

CAP.2 GENERALITĂȚI PRIVIND SISTEMUL INFORMAȚIONAL, DE PERCEPȚIE, AL ROBOTILOR INDUSTRIALI

2.1. Introducere

Robotul industrial (RI) este o categorie a instalațiilor humanoide și are drept scop deservirea unor procese tehnologice în mediul industrial. Robotul industrial și operatorul uman (OU) se aseamănă printr-o serie de caracteristici. Ca o caracteristică comună (de ex.), atât (OU) cât și (RI) posedă organul prehensiv: mâna umană (MU) respectiv efectul final - dispozitivul de prehensiune (DP). Denumirea - prehensiune - derivă din biomecanică înțelegând prin aceasta posibilitatea de care dispune MU de a prinde obiectele ca într-o pensă. O serie de alte denumiri din robotică sau chiar structuri complexe sunt concepute pornind de la aspectul biomecanic al OU.

2.2. Paralela între operatorul uman și robotul industrial

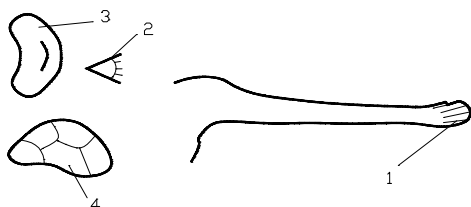


Fig.2. 1 Organele de simț ale omului

Operatorul uman execută în cadrul unui proces productiv o serie de operații de dificultate maximă prin intermediul conlucrării organelor sale de simț: tactil (1), vizual (2), auditiv (3) cu MU și creierul uman (4) (fig.2.1).

Mâna umană se prezintă atât ca un "instrument" delicat și puternic cât și ca un important organ senzorial prin care sunt

recepționate și transmise informații. Este dificil a evalua cantitativ partea instrumentală și cea senzorială a MU. Ea este, funcțional, atât una cât și cealaltă.

Din punct de vedere instrumental MU este alcătuită din segmente osoase (oasele metacarpiene și oasele degetelor) care sunt articulate între ele. Indiferent care ar fi mecanismul intim al ungerii în aceste articulații, acesta este un proces continuu, forțele de frecare fiind reduse. Acționarea de la distanță a degetelor prin intermediul tendoanelor se realizează de către mușchii antebrățului (grupul mușchilor de forță) și mușchii intrinseci ai mâinii (mușchii de finețe). "Sistemul motor" al MU are mari capacități de supraîncărcare, inerție mică și este lipsit de curse "moarte".

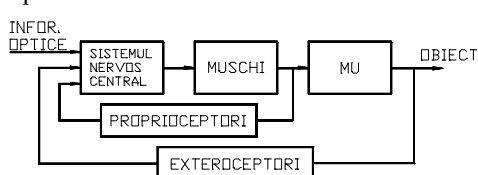


Fig.2. 2 Reglarea forței de prehensare

Pentru definirea comportării MU în procesul de prehensare este necesar a se analiza modul de reglare a forței de prehensare. Modul de comportare a MU într-un proces este prezentat în schema bloc din figura 2.2. Pe baza informației optice primite (privind mărimea, forma și materialul obiectului prehensat),

sistemul nervos central emite comanda pentru prehensare cu o anumită forță. Mușchii vor acționa în mod corespunzător realizării forței respective într-o creștere liniară (în perioada 0 - t_1). Informații despre realizarea acestei forțe se obțin de la senzori (proprioceptori) (fig.2.3). În etapa următoare ($t_1 - t_2$) este sesizată alunecarea / nealunecarea obiectului în MU. În tehnica

măsurării, acest lucru se exprimă prin forfecarea pielii la degete și palma. Pe baza informației primite (alunecare / nealunecare) se comanda creșterea sau scăderea forței până la valoarea necesară.

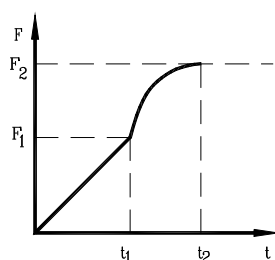


Fig.2. 3 Variația forței de prehensare

Împrumutând modelul din biomecanică, un RI în forma cea mai complexă trebuie să prezinte:

- un sistem mecanic mobil (1) (echivalent brațului uman) care, fie că se poate deplasa în spațiu - RI este mobil - fie că ocupă o poziție fixă în spațiu, asigură deplasarea unui punct caracteristic "P" în spațiu fiind dotat cu elemente senzoriale (fig.2.4);
- un sistem de calcul - comandă (2) (echivalentul creierului uman) care asigură prelucrarea informațiilor și emiterea comenzilor în vederea realizării deplasărilor prescrise pentru punctul caracteristic;
- un sistem tehnic vizual (3) (echivalentul ochiului uman) pentru urmărirea scenei (4).

Robotul industrial, la fel ca și operatorul uman, evoluează într-un mediu dat - denumit spațiu tehnologic - conlucrând cu un alt RI, mașini unelte, transportoare, și executând o operație tehnologică (sudură, montaj, vopsire, manipulare, inspecție etc.)(fig.2.4).

Mediul de lucru al RI este caracterizat de parametrii fizici ai mediului, parametrii

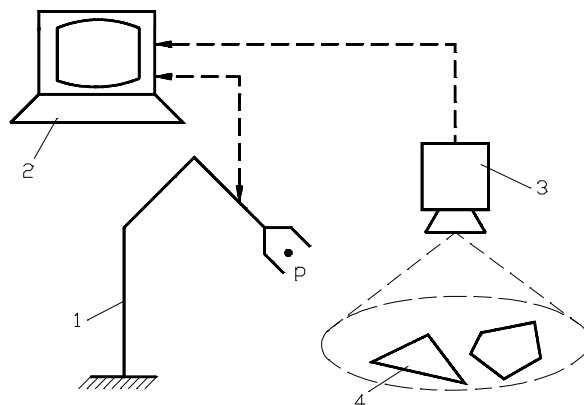


Fig.2. 4 Componența unui robot industrial

geometrici ai spațiului de lucru și ai operației humanoide care trebuie realizată.

Obținerea informațiilor, din spațiul de lucru al RI sau a informațiilor privind acționarea unor echipamente periferice asupra RI, este asigurată cu ajutorul senzorilor. Informațiile

privind starea internă a RI sau a echipamentelor periferice se obțin cu ajutorul traductoarelor. În literatura de specialitate se întâlnesc și referiri la senzori interni (echivalenți traductoarelor) și senzori externi (echivalenți senzorilor din convenția acceptată).

2.3.Subsistemul informațional al robotului industrial și ale echipamentelor periferice.

2.3.1.Generalități

Subsistemul informațional (SI) transformă în general informația primară ce caracterizează mediul investigat într-un semnal util transferabil sistemului de calcul (SC). Acest SC va prelucra semnalul achiziționat și va genera un semnal N/A pentru controlul în continuare a mediului (fig.2.5).

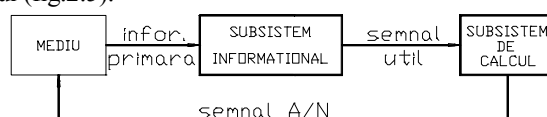


Fig.2. 5 Locul subsistemului informațional într-un proces

2.3.2.Traductoare și senzori pentru RI / EP

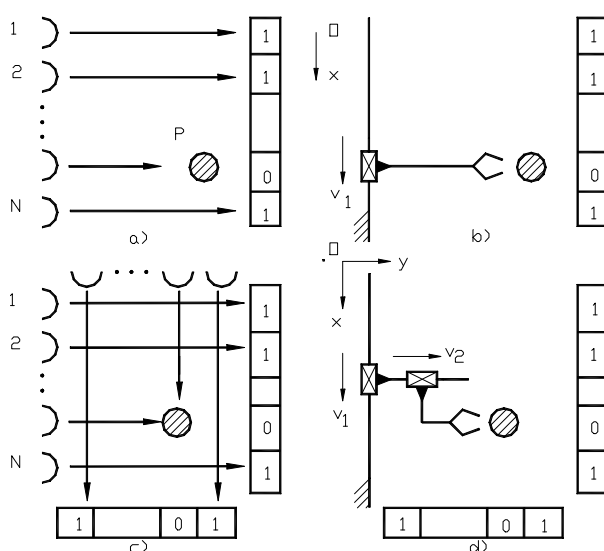


Fig.2. 6 Localizarea unei piese în spațiu

Roboții industriali își găsesc o întrebuințare largă în toate domeniile de activitate: construcția de mașini (presare -forjare, turnătorie, prelucrare prin așchiere, sudură, vopsire, montaj, etc.), agricultură, medicină, etc.

O mare parte din roboții actuali acționează după un program fix, mediul tehnologic fiind organizat în mod corespunzător. Acest lucru implică cheltuieli suplimentare (reprezentând până la 100 % din costul robotului), creșterea timpului de realizare a reglajelor pentru un nou tip de producție etc.

Folosirea RI având în dotare traductoare /senzori reduce mult aceste cheltuieli suplimentare de organizare a mediului de lucru.

Utilizarea unor traductoare pentru analiza dispunerii spațiale a unor obiecte în spațiul de lucru al RI / EP este ilustrată în figura 2.6a.

Să presupunem că RI trebuie să manipuleze o piesă P căreia nu i se cunoaște poziția după axa Ox. Prin "scanarea" axei Ox (de către RI) prezența piesei este indicată la semnalul

logic "0" al traductorului atașat RI. Cunoscând viteza de deplasare " v " și timpul de deplasare, se poate determina de asemenea coordonata piesei "P" (fig.2.6b). Coordonata piesei pe axa Ox se poate determina cunoscând informația privind deplasarea după această axă a brațului RI. Atât informația despre viteză cât și cea despre deplasare sunt oferite de traductoarele ce intră în dotarea RI. Dacă piesa P are poziția necunoscută în planul Oxy atunci este necesară dublarea numărului de traductoare și pentru axa Oy (fig. 2.6.c,d).

Utilizarea unor senzori pentru montajul robotizat al elementelor constructive știft-alezaj

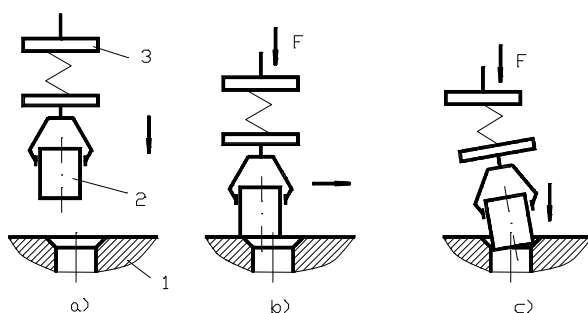


Fig.2. 7 Asamblarea robotizată știft-alezaj

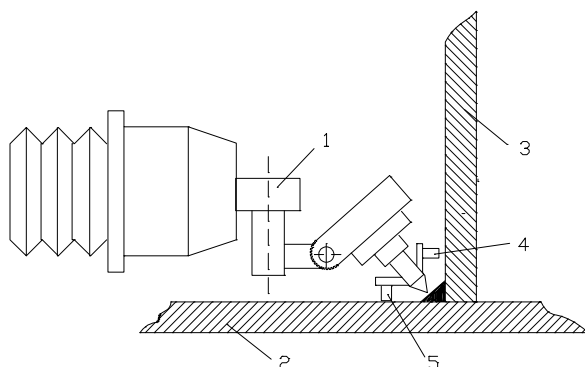


Fig.2. 8 Utilizarea senzorilor pentru RI de sudură

este ilustrată în figura 2.7. La finele operației de manipulare elementele constructive "1" și "2" sunt aduse în contact și presate cu forța "F". Ca urmare a forțelor de contact are loc o deformare a elementului sensibil "3". Se obțin astfel informații privind forțele de contact, forțe care depind și de erorile de situare ale celor două elemente constructive. Pe baza acestor informații este posibilă comanda unor micromișcări în vederea reducerii erorilor de situare și a realizării montajului. În figura 2.8 este ilustrată utilizarea senzorilor în construcția RI pentru sudură. Poziția corectă a capului de sudare "1" față de plăcile "2" și "3" este indicată de senzorii "4" și "5".

În general una și aceeași informație poate fi obținută cu diverse tipuri de Tr/S. Varianta utilizată depinde de funcția

indeplinită de RI, de posibilitățile de prelucrare a informațiilor, de condițiile de precizie cerute, de timpul pentru prelucrarea informației (inclusiv timpul de reacție al Tr/S).

2.4. Complemente de tehnica prelucrării informației și achiziției de date.

2.4.1.Generalități

Structura unui subsistem informațional pentru achiziție și control este prezentată în figura 2.9 , informația primară putând fi de natură electrică, mecanică, pneumatică, hidraulică, optica, magnetică sau chimică.

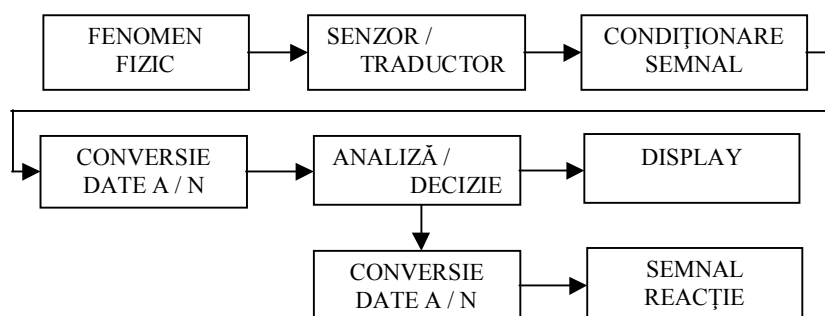


Fig.2. 6 Structura subsistemului informațional de achiziție și control

Traductorul/senzorul transformă informația primară ce caracterizează mediul investigat într-o mărime electrică. Informația primară poate fi o forță, o deplasare, o viteză, o temperatură etc. Mărimea electrică rezultată în urma transformării poate fi: tensiune, curent, sarcină electrică.

Un număr mare de elemente senzoriale au ca semnal de ieșire, în procesul de detectare a fenomenului analizat, o tensiune electrică. Un astfel de traductor poate fi modelat (modelul echivalent Thevanin) printr-o sursă ideală de tensiune V_0 și o impedanță conectate în serie. Deși impedanța poate rezulta dintr-o capacitate sau inductanță (care să varieze cu frecvența semnalului), poate fi considerată în continuare o simplă rezistență pentru multe calcule [2.13].

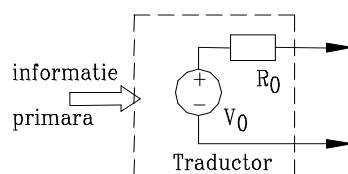


Fig.2. 7 Schemă echivalentă a unui senzor

În figura 2.7 se prezintă această echivalență. Rezistența R_0 are rolul impedanței de ieșire. Impedanța de ieșire limitează energia asociată sursei de semnal în perioada de funcționare

Puține elemente senzoriale au la ieșire un semnal în curent dar majoritatea dintre acestea au o impedanță ridicată la ieșire, circuitul echivalent putând descrie intrarea într-un amplificator sau un alt circuit interfață.

Circuitele de condiționare realizează o prelucrare inițială a semnalelor și conversia acestora în tensiune electrică. Funcțiile efectuate de circuitele de condiționare a semnalelor pot fi de divizare, amplificare, filtrare, izolare, conversie curent-tensiune etc. Adeseori aceste elemente sunt poziționate alături de Tr/S formând un tot unitar.

Circuitele de conversie analog-numerică (A/N) realizează conversia semnalelor

analogice (tensiuni electrice) în semnale numerice, acceptate de SC. Semnalele numerice se obțin prin prelucrarea, la momente de timp date, a valorilor semnalelor analogice și conversia acestor valori sub formă numerică.

2.4.2. Semnal analogic și digital

Pentru transmiterea informației analogice se folosesc deseori semnalele unificate (semnale analogice standardizate). Un exemplu de semnal unificat este curentul de (2..10) mA sau (4...20) mA. Valoarea minimă a acestuia (2 mA sau 4 mA) corespunde valorii minime a măsurandului iar valoarea maximă (10 mA sau 20 mA) valorii maxime a acestuia. Ecuația generală de conversie dintr-un măsurand "x" într-un semnal unificat "s" este de forma:

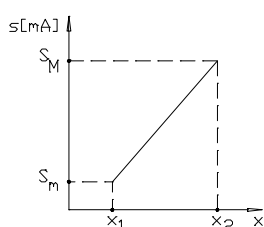


Fig.2. 8 Dreapta de conversie

$$s = \frac{S_M - S_m}{x_2 - x_1} * (x - x_1) + s_m \quad (2.1)$$

unde:

- S_M, S_m - sunt valorile maxime și minime ale semnalului unificat;
- x_1, x_2 - sunt valorile extreme ale măsurandului (definesc intervalul de măsurare).

Exemplu.

Pentru conversia unei mărimi oarecare, care variază între (- 200 ... 600) [U.M.], în curent unificat "I" (2..10 mA) ecuația anterioară (2.1) devine după prelucrări:

$$i_{mA} = 0.01x + 4 \quad (2.2)$$

Referitor la semnalele analogice o importanță majoră o prezintă influența semnalelor perturbatoare. Orice semnal perturbator de aceeași natură cu semnalul analogic peste care se suprapune, produce o eroare relativă egală cu raportul celor doua semnale.

Un alt semnal unificat este cel pneumatic; de obicei o presiune care variază între 0.2 și 1 bar.

În majoritatea cazurilor din măsurările asistate de calculator, forma de prelucrare și transmitere a informației este cea numerică. Spre deosebire de cazul analogic, semnalele digitale sunt de natură electrică, de obicei o tensiune electrică. Reprezentarea unei valori se face în sistemul de numerație binar prin utilizarea cifrelor "0" și "1".

De exemplu în cazul circuitelor logice TTL, nivelul logic "1" corespunde tensiunii de 5 V iar semnalul logic "0" tensiunii de 0 V (fig.2.9).

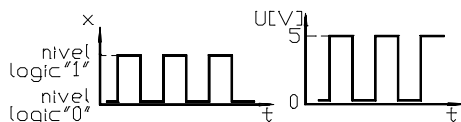


Fig.2. 9 Reprezentarea în sistem binar

Semnalele de măsurare digitale se comportă față de perturbații în mod diferit comparativ cu semnalele analogice (fig.2.10). Practic orice semnal între (- 0.8 , + 0.8) V va fi acceptat ca semnal logic "0" iar orice semnal între (2 - 5) V ca semnal logic "1". Aceasta înseamnă că suprapunerea unei tensiuni perturbatoare peste semnalul digital nu introduce erori, dacă plaja corespunzătoare fiecărui nivel nu este depășită.

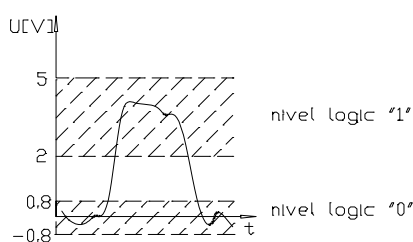


Fig.2. 10 Limitele semnalului în reprezentare binară

În figura 2.11 se prezintă concentrat modul de transfer a unei *informații* în diverse circuite electrice.

În exprimarea curentă referirea la "unu logic" sau "zero logic" se face prin cuvântul "bit" (BInary digiT).

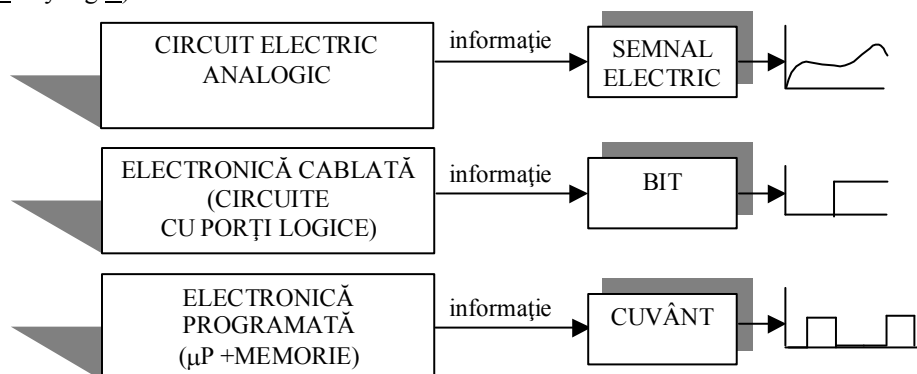


Fig.2.1 1 Modalități de transfer a unei informații în circuite electrice

O succesiune de "biți", $b_{n-1} b_{n-2} \dots b_1 b_0$, definesc noțiunea de "cuvânt" iar lungimea acestuia este egală cu numărul de "n" biți.

Exemplu

Cuvintele cu lungimea 8 biți au denumirea consacrată de byte sau octet. Bitul cel mai semnificativ b_{n-1} al cuvântului se exprimă uzual prin MSB (Most Significant Bit), iar bitul b_0 cel mai puțin semnificativ prin LSB (Last Significant Bit).

Exemplu de "cuvinte" cu lungimea de 8 biți: 10100100, 11010111 etc.

În electronica programată "CUVÂNTUL" este necesar a fi transmis între circuitele

de procesare sau între sisteme.

2.4.3. Sisteme de achiziție de date.

La ora actuală măsurările complexe fac apel la sisteme de calcul performante. Aceste sisteme permit calcule laborioase, o prelucrare ușoară a rezultatelor, extragerea unor detalii specifice din măsurările efectuate etc. Au apărut astfel *sistemele de achiziție a datelor (DAQ)*.

Schema principală a unui sistem de achiziții de date și elementele componente sunt prezentate în figura 2.12.

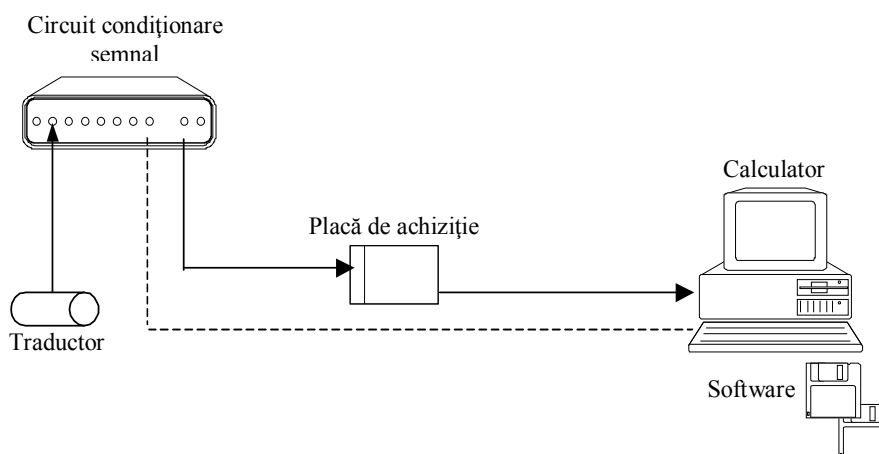


Fig.2.1 2 Sistem de achiziție de date

Funcție de calculatorul “gază”, există două posibilități de realizare a conectării sistemului de achiziție de date cu acesta:

- *Interfață externă standard* cu avantajele: este posibilă configurarea oricărui sistem, sistemul de achiziție (SA) poate fi plasat departe de calculatorul gazdă, SA poate fi interfațat cu orice calculator virtual;
- *Interfață internă* cu avantajele: viteză mare, cost scăzut, dimensiuni reduse.

Interfața serie (RS 232 sau RS 485) și interfața paralelă fac parte din prima categorie și sunt des utilizate pentru conectarea sistemelor de achiziție de date.

La *transmisia paralelă* cei “n” biți ai “cuvântului” sunt transmiși simultan pe “n” conductoare (linii) care formează o “magistrală” sau “bus”. În figura 2.13 se reprezintă diagramele în timp pentru transferul paralel al următoarelor secvențe de cuvinte cu lungimea de un byte: 11110001 și respectiv 00011110. Pe liniile magistralei potențialele electrice vor fi, la impulsurile de tact, egale cu valorile logice ale biților din “cuvinte”.

Transmisia serială este mai lentă decât cea paralelă dar necesită doar trei fire: unul pentru transmisia datelor, unul pentru recepția datelor și unul pentru masă. Se folosește pentru transmisia de date dintre calculator și echipamentele periferice. Foarte răspândite sunt versiunea europeană V24 și versiunea americană RS232C. Majoritatea calculatoarelor

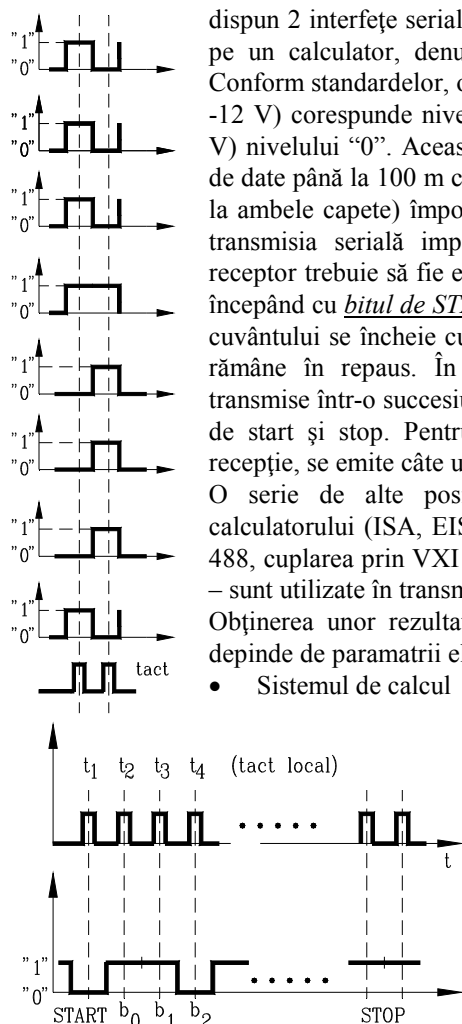


Fig.2.1 4 Transferul informației în mod serial

dispun 2 interfețe seriale , dar pot fi cuplate până la 4 astfel de interfețe pe un calculator, denumite generic COM1, COM2, COM3, COM4. Conform standardelor, o tensiune pe linie de (- 3V...

-12 V) corespunde nivelului logic "1" iar o tensiune de (+3 V... + 12 V) nivelului "0". Această transmisie este recomandată pentru transferul de date până la 100 m cu asigurarea unei bune izolări (prin optocuploare la ambele capete) împotriva punerii la pământ și a supratensiunilor. La transmisia serială implementată asincron frecvența la emițător și receptor trebuie să fie egale. În repaus linia este în starea "1" transmisia începând cu bitul de START care este un "0" logic (fig.2.14). Transmisia cuvântului se încheie cu unul sau doi biți "1" de STOP după care linia rămâne în repaus. În transmisia serială sincronă "cuvintele" sunt transmise într-o succesiune continuă, sub formă de bloc de date, fără biți de start și stop. Pentru a exista corespondență în timp la emisie și recepție, se emite câte un bit de sincronizare pentru fiecare bloc de date.

O serie de alte posibilități – cuplarea pe magistrala internă a calculatorului (ISA, EISA, MCA, PCI, PCMCIA), cuplarea prin IEEE-488, cuplarea prin VXI sau VME, cuplarea pe USB, cuplarea prin IrDA – sunt utilizate în transmisia de date [2.8]

Obținerea unor rezultate pozitive în măsurările asistate de calculator depinde de parametrii elementelor componente:

- Sistemul de calcul
- Traductoare/senzori
- Circuitele de condiționare a semnalului
- Hard specializat pentru achiziția de date
- Soft specializat pentru achiziția de date

Sistemul de calcul care stă la baza achiziției de date și la care facem referiri este un calculator personal din categoria Pentium sau PowerPC [2.9]. Viteza de calcul a acestor sisteme este o condiție strict necesară. Capacitățile de transfer de date a computerului folosit pot influența în mare măsură performanțele sistemului DAQ.

Toate calculatoarele sunt dotate cu I/O programate iar transferul de date între calculator și placă se face prin intermediul instrucțiunilor de intrare-ieșire sau DMA. Transferurile DMA (Direct Memory Access), nedisponibile pe o serie de calculatoare, măresc performanțele sistemului prin folosirea unui hard dedicat pentru a transfera datele direct în memoria sistemului. Prin folosirea acestei metode, procesorul nu este împovărat cu date mobile și este prin urmare liber spre o angajare în procese mai complexe.

Factorul limită pentru achiziționarea a mari cantități de date este adesea dispozitivul hard . Timpul de acces la disk și fragmentarea dispozitivului hard pot reduce substanțial rata maximă la care datele pot fi achiziționate și trecute pe disk. Pentru sistemele care necesită achiziționarea semnalelor de înaltă frecvență, trebuie ales un dispozitiv hard de viteză mare pentru calculator. De asemenea trebuie să existe suficient spațiu liber nefragmentat pe disk pentru a păstra datele.

Aplicațiile care necesită procesare în timp real de semnale de frecvență ridicată au nevoie de o viteză mare, un procesor pe 32 biți cu coprocesorul acompaniator, sau un procesor dedicat plug-in ca o placă de procesare de semnal digital (DSP). Dacă aplicația necesită doar achiziționare și citire o dată sau de două ori pe secundă, totuși un PC lent este satisfăcător.

Aspectul economic – cost, durata de amortizare, timp de implementare – oferta de calculatoare aflată la dispoziție sunt alte aspecte de care trebuie să se țină cont la alegerea făcută.

Traductoarele / senzorii sunt componentele care asigură conversia mărimii de măsurat într-o mărime de natură electrică. Așa cum arătam aceste componente fac obiectul prezentei lucrări.

Circuitele de condiționare realizează o prelucrare inițială a semnalelor, traductorul / senzorul fiind considerat ca o sursă de semnal. Funcțiile efectuate de circuitele de condiționare a semnalelor pot fi de conversie curent-tensiune, scalare, filtrare, izolare și amplificare, etc. Adeseori aceste elemente sunt poziționate alături de traductoare /senzori formând un tot unitar.

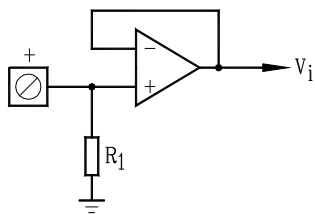


Fig.2.15 Limitarea impedanței de intrare

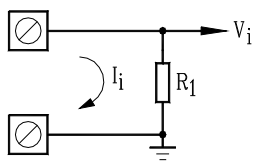


Fig.2.16 Circuit pentru conversia semnalului

Caracteristicile de intrare ale sistemului de achiziție de date plasează limitele pe domeniul semnalelor care pot fi precis măsurate. Unele traductoare / senzori (piezoelectrice, pH) prezintă o impedanță foarte înaltă de ieșire. Conectarea directă a traductorului / senzorului la sistemul de achiziție (care prezintă o impedanță moderată la intrare) are ca rezultat erori de măsurare. Aceste aplicații impun utilizarea unor circuite dedicate (tampon), conectate între sursa de semnal și sistemul de achiziție, pentru *limitarea impedanței de intrare*. În figura 2.15 se prezintă un astfel de circuit.

Semnalul de ieșire de la senzori îndepărtați, 4...20 mA, este adesea convertit la un nivel ridicat. În sistemele de măsurare *curentul poate fi convertit în tensiune* cu ajutorul unui rezistor. Un rezistor de valoare 250 Ω sau 500 Ω asigură un domeniu de tensiune de 1...5 V sau 2...10V pentru un semnal de 4...20 mA (fig.2.16). Utilizarea acestei metode de conversie este totuși limitată în special pentru curenți de valori reduse. De exemplu

pentru un curent de 1 μ A ar fi necesar un rezistor de 5M Ω . Din nefericire, utilizarea unui

rezistor de valori ridicate este o potențială sursă de erori datorită “zgomotului” și a metodei de măsurare. O schemă utilizată pentru conversia semnalelor în curent, de valori reduse, ce utilizează un amplificator de precizie este prezentată în figura 2.17.

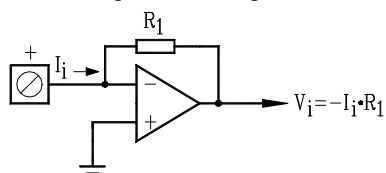


Fig.2.17 Circuit convertor curent – tensiune pentru valori reduse ale curentului

amplificarea semnalului înaintea convertorului A/N. Unele convertoare A/N au incluse amplificatoare. Cu o amplificare de 1000, semnale de circa 1mV pot fi procesate cu acuratețe. Când amplificatoarele dorite nu sunt disponibile sau atunci când este necesară o amplificare suplimentară, se pot utiliza panourile de terminație activă sau blocurile de condiționare a semnalelor.

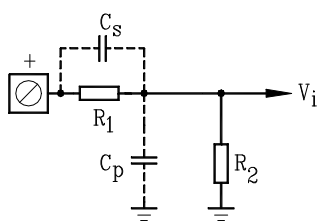


Fig.2.18 Divizor de tensiune rezistiv

În plus, un semnal pe lângă faptul că este redus poate fi extins pe un domeniu larg. Majoritatea convertoarelor acceptă maximum 10 V la intrarea lor. Semnale în tensiune de 12, 48 sau 100 V pot fi reduse la nivelul dorit cu un *divizor* de tensiune rezistiv. Schema unui astfel de divizor pentru un semnal analogic de intrare este prezentată în figura 2.18.

Semnalul de ieșire pentru o tensiune de intrare V_0 este:

$$V_i = V_0 \cdot \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \quad (2.3)$$

În selectarea lui R_1 și R_2 există factori practici care trebuie luați în considerare. Valori mari ale lui R_1 pot introduce limitări în lățimea benzii semnalului, datorită filtrului trece-jos format de R_1 și de capacitatea parazită C_p aflată în paralel cu R_2 . În unele aplicații lățimea benzii rețelei poate fi extinsă prin montajul unei capacități C_s în paralel cu R_1 . Valoarea trebuie selectată astfel încât constanta de timp $R_1 \cdot C_s$ să fie egală cu $R_2 \cdot C_p$. În plus, se presupune că impedanța sursei de semnal să fie foarte redusă în raport cu combinația serie R_1 și $R_2 \cdot (R_1 + R_2)$. Din acest punct de vedere R_1 și R_2 trebuie să fie cât mai mari posibile.

O dorință în operația de măsurare este obținerea unui raport corespunzător dintre semnalul util și “zgomot”. Reducerea efectelor întâmplătoare, a zgomotelor neperiodice este posibilă prin medierea seriilor de puncte măsurate. Metoda este mai puțin eficientă în tratarea unor semnale la 50/60 Hz sau alte surse de zgomote periodice. Este important de reținut că toate tehnicile de filtrare a zgomotului, fie implementate în hardware sau în software, sunt proiectate pentru a filtra tipuri de zgomote specifice. Tipurile cele mai uzuale

Convertoarele A/N sunt proiectate pentru a opera cu semnale de intrare de nivel ridicat. Domeniul convertoarelor clasice A/N include 0...10 V, +/-5 V și +/-10 V. Când un semnal de intrare este sub 1 volt, rezoluția, zgomotul și acuratețea sunt degradate. Având în vedere aceste circumstanțe adeseori este preferabilă

de filtre pasive sunt reprezentate în figura 2.19. Modelul prezentat în figura 2.19b este exemplul unui circuit extrem de eficient, cu rol în atenuarea zgomotului de 50/60 Hz.

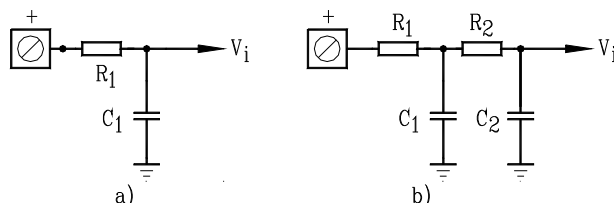


Fig.2.19 Filtru trece-jos

În general calculatoarele au masa electrică conectată la centura de împământare care se poate întrerupe în mod accidental. Pe carcasa și implicit masa electrică există o tensiune de 100 V (c.a.) datorită condensatorilor de deparazitare din sursa de alimentare [2.8]. Cuplarea sistemului de achiziție de date la calculator, în aceste condiții, este periculoasă întrucât poate conduce la defectarea ambelor componente.

Pentru evitarea unor astfel de situații se realizează *o izolare* între cele două componente prin separare galvanică (de ex. dispozitive de izolare galvanică cu optocuploare).

Schema bloc **hard** pentru un sistem de achiziție este prezentată în figura 2.20.

În funcție de complexitatea sistemului de achiziție de date acesta poate cuprinde

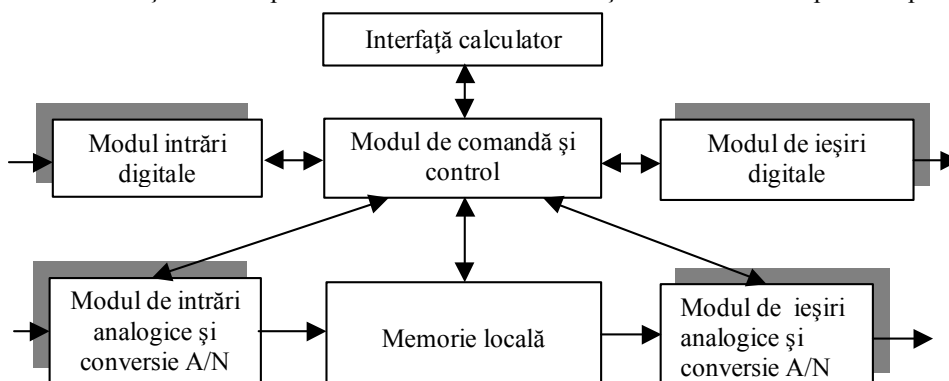


Fig.2.20 Schema bloc a hardului pentru un sistem de achiziție de date

modulele funcționale:

- Modul de interfață cu magistrala (orice sistem de achiziție trebuie interfațat cu un calculator sau cu o rețea de calculatoare pentru preluarea datelor sau rezultatelor) ;
- Modul pentru transferul de date;
- Modul pentru generarea ratei de eșantionare, întreruperilor și transfer;
- Modul de intrări / ieșiri digitale;
- Modul de conversie analog – numerică;
- Modul de conversie numeric – analogică;
- Modul de intrare cu multiplexarea și condiționarea semnalelor analogice de intrare;

- Modul de generare a semnalelor analogice de ieșire;
- Modulul de alimentare.

Dacă frecvența de achiziție a datelor este mai mare decât frecvența de transfer, sistemul de achiziție de date dispune de o memorie locală.

Intrările – ieșirile analogice și intrările – ieșirile digitale sunt specificate în parametrii hard ai sistemului de achiziție constituind elemente esențiale în achiziția de date.

Exemplu

Placa ACL – 8216 este o placă multifuncțională pentru achiziție de date putând fi conectată pe un calculator IBM-PC sau unul compatibil [2.17].

Specificațiile referitor la această placă fac referire la:

- **Intrări analogice**
 - convertor cu aproximări succesive
 - 16 canale single-ended și 8 diferențiale
 - rezoluție 16 bit
 - domeniu de intrare (controlat prin soft): $\pm 10 V$, $\pm 5 V$, $\pm 2.5 V$, $\pm 1.25 V$
 - timp de conversie $10\mu s$
 - impedanța de intrare $10M\Omega/1pF$
- **Ieșiri analogice**
 - rezoluție de 12 bit
 - domeniu (referință internă): $0 - 5 V$; $0 - 10 V$
- **Intrări – ieșiri digitale**

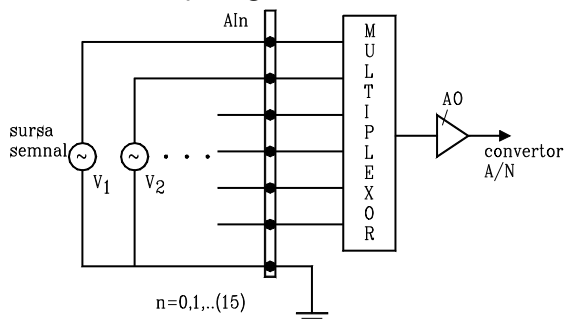


Fig.2.21 Intrare analogică “single – ended” care avem de-a face cu intrări diferențiale (fig2.22).

În primul caz avem de-a face cu o singură intrare relativă conectată la masă și o sursă de semnal “flotantă”. Sursele au o masă comună.

Modul de intrare diferențial oferă două intrări care răspund semnalului de diferență dintre ele. Dacă sursa de semnal are o parte conectată la masă modul diferențial poate fi folosit pentru reducerea buclei de masă. În figura 2.22 se indică modul de conectare cu intrare diferențială. Chiar dacă sursa de semnal este legată local la masă modul single-ended poate fi încă utilizat când V_{cm} (tensiunea de mod comun) este foarte mică și efectul buclei

- 16 canale TTL

Intrările analogice sunt specificate în general prin: numărul de canale, rata de eșantionare, rezoluția și domeniu de intrare.

Semnalele de intrare pot fi măsurate față de o masă comună analogică, caz în care avem de-a face cu intrări “single – ended” (fig.2.21), sau se măsoară diferența dintre două linii, caz în

de masă poate fi negat.

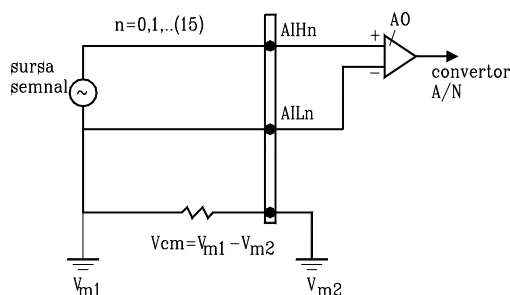


Fig.2.22 Intrare analogică diferențială

Un mod diferențial trebuie să fie utilizat când sursa de semnal este diferențială. O sursă diferențială înseamnă că bornele sursei de semnal nu sunt conectate la masă. Pentru a evita pericolul unei tensiuni mari între masa locală a semnalului și masa sistemului PC trebuie să fie conectată o cale de masă scurtată. Figura 2.23 arată conectarea sursei diferențiale.

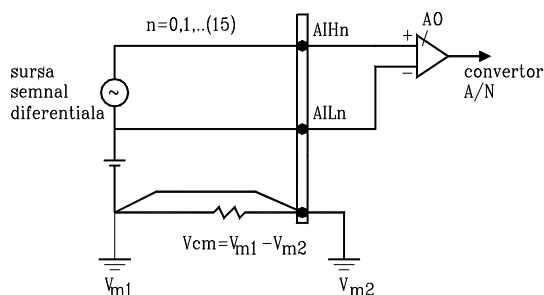


Fig.2.23 Intrare analogică și sursă diferențială

Modul diferențial și o sursă de semnal diferențială pot fi utilizate conform schemei prezentate în figura 2.24 [2.17]

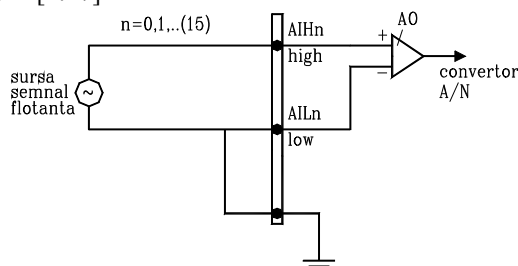


Fig.2.24 Intrare diferențială și sursă "flotantă"

Rata de eșantionare determină practic cât de des pot avea loc conversiile. O rată mai mare asigură achiziționarea mai multor puncte într-un timp dat. În acest mod se poate obține o reprezentare mai bună a semnalului original. De ex. semnalele audio convertite la semnale

electrice de un microfon au de obicei componente de frecvență de la 20 kHz. Pentru a digitaliza corect acest semnal pentru analiză, teorema prelevării a lui Nyquist spune că trebuie să prelevăm cu o frecvență de 2 ori mai mare decât componenta de frecvență maximă pe care vrem să o detectăm. Pentru a achiziționa corespunzător acest semnal este necesară o rată de eșantionare mai mare de 40kHz.

Multiplexarea constituie o tehnică uzuală pentru a măsura mai multe semnale cu un singur convertor A/N. Convertorul A/N prelevează un canal, comută la următorul canal îl prelevează, comută la următorul canal ș.a.m.d.(fig.2.25) Deoarece același convertor A/N prelevează mai multe canale în loc de unul rata efectivă de eșantionare pe fiecare canal individual este invers proporțională cu numărul de canale prelevate.

$$\frac{\text{rata de esantionare}}{\text{numar de canale}} = \text{rata efectiva de esantionare / canal} \quad (2.4)$$

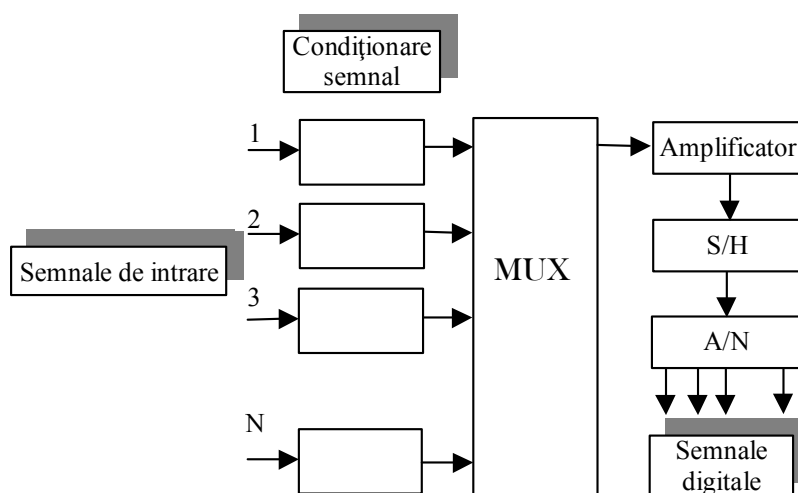


Fig.2.25 Subsistemul de intrare analogic

Un parametru esențial în conversia analog – numerică este rezoluția. În majoritatea cazurilor aceasta se exprimă în număr de biți. Rezoluția se mai poate exprima prin variația minimă detectabilă a semnalului sau în mod relativ în procente din domeniul de variație maxim. Cu cât rezoluția este mai mare cu atât este mai ridicat numărul de diviziuni în care este împărțit domeniul semnalului și ca urmare mai redusă schimbarea tensiunii detectabile. Figura 2.26 arată un semnal sinusoidal și imaginea sa digitală corespunzătoare, pentru un convertor ideal A/ N pe 3 biți. Un convertor de 3 biți (care este actualmente rar utilizat dar este un exemplu convenabil) divide domeniul analogic în 2^3 sau 8 diviziuni. Fiecare diviziune este reprezentată printr-un cod binar între 000 și 111. În mod clar reprezentarea digitală a semnalului original nu este corectă în acest caz deoarece informația a fost pierdută în conversie. Prin creșterea rezoluției la 16 biți numărul de coduri crește de la 2^3 la 2^{16} . În acest mod se poate obține o reprezentare digitală extrem de precisă a semnalului

analogic dacă și restul circuitului de intrare analogică este proiectat corespunzător.

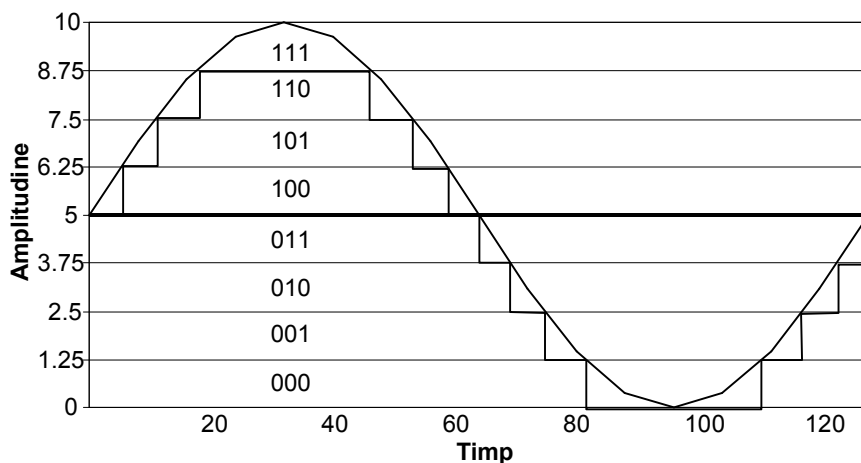


Fig.2.26 Digitizarea unui semnal sinusoidal cu o rezoluție pe 3 biți

Domeniul se referă la nivelele de tensiune minime și maxime pe care le poate cuantifica convertorul A/N. Plăcile de achiziție multifuncționale oferă domenii selectabile astfel că placa este configurabilă pentru a manipula o varietate de diferite nivele de tensiune. Cu această flexibilitate se poate potrivi domeniul de semnal la cel al convertorului astfel încât să fie utilizate avantajele rezoluției disponibile și pentru a preleva cât mai precis semnalul.

Domeniul, rezoluția și amplificarea disponibilă pe o placă de achiziție determină cea mai mică schimbare de tensiune detectabilă. Această schimbare de tensiune reprezintă valoarea celui mai puțin semnificativ bit 1LSB a valorii digitale și este adesea numită lățimea de cod. De exemplu una din plăcile pe 16 biți are un domeniu selectabil de la 0 la 10 V sau de la -10 V la 10 V și o amplificare selectabilă de 1, 2, 5, 10, 20, 50 sau 100. Cu un domeniu de tensiune de 0 -10 V și o amplificare de 100 lățimea de cod ideală este :

$$\frac{10}{100 \cdot 2^{16}} = 1.5 \mu V \quad (2.5)$$

Rezoluția teoretică a unui bit în valoare digitizată este astfel de 1,5 μV .

Circuitele de conversie analog-numerică sunt cele mai importante componente din hardul sistemului de achiziție de date. În funcție de precizia care se dorește să se obțină, conversia se face 8, 10, 12, 14, 16 sau mai mulți biți. În majoritatea cazurilor o conversie pe 12 biți este suficientă.

Există o serie de convertoare A/D care se fabrică în acest moment: convertoare cu integrare, convertoare tensiune – frecvență, convertoare cu aproximări succesive, convertoare paralele, convertoare mixte etc.

Pentru frecvențe de conversie superioare se utilizează în majoritatea cazurilor

convertoare cu aproximări succesive, paralele sau mixte.

La alegerea **softului** trebuie să se țină cont de o serie de factori care includ: cerințe privind aplicația, componența hard a sistemului de calcul, echipamentele de măsură folosite (fig.2.27)[2.10],[2.12].

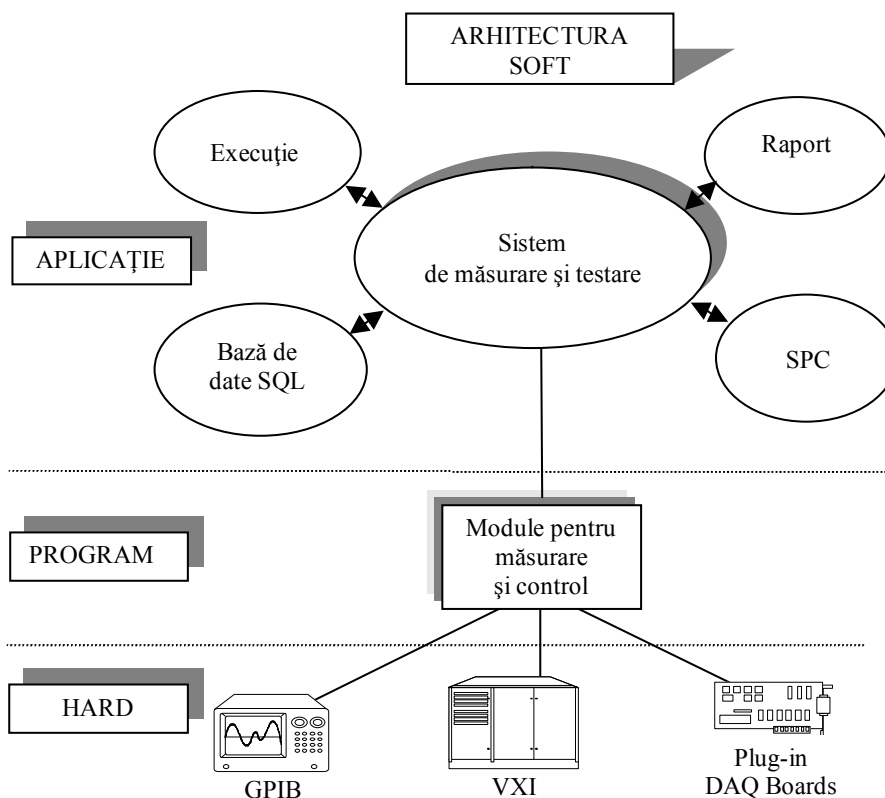


Fig.2.27 Factori de decizie pentru alegerea softului în sistemele de achiziție de date

În esență măsurările cu achiziție de date se pot divide în trei domenii separate (fig.2.28)



Fig.2.28 Domeniile achiziției de date

Obținerea unei soluții optime pentru o aplicație dată este ușurată prin definirea mai întâi a necesităților și abia pe urmă a celui mai bun soft. Schema logică a acestei operații este prezentată în figura 2.29

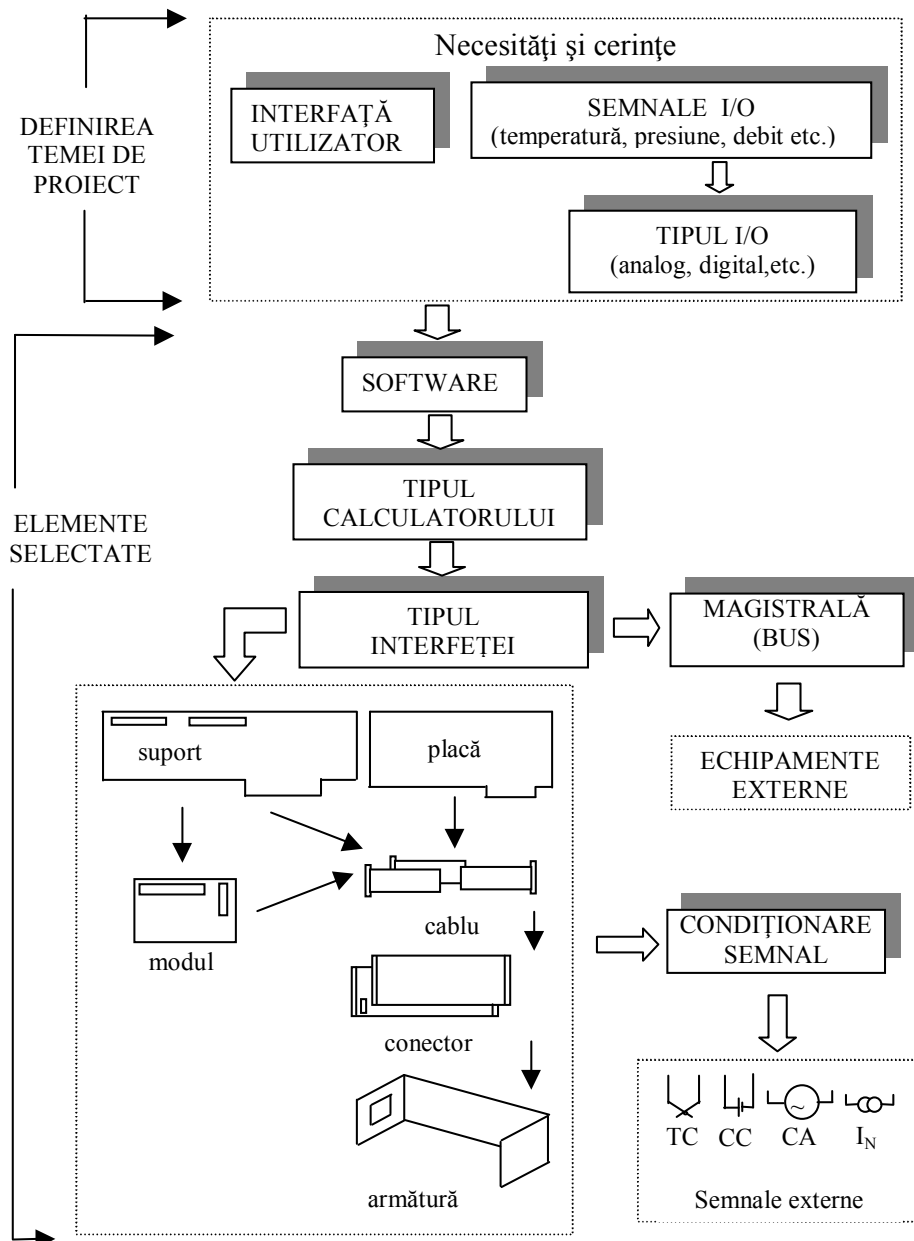


Fig.2.29 Schema logică pentru alegerea componentelor sistemului de achiziție de date