multiplexare temporară**;
- SAD multicanal cu **achiziție sincronă de date**;
- SAD multicanal cu **achiziție rapidă de date**.

Convertorul analog-numeric – elementul esențial (în jurul lui sunt grupate, în conformitate cu o arhitectură specifică, circuite de prelucrare analogică a semnalului, separate de o unitate centrală care prelucrează informațiile achiziționate sau le transmite unui sistem master).

SISTEME DE ACHIZIȚIE MULTICANAL PERFORMANTE

Caracteristici:

- diferitele surse de semnal logic sunt multiplexate la intrarea circuitului de eșantionare și memorare (CEM);
- CEM care reține de fiecare dată valoarea unui eșantion în vederea conversiei.
- comutarea la următorul canal are loc pe durata cât circuitul de eșantionare și memorare, al canalului precedent, se găsește în starea de memorare și tensiunea sa de intrare este supusă conversiei.



Schema bloc a sistemului de achizitie de date cu multiplexare temporara

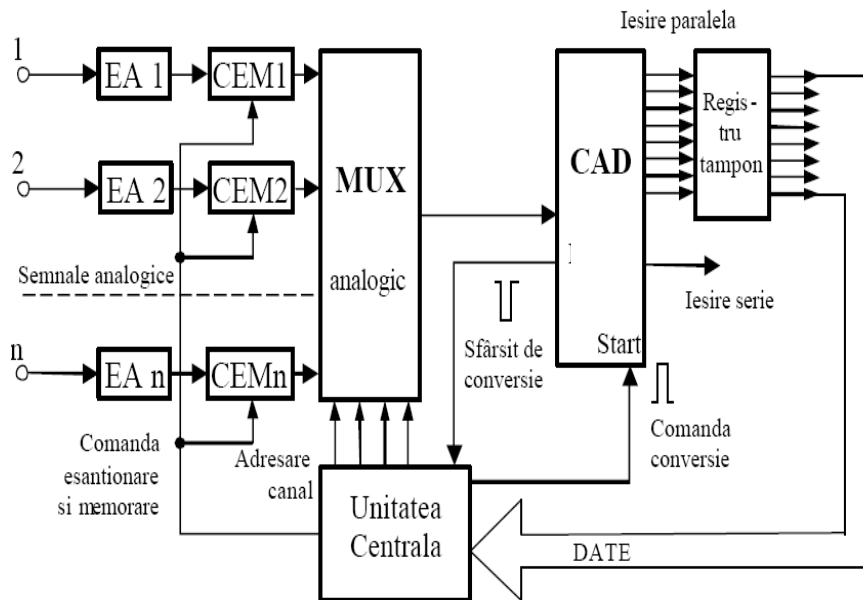
Avantaj:

- soluție ieftină.

Dezavantaj:

- Achiziție lentă.

SISTEME DE ACHIZIȚIE MULTICANAL PERFORMANTE



Schema bloc a SAD multicanal
cu achizitie sincrona de date

Caracteristici:

- Sursele de semnal analogic sunt conectate la câte un circuit CEM.
- Comanda pentru trecerea în starea de memorare este dată simultan pentru toate CEM (ieșirile acestora sunt multiplexate la intrarea CAN).
- Multiplexarea se poate face secvențial sau cu adrese aleatoare.

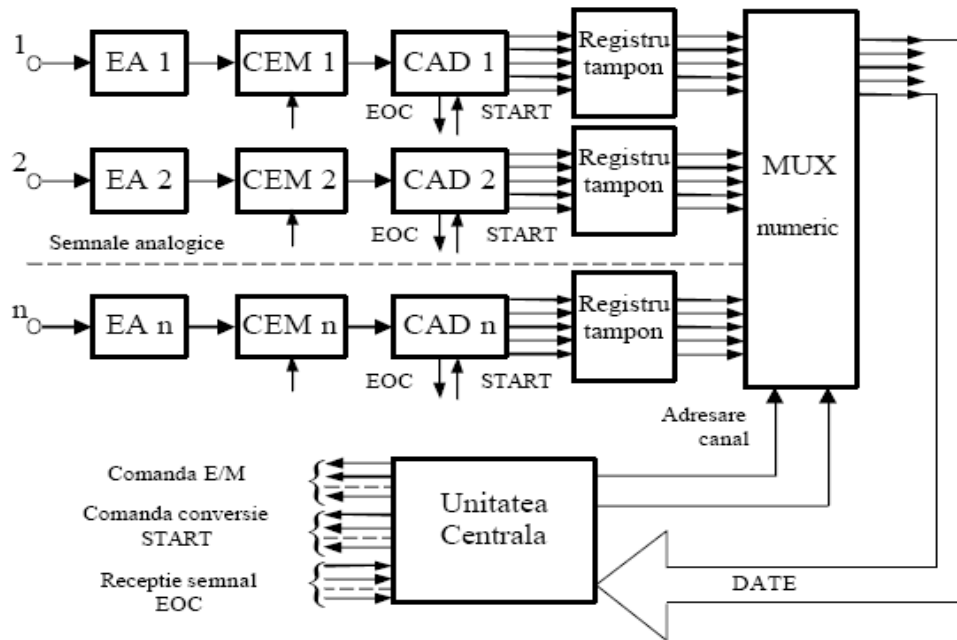
Dezavantaj:

- timpul de așteptare în vederea conectării la intrarea CAN poate fi de lungă durată (circuitul CEM trebuie să prezinte o rată redusă de alterare a tensiunii memorate).

Avantaj:

- datele sunt achiziționate simultan din toate punctele de măsurare și într-un timp relativ scurt.

SISTEME DE ACHIZIȚIE MULTICANAL PERFORMANTE



Schema bloc a SAD rapid

Caracteristici:

-are în structură câte un CAN pentru fiecare punct de măsură, precedate de elemente adaptare (EA) și circuite (CEM).

-Registreele tampon (RT) înmagazinează temporar informația care urmează a fi transmisă multiplexorului numeric (MN),
-MN selectează datele primite și le transmite secvențial pe magistrala sistemului de calcul.

Avantaje:

- pot fi utilizate CAN mai lente, deci mai ieftine, chiar dacă se dorește o viteză mare de achiziție;
- structură aplicabilă în cazul în care traductoarele sunt răspândite pe suprafață mare;
- prin conversia locală sub formă numerică se asigură o bună imunitate la perturbații;
- posibilitatea separării galvanice a sursei de semnal, împreună cu CAN aferent, față de restul sistemului;
- prezența procesorului local permite prelucrarea primară asupra datelor, evitând sufocarea procesorului central.

CONCLUZII

Realizarea unei arhitecturi pentru un SAD impune analize complexe, de natură tehnico-economică, referitoare la sistemul sau procesul care trebuie supravegheat.

Performanțele care trebuie să fie asigurate de către un sistem de achiziție se referă la:

- precizia realizată,**
- viteza de lucru,**
- numărul de canale,**
- cost.**

Obținerea uneia dintre performanțe se face, de obicei, în detrimentul alteia.
