

CAPITOLUL 1

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

1.1 Definiția și clasificarea traductoarelor electronice

Traductoarele electronice transformă mărimea fizică de măsurat într-o mărime electrică, utilizând tehnici electronice. Transformarea mărimii fizice de la intrare se poate realiza în două moduri:

- prin transformare directă, într-un singur element fizic sau
- prin transformare indirectă, atunci când sunt necesare mai multe transformări succesive ale mărimii fizice de intrare.

Criteriile de clasificare a traductoarelor electronice sunt următoarele:

- a) După natura mărimii fizice neelectrice de intrare, traductoarele sunt: *pentru semnale radiante, termice, chimice, mecanice, magnetice, etc.*
- b) După modul în care se face transformarea semnalului, traductoarele sunt *directe și complexe.*
- c) După principiul de funcționare, traductoarele sunt *parametrice (modulatoare) și energetice (generatoare).*

Traductoarele parametrice sau modulatoare transformă variația mărimii neelectrice de la intrare într-o variație a unui parametru electric (rezistență, inductanță mutuală, capacitate) și necesită o sursă de energie auxiliară (termorezistența, marca tensometrică, fotorezistența, piezorezistența, bolometrul, etc.).

Traductoarele energetice sau generatoare transformă mărimea neelectrică de intrare într-o tensiune, curent sau sarcină electrică fără a avea nevoie de o sursă auxiliară de energie. Exemple: termopila, fotodioda, fotodetectorul piroelectric, traductorul piezoelectric, etc.

- d) După forma semnalului electric de ieșire, traductoarele sunt *analogice și numerice.*

1.2 Schema bloc a traductorului electronic

Structura generală a unui traductor electronic este reprezentată în fig. 1.1.

La intrarea traductorului se aplică mărimea de măsurat X (temperatură, debit, presiune, nivel, viteză, etc.). Mărimea de ieșire Y este un semnal electric unificat sau specializat, în funcție de aparatele sau sistemelor de achiziții de semnale folosite în aplicație.

Pentru sistemele complexe este necesară caracterizarea procesului de transformare printr-o mărime de calitate rezultată din combinarea mai multor parametri. Mărimea de calitate se obține prin operații specifice măsurătorilor indirecte, efectuate asupra mai multor mărimi componente din traductor sau asupra semnalelor de ieșire de la mai multe traductoare cu structura din fig. 1.1.

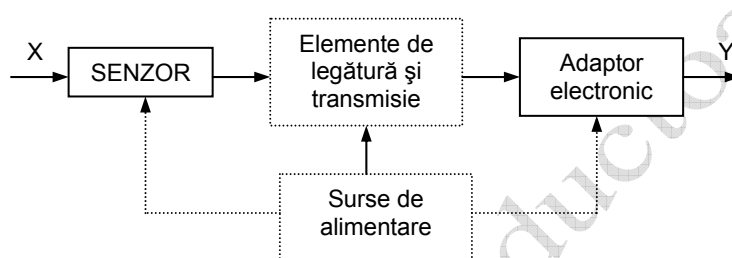


Fig. 1.1

Funcțiile blocurilor componente din structura generală a traductorului electronic sunt următoarele:

Senzorul (elementul sensibil) detector sau captor, este elementul specific fiecărui traductor și are funcția de a detecta mărimea fizică ce trebuie măsurată. Senzorul detectează doar mărimea de intrare X, eliminând sau reducând la minim influențele celorlalte mărimi fizice existente în mediul respectiv. Sub acțiunea mărimii de intrare are loc o modificare de stare a elementului sensibil, modificare ce se manifestă sub forma unui semnal electric la ieșirea sensorului.

Adaptorul electronic are rolul de a adapta informația obținută la ieșirea sensorului la cerințele impuse de sistemele de achiziții de semnale.

La intrare, adaptorul electronic se caracterizează printr-o mare diversificare, pentru a putea prelua diferitele forme ale semnalelor de la ieșirea senzorilor.

La ieșire, adaptoarele electronice sunt prevăzute cu elemente constructive comune, specifice generării semnalelor electrice unificate și care nu depind de tipul sau domeniul de valori al mărimii de intrare.

Funcțiile realizate de adaptorul electronic sunt: condiționări de semnale, adaptare de nivel, adaptare de putere sau adaptare de impedanță. Adaptorul electronic asigură conversia variațiilor de stare ale senzorilor în semnale calibrate reprezentând valoarea mărimii de intrare. Realizează operația specifică măsurării (comparația cu unitatea de măsură adoptată). Modurile de comparație depind de

metodele de măsurare aplicate și determină diferențieri structurale ale adaptoarelor electronice. Comparația se face cu o mărime etalon, care exercită o acțiune permanentă și simultană asupra mărimii de intrare. În multe cazuri, comparația este nesimultană, mărimea etalon fiind aplicată din exterior inițial în cadrul operației de calibrare, anumite elemente constructive memorând efectele sale și utilizându-le apoi pentru comparația cu mărimea de măsurat, singura care se aplică din exterior în aceste cazuri (comparație succesivă). Din acest motiv, adaptorul realizează uneori operații de calcul liniare (atenuare, amplificare, sumare, integrare, diferențiere), operații de calcul neliniare (produs, ridicare la putere, logaritmare) sau funcții neliniare particulare (compensarea neliniarităților unor componente, asigurarea liniarității intrare – ieșire).

Uneori, particularități tehnologice sau economice impun prezența unor **elemente auxiliare**. De exemplu, la măsurarea temperaturilor ridicate, senzorul nu poate fi amplasat în aceeași unitate constructivă cu adaptorul, fiind necesare elemente de legătură pentru transmiterea semnalului de la senzor către adaptorul electronic. Elementele de transmisie realizează conexiuni electrice, mecanice, optice, etc. Dacă mărimea generată de senzor este neadecvată pentru transmisie (de exemplu în cazul transmisiilor la mare distanță) elementele de transmisie au și componente de conversie, în funcție de cerințele canalelor de transmisie.

Din categoria elementelor auxiliare fac parte și sursele de alimentare, care pot fi surse de tensiune sau curent continuu sau alternative, tipic stabilizate sau surse de referință de precizie.

1.3 Tipuri de adaptoare electronice

Rolul adaptorului electronic este de a converti mărimea generată de senzor în semnal electric la ieșirea traductorului electronic.

În scopul standardizării echipamentelor de automatizare și a sistemelor de achiziție de semnale, adaptoarele electronice dau la ieșire semnale electrice unificate, adică tensiuni sau curenții electrici între limitele: 0 ... + 10 V, -5 ... +5 V, -10 ... + 10 V sau 2 ... 10 mA, 4 ... 20 mA, indiferent de natura și domeniul de variație al mărimii de intrare în traductor. În cazul semnalelor de ieșire unificate în curent, se impun game de variație cu limita inferioară diferită de zero, pentru a evita situația când la mărime neelectrică de intrare zero corespunde curent zero la ieșire, caz care poate apărea și la defecte. Etajele de ieșire ale adaptoarelor electronice sunt similare pentru același tip de semnal unificat. Diferențierile importante sunt la circuitele de intrare, unde se primesc de la senzori semnale diversificate ca natură fizică și gamă de variație.

Adaptoarele electronice pentru senzori parametrici au la intrare circuite specifice mărimilor electrice de circuit R, L, sau C. Cele mai utilizate sunt punțile

de curent continuu sau de curent alternativ funcționând în regim dezechilibrat. Semnalul de dezechilibru obținut este amplificat și aplicat etajului de ieșire, care îl convertește în semnalul unificat.

Pentru eliminarea influenței perturbațiilor, se folosește o reacție negativă care are în buclă cât mai multe din blocurile componente. Atunci când fie senzorul, fie schema de măsurare are neliniarități importante, se prevăd blocuri de liniarizare sub forma unor generatoare de funcții, plasate fie pe legătura directă, fie pe calea de reacție.

În unele cazuri, metoda de măsurare sau necesitatea eliminării unor semnale parazite impun folosirea unor blocuri speciale de condiționare: multiplicatoare, extractoare de radicali, ridicare la pătrat, mediere, filtrare, etc. Pentru alimentarea schemei de măsurare în punte Wheatstone în curent continuu și regim dezechilibrat, este necesară o sursă de tensiune stabilizată, tensiunea de dezechilibru fiind direct influențată de variațiile acesteia.

În fig. 1.2 este reprezentată schema bloc a unui adaptor electronic pentru un senzor rezistiv.

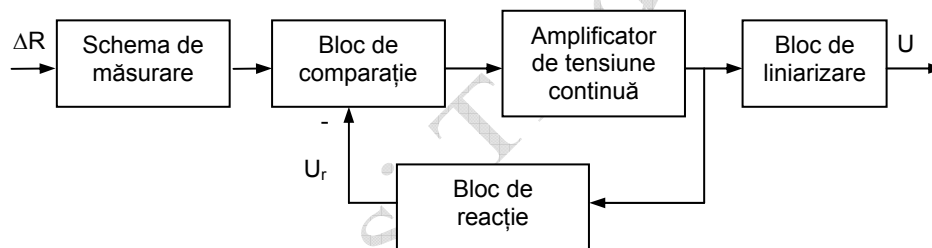


Fig. 1.2

Amplificatorul de tensiune continuă poate fi de tipul cu cuplare directă, cu modulare-demodulare, de instrumentație sau cu izolație. Pentru a obține ieșire în curent se folosește un convertor tensiune-curent realizat cu amplificatoare operaționale, tranzistoare sau circuite specializate. Blocul de reacție este un divizor rezistiv de tensiune sau de curent. Blocul de liniarizare este un generator de funcții, realizat cu diode, diode Zener sau tranzistoare și introduce neliniarități de sens opus celor determinate de senzor sau de schema de măsurare, astfel încât relația intrare – ieșire a traductorului să fie liniară.

Pentru celelalte tipuri de senzori parametrici, inductivi și capacitivi structura adaptorului electronic este similară. Deosebirile apar în modul de realizare al blocurilor componente. Astfel, schemele de măsurare sunt punți de curent alternativ în regim dezechilibrat iar amplificatoarele sunt de curent alternativ

selective, acordate pe frecvența de alimentare a punților. Separarea galvanică se face mai simplu, prin transformator sau optic. Se complică în schimb liniarizarea și bucla de reacție are mai multe elemente.

Senzorii de tip generator dau la ieșire tensiuni, curenți sau sarcini electrice continui sau alternative. Structura **adaptorului electronic pentru senzori tip generator** este aproximativ aceeași ca pentru senzorii parametrici, din care lipsește însă schema de măsurare, tensiunea dată de senzor fiind similară cu tensiunea de dezechilibru a punții. Comparația cu semnalul de reacție se realizează cu un amplificator diferențial de tensiune. În locul schemei de măsurare poate fi un etaj adaptor de impedanță. Cerințele amplificatoarelor folosite în aceste adaptoare de impedanță depind de caracteristicile semnalului generat de senzor, cazurile cele mai frecvent întâlnite fiind: tensiuni continui de nivel mic, tensiuni de frecvență variabilă în limite largi și tensiuni continui sau alternative obținute de la surse cu impedanță internă foarte mare.

Amplificatoarele pentru tensiuni continui de nivel redus trebuie să aibă o mare stabilitate a parametrilor, obținută prin compensarea statică a derivei cu temperatura sau prin termoreglarea substratului, cu derivate sub $0.25 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$.

Amplificatoarele de tensiune de bandă largă, exemplu 1Hz ... 1MHz, se folosesc la senzorii electromagnetici, piezoelectnici, magnetostrictivi, etc. Aceste amplificatoare au cuplaje RC între etaje și o puternică reacție negativă pentru asigurarea liniarității pe întreaga bandă.

Amplificatoarele pentru senzori cu rezistență internă foarte mare, de ordinul $10^9 \Omega$ (de exemplu, la traductoarele de pH), denumite amplificatoare electrometrice, trebuie să aibă rezistența de intrare foarte mare ($10^{12} \dots 10^{14} \Omega$), de aceea folosesc la intrare tranzistoare TECMOS sau TECJ sau modulator cu diode varicap.

Senzor