

STUDIUL EFECTULUI TERMOELECTRIC

1. Consideratii teoretice

Efectul termoelectric, descoperit de Seebeck in 1823, consta in aparitia unei tensiuni intr-un circuit format din doua metale diferite (1,2) ale caror jonctiuni nu au aceeasi temperatura ($T_1 \neq T_2$) (fig.1). Tensiunea electromotoare din circuit se numeste *tensiune termoelectrica* si se anuleaza in momentul egalarii temperaturilor ($T_A = T_B$).

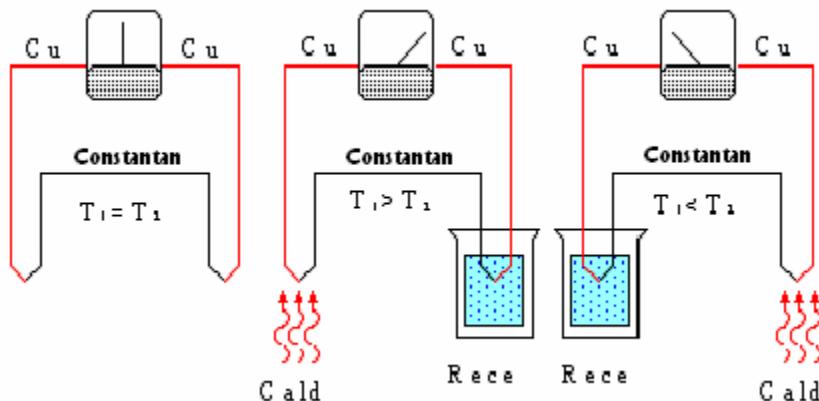


Figura 1. Generarea tensiunii termoelectrice prin aplicarea unei diferente de temperatura unui dispozitiv cu 2 metale diferite.

Efectul termoelectric se explica prin proprietatile contactului metal–metal. La contactul a doua metale, conditia de echilibru a gazului electronic duce la egalarea *potentialelor chimice* (niveelor Fermi), ce au valorile initiale μ_1 si μ_2 . **Potentialul chimic** este lucrul mecanic efectuat cand numarul de electroni din sistem se schimba cu o unitate. In figura 2 sunt reprezentate gropile de potential ale celor doua metale (la $0^\circ C$) aduse in contact, la care a avut loc o deplasare a nivelerelor energetice, astfel incat sa coincida pozitiile nivelerelor Fermi. Diferenta de potential de contact este proportionala cu diferența lucrurilor de extractie :

$$U_C = (W_2 - W_1)/e \quad (1)$$

Variatia temperaturii duce la o modificare a potentialului chimic, deci si a potentialului de contact:

$$U_C = (W_2 - W_1)/e + (k_B \cdot T/e) \cdot \ln(n_1 / n_2) \quad (2)$$

unde:

- e-sarcina electronului;
- k_B -constanta lui Boltzmann;
- T-temperatura jonctiunii; n_1 , n_2 -concentratiile electronilor liberi in cele doua metale.

Valoarea potentialului de contact depinde de natura metalelor, de puritatea lor si nu este influentata de forma si dimensiunea lor.

Efectul Seebeck are trei cauze care se reflecta in coeficientul Seebeck :

$$S = S_v + S_c + S_f$$

S_v - componenta volumica a coeficientului Seebeck, datorata difuziei preponderente a purtatorilor mobili de sarcina electrica de la extremitatea calda spre cea rece;

S_c - componenta de contact a coeficientului Seebeck, datorata variatiei potentialului de contact cu temperatura, legat de dependenta de temperatura a potentialului chimic (nivelului Fermi F)

$$S_c = - (1/e) dF/dT$$

S_f - componenta fononica a coeficientului Seebeck, datorata antrenarii electronilor de conductie de catre fononii (vibratiile retelei cristaline) care se deplaseaza de la extremitatea calda spre cea rece (importanta doar la temperaturi joase, criogene).

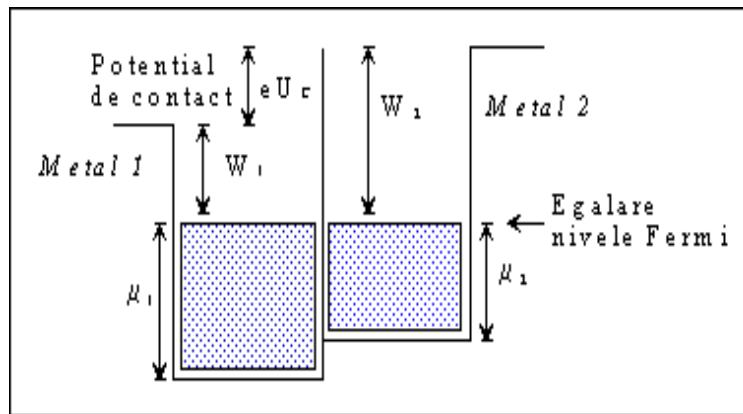


Figura 2. Aparitia diferentei de potential de contact dintr doua metale.

Intr-un circuit inchis cu doua jonctiuni (A si B) figura 1, tensiunea electromotoare este:

$$E = U_{CA} - U_{CB} \quad (3)$$

Inlocuim in (3) potentiile care dirijeaza electronii in sens contrar si vom obtine:

$$E = (T_A - T_B) \cdot (k_B / e) \cdot \ln(n_1 / n_2) \quad (4)$$

in care expresia $S = (k_B / e) \cdot \ln(n_1 / n_2)$ este constanta iar tensiunea:

$$E = S \cdot (T_A - T_B) \quad (5)$$

relatie valabila pentru intervale limitate de temperatura. Cele doua metale din circuit ce formeaza un termocuplu se folosesc la masurarea temperaturii. Daca temperatura T_B a jonctiunii de referinta B se mentine constanta, tensiunea termoelectromotoare va fi influentata numai de temperatura jonctiunii A (T_A).

2. Metoda experimentală

2.1. Dispozitivul experimental

Instalatia experimentală constă din sudurile A și B ale celor două metale, sursa de incalzire și un potentiometru compensator P, sau un milivoltmetru pentru masurarea tensiunii termoelectromotoare. Sudura B este menținută la temperatură constantă ($0^\circ C$ într-un pahar cu apă și gheata), iar sudura A este introdusă într-un vas cu apă care va fi incalzită, temperatura masurându-se cu termometrul.

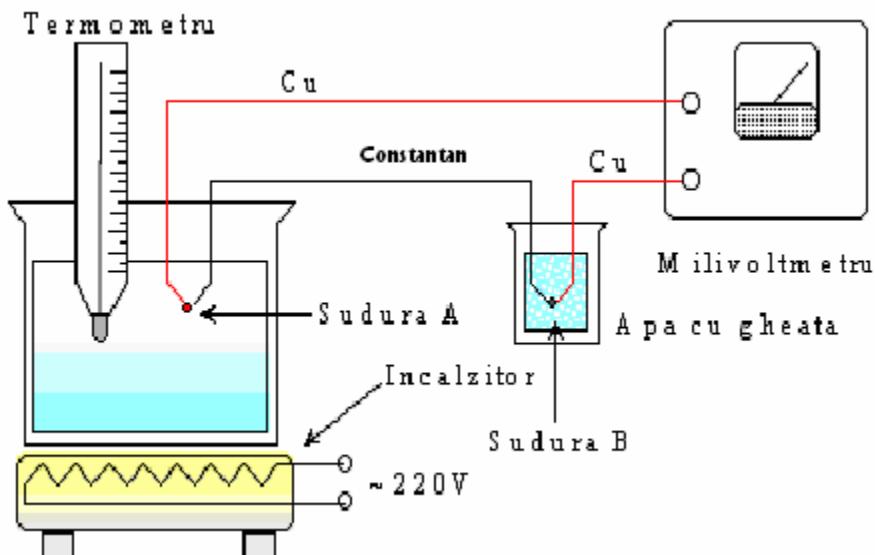


Figura 3. Instalatia experimentală ce cuprinde sudura "calda" A,din vasul cu apa incalzita de un resou, sudura "rece" B mentinuta la temperatura constanta (ex. apa cu gheata, $0^\circ C$), termometrul si milivoltmetrul.

2.2. Modul de lucru

1. Se introduce sudura A în vasul cu apă care va fi incalzit, iar sudura B în vasul Dewar cu apă și gheata.
2. Se leagă capetele libere ale termocuplului la bornele instrumentului de masură.
3. Se conectează incalzitorul la sursa de putere.
4. Se masoară tensiunea termoelectromotoare din 5 în 5 °C.
5. Temperatura se citeste pe termometru.

3. Prelucrarea datelor experimentale

1. Valorile obtinute experimental se trec in Tabelul 1.
2. Se reprezinta grafic tensiunea termoelectrica in functie de diferența de temperatura dintre cele două jonctiuni, $E = f(T_A)$
3. Se calculeaza coeficientul Seebeck sau coeficientul de temperatura al tensiunii termoelectromotoare ca sensibilitatea medie a termocoplului din panta graficului:

$$S = (E_2 - E_1) / (T_2 - T_1) \quad (6)$$

Tabelul 1

T_A ($^{\circ}$ C)	
E (mV)	