

## CAP. 5. SISTEME DE ACHIZIȚIE ȘI CONDUCERE

### 5.1. STRUCTURA SISTEMELOR DE ACHIZIȚIE ȘI CONDUCERE

#### 5.1.1. Definiții. Clasificări

Prin completarea configurației unui calculator (de regulă un calculator personal – PC) cu elemente din categoria interfețelor de proces (*plăci de achiziție*) se obține un *sistem de achiziție a datelor* (după cum vom vedea în continuare, noțiunea de sistem de achiziție este ceva mai generală, fiind incluse aici și alte sisteme numerice de achiziție care nu se bazează pe PC). În condițiile existenței funcțiilor de conducere, sistemul se va numi *sistem de achiziție și conducere (SAC)*.

Prin *sistem de achiziție a datelor* se înțelege un sistem de măsurare care permite vizualizarea și/sau înregistrarea evoluției temporale a mai multor mărimi, analogice și/sau numerice, poate implementa mai multe regimuri de achiziție și permite diverse prelucrări numerice.

Principalele *regimuri de achiziție* implementate de sistemele de achiziție a datelor sunt următoarele:

- Regimuri de achiziție pentru afișare locală (*Digital Panel Meter*) – permit măsurarea numerică a mai multor mărimi în scopul unor monitorizări locale. Pot fi realizate și prelucrări numerice simple de tipul liniarizării caracteristicilor senzorilor. Valorile măsurate nu se memorează, dar pot fi transmise la distanță.

- Regimuri de achiziție de lungă durată (*Data Logger*) – permit memorarea evoluțiilor temporale ale mărimilor măsurate, ceea ce permite prelucrări ulterioare ale informațiilor.

- Regimuri de achiziție de scurtă durată (*Transient Recorder*) – permit vizualizarea și/sau înregistrarea unor regimuri tranzitorii, sau a unor secvențe numerice nerepetitive.

Modul de desfășurare a achiziției de date depinde de un eveniment de tip *trigger*, prin care se definește zona de interes din evoluțiile analizate. Se pot întâlni două moduri principale de achiziție:

- modul *posttrigger*
- modul *pretrigger*

Modul *posttrigger* realizează achiziția unui număr specificat de eșantioane după apariția unui eveniment *trigger*, adică după recepționarea unui semnal *trigger* (de sincronizare). După ce bufferul care stochează datele achiziționate (de lungime specificată de utilizator) este plin, achiziția este stopată.

În cadrul modului *pretrigger* datele sunt achiziționate continuu, înainte și după primirea unui semnal *trigger*. Datele sunt colectate într-un buffer precizat de utilizator până când recepționează semnalul *trigger*. După aceasta, sistemul de achiziție va mai colecta un număr specificat de eșantioane după care stopează achiziția. Bufferul este tratat ca un buffer circular, adică după ce întregul buffer este completat, datele sunt stocate de la început prin suprascrierea datelor vechi. La terminarea achiziției, bufferul conține eșantioane dinaintea și după apariția semnalului *trigger*. Numărul de eșantioane salvate în buffer depinde de lungimea acestuia (specificată de utilizator) și de numărul specificat de eșantioane de achiziționate după apariția semnalului *trigger*.

Pe lângă aceste variante principale, în funcție de firmele producătoare de sisteme de achiziție s-au dezvoltat tehnici de achiziție care derivă din acestea, un exemplu fiind modul de achiziție de tip *double-buffered*, dezvoltat de National Instruments, care utilizează o tehnică asemănătoare cu modul *pretrigger*, completând bufferul specificat de utilizator în mod continuu. Spre deosebire de modul *pretrigger*, aici se apelează la un al doilea buffer, care preia datele vechi din primul buffer, înainte ca acestea să fie suprascrise.

Sistemele de achiziție a datelor pot fi clasificate în funcție de modul în care sunt prelucrate canalele de intrări analogice în trei configurații:

- sisteme de achiziție cu multiplexare temporală;
- sisteme de achiziție sincronă a datelor;
- sisteme rapide de achiziție a datelor.

Sarcina fundamentală a sistemelor de achiziție și conducere este măsurarea și/sau generarea semnalelor fizice din lumea reală. Diferența de bază între diversele opțiuni hardware de realizare a SAC este metoda de comunicare între hardware-ul de achiziție și sistemul de calcul. Din acest punct de vedere putem clasifica hardware-ul de achiziție în două categorii principale:

- hardware (plăci) de achiziție de uz general
- hardware de achiziție special (instrumente sau aparate de măsurare speciale)

Echipamentele din prima categorie stau la baza sistemelor de achiziție de tip instrument virtual, iar cele din a doua categorie la baza sistemelor de achiziție cu aparatură de măsură programabilă și a sistemelor de achiziție dedicate.

1. Sisteme de achiziție a datelor tip instrument virtual (VI – *Virtual Instrument*). Acest tip de sistem este obținut prin conectarea unei plăci de achiziție la un calculator și prin utilizarea unor module exterioare de cuplare.

Plăcile de achiziție asigură realizarea unor funcții cum ar fi condiționarea de semnal, măsurarea numerică propriu-zisă, conectarea informațională cu calculatorul. Calculatorul asigură la rândul său funcții cum ar fi interfațarea cu placa de achiziție, controlul achiziției datelor, stocarea datelor, prelucrări complexe ale informațiilor.

Plăcile de achiziție folosite în cadrul sistemelor de achiziție tip VI pot fi de mai multe tipuri, care se pot însă încadra în două categorii principale: plăci de achiziție universale și plăci de achiziție complexe (dedicate).

Plăcile de achiziție universale asigură prelucrări analogice minime, oferă ieșiri numerice și analogice pentru a putea fi folosite în conducerea proceselor (sistemul de achiziție fiind în acest caz de tip SAC) și asigură funcțiile numerice minimale. Plăcile complexe rezolvă în plus cerințe de prelucrări speciale, cum ar fi analiza spectrală, regimuri tranzitorii, măsurări de precizie, achiziții de tip adaptiv care urmăresc viteza de variație a mărimilor analogice etc.

2. Sisteme de achiziție cu aparatură de măsură programabilă. Aparatura de măsură utilizată este din categoria multimetrelor, osciloscoapelor digitale, generatoarelor de funcții, iar cuplarea la procesul fizic care este măsurat este directă. Standardul de cuplare este de obicei de tip GPIB (IEEE 488). Aceste sisteme implementează de obicei regimuri de achiziție de tip *Data Logger* și uneori de tip *Transient Recorder*.

3. Sisteme de achiziție dedicate. Sunt sisteme de achiziție configurate pentru procese industriale complexe sau componente elementare ale unor sisteme distribuite de măsurare și monitorizare. De regulă, aceste sisteme de achiziție sunt impuse de firmele puternice din domeniu (National Instruments, Analog Devices Tektronix etc.), fiind conturată încadrarea acestor sisteme dedicate în standardul VXI. VXI (*VME eXtensions for Instrumentation*) definește un protocol standard de comunicație care utilizează comenzi ASCII pentru controlul instrumentelor de măsură, asemănător cu GPIB.

### **5.1.2. Comparație între hardware-ul de achiziție de uz general și instrumentele speciale**

Proiectarea și construirea unui sistem de achiziție poate fi o sarcină dificilă. Există o mare varietate de componente hardware care pot fi utilizate pentru achiziția de date sau conducerea unui proces. Pot fi utilizate spre exemplu echipamente de achiziție standard compacte de tip GPIB, echipamente modulare tip VXI sau plăci de achiziție plug-in conectate la PC. Modul de comunicare între proces, hardware-ul de achiziție și sistemul de calcul diferențiază aceste posibile opțiuni. După cum s-a precizat, se poate realiza o clasificare generală în hardware de achiziție de uz general (*General purpose DAQ*) și hardware de achiziție special (instrumente de măsurare speciale – *Special purpose instruments*).

*Echipamentele de achiziție de uz general* sunt plăci (plug-in) care se conectează la magistrala unui PC prin intermediul unui slot de extensie. Unele echipamente sunt externe și se conectează la calculator prin intermediul unor porturi seriale, paralele sau ethernet. Un echipament de achiziție de uz general se distinge prin modul de realizare a măsurătorilor (achizițiilor): hardware-ul de achiziție realizează doar conversia semnalelor de intrare în semnale numerice pe care le trimite calculatorului. Hardware-ul de achiziție nu calculează sau prelucrează datele pentru

furnizarea rezultatelor finale ale măsurătorilor, lăsând această operațiune pe seama calculatorului, mai precis software-ului din calculator. Avantajul unui hardware de achiziție de uz general conectat la un PC este că se pot realiza o serie de măsurători de tipuri diferite prin simpla schimbare a modulelor aplicației software care prelucrează datele, apărând astfel conceptul de instrumentație virtuală. Astfel, în afara controlului, măsurării și afișării datelor, o aplicație dezvoltată de utilizator pentru un sistem de achiziție de tip instrument virtual joacă și rolul de firmware – adică rolul software-ului built-in necesar pentru prelucrarea datelor și furnizarea rezultatelor finale, firmware care există totdeauna în interiorul unui instrument special de măsură.

Această mare flexibilitate oferită de un sistem de achiziție de uz general necesită totuși ca utilizatorul să dezvolte o serie de aplicații software pentru fiecare tip de măsurătoare în parte. Pentru a implementa cât mai rapid un astfel de sistem de achiziție, există la dispoziția utilizatorilor software de aplicație cum ar fi LabVIEW, LabWindows, MATLAB/Simulink/DAQ etc.

*Hardware-ul de achiziție special* este similar cu hardware-ul de uz general în ceea ce privește modul de conversie a datelor, dar instrumentele speciale au capacități de măsurare (achiziție) specifice. Firmware-ul rezident în aceste echipamente, necesar pentru prelucrarea datelor și furnizarea rezultatelor măsurării, este de regulă de tip built-in și nu poate fi modificat. De exemplu, un multimetru numeric nu poate citi datele așa cum o face un osciloscop numeric. Multe dintre instrumentele speciale sunt de-sine-stătătoare (independente), altele sunt plasate în exteriorul calculatorului dar sunt controlate și monitorizate prin intermediul acestuia. Acestea din urmă au un protocol specific care este folosit de către calculator pentru a putea comunica cu instrumentul respectiv. Conexiunea cu calculatorul poate fi serială, Ethernet, GPIB, VXI. Există și hardware de achiziție special care este plasat în interiorul calculatorului, ca în cazul echipamentelor de uz general. Aceste instrumente speciale se numesc instrumente (aparate) de măsurare speciale bazate pe calculator – *computer-based instruments* (sau instrumente de măsurare cu tehnică de calcul asociată).

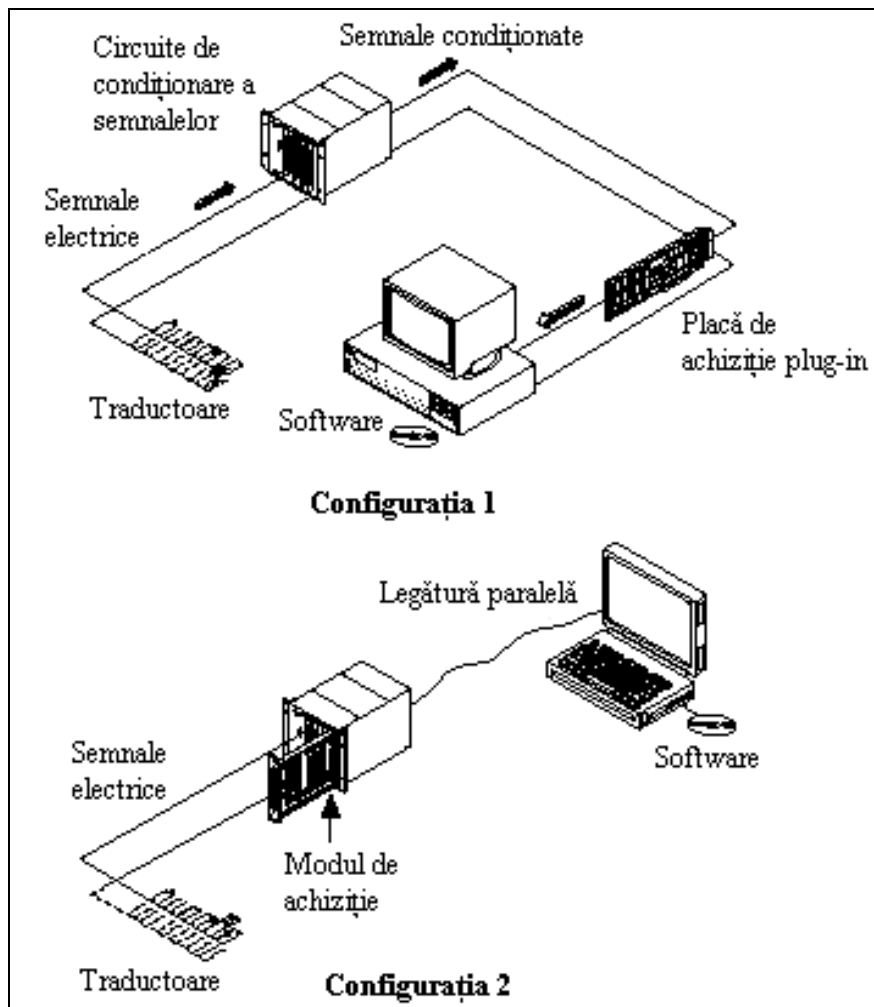
Înainte de a putea conecta un *hardware de achiziție de uz general* la un semnal fizic, trebuie utilizat un senzor sau un traductor pentru convertirea semnalului fizic respectiv într-un semnal electric de tip tensiune sau curent. Deși hardware-ul de achiziție – placa plug-in – este considerat deseori ca fiind întregul sistem de achiziție, această placă de achiziție este doar o componentă a SAC. Spre deosebire de instrumentele de măsurare de-sine-stătătoare, de regulă nu putem conecta direct semnalele la placa de achiziție, ci trebuie utilizate dispozitive pentru condiționarea semnalelor, descrise în capitolele anterioare. În plus, trebuie utilizat un software adecvat care controlează achiziția și generarea datelor, analizează, prelucrează și prezintă datele.

În Fig. 5.1 sunt prezentate două configurații posibile pentru un sistem care utilizează hardware de uz general. În prima configurație placa de achiziție de uz general este plasată în calculator, iar în cea de-a doua configurație echipamentul de achiziție este extern. Dacă este utilizată această configurație cu placă externă, se pot realiza sisteme de achiziție cu calculatoare care nu au disponibile sloturi, cum ar fi de exemplu laptop-urile. În acest caz, calculatorul și modulul extern de achiziție comunică prin intermediul porturilor seriale sau paralele. Aceste tipuri de sisteme sunt utilizate pentru aplicații de achiziție și conducere de la distanță (telecomandă).

*Observație:* O a treia configurație posibilă este cea a laptop-urilor prevăzute cu magistrală de tip PCMCIA, care permit plasarea unor plăci de achiziție în laptop, modul de conectare fiind similar cu prima configurație, permițând obținerea unor sisteme de achiziție portabile și compacte.

Un rol important în sistemele de achiziție de uz general este jucat după cum am văzut de software. Software-ul prelucrează datele brute astfel încât să poată fi utilizate și înțelese. Software-ul permite obținerea de grafice, diagrame, rapoarte statistice etc. De asemenea, software-ul controlează întregul sistem de achiziție (timpii de achiziție, precizarea canalelor de achiziție etc.).

De regulă, software-ul de achiziție include drivere și software de aplicație. Driverii sunt unice pentru un anumit echipament sau tip de echipament și includ o serie de comenzi acceptate de dispozitivul respectiv. Software-ul de aplicație trimite comenzi către drivere, cum ar fi de exemplu startarea achiziției de date de la un termocuplu, afișarea și analiza datelor achiziționate. Funcțiile software-ului de achiziție vor fi analizate în paragrafele viitoare.



**Fig. 5.1.** Configurații ale sistemelor de achiziție de uz general

Sarcina fundamentală a unui *instrument de măsurare* este de a măsura un anumit fenomen natural. Spre deosebire de cazul achiziției de date de uz general prezentat anterior, semnalul provenit de la instrumentul de măsurare și furnizat calculatorului nu necesită condiționare de semnal. Modul în care calculatorul controlează instrumentul special și în care achiziționează datele de la instrument depinde de modul de realizare a instrumentului respectiv. Tipurile de instrumente de măsurare cele mai utilizate sunt cele de tip GPIB, seriale, VXI, PXI (*PCI eXtensions for Instrumentation*) și instrumentele cu tehnică de calcul asociată.

Toate instrumentele de măsurare externe comunică cu calculatorul prin intermediul unei magistrale și cu ajutorul unui protocol de comunicație. Instrumentele au un set de comenzi pe care le pot înțelege, iar utilizatorul trebuie să dezvolte aplicații care să trimită comenzi și să primească date de la instrument.

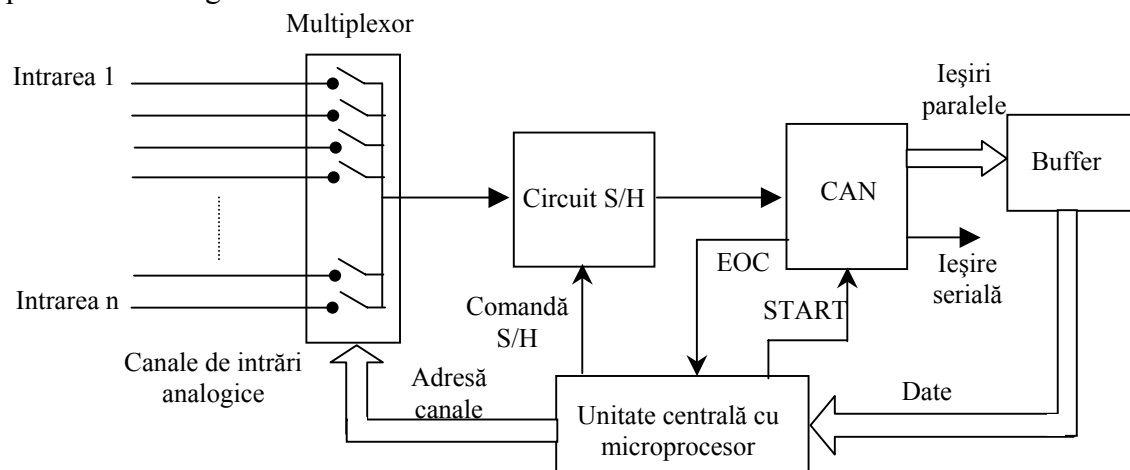
Driverile instrumentelor de măsurare sunt factori decisivi în dezvoltarea aplicațiilor. Driverul unui instrument este o colecție de funcții care implementează comenzile necesare pentru realizarea operațiunilor de către instrumentul de măsurare. Software-uri precum LabVIEW includ drivere pentru diverse instrumente și realizează simplificarea programării instrumentelor prin comenzi de nivel înalt.

Driverile creează comenzi și comunică cu instrumentul prin legături seriale, GPIB sau VXI. Suplimentar, driverele recepționează și scalează datele de la instrumente pentru a putea fi utilizate corespunzător, contribuind la realizarea de economii de timp.

Spre exemplificare, LabVIEW furnizează peste 700 drivere pentru instrumente de măsurare produse de peste 50 de firme. Aceste drivere pot fi utilizate pentru reducerea costurilor de dezvoltare a software-ului, pentru o mare varietate de sisteme și configurații.

### 5.1.3. Sisteme de achiziție a datelor cu multiplexare temporală

Sistemele de achiziție a datelor cu multiplexare temporală sunt cele mai răspândite și se bazează pe multiplexarea analogică a canalelor de intrări analogice. Semnalele analogice de pe cele  $n$  canale de intrare sunt multiplexate la intrarea circuitului de eșantionare/memorare S/H (sample-and-hold), care realizează o eșantionare secvențială a canalelor de intrare. Structura unui astfel de sistem este prezentată în Fig. 5.2.



**Fig. 5.2.** Structura circuitelor de intrări analogice ale unui sistem cu multiplexare temporală

Multiplexorul analogic are rolul fundamental de a permite utilizarea unui singur CAN pentru cele  $n$  canale analogice. Multiplexorul conține  $n$  comutatoare electronice, ale căror ieșiri sunt conectate împreună, furnizând ieșirea multiplexorului. Comanda de închidere sau de deschidere a comutatoarelor se face prin  $k$  intrări de selecție, unde  $n = 2^k$ .

Atunci când sunt necesare mai multe canale de intrări analogice se pot utiliza mai multe multiplexoare într-o structură de tip arborescent. Un exemplu este în acest sens conectarea la o placă de achiziție de tip AT-MIO (National Instruments) a unei plăci multiplexoare de intrări analogice AMUX-64T pentru extinderea intrărilor de la 16 la 64 de canale single-ended (32 diferențiale).

Unitatea centrală din Fig. 5.2 trebuie să asigure semnalul de comandă al circuitului S/H, semnalul de inițiere a conversiei (START) pentru CAN și semnalele de selecție pentru multiplexorul analogic. Unitatea centrală a acestei structuri poate să nu fie proprie sistemului de achiziție, ci să aparțină sistemului de calcul cu care este interfațată placa de achiziție.

O astfel de structură asigură un timp de achiziție  $t_{ach}$  pentru un canal compus din timpul de eșantionare/memorare  $t_{S/H}$ , timpul necesar operațiunii de multiplexare  $t_{Mux}$ , timpul de conversie  $t_C$  și din timpul necesar memorării rezultatelor conversiei (necesar citirii datelor de la CAN și scrierii în buffer)  $t_{mem}$ :

$$t_{ach} = t_{S/H} + t_{Mux} + t_C + t_{mem} \quad (5.1)$$

Pentru cele  $n$  canale de intrare rezultă o perioadă totală de eșantionare

$$T_e = n \cdot t_{ach} \quad (5.2)$$

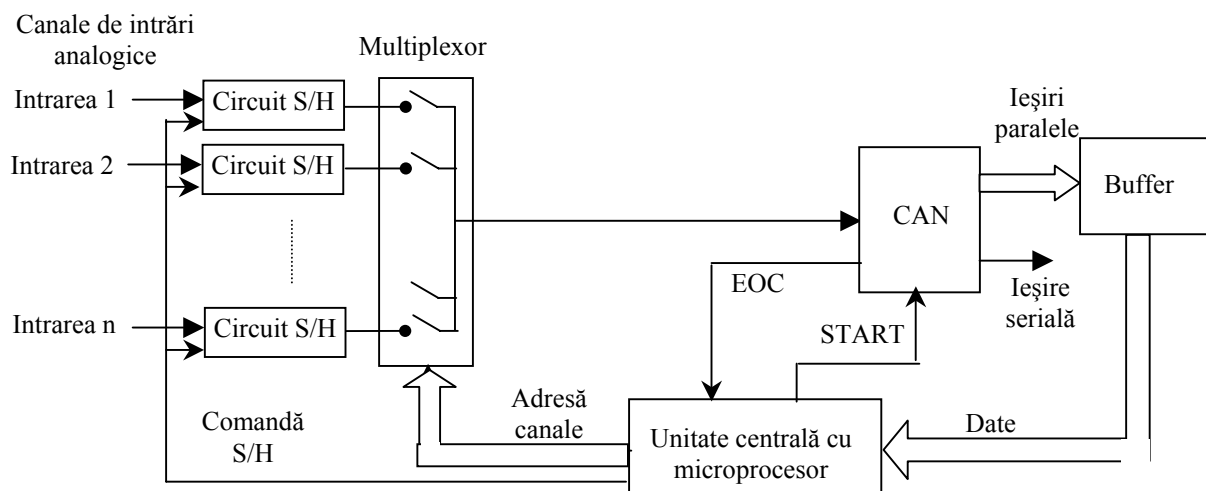
de unde se poate obține rapid și frecvența de eșantionare

$$f_e = \frac{1}{T_e} = \frac{1}{n \cdot t_{ach}} \quad (5.3)$$

Sistemele de achiziție cu multiplexare temporală sunt lente dar au avantajul costului redus. Aceste sisteme nu pot fi utilizate pentru achiziția unor semnale de frecvență foarte mare (rapid variabile în timp).

### 5.1.4. Sisteme de achiziție sincronă a datelor

Sistemele de achiziție sincronă sunt caracterizate de amplasarea pe fiecare canal de intrare analogică a câte unui circuit sample-and-hold, înainte de multiplexorul analogic (Fig. 5.3).



**Fig. 5.3.** Structura circuitelor de intrări analogice ale unui sistem de achiziție sincronă

Comanda pentru trecerea în starea de memorare este dată simultan pentru toate circuitele S/H (*simultaneous sample and hold* – SS/H), iar ieșirile acestora sunt multiplexate la intrarea în CAN.

Pentru o astfel de structură sunt necesare performanțe foarte bune ale circuitelor S/H în ceea ce privește viteza de alterare a tensiunii memorate. În această configurație, perioada de eșantionare va fi dată de relația:

$$T_e = t_{S/H} + n \cdot (t_{Mux} + t_C + t_{mem}) \quad (5.4)$$

Din relația (5.4) se observă că perioada de eșantionare este mai mică decât la structura cu multiplexare temporală, deși aceasta rămâne în continuare dependentă de numărul de canale de intrare.

### 5.1.5. Sisteme rapide de achiziție a datelor

Pentru aplicațiile care necesită achiziția unor semnale care variază foarte repede în timp (au o frecvență foarte mare), configurațiile bazate pe multiplexarea analogică a semnalelor de intrare și pe folosirea unui singur CAN nu dau rezultate corespunzătoare.

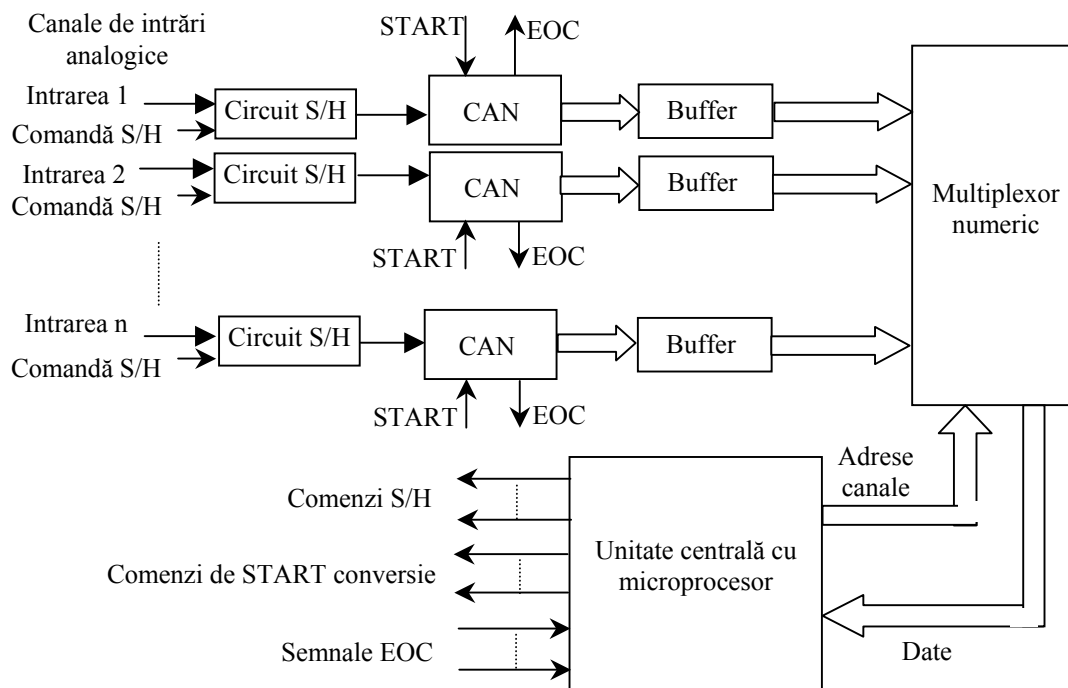
Mărirea vitezei de achiziție se poate realiza prin implementarea unor configurații care utilizează câte un CAN pentru fiecare canal de intrare analogică, obținându-se structura din Fig. 5.4. În cazul sistemului rapid de achiziție a datelor, viteza de achiziție crește de  $n$  ori față de cazul eșantionării secvențiale. Această configurație permite utilizarea tehnicii de supraeșantionare (*oversampling*).

Din structura prezentată în Fig. 5.4 se observă că datele de la ieșirile CAN-urilor sunt transmise către un multiplexor numeric care trimite secvențial datele pe magistrala sistemului de calcul.

Perioada de eșantionare pentru cele  $n$  canale de intrare pentru această configurație este dată de relația:

$$T_e = t_{S/H} + t_C + n \cdot (t_{Mux} + t_{mem}) \quad (5.5)$$

Timpul  $t_{Mux}$  din relația (5.5) este corespunzător multiplexorului numeric și este mult redus față de cazul unui multiplexor analogic.



**Fig. 5.4.** Structura circuitelor de intrări analogice ale unui sistem rapid de achiziție a datelor

Sisteme de achiziții rapide au ca avantaje viteza de achiziție mare, posibilitatea de a utiliza CAN-uri mai lente și mai ieftine, posibilitatea de izolare galvanică a sursei de semnal împreună cu CAN-ul corespunzător față de restul sistemului de achiziție.

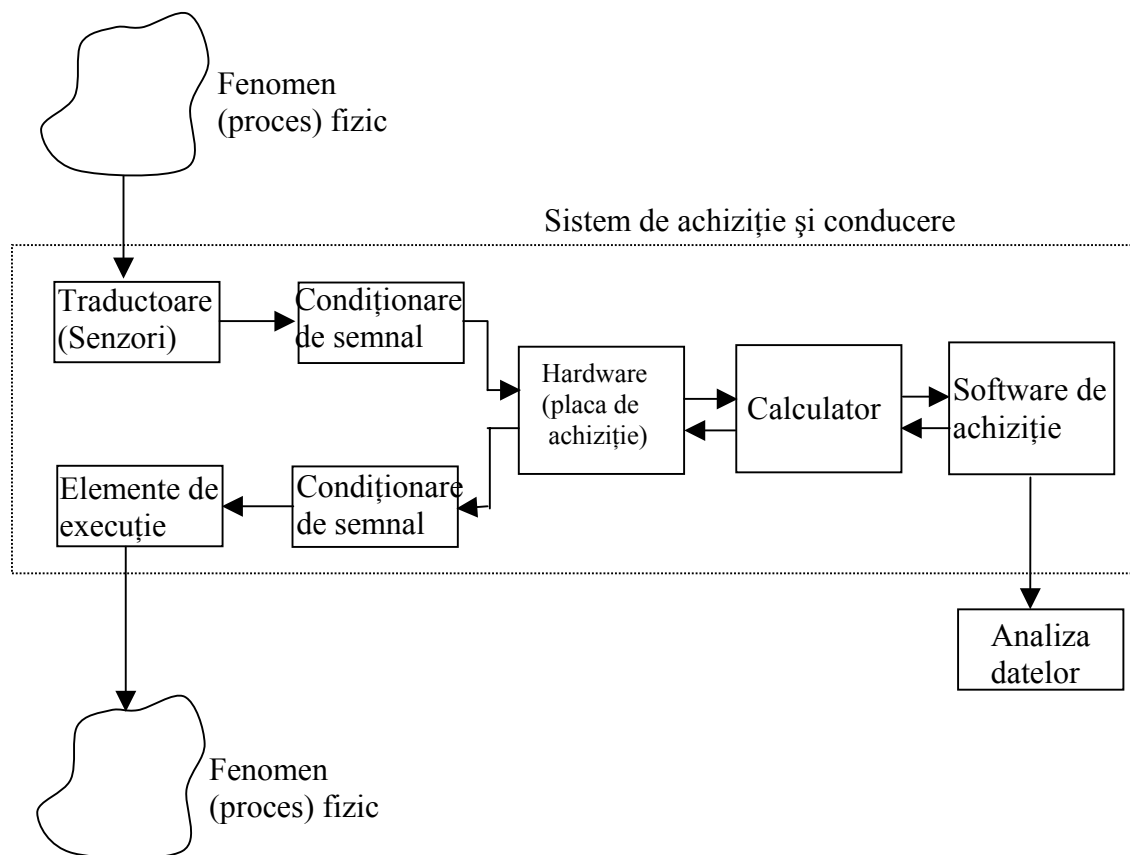
### 5.1.6. Structura generală a unui sistem de achiziție și conducere de tip instrument virtual

În continuare ne vom referi la sistemele de achiziție de tip instrument virtual (VI). Sistemul de achiziție și conducere poate fi gândit ca un ansamblu software și hardware care permite conectarea la lumea fizică reală. Un sistem de achiziție și conducere tipic conține următoarele componente:

- Hardware-ul de achiziție de date (placa de achiziție). Constituie nucleul sistemului de achiziție și principalele funcții sunt cele de conversie analog-numerică și de conversie numeric-analogică.
- Traductoarele (senzorii) și elementele de execuție.
- Hardware-ul de condiționare a semnalelor.
- Calculatorul (PC). Calculatorul furnizează procesorul, ceasul sistemului, magistralele de transfer al datelor, memorie și spațiu pentru stocarea datelor.
- Software. Software-ul de achiziție permite realizarea schimbului de informații între computer și placa de achiziție.

Componentele sistemului de achiziție și conducere, precum și relațiile de interconectare sunt prezentate în schema generală din Fig. 5.5

*Placa de achiziție* este o placă de extensie care poate fi conectată intern prin instalarea directă într-un slot de extensie al calculatorului sau poate fi externă, caz în care este conectată la calculator printr-un cablu extern. Placa de achiziție este caracterizată (a se vedea capitolul de interfețe de proces) prin subsisteme specializate (sistemul intrărilor analogice, sistemul intrărilor numerice, sistemul ieșirilor analogice, sistemul ieșirilor numerice, sistemul de numărare/temporizare). Pe placa de achiziție se află CAN-urile și CNA-urile necesare diverselor conversii.



**Fig. 5.5.** Structura generală a unui sistem de achiziție și conducere de tip VI

*Traductoarele* transformă mărimile fizice de interes, caracteristice procesului fizic, în mărimi electrice care vor fi prelucrate prin circuitele de condiționare. *Elementele de execuție* permit conducerea procesului fizic prin intermediul mărimilor de execuție și pot fi motoare, rele, electrovalve etc.

*Circuitele de condiționare a semnalelor* realizează funcțiile descrise în subcapitolele anterioare, cum ar fi amplificarea, izolarea galvanică, filtrarea, liniarizarea etc.

*Calculatorul* furnizează după cum am amintit microprocesorul, ceasul sistemului, magistralele de transfer al datelor, memorie și spațiu pentru stocarea datelor. Datele sunt transferate de la hardware la memoria sistemului prin tehnici de tip DMA (variantea cea mai rapidă) sau prin sistemul de întreruperi (descrise în capitolul anterior). Rata de achiziție a datelor este determinată și de arhitectura magistralei calculatorului.

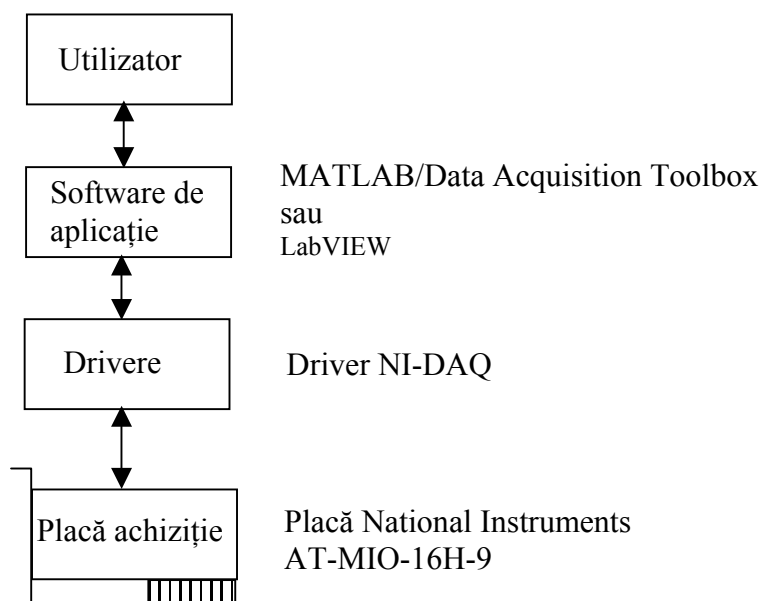
*Software-ul* este o componentă esențială a unui sistem de achiziție și conducere, indiferent de tipul echipamentelor hardware utilizate. Către hardware sunt trimise informații cum ar fi frecvența de eșantionare, și trebuie recepționate informații cum ar fi datele, mesaje de stare, mesaje de eroare etc. Sunt necesare uneori informații pentru integrarea hardware-ului de achiziție cu alte componente hardware și cu resurse ale calculatorului. Toate aceste schimburi de informații necesită prezența unui software de achiziție. Există două tipuri de software de achiziție:

- *Drivere* – reprezintă software specializat de achiziție și sunt de regulă furnizate de fabricantul plăcii de achiziție. Sunt compatibile cu sistemele de operare curente (DOS, Windows etc.)
- *Software-uri de aplicație* (numite și constructori software) precum LabWindows, LabVIEW, Matlab etc.

Prin utilizarea software-ului de achiziție se obțin așa-numitele instrumente virtuale utile pentru achiziția și analiza datelor.

În Fig. 5.6 este reprezentată relația dintre utilizator, software-ul de achiziție și placa de achiziție în cazul unui sistem de achiziție de tip National Instruments.





**Fig. 5.6.** Relația software de achiziție – hardware de achiziție pentru un sistem National Instruments

*Driverile* sunt asociate cu echipamentul hardware de achiziție și au printre funcțiile de bază:

- Transferul datelor spre și dinspre placa de achiziție
- Controlează rata de achiziție a datelor
- Integrează hardware-ul de achiziție cu resursele calculatorului (cum ar fi procesorul)
- Transferul prin DMA și întreruperi
- Integrează hardware-ul de achiziție cu circuitele de condiționare a semnalelor
- Accesul la subsistemele de pe placa de achiziție și accesul la mai multe plăci de achiziție din cadrul aceluiași sistem

Transferul datelor achiziționate prin placa de achiziție la memoria sistemului se realizează în două etape principale: în primul rând datele sunt stocate într-un buffer de tip FIFO (*First In First Out*) iar în a doua etapă datele sunt transferate din bufferul FIFO în memorie utilizând sistemul de întreruperi sau DMA.

*Software-ul de aplicație* furnizează o interfață convenabilă cu driverile, iar printre funcțiile de bază se pot enumera:

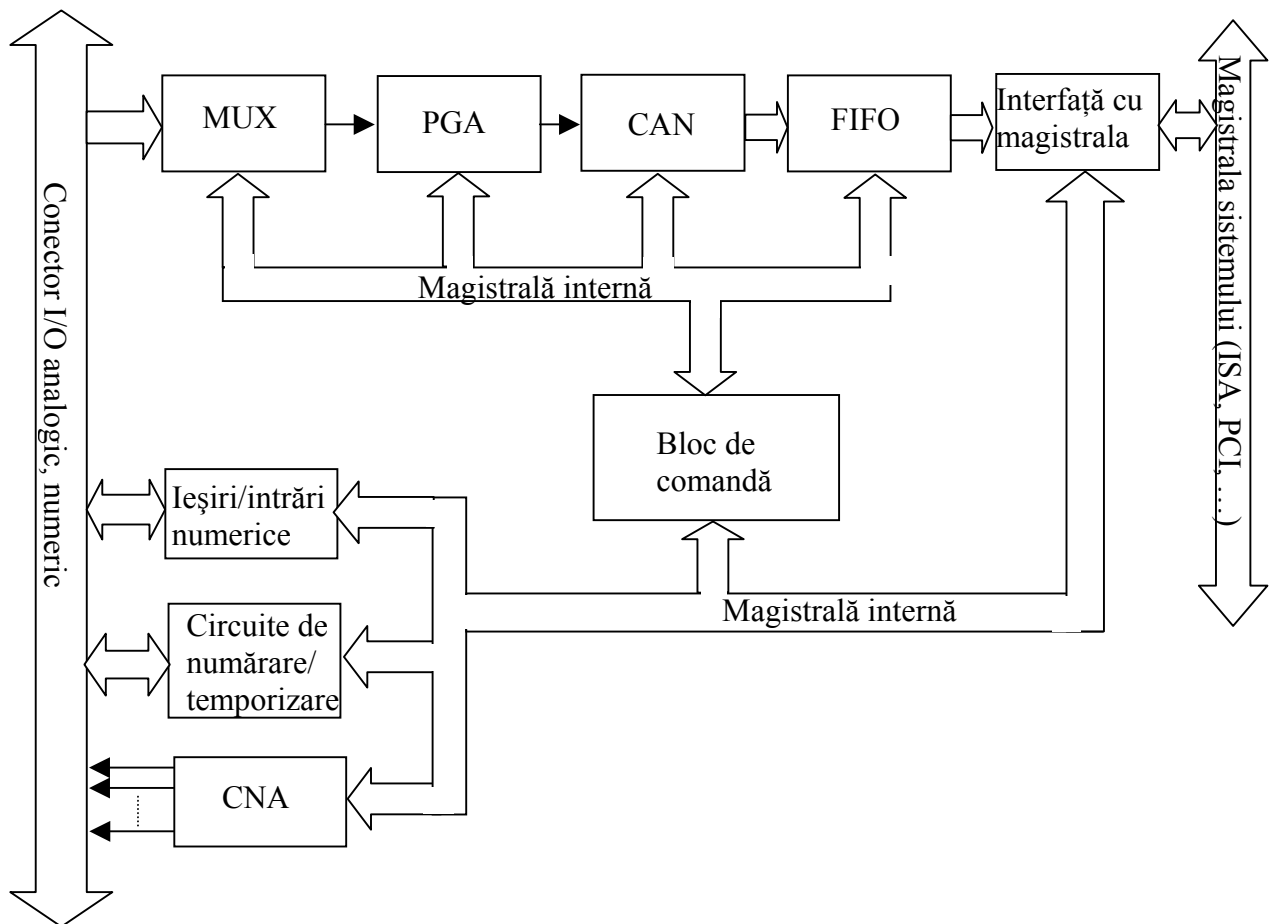
- Furnizează informații cum ar fi numărul de eșantioane achiziționate
- Gestionează datele stocate în memoria calculatorului
- Realizează anumite operații de condiționare a semnalului
- Vizualizează datele achiziționate
- Realizează analize asupra datelor achiziționate

### **5.1.7. Structura unei plăci de achiziție a datelor**

Dezvoltarea calculatoarelor și creșterea performanțelor acestora a condus la ideea realizării unor plăci de achiziție, care integrate în sistemele de achiziție pot prelua funcțiile instrumentelor (aparaturilor) de măsurat clasice și pot realiza conducerea numerică a unor procese industriale.

În varianta cea mai simplă, o placă de achiziție conține un CAN și circuitele logice necesare interfațării acestuia cu calculatorul. Complexitatea plăcilor a crescut în permanență, structura actuală conținând pe lângă partea de achiziție subsistemul de ieșiri analogice, de intrări/ieșiri numerice și circuitele de numărare/temporizare.

Structura generală a unei plăci de achiziție este prezentată în Fig. 5.7.



**Fig. 5.7.** Structura unei plăci de achiziție

Partea de achiziție (analogică) a plăcii de achiziție conține un multiplexor analogic (MUX), un amplificator cu câștig programabil (PGA), convertorul analog-numeric (CAN) și o memorie tampon de tip FIFO. Multiplexorul poate avea de exemplu 16 intrări, ceea ce permite obținerea a 16 canale asimetrice (de tip single-ended) sau a 8 canale diferențiale. Amplificatorul PGA permite obținerea mai multor domenii de măsurare prin programarea corespunzătoare a amplificării, ceea ce determină lărgirea gamei admise pentru semnalele de intrare.

CNA reprezintă blocul convertoarelor numeric/analogice folosite pentru generarea unor comenzi analogice către proces, iar circuitele de intrări/ieșiri numerice servesc la acționarea unor elemente de tip relee (ieșirile) și la detectarea unor stări din proces (intrările).

În afara aplicațiilor de conducere numerică a proceselor industriale, plăcile de achiziție au aplicații numeroase în măsurări. Sistemele de achiziție obținute prin folosirea plăcilor de achiziție și a soft-urilor adecvate permit obținerea de instrumente virtuale, ceea ce conduce la folosirea unei singure plăci la implementarea mai multor aparate de măsură (o aceeași placă servește la implementarea unui osciloscop numeric, a unui multimetru etc.). Prin utilizarea soft-urilor de aplicație cum ar fi LabVIEW-ul, pe ecranul calculatorului poate fi creat panoul frontal al aparatului implementat, cu butoanele și comutatoarele tipice ale acestuia.