

# SISTEME DE MĂSURARE

Vom folosi termenul *sistem (1.1)* în sensul de obiect, fenomen fizic realizabil, iar ceea ce urmează se referă la modalitatea de reprezentare a sistemelor concordantă realizabilității lor fizice.

**Exemplificare:** Atunci când folosim un amplificator nu suntem în mod imperios interesați de cum lucrează el intern, dar dorim să știm ce ieșire se obține pentru o valoare particulară a intrării. Într-o astfel de situație putem vorbi despre amplificator ca fiind un sistem și să-l descriem prin modalitatea legării ieșirii de intrare.

Așadar, *la un sistem ingineresc*, un inginer este mult mai interesat de *cauzalitatea intrare ieșire* decât de modul cum lucrează intern componentele care îl alcătuiesc.

Vom defini *sistemul* ca *un aranjament de părți din interiorul aceleiași vecinătăți*, care lucrează împreună pentru a realiza aceeași formă a ieșirii pentru o intrare/intrări specificată (specificate). Vecinătatea desparte sistemul de mediu, iar sistemul interacționează cu mediul prin intermediul semnalelor care străbat vecinătatea de la mediu către sistem, adică *intrările* acestuia, iar semnalele care străbat vecinătatea de la sistem către mediu constituie *ieșirile* sistemului (Figura 1.1)

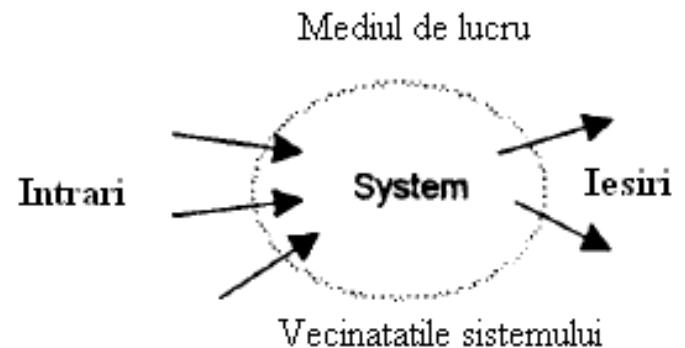


Figura 1.1. Reprezentarea generală a unui sistem

# SISTEME DE MĂSURARE

O manieră utilă de *reprezentare a unui sistem* este sub forma unei *diagrame bloc*, în care interiorul vecinătății determinat de dreptunghi este sistemul, iar intrările și ieșirile sunt reprezentate prin săgeți (*intrările pătrund în casetă*, iar *ieșirile o părăsesc*).

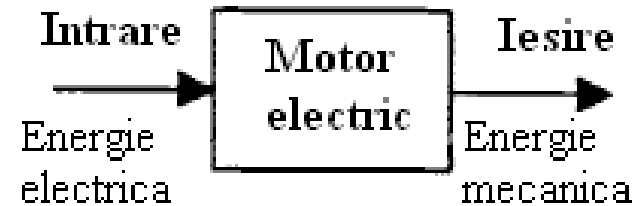


Figura 1.2. Motorul electric vazut ca sistem

Un exemplu este ilustrat în figura 1.2, în care este reprezentat sistemic un motor electric; există o intrare de energie electrică și o ieșire de energie mecanică (este ceea ce – în esență – face un motor electric).

D.p.d.v. ingineresc interesează relația care leagă ieșirea de intrare mai mult decât cauzalitatea științifică avută la baza funcționării motorului electric, precum și modul cum acesta lucrează. Altfel spus, este mult mai important să știm - ca o cutie neagră - cum operează sistemul, adică cum răspunde ieșirea la o intrare cunoscută.

# SISTEME DE MĂSURARE

Similar, în cazul unui sistem de tip amplificator – figura 1.3 – putem gândi că sistemul multiplică intrarea  $U$  printr-un factor  $G$ , adică factorul de amplificare, pentru a da ieșirea  $G \cdot U$ .

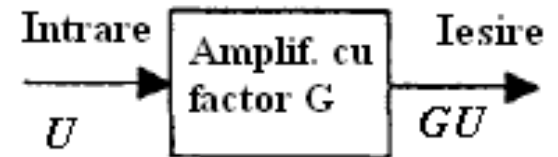


Figura 1.3. Un amplificator vazut ca sistem

Adesea avem de-a face cu un număr de sisteme înlanțuite.

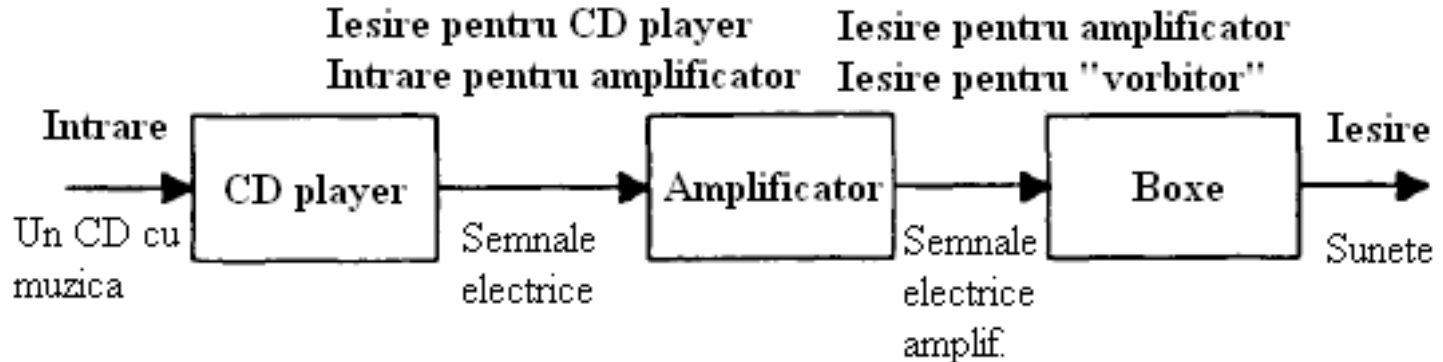


Figura 1.4. Un exemplu de sisteme interconectate

De exemplu, putem avea un sistem CD player alcătuit dintr-un sistem amplificator, care – în continuare – este conectat la un sistem de redare sunet. Putem deci desena acest sistem ca o înlanțuire de trei box-uri (figura 1.4), la care ieșirea unui sistem devine intrare pentru următorul sistem.



# SISTEME DE MĂSURARE

---

**Concluzie:** Atunci când un sistem este desenat ca o serie de blocuri interconectate, este important să se rețină faptul că liniile care conectează blocurile indică un flux informațional în direcția indicată de săgeată, și nu în mod necesar conexiuni fizice.

Scopul unui *sistem de instrumentație (1.2)* folosit pentru a face măsurări este de a oferi utilizatorului *o valoare numerică* corespunzătoare *variabilei supuse măsurării*.

**Exemplificare:** Un termometru poate fi folosit pentru a indica valoarea numerică a temperaturii unui lichid.

Trebuie totuși să recunoaștem faptul că, din diverse cauze, *valoarea numerică indicată nu coincide cu valoarea adevărată a variabilei*.

**Concret:** În cazul termometrului, pot apare erori datorită preciziei limitate în calibrarea scalei, sau erori de citire raportate la indicațiile de pe scala gradată, ca și erori datorită introducerii unui termometru rece într-un lichid încălzit, ceea ce produce scăderea temperaturii lichidului ce urmează a fi măsurat.

# SISTEME DE MĂSURARE

**Consecință:** Vom considera un sistem de măsurare ca având *în intrare valoarea adevărată a variabilei* ce urmează a fi măsurată și *în ieșire valoarea măsurată* (sub formă numerică) a variabilei (figura 1.5)

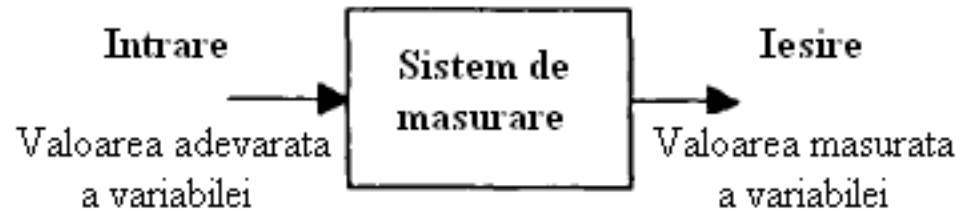


Figura 1.5. Un sistem de instrumentație/măsurare

Exemple de *sisteme de măsurare / instrumentație* pentru diverse mărimi fizice sunt arătate în figura 1.6.

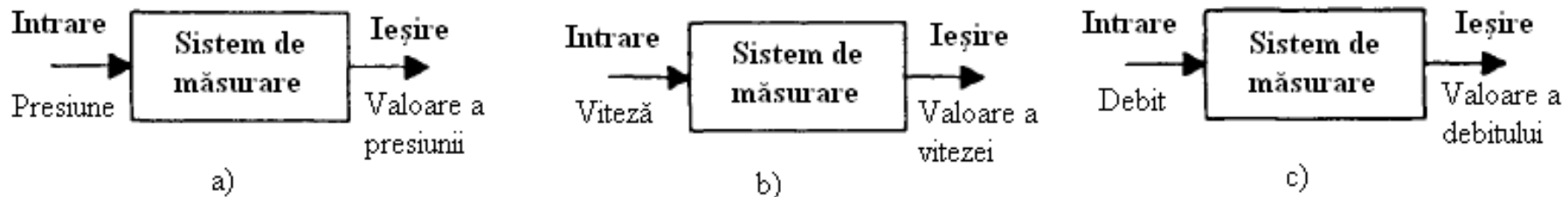


Figura 1.6. Exemple de sisteme de instrumentație; a) măsurarea presiunii, b) măsurarea vitezei, c) măsurarea debitului



# SISTEME DE MĂSURARE

**Definiție:** Un *sistem de instrumentație* - destinat să efectueze măsurări – are ca *intrare valoarea adevărată* a variabilei (mărimii fizice) ce urmează a fi măsurată și *ca ieșire valoarea măsurată*.

Funcția unui *sistem de măsurare* este asigurarea (atribuirea) obiectivă și empirică a unui număr proprietății sau calității unui obiect/fenomen (mărime fizică) cu scopul de a-l descrie cât mai bine.

Rezultatul unei măsurări trebuie să fie independent de observator (obiectivitate) și să se bazeze pe metode experimentale (empirice).

Între valorile numerice și proprietățile descrise de acestea trebuie să existe o corespondență; altfel spus, mărimea fizică prin care se caracterizează proprietatea obiectului/fenomenului investigat trebuie să fie o mulțime ordonabilă, iar între elementele acesteia și mulțimea numerelor reale (sau un subspațiu al mulțimii numerelor reale) să se stabilească - prin convenție - o corespondență biunivocă, pe baza unei convenții de scară, care definește în același timp și unitatea de măsură.

În cadrul proceselor tehnice, măsurarea poate avea *obiective* diferite, cele mai întâlnite fiind:



# SISTEME DE MĂSURARE

---

- *monitorizarea*, care constă în urmărirea permanentă a celor mai semnificativi parametri în scopul realizării unui “istoric” al evoluției procesului, precum și avertizarea în cazul depășirii unor limite de prealarmare/alarmare. De exemplu, în cadrul unei clădiri se pune curent problema cunoașterii parametrilor de mediu ambiental (temperatură, umiditate, luminozitate).
- *comanda (controlul) proceselor*, care presupune menținerea parametrilor investigați la anumite valori sau între anumite limite pentru a se asigura funcția obiectiv impusă procesului controlat. Exemplele sunt numeroase, întâlnite atât în aplicațiile “domestice” cât și “industriale”, cum ar fi reglarea - fie separată, fie în cascadă - a temperaturii, presiunii și nivelului într-un proces de încălzire.
- *cercetarea experimentală inginerescă*, efectuată cu scopul de a pune în evidență aspecte atât constructive cât și funcționale în calitatea echipamentelor sau proceselor conduse. De asemenea, se pot da exemple numeroase de experimente cu caracter de cercetare, cum ar fi determinarea gradientului de temperatură într-un cuptor rotativ pentru fabricația cimentului, evidențierea forțelor de tracțiune la roțile tractoare ale unui automobil care se deplasează pe un teren cu grade complexe de solicitare etc.

# SISTEME DE MĂSURARE

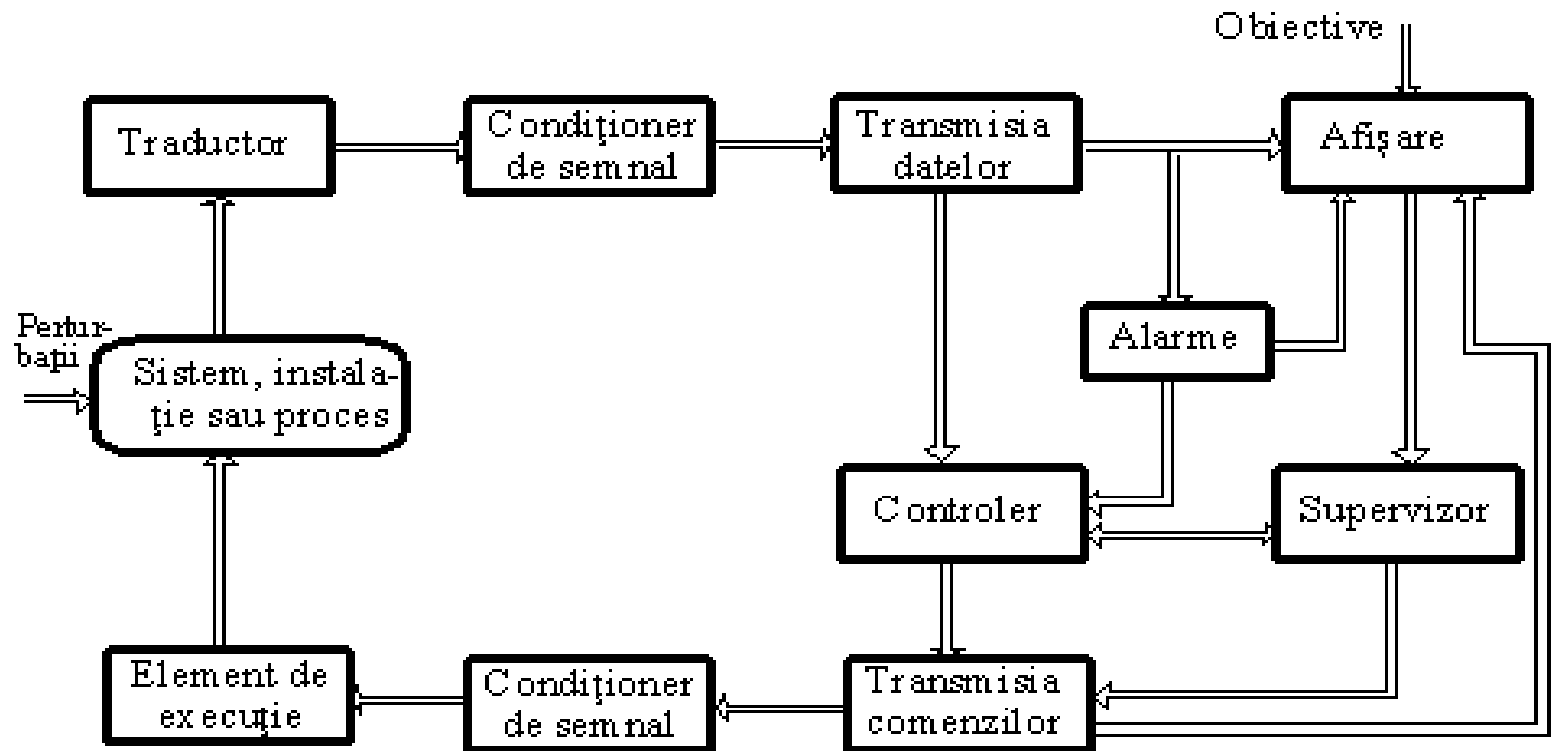


Fig.1.1. Structura generală a unui sistem de măsurare și control



# Componentele unui sistem de instrumentație

## 1.3. Elementele componente ale unui sistem de instrumentație

Pentru a realiza operația de măsurare, un sistem de instrumentație conține o serie de elemente care îndeplinesc o serie de funcții particulare. Aceste elemente funcționale sunt:

**1. Elementul sensibil (senzorul)** – este elementul sistemului care vine efectiv în contact cu procesul a cărei variabilă urmează a fi măsurată; acesta oferă o ieșire dependentă de mărimea investigată după o anumită lege de variație, care poate fi folosită de restul sistemului de măsurare pentru a găsi valoarea (numerică) a acesteia.

### Exemple:

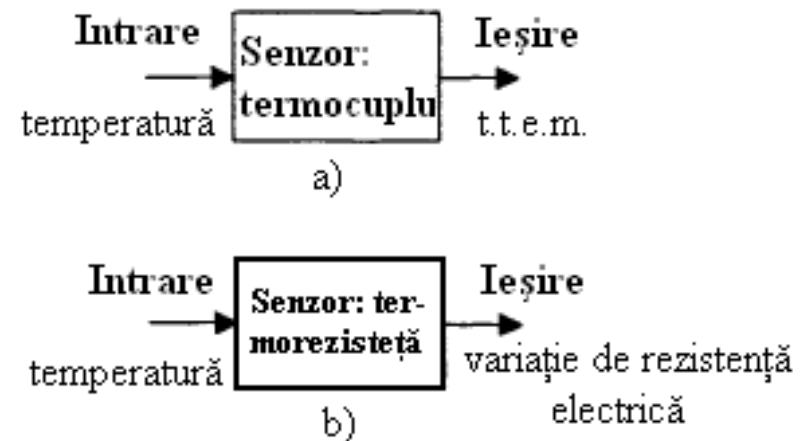


Figura 1.7. Exemple de senzori (elemente sensibile):  
a) termocuplu, b) termorezistență

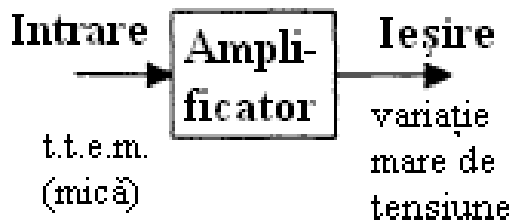
# Componentele unui sistem de instrumentație

a) *Un termocuplu* este un senzor care are în intrare temperatura și în ieșire o t.t.e.m. de valori foarte mici - figura 1.7 a; restul sistemului de măsurare trebuie să amplifice t.t.e.m. și să o redea pe un indicator (analogic sau numeric).

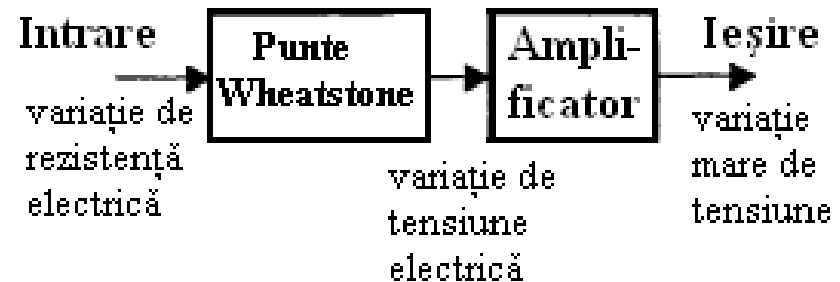
b) *O termorezistență* este un senzor care are drept intrare o variație de temperatură și ca ieșire o variație de rezistență electrică - figura 1.7 b.

2. *Blocul de prelucrare (signal processor)* – este elementul care preia ieșirea de la senzor și o convertește într-o formă care poate fi afișată sau transmisă într-un sistem de reglare.

Exemple:



a)



b)

Figura 1.8. Exemple de blocuri de prelucrare

# Componentele unui sistem de instrumentație

a) În cazul unui *termocuplu* blocul de prelucrare poate fi un amplificator care face t.t.e.m. să fie suficient de mare pentru a fi redată pe un indicator - figura 1.8 a.

De cele mai multe ori blocul de prelucrare poate face operații mai complexe, de exemplu un element care pune ieșirea de la senzor într-o condiție convenabilă pentru calcule suplimentare și apoi un element care prelucrează semnalul astfel încât acesta poate fi afișat. Termenul *condiționator de semnal (signal conditioner)* este folosit pentru un element care convertește ieșirea unui senzor într-o formă convenabilă pentru prelucrări ulterioare.

b) În cazul unei *termorezistențe*, puntea Wheatstone poate fi un condiționator de semnal, aceasta transformând variațiile de rezistență în variații de tensiune electrică, după care un amplificator face tensiunea suficient de mare pentru a fi afișată - figura 1.8 b.

3. *Prezentarea datelor* – este blocul care prezintă valoarea măsurată într-o formă care permite unui observator (uman) să o recunoască – figura 1.9.



Figura 1.9. Un element de vizualizare a datelor

# Componentele unui sistem de instrumentație

*Afișarea* poate fi făcută pe un *display*, de exemplu un ac indicator care se mișcă în fața unei scale gradate, sau pe dispozitive cu informații suplimentare cum este cazul unei unități de afișare grafică.

Ca *alternative*, suplimentar, *semnalul poate fi înregistrat*, de exemplu pe hârtia unui înregistrator mecanic sau posibil pe un disc magnetic, respectiv *transmis la un alt sistem* cum ar fi unul de reglare.

O reprezentare sugestivă a reuniunii elementelor care formează un sistem de măsurare este arătată în figura 1.10.

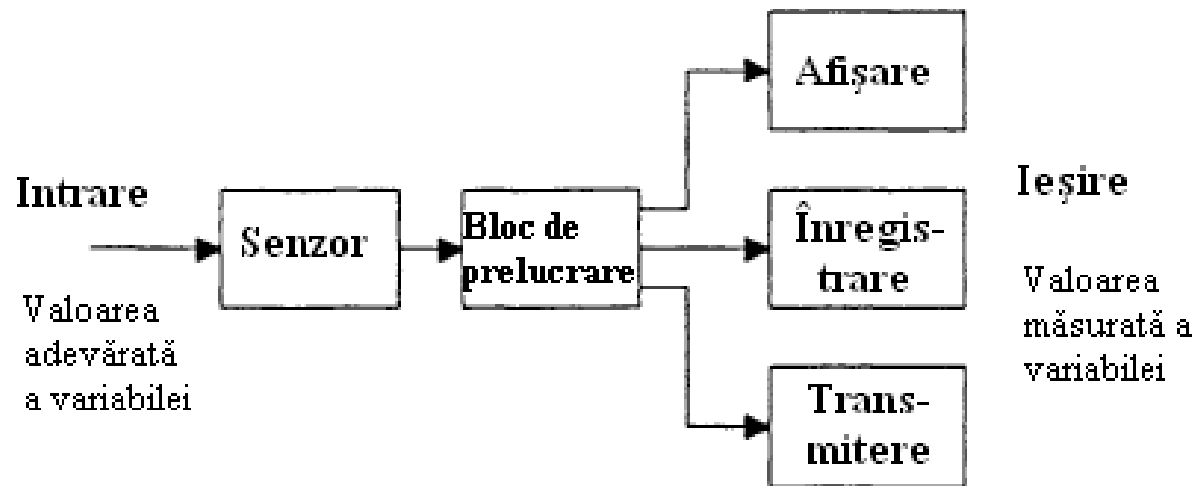


Figura 1.10. Elementele de bază ale unui sistem de măsurare

# Componentele unui sistem de instrumentație

Termenul *traductor* este adesea folosit în relație directă cu sistemele de măsurare.

Traductoarele sunt definite ca elemente ce convertesc o modificare apărută la o variabilă fizică oarecare în altă modificare aparținătoare altei variabile fizice.

Traductoarele sunt – în general – elemente care convertesc o schimbare din domeniul unei variabile fizice oarecare într-o variație de semnal electric.

În sensul acestei definiții, rezultă că un sistem de măsurare poate folosi traductoare, împreună cu senzori, în acele părți ale sistemului ce convertesc semnalele dintr-o formă în alta.

**ATENȚIE !** Cele două noțiuni - senzor și traductor – se folosesc, de multe ori, nediferențiat, în sensul că vorbirea curentă – chiar și a specialiștilor – nu face distincție între ele. *De ce ?*

**RĂSPUNS:** Cursul următor !

# Componentele unui sistem de instrumentație

**Problemă exemplificativă:** Se pune problema măsurării temperaturii dispunându-se de o termorezistență și de trei elemente care realizează următoarele: elementul A preia temperatura și o transformă într-un semnal de tip rezistiv; elementul B transformă semnalul rezistiv într-un semnal de curent; elementul C transformă semnalul de curent într-o deplasare a unui ac indicator în fața unei scale gradate.

Se cere să se precizeze care dintre aceste elemente este: (a) senzorul; (b) blocul de prelucrare; (c) blocul de prezentare a datelor.

Ce tipuri de elemente cunoașteți din fiecare categorie pusă în evidență ?

**Răspuns:** A se vedea figura 1.11.

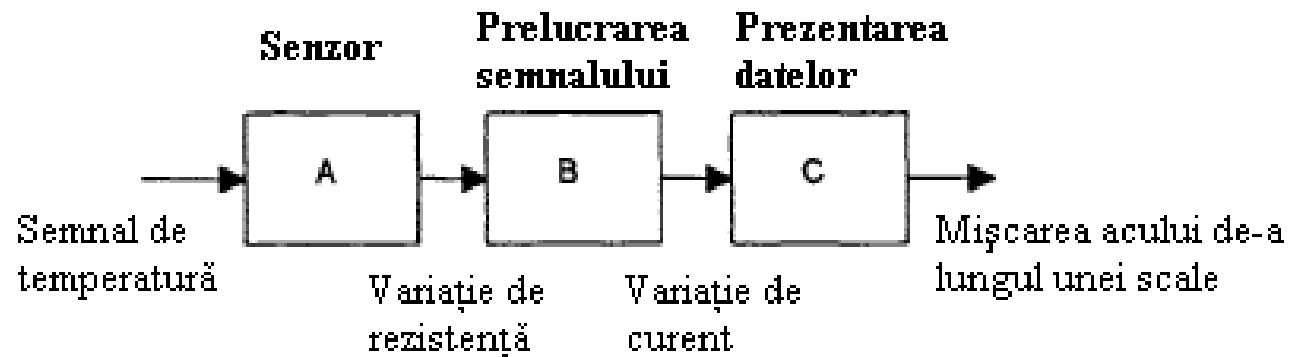


Figura 1.11. Un exemplu de elemente ale unui sistem de măsurare