

După cum se observă din figură, orificiul se găsește la partea inferioară a oalei și capacul său (mobil) se ridică datorită ridicării plutitorului ce urmărește nivelul lichidului. După scurgerea condensului din oala de condens, orificiul de evacuare se închide din nou, împiedicând astfel, ieșirea aburului din oală.

I.8 Traductoare în sisteme de reglare automată.

Într-un sistem de reglare automată, traductorul este un element capabil să măsoare un parametru tehnologic și să-l transforme într-un semnal compatibil cu comparatorul de la intrarea regulatorului.

Constructiv, traductorul și elementele sale componente pot fi reprezentate simplificat, ca în schema bloc din fig.I.8.1:

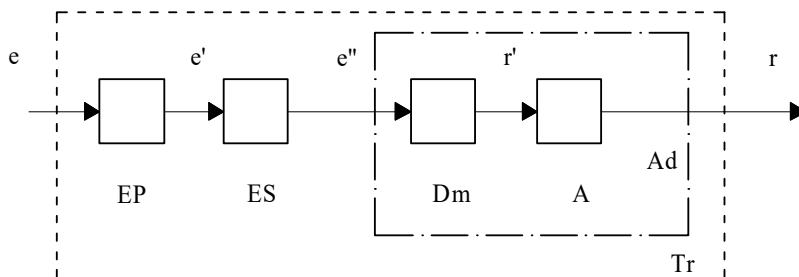


Fig.I.8.1.

Tr – traductor;

Ad – adaptor;

EP – element primar, care poate lipsi în majoritatea tipurilor de traductoare, necesitatea lui fiind determinată de metoda de măsurare (ex: cu diafragme de măsurare pentru debite), caz în care „e” dispare și parametrul de ieșire din proces, fiind efectiv mărimea de intrare în traductor;

ES – elementul sensibil, care furnizează la ieșire un semnal „e”, apt pentru a fi transmis direct la distanță, ca informație asupra măsurătorii (t.e.m. de la termocuplu sau electrozii de pH);

Dm – dispozitivul de măsură, care asigură afișarea mărimii măsurate pe aparatul de măsură, preluat de la ES și/sau îl transmite (r') mai departe la dispozitivul A;

A – dispozitiv de conversie - amplificare, care asigură transmiterea informației „r”, ca semnal apt de a fi preluat de elementul de comparație al SRA;

Trebuie menționat faptul că unele regulatoare includ, prin construcția lor, întreg ansamblul de măsurat; regulatoarele numerice au intrarea semnalului de reacție, direct de la elementul sensibil (termocuplu, termorezistență), iar regulatoarele directe au inclusă complet, prin construcție, toată linia de reacție (inclusiv elementul sensibil) în componența lor.

Prin intermediul traductorului se culeg informații asupra evoluției procesului și se transmit la comparator care generează abaterea ce se va aplica la intrarea regulatorului automat și constituie **linia de reacție** a sistemului de reglare automată. Traductoarele pot măsura mărimea de ieșire continuu sau discontinuu, generând la ieșire o mărime analogică sau digitală. După principiul de funcționare, traductoarele se clasifică în traductoare generatoare și traductoare parametrice. După natura mărimii măsurate clasificarea mai importantă este în traductoare de temperatură, traductoare de presiune, traductoare de debit și traductoare de nivel. Mai sunt și alte tipuri de traductoare: traductoare de concentrație, pH, redox, amoniac, oxid și monoxid de carbon, diferiți ioni (ioni de cian, ioni cupru etc.). Performanțele traductorului au un rol deosebit în atingerea performanțelor globale ale sistemului de reglare automată.

Principalele performanțe care trebuie să fie luate în considerare la alegerea unui traductor sunt:

- *liniaritatea* – este o caracteristică statică a traductorului și reflectă proporționalitatea între mărimea de ieșire și mărimea de intrare a traductorului în regim staționar;
- *sensibilitatea* – este calitatea de a determina variații mari ale mărimii de ieșire, la apariția unor variații reduse ale mărimii de intrare;
- *precizia* – care se indică prin clasa de precizie, definită ca un raport al erorii admisibile a traductorului, în regim staționar și domeniul de variație al mărimii de la ieșire, ce poate fi măsurat;
- *fidelitatea* – este calitatea traductorului de a furniza informații utile numai asupra parametrului măsurat, cu influențe minime a efectelor altor parametri ce intervin în proces;

- *finețea* – este calitatea traductorului de a realiza funcția de conversie a unei mărimi de o anumită natură fizică, într-o mărime de altă natură fizică, cu un consum minim de energie;

- *viteza de răspuns* – este o performanță de dinamică, ce reflectă durata și suprareglajul mărimii de ieșire a traductorului (durata de la apariția variației mărimii de intrare și până la stabilirea valorii staționare a mărimii de ieșire).

Pentru un anumit proces și un anumit parametru de măsurat este necesară alegerea unui anumit traductor corespunzător cerințelor de performanță impuse.

I.8.1 Traductoare de temperatură.

Aceste elemente, în funcționarea lor se bazează, în principiu, pe legile fizice de:

- dilatarea corpurilor volumetrică și creșterea presiunii, odată cu temperatura, a fluidelor de umplere a circuitului activ existent în componența regulatorului. Astfel, sub influența temperaturii existente în procesul tehnologic, variația volumului de lichid sau variațiile volumului și presiunii gazului sau vaporilor saturați, se transmit prin intermediul unui **tub capilar** la elementul de acționare (ventil, clapetă) al regulatorului. Acest element de acționare primește variațiile de deplasare „ δ ” elementului activ și le convertește în semnale echivalente cu mărimea temperaturii;

- schimbarea stării de agregare, de la solid la lichid sau de la lichid la gaz;

- schimbarea rezistenței electrice a conductorului (creșterea rezistenței electrice odată cu creșterea temperaturii nichel, tungsten, cupru) sau a materialului semiconductor (scăderea rezistenței electrice odată cu creșterea temperaturii, termistor) – fig.I.8.2.;

- radiația corpurilor;

În funcție de poziția pe care o are elementul sensibil al traductorului de temperatură și a mediului la care se măsoară temperatura se pot distinge două metode de măsurare și anume metoda cu contact direct și metoda fără contact direct (cazul măsurării de la distanță a temperaturii, bazată pe radiația corpurilor).

- a. **Termometre de sticlă cu lichid**, se bazează pe dilatarea corpurilor lichide și sunt folosite în mod obișnuit la măsurarea temperaturii prin contact, cu citirea indicației la locul de măsurare; există variante care permit transmiterea la distanță a informației și astfel folosirea acestora în sisteme automate cu acțiune discontinuă (termometru cu

mercur și cu contacte electrice utilizate la reglarea de tip bipozițional).

- b. **Termometre bazate pe dilatarea corpurilor solide**, care sunt cu tijă sau cu bimetal; aparatele cu tijă sunt confecționate dintr-un material cu coeficient mic de dilatare și amplasate într-un tub confecționat din metal cu coeficient mare de dilatare termică. La variația temperaturii apare o deplasare relativă a capetelor care nu se află în contact direct, deplasarea fiind transformată de un mecanism indicator, într-o deplasare a unui ac indicator pe scara gradată. Această scară poate fi prevăzută cu contacte electrice, asigurându-se astfel posibilitatea utilizării aparatului în SRA-uri.

Aparatele cu bimetal au în componența lor două plăcuțe metalice cu coeficienți de dilatare diferiți, sudate între ele care formează împreună piesa principală din bimetal a aparatului. La variația temperaturii, bimetalul se încovoie și deplasarea capătului liber permite măsurarea temperaturii proporțional cu deplasarea.

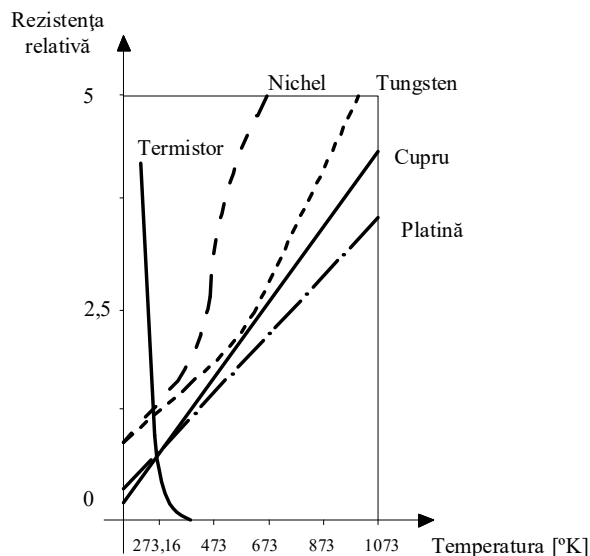


Fig.I.8.2.

- c. **Termometre manometrice** care funcționează pe principiul de creștere a presiunii unui lichid conținut într-o încălțată închisă (formată dintr-un rezervor, un tub capilar care se termină într-un tub

Bourdon), care odată cu creșterea temperaturii, respectiv de trecere a lichidului din starea lichidă, în stare de vapori, determină deformarea tubului Bourdon. Această deformare este elastică și proporțională cu variația temperaturii mediului cu care se găsește în contact rezervorul aparatului. Deplasarea determinată de deformare este transformată de un mecanism indicator într-o indicație a unui ac pe o scară gradată. Scara poate fi dotată cu contacte electrice ce permit preluarea informației asupra temperaturii și utilizată în buclele de control sau automatizare a instalațiilor.

- d. **Termometre cu rezistență electrică** care au ca piesă principală o rezistență electrică caracterizată de o variație a rezistivității acesteia proporțională cu variația temperaturii. Această rezistență poate fi metalică (termorezistență) sau semiconductoare (termistor) și se montează într-un aparat de măsură logometric. Scala aparatului (logometru) de indicare a temperaturii este dotată de obicei cu contacte electrice mobile care pot semnaliza valori prestabilite de temperatură ce se pot prelua ulterior ca semnale de informație pentru acțiuni de tip discontinuu, în instalațiile de automatizare.

Materialele folosite la confecționarea elementelor sensibile ale termorezistențelor sunt platina (domeniu $-220^{\circ}\text{C} \div +850^{\circ}\text{C}$) și cuprul (domeniu $-50^{\circ}\text{C} \div +180^{\circ}\text{C}$) și mai rar nichelul, tungstenul și altele. Platina prezintă avantajul posibilității de utilizare într-un domeniu larg de temperaturi, cu o bună liniaritate a variației rezistenței cu temperatura, dar este scumpă.

Termorezistențele se caracterizează și prin rezistența nominală la temperatura de 0°C (ex: notația Pt 100 este termorezistență de platină cu $R = 100\ \Omega$ la 0°C).

Termistoarele sunt materiale semiconductoare a căror rezistență electrică variază mult cu temperatura, dar această variație este neliniară și de sens invers, comparativ cu termorezistențele (rezistența scade odată cu creșterea temperaturii - vezi fig.I.8.2.).

- e. **Termometre termoelectrice** – utilizează efectul termoelectric, care constă în apariția unei tensiuni electromotoare, respectiv a unui curent electric într-un circuit închis format din două semiconductoare de natură diferită, sudate între ele la cele două capete și cu condiția ca cele două puncte de sudură să fie supuse la temperaturi diferite (vezi fig.I.8.3.).

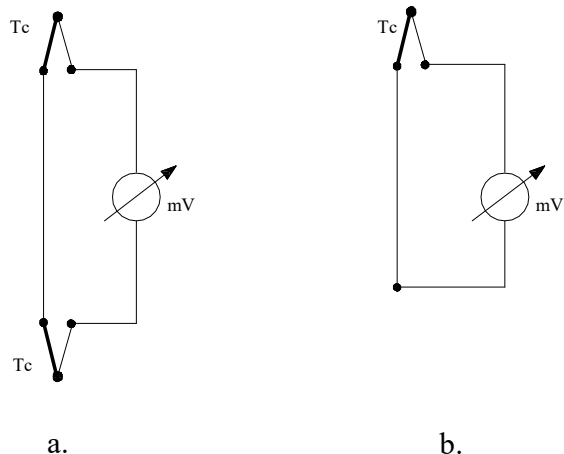


Fig.I.8.3.

Ansamblul format de două conductoare realizați din metale sau aliaje metalice diferite (ex: un termoelectrod din platină + un termoelectrod din aliaj platină cu rhodiu), sudate împreună la cele două capete, formează un **termocuplu**. Prin menținerea celor 2 capete de sudură la temperaturi diferite, se naște o t.e.m. de $10^{-2} \div 6 \cdot 10^{-2} \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$. Această tensiune se poate măsura cu un milivoltmetru, care poate fi conectat în circuit fie prin întreruperea unui conductor (fig.I.8.3.a), fie în locul sudurii reci (fig.I.8.3.b).

Aceste termocupluri se execută cu termoelectrozii necesari în funcție de domeniul de măsură a temperaturii, astfel :

- Platină ÷ Platină-Rodiu, pentru domeniul ($0^{\circ}\text{C} - +1400^{\circ}\text{C}$);
- Cromel ÷ Alumel ($0^{\circ}\text{C} - +900^{\circ}\text{C}$);
- Fier ÷ Constantan ($0^{\circ}\text{C} - +450^{\circ}\text{C}$);
- Cupru ÷ Constantan ($0^{\circ}\text{C} - +400^{\circ}\text{C}$);

- f. **Pirometre** sunt aparate de măsură pentru temperaturi înalte, fără contact direct și se bazează pe radiațiile emise de corpurile încălzite la astfel de temperaturi.

Pirometrele pot fi :

- *optice monocromatice*, care utilizează compararea strălucirii monocromatice a sursei de măsurat, cu o sursă a cărei strălucire poate fi modificată prin modificarea temperaturii acesteia și care este cunoscută.

- *de culoare*, care folosesc variația cu temperatura a distribuției spectrale a radiației termice emisă de corpul cald.
- *cu radiație totală*, care folosesc variația cu temperatura a strălucirii energetice totale (radiația totală) a corpului cald, adică a întregului spectru de radiație emis de acesta (legea Stefan – Boltzman).

Funcționarea pirometrelor utilizate în automatizări se bazează pe focalizarea radiațiilor termice, cu ajutorul unei lentile, pe un termocuplu care generează o t.e.m. proporțională cu temperatura măsurată. Scala de măsură a milivoltmetrelor este prevăzută cu contacte electrice mobile de la care se preiau semnalele necesare în buclele de automatizare.

1.8.2 Traductoare de presiune.

Elementele sensibile utilizate în traductoarele pentru măsurarea presiunii sunt elementele elastice – tuburile Bourdon, membranele ondulate și burdufurile, care convertesc presiunea într-o deplasare și la acestea se atașează adaptoare care transformă deplasarea într-o mărime electrică (un semnal analogic continuu) proporțională cu presiunea.

După principiul de funcționare al acestor adaptoare ele se pot clasifica astfel:

- adaptoare rezistive;
- adaptoare inductive;
- adaptoare capacitive;
- adaptoare tensometrice;
- adaptoare piezometrice;
- adaptoare termoelectrice;

Adaptoarele rezistive se compun dintr-un reostat, al cărui cursor este antrenat prin deplasarea liniară și proporțională cu presiunea măsurată, primită de la elementul sensibil elastic. Variația rezistenței poate fi transmisă direct unui element de comparație adecvat (punte Wheatstone, punte electronică automată).

O categorie importantă de traductoare de presiune cu element sensibil elastic o formează traductoarele cu semnale discrete (contacte electrice) cunoscute sub denumirea de *presostate* sau manometre cu contacte electrice, dacă au și indicator. La aceste aparate, locul adaptorului „deplasare – semnal analogic continuu” este luat de un dispozitiv cu contacte electrice – reglabile în limitele domeniului de măsurare – acționat direct de elementul sensibil. Aceste aparate au o largă utilizare în instalațiile de supraveghere, fiind folosite pentru semnalizarea depășirii unor limite prestabilite sau în instalațiile cu comenzi și interblocări automate ale instalațiilor tehnologice.

Firma Honeywell produce traductoare de presiune electronice cu elemente sensibile formate din sesizoare piezorezistive, integrate într-o punte Wheatstone (vezi fig.I.8.4.)

Sesizoarele piezorezistive active ($R+\delta r$) sunt așezate pe brațele opuse ale punții și împreună cu sesizoarele piezorezistive pasive ($R-\delta r$), montate pe celelalte brațe, formează puntea al cărui dezechilibru este amplificat de amplificatorul operațional AO, care comandă curentul prin tranzistorul T. Acest curent ($4\div 20$ mA în semnal unificat) este proporțional cu presiunea aplicată pe cele patru elemente sensibile ($R\pm\delta r$), care s-au montat astfel, în vederea compensării erorilor datorate variației temperaturi mediului.

Acste elemente piezorezistive sunt foarte sensibile la presiune, variindu-și conductanța „ G ”, proporțional cu presiunea aplicată, urmărind relația:

$$G = \frac{1}{d} \cdot \frac{\Delta \rho}{\rho} \quad (11.1.)$$

unde, $\frac{\Delta \rho}{\rho}$ este variația rezistenței specifice a elementului sesizor, iar d este deformația specifică cauzată de presiunea aplicată sesizorului.

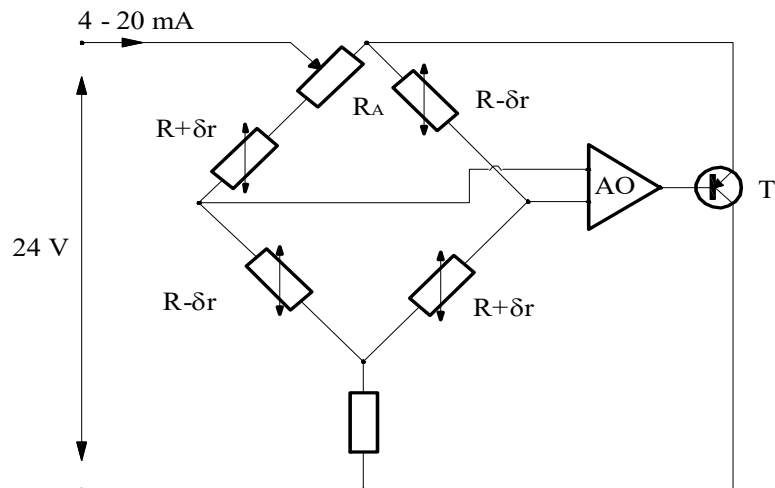


Fig.I.8.4.

Domeniile de măsură sunt comparabile cu a traductoarelor cu element elastic, dar cu performanțe mult superioare.

I.8.3 Traductoare de debit.

Aceste traductoare sunt destinate măsurării debitelor de fluide care curg prin conducte.

Ceea ce apare caracteristic, pentru unele metode de măsurare a debitului unui fluid este elementul primar, separat de traductorul de măsură propriu-zis, cu rolul evident de a crea o mărime intermediară care să poată fi măsurată cu ușurință.

Cele mai frecvente metode și aparate de măsurare a debitelor de fluide sunt :

1. **măsurarea presiunii diferențiale ΔP** , rezultată dintr-o strangulare sau prin diferența dintre presiunea totală și presiunea statică. Tipul elementului primar poate fi o diafragmă, un ajutaj, sau tuburi Venturi. Traductorul de ΔP poate fi cu elemente elastice (tub Bourdon, membrană elastică, burduf elastic) și adaptorul electronic sau pneumatic.
2. **măsurarea înălțimii h** la care este susținut un flotor (debitmetre cu $\Delta P=ct$), la care traductorul poate transforma mărimea de deplasare, într-o mărime electrică.
3. **măsurarea forței electromotoare induse** de lichidul aflat în mișcare într-un câmp electromagnetic. Traductorul este electromagnetic și cu adaptor de tensiune-curent.
4. **măsurarea vitezei de rotație a unei elice** cu traductor cu turbină și adaptor frecvență-curent.
5. **numărarea impulsurilor de vârtej** (efect Vortex), după un obstacol Vortex ca element primar și care utilizează un traductor electronic frecvență-curent (tahogenerator) cu element sensibil o sondă piezorezistivă.

Costul redus al metodei de măsurare a debitului, prin măsurarea presiunii diferențiale, determină utilizarea pe scară largă a elementelor primare, în special a diaframelor de măsură. În alegerea metodei și elementelor de măsurare a debitului, utilizatorul trebuie să aibă în vedere, în principal, următoarele:

- natura fluidului (lichid, gaz, vapori), puritatea lui și principalele constante fizice la presiunea și temperatura de lucru (densitate, agresivitate, conductivitate);
- condițiile impuse de proces (limite de variație a debitului, presiunea și temperatura de lucru).

I.8.4 Traductoare de nivel.

Traductoarele de nivel sunt necesare pentru asigurarea primirii de informații asupra evaluării unor cantități de fluide existente în rezervoare și utilizează metode de măsurare a altor mărimi, acestea fiind adaptate măsurării nivelului.

În procesul de măsurare a nivelului pot să apară o serie de probleme speciale și anume:

vasele să fie sub presiune sau la temperaturi mari, prezența spumei la suprafața lichidului sau a valurilor, caracterul corosiv al lichidelor, etc. Măsurarea poate fi continuă, urmărindu-se permanent valoarea nivelului, sau numai în puncte, atunci când se urmărește numai atingerea unor nivele anume (ex. nivelul minim/maxim sau de securitate minimă, al apei în cazanul de abur). Traductoarele de nivel se bazează în funcționarea lor pe diverse metode de măsurare, de unde rezultă și multitudinea de tipuri de astfel de traductoare. Se vor prezenta, pe scurt, câteva variante de nivelmetre cu principii diferite de funcționare, cu mențiunea că pentru fiecare principiu există mai multe variante constructive. Acestea sunt:

- **nivelmetre cu aparate care măsoară presiunea hidrostatică**, care au ca principiu măsurarea presiunii hidrostatice la baza bazinului, cu un manometru. Presiunea măsurată este direct proporțională cu înălțimea fluidului din bazin, astfel încât dacă în bazin este întotdeauna același lichid, manometrul poate fi etalonat direct în unități de lungime, corespunzătoare înălțimii lichidului a cărui nivel se măsoară. Prin atașarea de contacte electrice, aparatul poate fi folosit în aplicații de automatizare.

- **nivelmetre cu plutitor**, care au ca piesă principală plutitorul, care datorită greutății specifice mai mici decât a lichidului, urmărește suprafața acestuia. Atașat de plutitor poate să fie o tijă, care să fie cuplată la un traductor inductiv, fie să existe fixat pe tijă, un limitator care închide sau deschide contactele unor microîntrerupătoare.

- **nivelmetre cu imersor**, la care imersorul este astfel confecționat, încât să fie cu o greutate specifică mai mare decât a lichidului. Imersorul este suspendat în recipient prin intermediul unui element elastic, astfel încât greutatea imersorului și caracteristicile elementului elastic, să determine o forță arhimedică care să descarce elementul elastic, respectiv să determine ridicarea imersorului pe măsura creșterii nivelului. Această deplasare este evidențiată prin atașarea de imersor a unei tije cu un traductor inductiv ce emite un semnal electric proporțional cu nivelul măsurat.

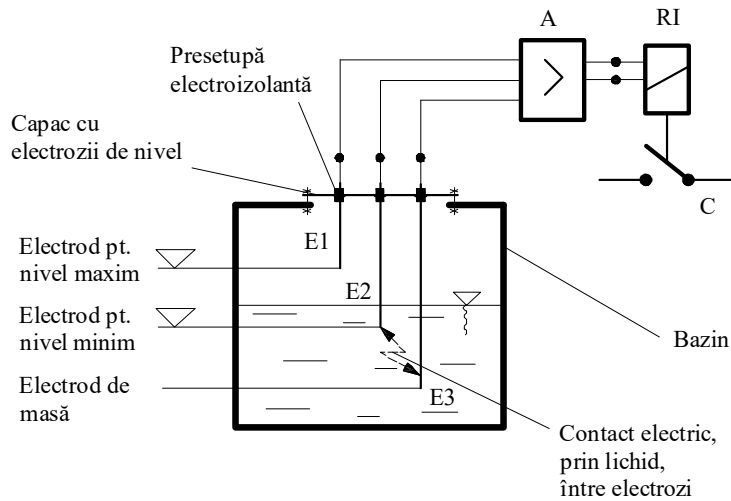


Fig.I. 8.5.

- **nivelmetre bazate pe proprietățile electrice de material** – astfel pentru măsurarea nivelului materialelor dielectrice (pulberi) se utilizează metode capacitive, la care un aparat măsoară capacitatea electrică, variabilă cu nivelul, între un electrod metalic amplasat în mijlocul bazinului și peretele metalic al bazinului. Pentru materialele bune conducătoare de electricitate, se folosește o rezistență electrică montată pe toată înălțimea bazinului, așa încât lichidul conductor scurtecircuitează o porțiune a rezistenței electrice, proporțional cu înălțimea lichidului în bazin.

În condițiile existenței materialelor bune conducătoare (lichide) de electricitate, se mai utilizează și traductoarele de nivel, discontinue, cu electrozi de contact (fig.I.8.5.). Acesta se compune din 3 electrozi (E1 – pentru nivel maxim, E2 – pentru nivel minim, E3 – electrod de masă), un amplificator A și un releu intermediar RI, prevăzut cu un contact electric C. La întreruperea contactului electric între E2 și E3, prin lichid (deci nivelul a scăzut sub nivelul minim), releul intermediar va închide contactul C (ex: astfel comandă pornirea unei pompe de alimentare a rezervorului), iar acesta se va deschide (ex: astfel comandă oprirea pompei) numai atunci când nivelul lichidului va atinge nivelul maxim, respectiv se va stabili încă un contact electric, prin lichid, între E1 - E3 (contactul prin fluid între E2-E3 s-a păstrat). La scăderea nivelului, din nou sub nivelul minim (nu mai există contactele prin lichid E1-E3 și E2-E3), contactul C se va închide și ciclul de reglare a nivelului se reia.

- **nivelmetre bazate pe radiații**, traductoare avantajoase, din punct de vedere al siguranței în exploatare, datorită lipsei contactelor electrice în circuitul de măsurare. După natura radiațiilor folosite, nivelmetrele se pot clasifica în :
 1. **nivelmetre cu ultrasunete** – la care determinarea nivelului se face prin intermediul variației vitezei de propagare a ultrasunetelor prin aer, față de atenuarea acestora la trecerea prin lichid. Traductoarele de ultrasunete (20÷40 KHz) funcționează în mod continuu sau în impuls, în cazul funcționării discontinue. Traductorul se poate folosi atât ca emițător, cât și ca receptor de ultrasunete. Se recomandă la măsurarea lichidelor pe a căror suprafață se formează spumă.
 2. **nivelmetre cu microunde** – care se bazează pe proprietatea materialelor conductoare de a reflecta microundele, în timp ce materialele dielectrice le atenuează. Un emițător de microunde (1÷30 GHz) transmite un fascicul de microunde spre suprafața lichidului, acest fascicul se reflectă și este captat de un receptor. Timpul de tranzit al impulsului de microunde reprezintă o măsură a distanței până la suprafața lichidului a cărui nivel se măsoară.
 3. **nivelmetre cu radiații nucleare** – au ca principiu de funcționare, atenuarea radiațiilor nucleare, la trecerea prin lichide sau pulberi, în comparație cu aerul, constructiv ele fiind realizate similar cu traductoarele cu ultrasunete.