

TRADUCTOARE DE DEPLASARE -I-

Traductoarele de deplasare furnizează la ieșire un semnal electric ce depinde de mărimea deplasării unui element mobil față de o poziție fixă luată ca referință. Tipul semnalului electric trebuie să fie compatibil cu sistemul de automatizare în care este inclus. Deasemenea ele se pot utiliza și pentru conversia altor mărimi neelectrice a căror variație se poate materializa într-o deplasare: forță, masă, presiune, etc. Semnalul electric furnizat la ieșire poate fi analogic (tensiune - 0÷10V, curent 4÷20mA) sau numeric (serial sau paralel). În funcție de mărimea de ieșire traductoarele de deplasare se împart în traductoare analogice și numerice.

În funcție de principiul ce stă la baza conversiei deplasării în semnal electric, traductoarele de deplasare pot fi: rezistive, inductive, capacitive, optice. În acest referat sunt tratate doar traductoarele rezistive și cele optice.

1. Traductoare rezistive de deplasare

Traductoarele de deplasare rezistive au ca element sensibil un potențiomtru, al cărui cursor este acționat de către elementul care se deplasează. Mărimea de ieșire este rezistența, aceasta depinzând liniar de deplasare:

$$R = S \cdot d \quad (1)$$

R este rezistența traductorului, S este sensibilitatea acestuia, iar d este deplasarea cursorului față de poziția aleasă ca origine. Acest lucru este ușor de obținut datorită dependenței liniare a rezistenței unui conductor de lungimea sa:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A} \quad (2)$$

unde: ρ este rezistivitatea materialului, A este secțiunea firului conductor, iar l este lungimea acestuia.

Constructiv, potențiometrele se construiesc unor rezistențe liniare sau circulare, bobinate sau cu strat conductor continuu. Traductoarele liniare trebuie să aibă lungimea egală sau mai mare ca deplasarea obiectului pentru a se obține o precizie satisfăcătoare. Din acest motiv ar rezulta voluminoase. Traductoarele cu peliculă rezistivă continuă folosesc peliculă de carbon. Aceasta are un coeficient de variație al rezistenței cu temperatura mare, ceea ce le limitează utilizarea numai acolo unde nu este necesară o precizie ridicată. Cele mai folosite, datorită preciziei și volumului redus, sunt potențiometrele multitur. Acestea se realizează bobinând pe o spirală izolatoare un fir metalic cu coeficient termic redus (manganină, constantan, nicon). Izolatorul trebuie să asigure o bună rezistență de izolație, și un coeficient de dilatare cu temperatura egal cu cel al firului rezistiv. Contactul alunecător este de obicei cu lamele sau perii argintate sau aurite.

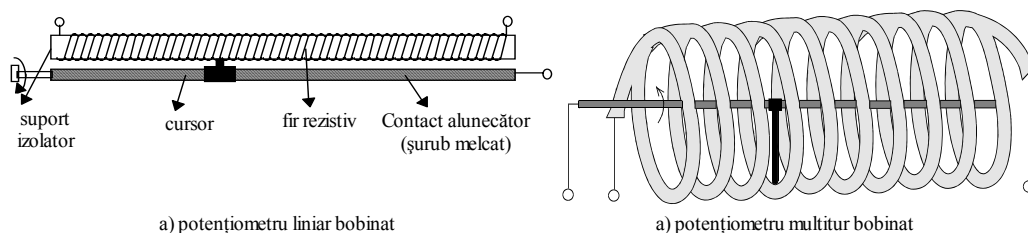


Fig.1. Tipuri constructive de potențiometre bobinate

Traductorul de deplasare rezistiv se poate monta în montaj ca rezistență variabilă sau în montaj potențiomtric.

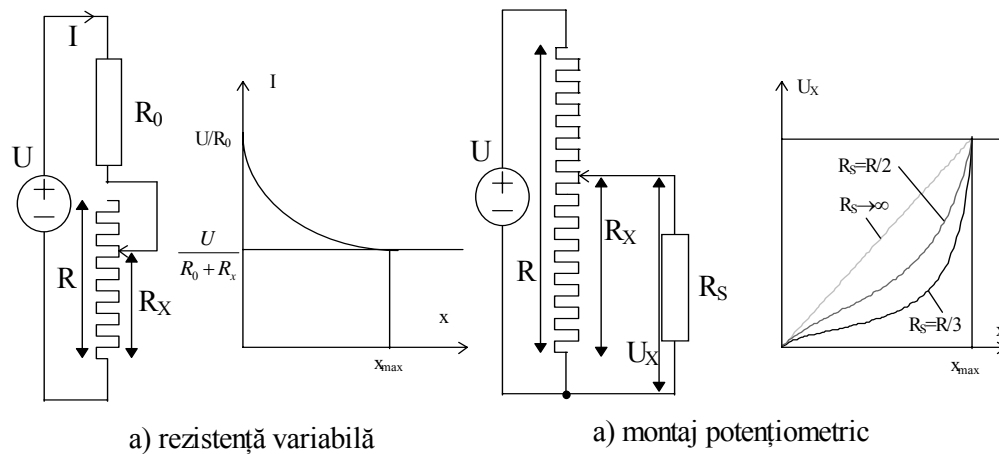


Fig. 2. Circuite de măsurare pentru traductoare rezistive

Neglijând rezistența internă a sursei de alimentare, montajul din figura 2a oferă un curent la ieșire de forma:

$$I = \frac{U}{R_x + R_0} \quad (3)$$

Se observă că I depinde hiperbolic de R_x , deci și de deplasarea x . Instrumentul indicator va rezulta cu scară neliniară, acest lucru putând fi un inconvenient și pentru utilizarea semnalului de ieșire într-un sistem de automatizare.

Schema din figura 2b oferă ca mărime de ieșire tensiunea:

$$U_x = \frac{U}{\frac{R}{R_s} + \frac{R}{R_x} - \frac{R_x}{R_s}} \quad (4)$$

Caracteristica rezultantă va fi liniară doar pentru sarcină infinită ($R_s \rightarrow \infty$), neliniaritatea crescând cu scăderea lui R_s .

Se mai întâlnesc și circuite de măsurare de tip logometru, la care indicația este funcție de raportul curenților.

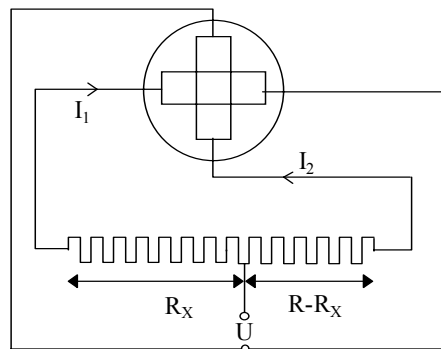


Fig. 3. Circuit de măsurare tip logometru

Un alt mod de a prelucra mărimea de ieșire este metoda de punte. Astfel se poate utiliza un traductor simplu (figura 4a) sau unul dublu (figura 4b).

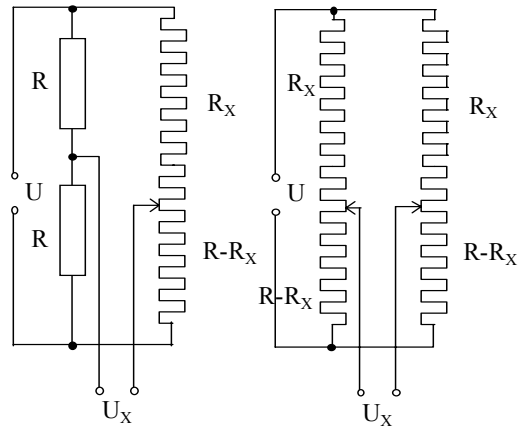


Fig. 4. Circuite de măsură în punte

O variantă a măsurării logometrice este cea care utilizează un convertor A/D ca instrument de ieșire. Tensiunea de referință a convertorului este aplicată și la capetele traductorului, iar tensiunea de pe cursor este introdusă la intrarea acestuia (figura 5).

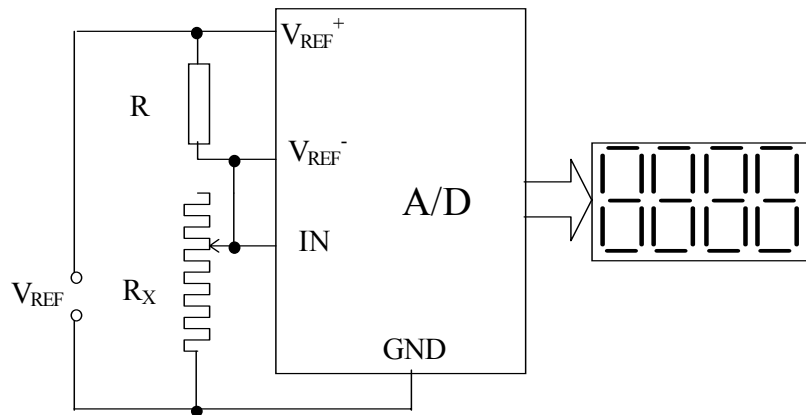


Fig. 5. Circuit de măsurare tip logometru utilizând convertor A/D

Utilizând un convertor A/D integrator (de exemplu 7107/7106), se poate obține o indicație proporțională cu rezistența traductorului.

$$N = \frac{R_X}{R} = \frac{S \cdot x}{R} \quad (5)$$

Dacă S/R este multiplu de o putere a lui 10 (10^n), atunci rezultă o indicație numeric egală cu deplasarea.

Gama de măsurare a traductoarelor rezistive variază între 0.01 și 100mm pentru cele liniare și de la 0 la 358° pentru cele unghiulare. Pentru utilizări mai deosebite se poate extinde la 400 mm, sau pe suport elicoidal și reductor se poate ajunge până la 5÷10m. Un inconvenient este variația în trepte a rezistenței., ceea ce duce la apariția unei erori invers proporțională cu numărul de spire al rezistenței. Dacă n este numărul de spire al rezistenței, abaterea maximă a rezistenței R_X față de valoarea ideală corespunzătoare relațiilor 3 și 4 este:

$$\Delta R_x = \pm \frac{R_{\max}}{2 \cdot n} \quad (6)$$

iar eroarea relativă de discontinuitate în apropierea extremităților cursei este:

$$\varepsilon_d = \frac{\Delta R_x}{R} \cdot 100 = \pm \frac{1}{2 \cdot n} \quad (7)$$

Se observă că eroarea scade cu creșterea numărului de spire ale traductorului. Practic se realizează traductoare cu până la 3600 de spire ce asigură o eroare de discontinuitate de 140ppm, la care se mai adaugă erorile de neuniformitate ale bobinajului (250 - 5000ppm) și cele de variație cu temperatura (100 - 200ppm).

Lucrări de efectuat în laborator

1. Să se determine relațiile 3, 4 și 5.
2. Să se determine caracteristica unui traductor de deplasare, în curent continuu, atât pentru montajul cu rezistență variabilă cât și pentru cel tip potențiomtru. Sursa de alimentare U va fi de 5V. Rezistența R_0 va fi o rezistență etalon de 10K, iar pentru R_s se va utiliza o cutie de rezistențe și se vor efectua măsurătorile la 1K și la 3K.
3. Să se determine caracteristica pentru montajul în punte cu traductor simplu.
4. Să se determine caracteristica traductorului pentru montajul tip logometru ce utilizează convertor A/D.
5. Pentru punctele 2, 3, 4 să se calculeze eroarea de neliniaritate ca raportul dintre abaterea maximă de la dreapta ce trece prin primul și ultimul punct și valoarea maximă a mărimii de ieșire, în procente:

$$\varepsilon_n = \frac{\Delta Y_{\max}}{Y_{\max}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (8)$$

