

1. INTRODUCERE

1.1. Definiții

Informatica s-a dezvoltat în ultimele decenii ca o ramură de sine stătătoare a științelor naturii cu aplicații și baze constitutive pentru alte ramuri pluridisciplinare din tehnică, medicină etc.

Teoria informației este subramura informaticii care se ocupă cu studiul măsurării informației și a proprietăților acesteia.

Data – este un fapt, o noțiune sau instrucțiune, reprezentată sub o formă convențională, adecvată comunicării, interpretării și prelucrării manuale sau cu mijloace automate. Datele sunt considerate *discrete* dacă ele sunt reprezentate sub o formă de elemente distincte sau separate.

Informația – este semnificația atribuită datelor cu ajutorul convențiilor utilizate pentru a le reprezenta. Cuvântul *informație* provine din limba latină – *informatio*. Cuvântul este polisemantic putând căpăta diverse semnificații funcție de domeniile și contextul în care este folosit. Termenul este legat de un *proces informațional* (succesiunea operațiilor / acțiunilor prin care se informează), rezultatul acestui proces (volum, varietatea de informație). Într-o definiție simplă se poate spune că informația reprezintă o ilustrare a realității printr-un set de simboluri accesibile simțurilor și rațiunii umane.

Sistemele tehnice actuale ridică problema obținerii unor *informații* despre *procese fizice* pentru memorare și redare, pentru comunicație sau pentru control.

Într-o structură organică a sistemului mecatronic, informația poate exista sub forma unui *semnal* (de ex. semnal electric) sau *codificată într-un obiect material* (de ex.: mostră de sânge, text scos la imprimantă etc.). Semnalul se poate defini ca un purtător fizic de informație despre variația în timp a energiei. Parametrii informației – amplitudine, frecvență, fază, etc. – se pot obține prin prelucrarea semnalelor prin tehnici adecvate.

Achiziția de date (data acquisition) este un proces pentru gestionarea datelor de la A / D sau plăci plug-in cu intrări digitale [1.13]. Achiziția de date este un proces prin care un fenomen fizic din lumea reală este transformat în semnale electrice, este convertit în semnal digital pentru procesare, analiză și stocare prin PC [1.8]. Achiziția de date în marea majoritate a cazurilor este dedicată și controlului proceselor.

Cu toate că termenii *achiziții de date* și *măsurare și testare* nu pot fi definiți complet, cei mai mulți utilizatori, ingineri sau cercetători agreează următoarele elemente comune [1.12]:

- Un calculator personal (PC) este utilizat pentru programarea unor echipamente de testare, pentru a manipula și stoca date. Termenul (PC) este utilizat în general pentru a defini orice calculator lucrând cu orice sistem de operare și un software aplicativ care garantează atingerea scopului dorit;
- Echipamentul de testare poate consta din plăci plug-in pentru PC-uri, șasiu extern, instrumente. Șasiul extern și instrumentele pot fi conectate la PC utilizând porturi standard de comunicație sau placă de interfațare cu PC-ul.
- Echipamentul de testare poate fi utilizat pentru măsurări și controlul unor procese multiple pe baza unor intrări / ieșiri (I/O) analogice, I/O digitale sau alte funcții specializate.

În figura 1.1 se prezintă variante ale structurii unui sistem pentru achiziția datelor (SAD).

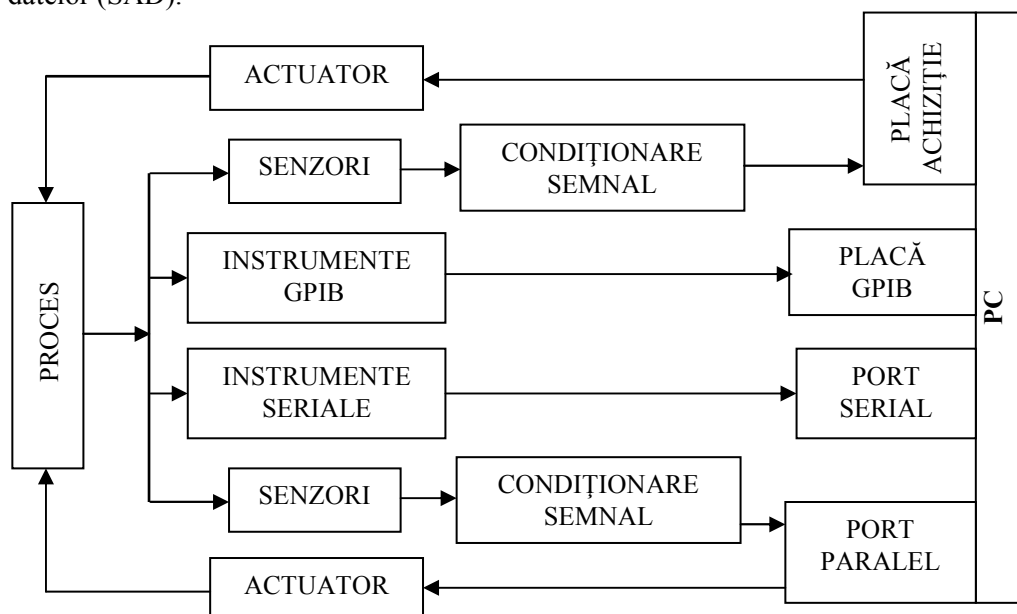


Fig. 1.1 Structuri ale unui sistem pentru achiziția datelor

Este dificil a diferenția termenii achiziții de date, testare și măsurători, măsurare și control pornind de la diferitele instrumente în baza operațiilor, proprietăților și performanțelor.

Sistemele pentru achiziția și controlul datelor sunt construite în jurul unui PC putând avea o mare varietate de structuri și configurații. Pornind de la scopul principal enunțat anterior al unui SAD, în figura 1.2 se prezintă fluxul transferului de informație în procesul de achiziție.

Astfel, se pot menționa elementele componente principale ale unui astfel de sistem, fiecare dintre acestea fiind important pentru acuratețea măsurătorilor,

procesarea și stocarea datelor:

- senzorii și traductoarele;
- cablurile de legătură;
- circuitele pentru condiționarea semnalului;
- hardware-ul pentru achiziția datelor;
- software-ul aplicativ;
- computerul de bază.

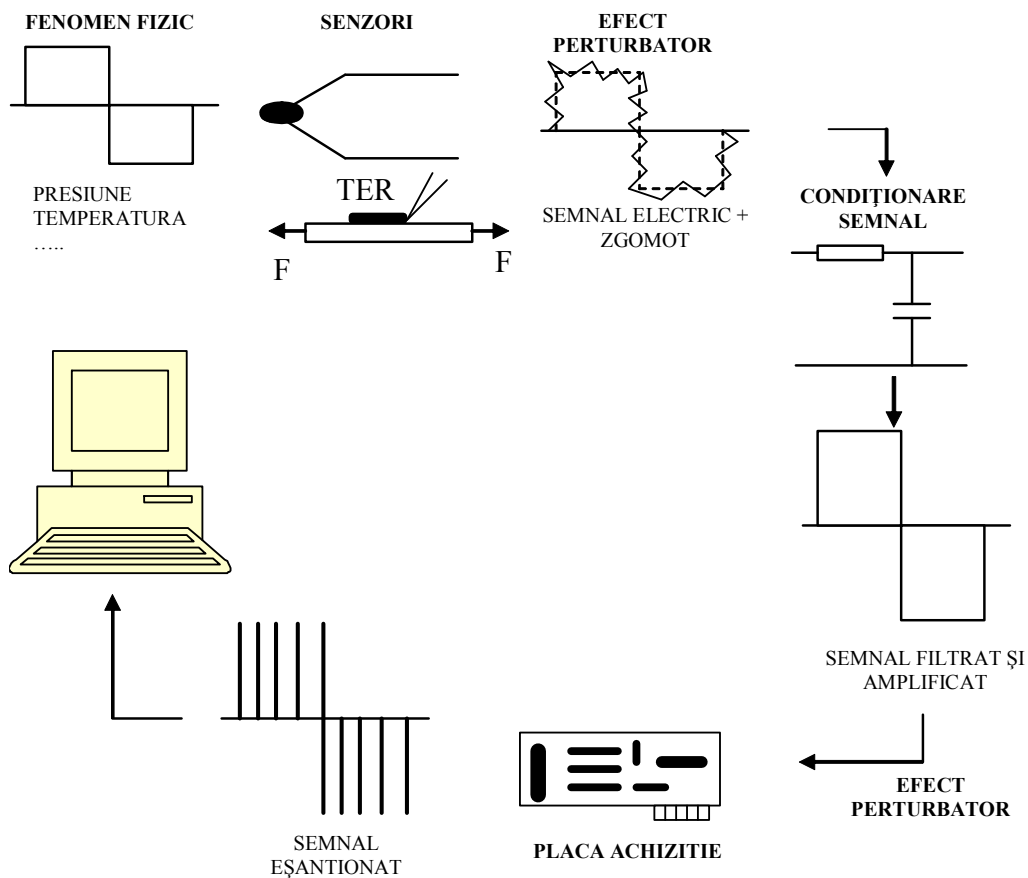


Fig. 1.2 Fluxul informațional în sistemul de achiziție

1.2. Elemente componente ale sistemului de achiziții de date

1.2.1. Senzori și traductoare

Senzorii și traductoarele – realizează pe de o parte interfața între lumea reală și sistemul de achiziție și respectiv conversia fenomenului fizic într-un semnal electric acceptat de sistemele de condiționare. Funcție de necesitatea existenței unei surse de

energie necesare conversiei, traductoarele / senzorii se clasifică în:

- *Parametrice* – conversia are la bază dependența unui parametru specific elementului sensibil și mărimea fenomenului fizic urmărit. Aceste componente se mai numesc și pasive. Ca elemente pasive se utilizează: rezistoare, condensatoare, inductanțe, elemente magneto-parametrice, opto-parametrice, materiale cu proprietăți fotoelastice etc. În tabelul 1.1 se prezintă succint corespondența aminită pentru un element sesizor din clasa rezistoarelor.

Tabelul 1.1

Elementul	Fenomenul fizic	Mărimea măsurată
<i>rezistor</i> $R = \rho \frac{l}{S}$	Variația lungimii “ l ” a conductorului	<ul style="list-style-type: none"> • Deplasări liniare sau unghiulare • Dimensiuni ale pieselor • Grosimi de strat • Nivelul unor materiale
	Variația lungimii, secțiunii și rezistivității	<ul style="list-style-type: none"> • Forță • Presiune
	Variația rezistenței cu temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura

- *Generatoare* – au la bază conversia unei forme de energie (mecanică, termică, chimică etc.) în altă formă de energie (în general electrică). Aceste elemente se mai numesc și elemente active. În tabelul 1.2 se prezintă două cazuri dintr-o multitudine de fenomene fizice care stau la baza elementelor senzoriale generatoare.

Tabelul 1.2

Fenomenul fizic	Mărimea măsurată
Generarea unei tensiuni electromotoare induse datorită acțiunii mărimii de măsurat	<ul style="list-style-type: none"> • Viteză liniară sau unghiulară • Debitul unui fluid • Vibrații / accelerații
Polarizarea electrică a unui cristal sub acțiunea mărimii de măsurat	<ul style="list-style-type: none"> • Forță • Presiune

Realizarea unui sistem SAD cu parametri performanți impune o analiză a fenomenului fizic care urmează a fi cercetat și alegerea celei mai bune variante de element senzorial.

1.2.2. Cabluri și conductoare de legătură

Cablurile de legătură – reprezintă suportul fizic pentru conectarea traductoarelor / senzorilor spre elementele de condiționarea semnalului. Prin specificul anunțat acestea pot fi cauza unor defecțiuni ale sistemului de achiziție și în același timp ale unor erori în procesul de măsurare.

Cele mai des utilizate grupe de cabluri sunt: cablul coaxial, cablul torsadat (ecranat și neecranat) și fibra optică.

Cablul coaxial era cel mai frecvent utilizat mediu pentru transmisia semnalelor. Aceasta pentru că era ieftin, ușor, flexibil și simplu de instalat. În forma sa cea mai simplă, cablul coaxial constă dintr-un miez de cupru solid, înconjurat de un înveliș izolator, apoi de un strat de ecranare format dintr-o plasă metalică și de un strat exterior de protecție.

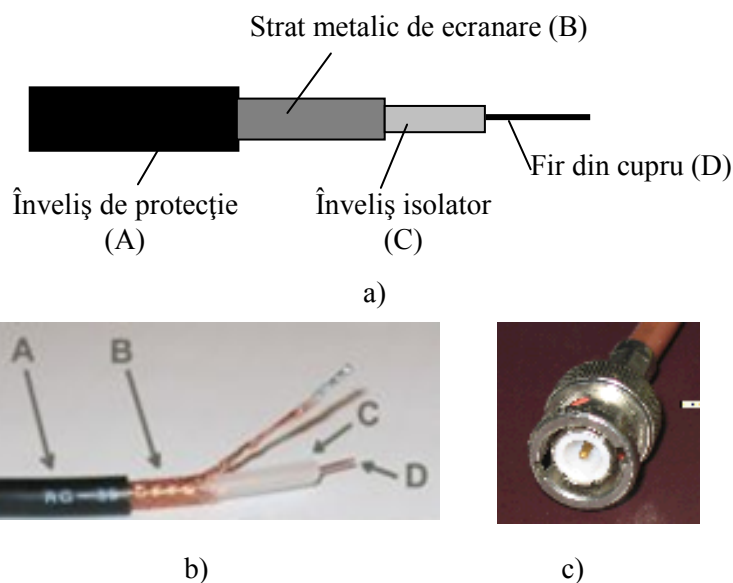


Fig. 1.3 Cablu coaxial și conectorul corespunzător

Într-o descriere sumară, *cablul torsadat (twisted-pair)* constă din două fire de cupru izolate, răsucite unul împrejurul celuilalt. De obicei, un număr de perechi torsadate sunt grupate și învelite cu o cămașă protectoare, formând astfel un cablu. Datorită răsucirii firelor, zgomotul electric provenit de la perechile alăturate sau de la alte surse de zgomot (motoare, rele, transformatoare etc.) se anulează (fig.1.4). *Cablul torsadat neecranat (UTP)* este cel mai cunoscut cablu torsadat. Lungimea maximă a segmentului este de 100 m. O problemă care poate apărea la toate tipurile de cabluri este diafonia: interferența semnalelor utile cu semnalele provenite din firele alăturate. Cablul UTP este predispus la diafonie. Pentru a reduce acest efect se folosește ecranarea. *Cablul torsadat ecranat (STP)* are un înveliș protector de calitate mai bună decât cea a cablului UTP. În plus cablul STP include o folie dispusă între și în jurul perechilor de fire. În acest mod cablul este mai puțin afectat de interferențe electrice și asigură transferul datelor cu viteze superioare și pe distanțe mai mari decât cablul UTP.

Cablul de fibră optică este indicat pentru transmisii de date de viteză și capacitate mare, într-un mediu foarte sigur, datorită purității semnalului și lipsei atenuării. Transmisii prin cablu de fibră optică nu sunt supuse interferențelor electrice și sunt foarte rapide. Bugetul limitat pentru investiție sau lipsa experienței în instalare și conectare la dispozitive pot limita utilizarea acestora. Cablul este realizat din fibre

optice separate de componente izolatoare, din elemente de protecție, dintr-un fir central rezistent din punct de vedere mecanic cu diverși parametri (tabelul 1.3)

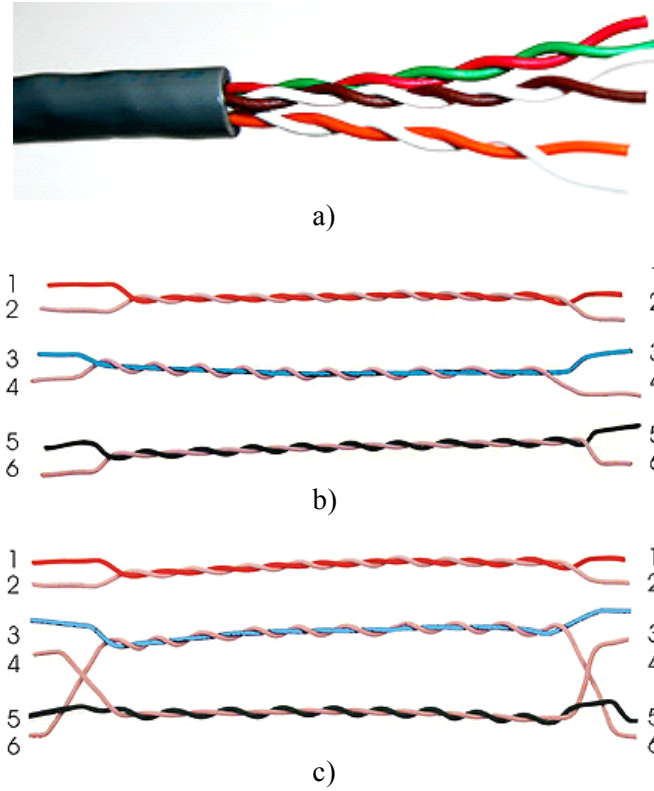


Fig. 1.4 Cablu torsadat (a), conectare corectă a firelor (b), conectare greșită a firelor (c)

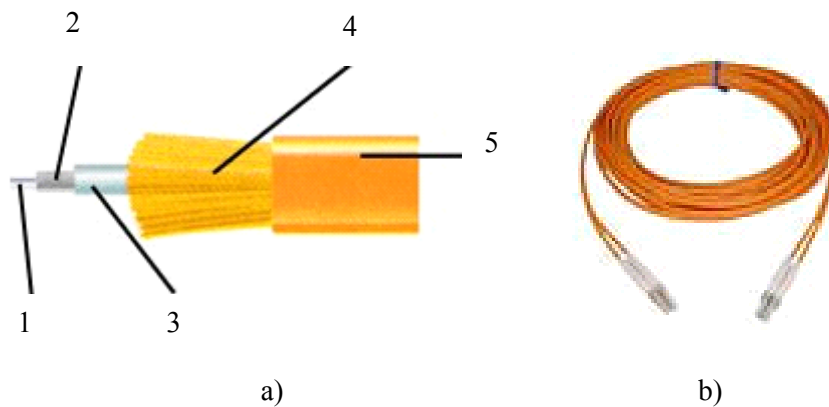


Fig. 1.5 Fibră optică (a) și cablu optic (b)

Tabelul 1.3 [1.10]

1 – miez conductor optic	a) diametru 62.5 μm , lungimi de undă [850 nm, 1300 nm]
	b) diametru 50 μm , lungimi de undă [850 nm, 1300 nm]
	c) diametru 9 μm , lungimi de undă [1310 nm, 1550 nm]
2 – blindaj reflectant	Diametru 125 μm
3 – manșon protector	Oferă protecție ansamblului optic
4 – fibre din aramid	Oferă rezistență mecanică ansamblului. Se utilizează și fibre din Kevlar
5 – manșon protector	Din PVC, oferă protecție. Culoarea portocalie corespunde pentru cabluri multimod (sursă de lumină – LED), iar galben pentru cabluri singlemod (sursă de lumină – laser)

Conexiunile dintre cabluri și dintre cabluri și echipamentele electronice sunt surse de erori și funcționare defectoasă. Se impune o atenție deosebită rezolvării corespunzătoare acestui aspect. În figura 1.6 se prezintă o astfel de realizare corectă pentru un multiplexor analogic cu 6 canale. Cablurile sunt rezistente din punct de vedere mecanic, au protecție împotriva interferenței electromagnetice și împotriva factorilor externi (vibrații, ulei, apă).

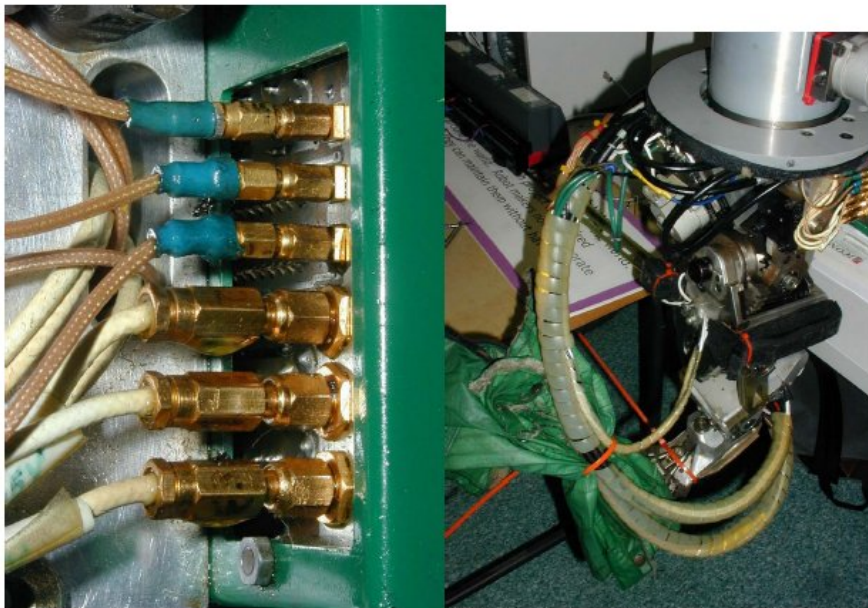


Fig. 1.6 Conexiuni de calitate în achiziția de date

Din aceste motive este necesar să se analizeze și să se răspundă la o serie de întrebări:

- au fost eliminate toate conexiunile care nu sunt necesare ? Se poate reduce numărul de conexiuni prin reducerea numărului de module ?
- pot fi eliminate firele de legătură prin utilizarea transmisiilor radio, a interfeței seriale sau a fibrelor optice ?

- se pot utiliza transmisiile de date pe frecvență înaltă pe baza cablurilor de alimentare cu energie ?
- au fost eliminate toate mobilitățile inutile ale cablurilor ? Se utilizează cabluri de calitate ? Care este influența costului ?
- au fost reduse / eliminate solicitările de încovoire pentru toate cablurile din instalație ? S-a analizat influența razei de încovoire ? Care sunt parametrii de calitate ai cablurilor referitor la durata de viață – cicluri de solicitare ? Care sunt implicațiile referitoare la legătura cost – defecte ?
- au fost protejate toate cablurile împotriva vibrațiilor ?
- s-au utilizat conectori de calitate ? Se poate utiliza conectorul monobloc (injectat) pentru a crește fiabilitatea sistemului ? Există teste de verificare pentru toate cablurile și conectorii utilizați ? Care sunt procedurile de schimbarea cablurilor ?

1.2.3. Circuite de condiționarea semnalului

Elementele pentru condiționarea semnalului – realizează conversia semnalului electric primar într-un semnal acceptat de lanțul de măsurare ulterior. Principalele sarcini impuse acestor elemente sunt: filtrarea, amplificarea, liniarizarea, izolarea galvanică, alimentarea, conversie curent – tensiune (sau invers).

1.2.4. Componente hardware

Hardware-ul pentru achiziția datelor – include toate componentele necesare sistemului pentru îndeplinirea următoarelor funcții:

- Intrarea, procesarea și conversia în format digital, utilizând convertoare A / D, a semnalului analogic și transferarea pentru vizualizare, memorare și analiză;
- Intrarea pentru semnale digitale care transferă informație de la un sistem sau un proces;
- Procesarea, conversia în format analogic, utilizând convertoare D / A, a semnalelor digitale care provin de la PC pentru controlul sistemelor și a proceselor;
- Ieșirea pentru semnale digitale de la PC și destinate controlului sistemelor sau a proceselor

1.2.5. Componenta software

Software-ul este dedicat pentru funcțiile specificate anterior. Software-ul aplicativ lucrează pe un PC dotat cu un sistem de operare single-task (DOS) sau multi-task (Windows, Unix, OS2).

Dintre pachetele software cu utilizare extinsă se pot aminti:

- LabView – programare grafică pentru crearea unor aplicații de măsurare, testare și control (National Instruments). LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) este un mediu de programare bazat pe limbajul de programare grafică G. LabView promovează și aderă la conceptul de programare modulară, asemănător cu mediile de programare C, C++, PASCAL etc.

- DASYLab – mediu de lucru grafic pentru analiză și control (DasyLab);
- InstaCal – aplicații de instalare, configurare și testare în domeniul achizițiilor de date (Measurement Computing);
- Matlab – mediu de lucru care dispune de facilități grafice pentru analiza, vizualizarea datelor și facilități pentru dezvoltări de aplicații (Mathworks);
- dSpace – mediu de lucru cu facilități grafice de programare, lucru în timp real,. Acesta oferă soluții pentru achiziția datelor și utilizarea acestora în controlul sistemelor;
- VEE – mediul de lucru pentru achiziții de date, programare grafică (Agilent).

1.2.6. Computerul de bază

Computerul de bază – prin configurația de care dispune, influențează calitatea sistemului de achiziție a datelor. Viteza de calcul a acestor sisteme este o condiție strict necesară pentru un sistem performant. Capacitățile PC-lui folosit pentru transferul datelor pot influența în mare măsură performanțele sistemului SAD. 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 (Direct Memory Access). Transferurile DMA 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 angajare în procese mai complexe.

Factorul limită pentru achiziționarea unei cantități mare de date este în general dispozitivul hard. Timpul de acces la disk și fragmentarea acestuia pot reduce substanțial rata maximă de lucru la care datele pot fi achiziționate și trecute pe disk. Pentru sistemele care necesită achiziționarea semnalelor de înaltă frecvență, trebuie utilizat un PC dotat cu dispozitiv hard de mare viteză. De asemenea, trebuie să existe suficient spațiu nefragmentat pe disk pentru păstrarea datelor.

Aplicațiile, care necesită procesare în timp real a semnalelor de frecvență ridicată, au nevoie de viteză mare, un procesor pe 32 biți cu procesor acompaniator, sau cu procesor dedicat plug-in cu o placă de procesare de semnal digital (DSP).

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

1.3. Configurarea sistemului de achiziție

1.3.1. Aspecte constructive

Configurarea sistemului urmărește atât achiziția datelor cât și control. În foarte multe aplicații flexibilitatea PC-lui permite configurarea sistemului de achiziție în diverse forme care să asigure avantaje certe. În acest scop este necesar să se utilizeze componentele hardware și software cât mai aproape de capacitățile lor.

Stabilirea configurației este influențată de mediul în care trebuie să lucreze sistemul: laborator, mediu industrial, localizări la distanță. Numărul de senzori și

actuatoare cerute, circuitele de condiționare ale semnalului sunt alți factori care influențează decizia de configurare.

Cele mai comune configurații sunt [1.8]:

- *PC cu plăci plug-in intrare / ieșire (I / O)*. Montate în structura computerului, aceste plăci asigură o structură compactă. Este una din metodele cu preț de cost redus și rezultate bune, putându-se realiza diverse variante de configurare prin utilizarea de: plăci cu intrări multiple analogice, plăci cu ieșiri multiple analogice, plăci cu I / O digitale, instrumente specializate etc. Funcție de aplicația dorită, se pot alege acele plăci care să asigure raportul preț / parametri ceruți optim (de ex. nr de canale intrare / ieșire).
- *Intrări / ieșiri distribuite*. O mare categorie de senzori sunt localizați la distanță apreciabilă față de computerul de bază care coordonează achiziția. Este cazul mediilor de lucru de tip industrial când senzorii și actuatoarele pot fi localizate în medii ostile și pe o suprafață întinsă. Este dificil de a transfera semnale de valori reduse pe aceste distanțe lungi. Una din cele mai comune soluții este utilizarea semnalelor digitale și interfețe seriale RS-232 sau RS-485. O soluție de acest gen este prezentată în figura 1.7.

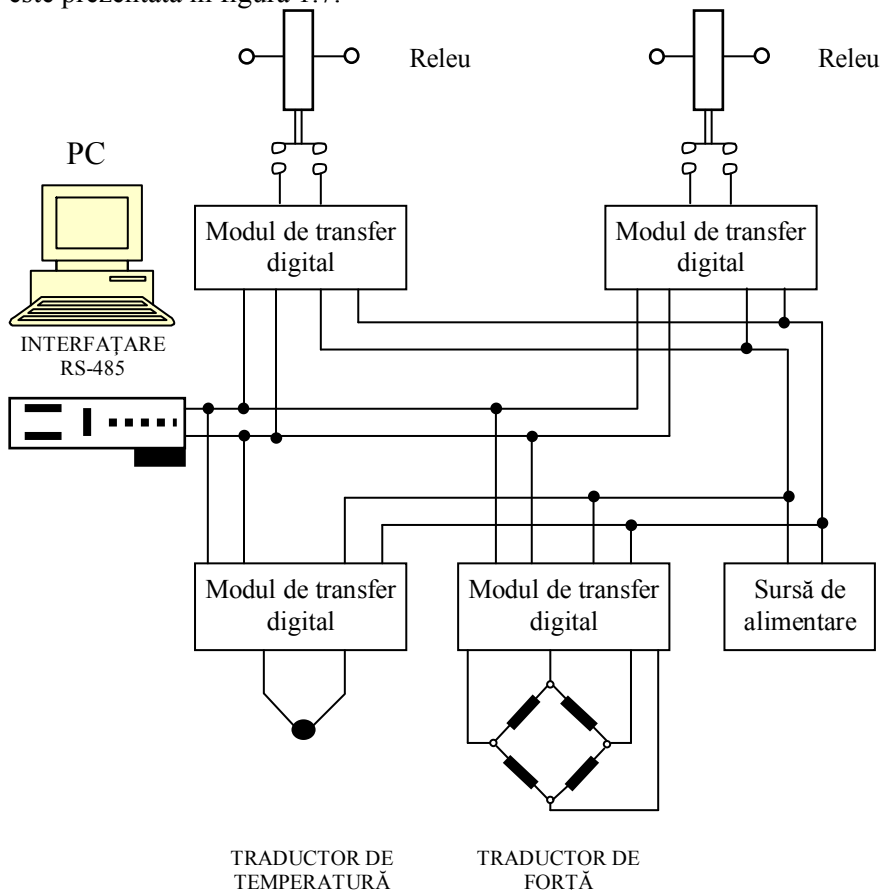


Fig. 1.7 Variantă de configurare distribuită și transfer digital a datelor

Modulele de transfer digital conțin toate elementele necesare pentru condiționarea semnalului. Se pot conecta un număr ridicat de module (până la 32 de module) pentru distanțe de până la 10 km [1.12].

- *Instrumente autonome distribuite.* Echipamentele autonome sunt proiectate prin definiție să poată lucra independent de computerul de bază existent și destinat să coordoneze achiziția de date. Aceste echipamente programabile au toate facilitățile de condiționarea semnalului și posibilități de programare prin interfețe seriale sau pe baza cardului mobil PCMCIA. O astfel de variantă este prezentată în figura 1.8. Interfața serială RS-232, pentru distanțe limitate la 50 m, este o altă variantă posibilă pentru transferul datelor (fig.1.9).

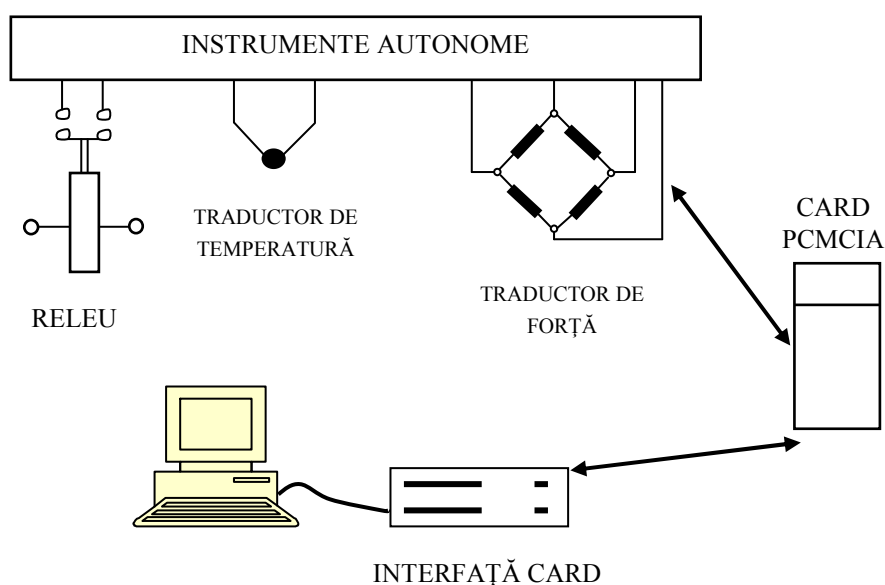


Fig. 1.8 Utilizarea cardului portabil PCMCIA în achiziția și transferul de date

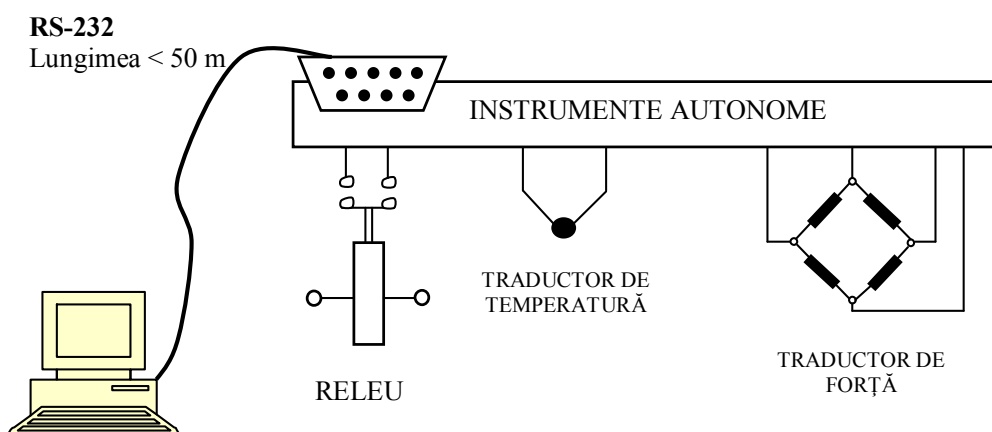


Fig. 1.9 Conectarea directă a instrumentelor autonome prin interfața serială RS-232

O distribuție a elementelor senzoriale și actuatorilor pe o suprafață întinsă poate conduce la o variantă de transfer a datelor asemănătoare cu cea din figura 1.10. În structura sistemului se introduce o cale de comunicație clasică – telefon, comunicație radio - apelând la modemul necesar.

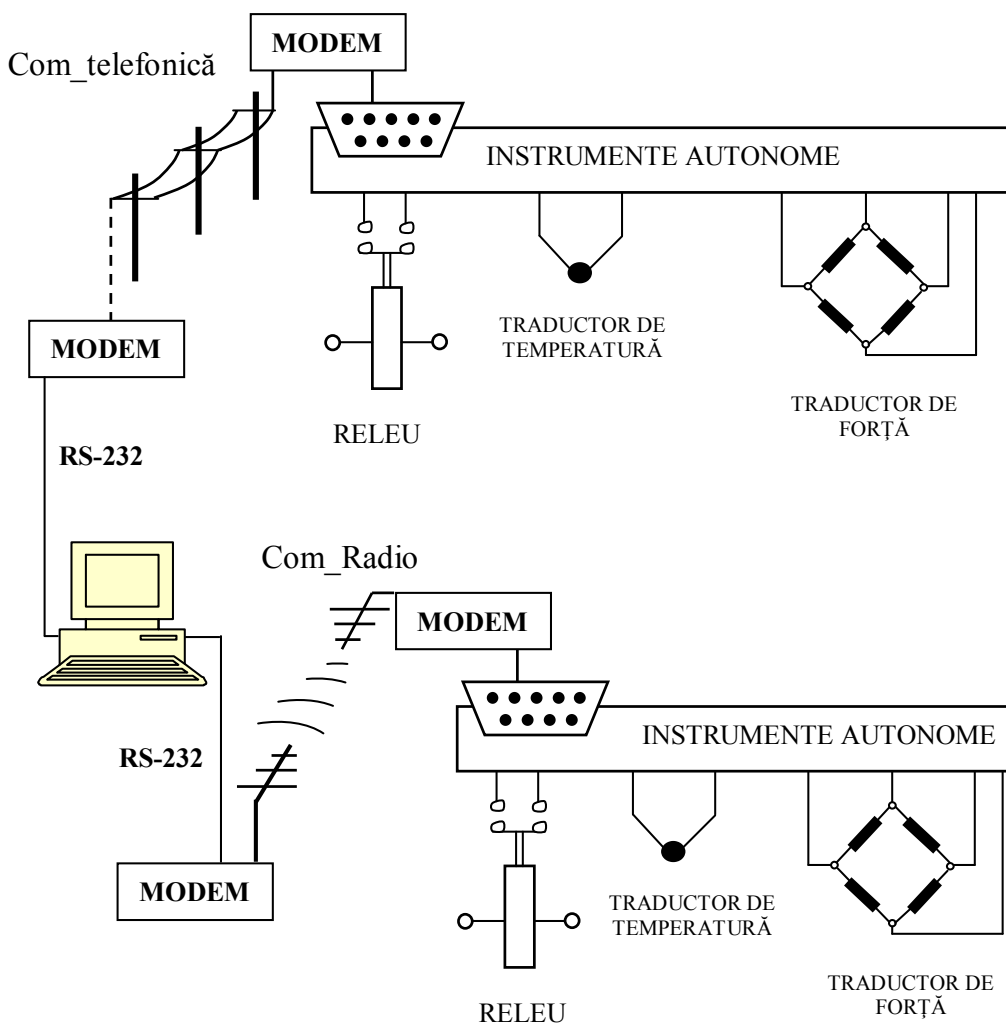


Fig. 1.10 Transferul datelor pe linie telefonică sau prin comunicație radio

Instrumentele / înregistratoarele pot fi conectate într-o rețea multi-drop (rețea în care nodurile sunt conectate la distanță printr-o singură linie de comunicație). Computerul "gază" se conectează printr-o interfață serială RS-232 la primul nod iar legătura în continuare se realizează prin interfața serială RS-485. Comunicația serială permite programarea componentelor autonome din nodurile rețelei. Se poate utiliza în scopul programării și transferul programelor cu ajutorul cardului portabil. O astfel de variantă este ilustrată în figura 1.11.

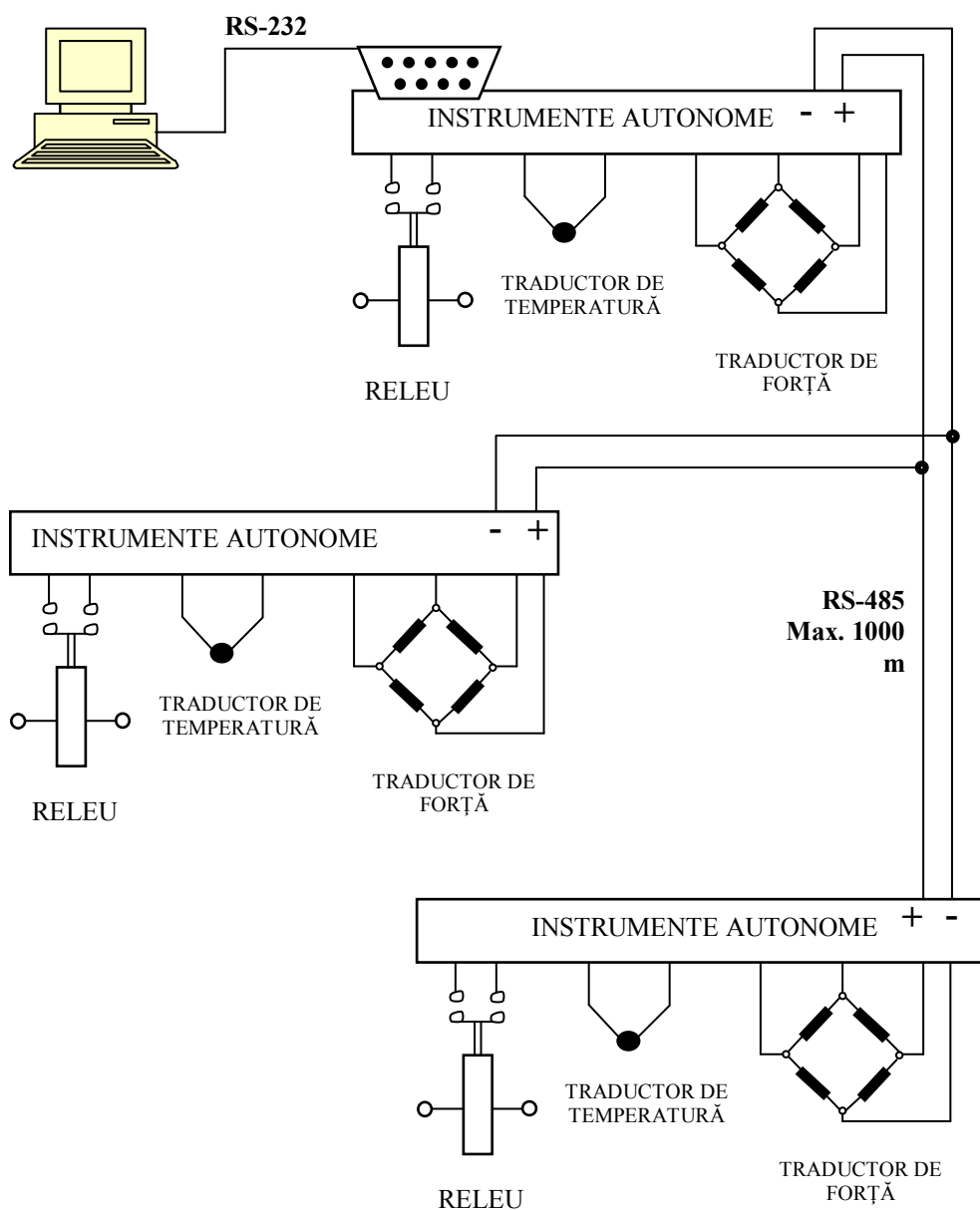


Fig. 1.11 Rețea de instrumente autonome conectate prin RS-485

- *Conectarea prin interfața generală IEEE- 488 (GPIB – General Purpose Interface Bus).* Interfața IEEE-488 și alte variante din această categorie permit conectarea simultană a unui număr apreciabil de instrumente și transferul datelor cu viteză ridicată. Instrumentele autonome actuale dispun atât de conectori seriali cât și pentru interfețe GPIB. În plus, firma National Instruments pune la dispoziție cabluri de conectare multiplă. O astfel de variantă de conectare este prezentată în figura 1.12 [1.12].

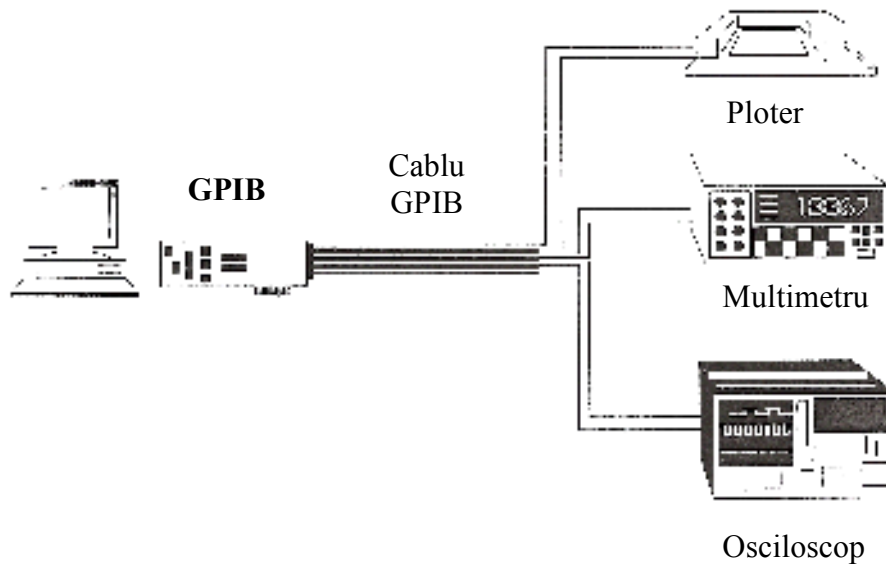


Fig. 1.12 Configurarea unui SAD pe baza interfeței GPIB

1.3.2. Configurația spațială a sistemului de achiziție

Un alt punct de vedere referitor la configurarea sistemului de achiziție de date este cel referitor la organizarea spațială a sistemului. Astfel, se abordează varianta liniară (fig. 1.13), varianta stelară (fig.1.14) și varianta în șir (fig.1.15).

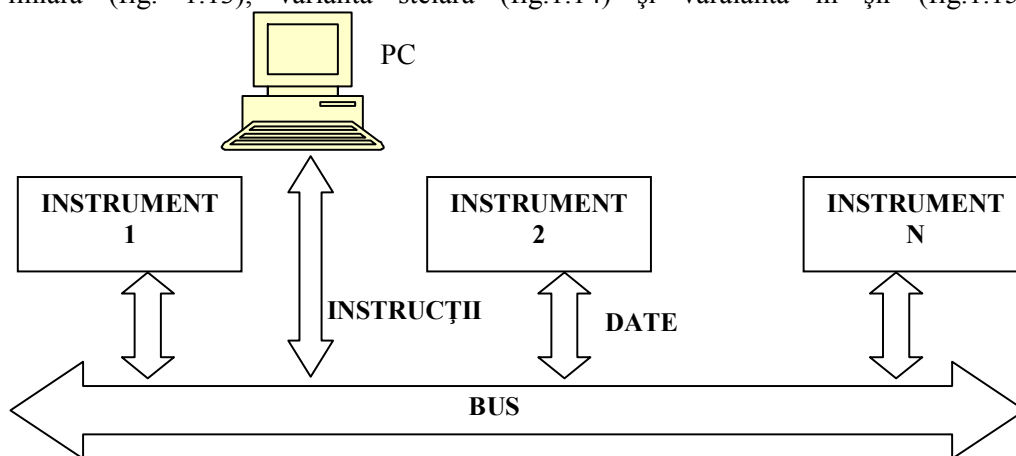


Fig. 1.13 Varianta liniară de configurare a sistemului de achiziție

Configurarea liniară este recunoscută ca fiind cu o largă utilitate. Schimbul de informații între PC și instrumentele din sistem se realizează printr-o magistrală de date. Această configurație este elastică permițând adăugarea sau eliminarea unor instrumente din sistemul de achiziție sau schimbarea locului (poziției) unor instrumente în relația cu altele.

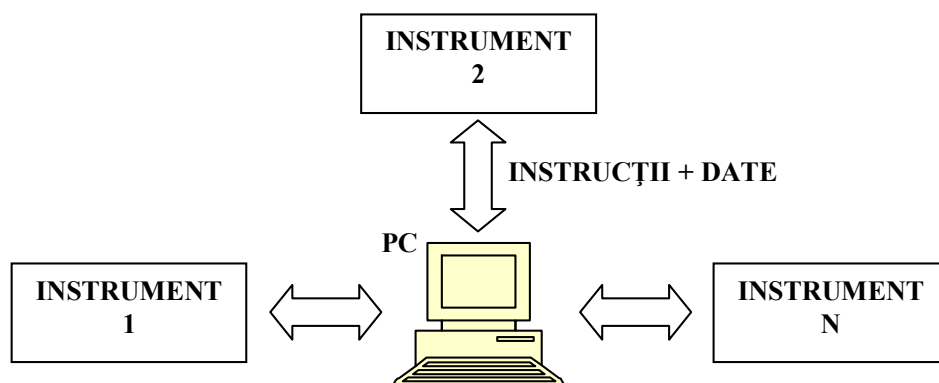


Fig. 1.14 Varianta stea de configurare a sistemului de achiziție

Configurația stea necesită un PC cu numărul de intrări egal cu cel al instrumentelor din system. Avantajul acestei variante este lipsa unei legături suplimentare pentru instrucții. Modificarea unei astfel de configurații este dificilă sau chiar imposibilă în cazul unui număr de instrumente ridicat.

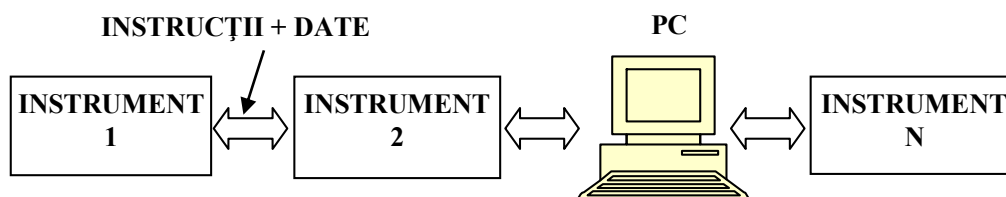


Fig. 1.15 Varianta șir a sistemului de achiziție

Configurația “șir” este cea mai puțin elastică și din acest motiv cu extinderea limitată. Schimbul de date și instrucții este posibil doar între “obiectele” învecinate. Configurația este utilizată numai în sistemele simple.

1.3.3. Configurarea ierarhică a sistemului de achiziție

O diagramă a unui flux informațional dintr-un proces de măsurare este prezentată în figura 1.16. Datele obținute din procesul de măsurare sunt utilizate pentru controlul elementelor din sistem, pentru diagnoză sau monitorizarea stărilor.

Sistemele mai complexe se pot realiza într-o structură ierarhică (fig.1.17). Nivelul inferior este cel al subsistemelor prevăzute pentru a colecta informațiile de la măsurand (obiectul achiziției). Fiecare subsistem are alocat un PC_{SUB_i} care coordonează activitatea la acest nivel. Subsistemul se poate considera într-o arie specifică acestuia (hală industrială, laborator, cameră de lucru, etc.). Datele obținute din achiziția informației sunt transferate spre PC-ul care controlează sistemul de măsurare. PC_{SYSTEM} are și rolul de a analiza datele obținute și a transmite comenzile adecvate valorilor obținute din subsisteme. În acest fel PC-ul central are avantajul rezurselor de memorie, vizualizarea datelor și stocarea acestora.

Modul de interfațare ierarhică apelează la variante clasice de interfațare.

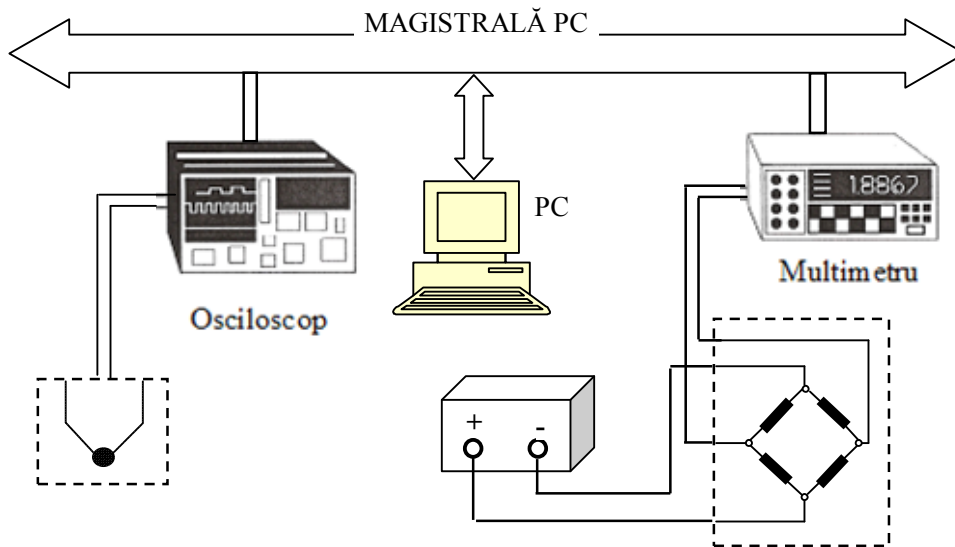


Fig. 1.16 Fluxul informațional în sistemul de achiziție

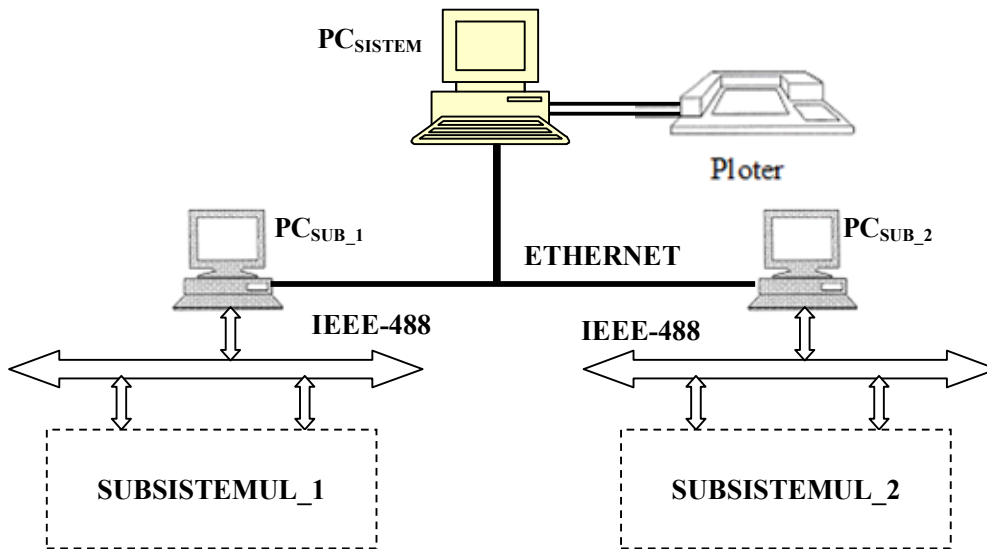


Fig. 1.17 Structură ierarhică în sistemul de achiziție

1.3.4. Concluzii

Conducerea proceselor poate fi reprezentată în mod sugestiv prin nivelurile de ierarhizare (fig.1.18).

Supravegherea și conducerea proceselor sunt poziționate la același nivel demonstrând astfel uniunea dintre cele două domenii. Supravegherea este un domeniu extreme de vast și are la bază aplicații diverse începând cu achiziția de date și terminând cu prelucrările complexe ale acestora.

Pe nivelul inferior al acestei reprezentări se situează operațiile de achiziție de

date din proces și transmiterea comenzilor către procesul supravegheat.

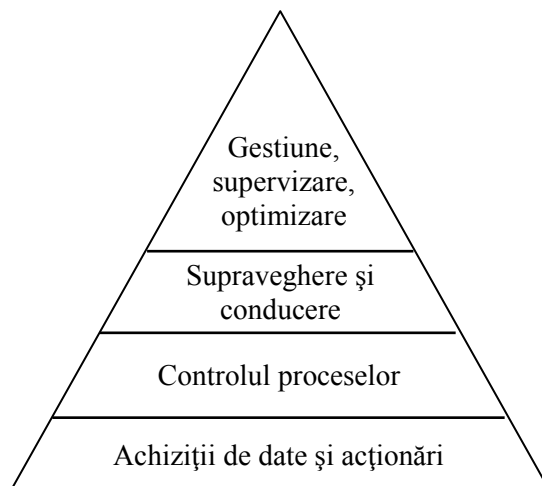


Fig. 1.18 Ierarhizarea acțiunilor în controlul și supravegherea proceselor

Procesul de măsurare și implicit achiziția de date este strâns legată de procesul de control a unui sistem. Se urmărește prin procesul de măsurare o creștere a calității și o eficientizare a unui proces urmărit (tabelul).

Tabelul 1.4

Îmbunătățirea cererii prin creșterea calității produselor	- realizarea unor produse uniforme
	- minimizarea defectelor
Îmbunătățirea eficienței proceselor	- minimizarea pierderilor
	- minimizarea energiei utilizate
	- automatizarea și robotizarea proceselor

Sistemul de măsurare necesită în perioada de proiectare-realizare:

- un număr mare de elemente senzoriale pentru o achiziție optimală a informațiilor;
- circuite de condiționare a nivelului semnalelor primare de la elementele senzoriale în domeniul de lucru a convertoarelor;
- convertoare A/D sau instrumente de măsurare care conțin astfel de componente;
- dispozitive pentru vizualizarea informației preluate și prelucrate;
- actuatore sau generatoare de semnal pentru testare;
- surse de alimentare.

1.4. Bibliografia capitolului 1

[1.1] Czichos, H., Mechatronik, Viewegs Fachbucher der Technik, Berlin, 2006, ISBN

-10 3-8348-0171-2

[1.2] Chiciuc, A., Corjan, A., Metrologie, standardizare și măsurări, Lecții de curs, Chișinău, http://library.utm.md/lucrari/_Tipografia/Add/Metrologie_Standartizare_Masurari_Curs_lectii_DS.pdf, accesat 01.08.2010

[1.3] Dodoc, P., Metrologie generală, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1979

[1.4] Dolga, V., Construcția traductoarelor și senzorilor, Litografia UTT, Timișoara, 1993

[1.5] Dolga, V., Traductoare și senzori, Litografia UPT, Timișoara, 1996

[1.6] Dolga, V., Senzori și traductoare, Editura Eurobit, Timișoara, 1999, ISBN 973-99-227-9-1

[1.7] Nawrochi, W., Measurement Systems and Sensors, Artech House, Inc., 2005, ISBN 1-58053-945-9

[1.8] Park, J., Mackay, S., Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems, Elsevier, Amsterdam, 2003, ISBN 0750657960

[1.9] Perju, D., Măsurări mecanice, Editura Politehnica, Timișoara, 2001

[1.10] ***, Fiber Cabling Tutorial, <http://store.a2zcable.com/fiopcatu.html>

[1.11] ***, NI Cable Design Advantages, http://www.ni.com/pdf/products/us/4daqsc212_216.pdf

[1.12] ***, Data Acquisition and Control Handbook, www.keithley.com

[1.13] ***, Data Acquisition Basics Manual, 320997C-01, National Instruments, Austin, Texas, 1999

[1.14] ***, Sensors, http://www.data-acquisition.us/industrial_electronics/input_devices_sensors_transducers_transmitters_measurement/Applications_IC_Temperature_Sensors.html