

## **Traductoare**

Prin traductor se înțelege un dispozitiv care realizează transformarea unei mărimi într-o altă mărime de care diferă calitativ sau cantitativ, funcționarea sa bazându-se pe o lege fizică. Rolul traductoarelor este acela de a transforma o mărime în altă mărime (de aceeași natură sau de natură diferită) astfel încât să fie ușurat procesul de măsurare. Legătura între mărimile de intrare și de ieșire trebuie să fie unică și clară.

Cerințe impuse traductoarelor:

- să realizeze prelucrarea primară a informației;
- să asigure o siguranță ridicată în exploatare;
- să furnizeze un semnal suficient de mare la ieșire și o precizie ridicată;
- prezența traductorului să nu modifice mărimea măsurată;
- să permită alegerea domeniului de măsurare și reglarea sensibilității;
- să suporte suprasarcină de durată fără defecțiuni;
- să fie imun la perturbații;
- să aibă un grad ridicat de adaptabilitate în ceea ce privește amplasarea;
- să aibă o construcție rigidă, rezistentă la șocuri și la solicitările mediului înconjurător;
- să aibă un gabarit redus și o masă mică;
- să fie realizate în construcție modulară astfel încât să permită interschimbabilitate;
- să aibă conexiuni simple la intrare și ieșire;
- să permită o reglare și întreținere cât mai simple
- să respecte regulile de protecție a muncii;
- să aibă un preț scăzut.

Traductoarele realizează fie transformarea unei forme de energie în alta - în cazul mărimilor active (purtoare de energie: forța, curentul electric, sarcina electrică etc) fie realizează modularea unei energii în funcție de un parametru (care reprezintă tocmai măsurandul) în cazul mărimilor pasive (rezistența, inductivitatea, masa, densitatea etc.).

În funcție de locul pe care îl ocupă pe lanțul de transmitere a informației traductoarele pot fi:

- traductoare de intrare (sau senzori) care preia informația de la măsurand;
- traductoare de ieșire care se găsește la ieșirea mijlocului de măsurare și realizează adaptarea lanțului de măsurare la sistemul de utilizare a informației;
- traductoare intermediare care au rolul de a realiza transformări ale energiei purtoare de informație astfel încât să asigure performanțe superioare (să poată fi prelucrată mai ușor, prelucrarea să se realizeze cu performanțe mai bune, viteza prelucrării să fie mai mare, imunitate la perturbații exterioare etc.)

## **Traductoare cu reacție**

Anumite traductoare produc perturbarea valorii măsurandului atunci când sunt conectate în circuitul de măsurare.

Reducerea acțiunii traductorului asupra măsurandului se realizează prin folosirea traductoarelor cu reacție.

De exemplu, măsurarea presiunii unei incinte cu ajutorul unui traductor cu membrană elastică, datorită deformării membranei se produce mărimea volumului total și deci scăderea presiunii. Pentru eliminarea sursei de eroare trebuie folosit un dispozitiv auxiliar care să acționeze cu o forță asupra membranei pentru a o readuce în poziția inițială.

Acest tip de traductoare are și alte avantaje: liniarizarea caracteristicilor, creșterea benzii de frecvență, reducerea consumului de energie de la măsurand, obținerea unor semnale de ieșire mari.

Cu toate aceste avantaje ele nu sunt foarte des utilizate datorită creșterii complexității, gabariturii și prețului de cost.

### **Traductoarele numerice**

Traductoarele numerice generează la ieșire o mărime direct sub formă numerică.

Mărimea numerică poate fi obținută cu ajutorul unor traductoare analogice cu mărime de ieșire electrică (în general o tensiune) prin intermediul unor circuite de prelucrare speciale (convertoare analog/numerice).

O categorie specială de traductoare numerice o reprezintă traductoarele cu impulsuri care permit măsurarea unor mărimi dependente de timp (debit, viteze, turații etc). Ele pot fi cu reluctanța variabilă, cu obturarea unui fascicul luminos sau cu marcarea măsurandului (de exemplu printr-o descărcare în gaze).

O altă categorie o reprezintă traductoarele rezonante (de exemplu traductoarele piezoelectrice) în care măsurandul provoacă modificarea frecvenței de rezonanță.

### **Traductoarele integrate**

Acestea structuri include atât traductorul propriu-zis cât și circuitele de condiționare a semnalului și procesare a acestuia.

Aceste traductoare au la bază evoluția domeniului microelectronicii și sunt realizate folosind ca material de bază siliciul.

Trebuie ținut cont de prezența echipamentului electronic în apropierea măsurandului și de influența acestuia asupra funcționării componentelor realizate prin tehnica circuitelor integrate.

### **Traductoare inteligente**

Traductoarele din această categorie include traductorul integrat și elementele de prelucrare care fac posibilă folosirea semnalului de ieșire direct de către sistemele informatizate (calculatoare).

Ele include un microprocesor și o interfața de comunicații.

Microprocesorul are rolul de a gestiona achiziția datelor, efectua corecțiile datorate altor mărimi, liniarizarea caracteristicii de transfer.

Traductorul mai cuprinde o memorie PROM unde sunt stocate programele și alte informații care nu pot fi modificate (tabele de corecții și liniarizare etc), o memorie RAM unde se stochează datele curente sau cele care vor fi transmise, un amplificator, un circuit de eșantionare și memorare, un convertor analog/numeric și, eventual, un multiplexor.

Un traductor inteligent poate cuprinde mai multe traductoare integrate: unul principal (care preia mărimea de la măsurand) și altele secundare (care preiau mărimile care influențează măsurarea și care vor fi folosite pentru corecții).

### **Măsurarea electrică a temperaturii**

Trebuie observat că în majoritatea cazurilor temperatura de măsurat nu este identică cu temperatura măsurată din cauza efectuării unor schimburi de temperatură între mediu și traductor. O altă sursă de erori în cazul traductoarelor care transformă temperatura într-o mărime electrică este reprezentată de efectul termic al curentului care trece prin traductor.

#### *Termorezistoare metalice*

Unul dintre efectele care poate fi utilizat pentru măsurarea temperaturii este reprezentat de modificarea rezistivității cu temperatura, și, deci, a rezistenței rezistoarelor realizate din materialul conductor respectiv. Modificarea dimensiunilor geometrice care ar putea, teoretic, să producă și ea variația rezistenței în urma încălzirii poate fi neglijat deoarece

coeficientul de variație al rezistivității cu temperatura este de cel puțin 100 de ori mai mare decât coeficientul de dilatare liniară.

Dependența rezistivității de temperatură este o dependență neliniară care poate fi aproximată printr-un polinom.

Pentru temperaturi mici aceasta poate fi considerată liniară.

Materialele care pot fi folosite pentru realizarea unor termorezistoare trebuie să aibă următoarele proprietăți:

- rezistivitate mare pentru obținerea unor traductoare de dimensiuni reduse;
- coeficient de variație cu temperatura mare pentru a asigura o sensibilitate ridicată;
- curba de variație să poată fi considerată liniară (pentru a evita utilizarea unor circuite de liniarizare);
- posibilitatea de asigurare a unei purități ridicate (pentru a permite reproductibilitatea);
- stabilitate (în timp și la factori de mediu);
- prețul de cost scăzut.

Ca materiale se folosesc: platina, nichelul, cuprul și wolframul.

Cel mai folosit este platina:

$$R_T = R_0 \left\{ 1 + \alpha \left[ T - \delta \frac{T-100}{100} \frac{T}{100} - \beta \frac{T-100}{100} \left( \frac{T}{100} \right)^3 \right] \right\}$$

$$\alpha = 0,00392, \quad \delta = 1,492, \quad \beta = 0,11$$

Aceste termorezistoare sunt utilizate între 0 și 600 °C.

Nichelul se folosește între -100 °C și 250 °C datorită oxidării și unei tranziții care se produce în jur de 350 °C și modifică puternic rezistența.

Cuprul prezintă o liniaritate foarte bună și o sensibilitate dar au un domeniu de măsurare redus (-50 °C ÷ 180 °C) datorită activității chimice. În plus are dezavantajul unei rezistivități mici.

Wolframul are sensibilitate și liniaritate foarte bună dar structura sa cristalină se modifică în timp.

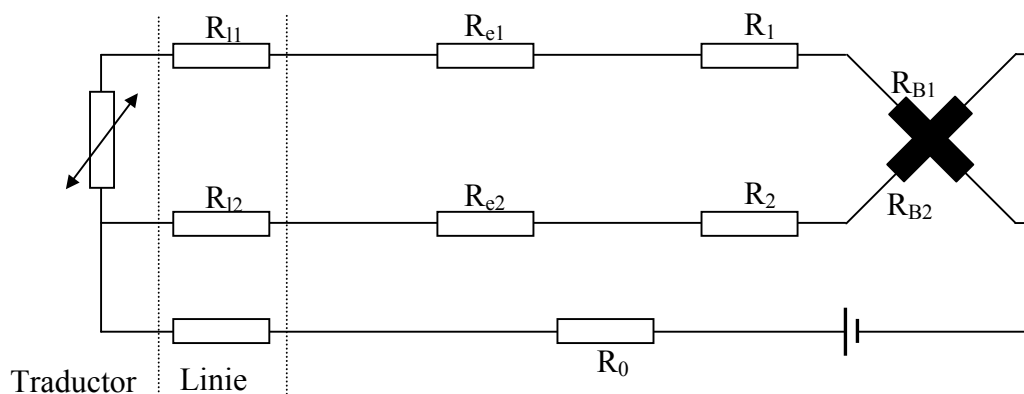
Valoarea nominală a termorezistoarelor este de 25, 50, 100, 500 sau 1000 Ω.

Cerințele specifice termorezistoarelor sunt:

- protecția la agenți exteriori;
- preluarea rapidă a temperaturii exterioare;
- să nu fie influențate de dilatare;
- să permită măsurarea atât în cc cât și în c.a.

Legarea termorezistențelor la circuitul de măsurare se face printr-o linie bifilară sau coaxială cu o rezistență total 10 sau 20 Ω.

Cea mai utilizată schemă de măsurare folosește un logometru magnetoelectric.



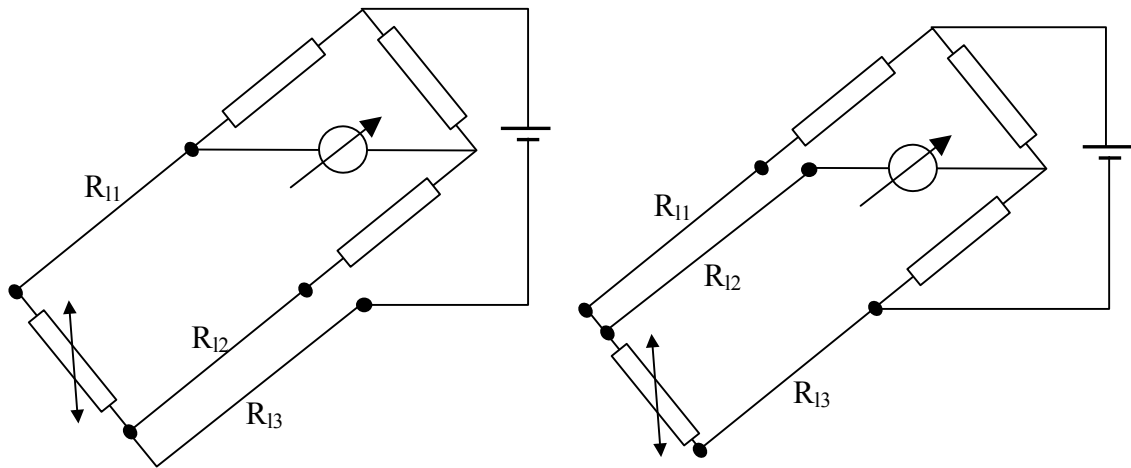
$R_{e1}$  și  $R_{e2}$  sunt rezistențe de egalizare,  $R_1$  și  $R_2$  stabilesc domeniul de măsurare iar  $R_0$  limitează curentul prin termorezistor.

Deviația logometrului va fi proporțională cu raportul curenților ce trec prin bobine:

$$\alpha = f\left(\frac{I_2}{I_1}\right) = f\left(\frac{R_\theta + R_{I1} + R_{e1} + R_1 + R_{B1}}{R_{I2} + R_{e2} + R_2 + R_{B2}}\right) = f(T)$$

Foarte utilizate sunt și punțile Weathstone în care conectarea se realizează prin trei fire. În ambele cazuri este nevoie ca firele de conectare să fie foarte apropiate astfel încât tensiunile induse să fie cât mai reduse.

Deoarece pentru primul caz tensiunea parazită indusă în cel de a-1 treilea fir este înseriată în circuitul sursei iar în cel de a-1 doilea caz în circuitul indicatorului de nul (iar tensiunea de dezechilibru este mult mai mică decât tensiunea sursei) primul montaj este preferat.



#### *Termorezistoare semiconductoare*

Termorezistoarele semiconductoare (termistoarele) au sensibilități mult mai mari decât termorezistoarele metalice. Sunt realizate din amestecuri de oxizi metalici sau săruri. Au dimensiuni reduse și timpi de răspuns foarte mici.

Pot exista termistoare cu coeficient de temperatură negativ (NTC – cele mai utilizate) sau cu coeficient de temperatură pozitiv (PTC).

Dependența de temperatură este reprezentată de o relație de forma:

$$R(T) = R(T_0) e^{B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)}$$

#### *Termocupluri*

Principiul de funcționare a termocuplurilor se bazează pe efectul termoelectric direct care constă în apariția unei tensiuni termoelectromotoare într-un circuit format din două semiconductoare de natură diferită atunci când cele două joncțiuni se află la temperaturi diferite.

a. Legea circuitului omogen: într-un circuit format dintr-un material omogen nu apare tensiune electromotoare indiferent de diferența de temperatură dintre diferitele puncte.

b. Legea metalelor intermediare (Volta): într-un circuit izoterm nu se generează tensiune electromotoare indiferent de natura elementelor care formează circuitul.

Consecințe:

- termocuplele nu au tensiune de offset (dacă  $T \rightarrow 0$  atunci  $E \rightarrow 0$ );
- lipirea conductoarelor termocuplelor se poate face și cu un alt material;
- joncțiunea rece poate fi formată din circuitul de măsurare, cu condiția ca elementele acesteia să aibă aceeași temperatură.

c. Legea metalelor succesive: tensiunea electromotoare generată de un termocuplu format din conductoarele A și B este egală cu diferența tensiunilor electromotoare generate de termocuplele formate din A și C și, respectiv, C și B dacă diferența de temperatură dintre joncțiuni este aceeași.

Această lege permite etalonarea termocuplelor luându-se un metal de referință (plumbul sau platina).

d. Legea temperaturilor intermediare: tensiunea termoelectromotoare echivalentă diferenței de temperatură  $T_2 - T_1$  este egală cu suma tensiunilor electromotoare obținute pentru diferențele de temperatură  $T_2 - T_3$  și respectiv  $T_3 - T_1$

Această lege permite realizarea corecțiilor la schimbarea temperaturii de referință.

Avantajele termocuplelor:

- tensiunea electromotoare nu are componentă de offset și nu produc semnal la ieșire dacă nu există diferența de temperatură;
- nu interferează cu alte mărimi (cu excepția luminii și radiațiilor nucleare);
- nu necesită polarizări ale circuitului de măsurare.

Dezavantajele termocuplelor:

- sensibilitate mai redusă decât a termorezistoarelor, în special la temperaturi joase;
- posibilitatea de producere a unor fenomene de evaporare, contaminare chimică sau topire la temperaturi ridicate;
- limitarea pragului de sensibilitate de către zgomotul termic propriu.

Diametrul termocuplelor crește odată cu temperatura maximă măsurată (între 0,33 mm la 430°C și 3,25 mm la 870°C).

În denumirea termocuplelor primul material desemnează electrodul pozitiv la o diferență de temperatură pozitivă.

Denumire	Cod	Domeniu de măsurare	Sensibilitatea [ $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ]
Chromel/constantan	E	-270÷870	70
Fier/constantan	J	-210÷800	52,9 (0°C) 63,8(700°C)
Cupru/constantan	T	-270÷370	15 (-200°C) 60(350°C)
Chromel/alumel	K	-270÷1250	40
Platină-rodiu(13%)/platină	R	-50÷1500	10
Platină-rodiu(10%)/platină	S	-50÷1500	6,4 (0°C) 11,5(700°C)
Platină-rodiu(30%)/Platină-rodiu(6%)	B	0-1700	6
Wolfram-reniu(5%)/wolfram-reniu(26%)		0-2760	13
Horning(Bi95%Sn5%/Bi97%Sb3%)		<100	100
Schwartz (Te33%Ag32%Cu27%Se7%S1%/Ag2Se50%Ag2S50%)		<100	>1000
Siliciu"p"/aluminu		-50÷150	44
Cupru/paladiu		<100	-

Circuitele de măsurare a temperaturilor cu termocuplele trebuie să rezolve următoarele probleme:

- realizarea legăturii între traductor și circuitul de măsură propriu-zis;
- asigurarea unei temperaturi de referință de precizie.

Soluția ideală ar fi ca, pentru realizarea legăturii să se folosească, pentru realizarea cablurilor de extensie, aceleași materiale din care este realizat termocuplul. Când acest lucru nu este posibil se urmărește ca temperatura punctului unde se realizează legătura să fie sub 1000°C iar tensiunea generată de noile joncțiuni să fie neglijabilă.

În cazul măsurărilor de precizie se pot folosi diferite metode pentru a se asigura temperatura de referință (de exemplu o baie cu un amestec de apă cu gheață). Dacă temperatura mediului ambiant se modifică puțin se pot folosi circuite de corecție reprezentate de o punte cu o sursă de curent continuu și care într-un braț are un termorezistor.