Mérési jegyzőkönyv

4. számú mérés

# Termoelektromos hűtőelemek vizsgálata

Mérést végezte : Kulyassa Róbert
Mérés időpontja : 2000. március 13. (hétfő délelőtt)

# 1 Mérés elve

Ha egy áramkört különböző anyagú fémekből állítunk össze, akkor az áram hatására a csatlakozási pontok egyike lehül, még a másik felmelegszik. Ezt nevezzük Peltier effektusnak, és ez teszi lehetővé a termoelektromos hűtőelemek létezését.
Mi ilyen, úgynevezett Peltier elemek sorbakapcsolásából kialakított hűtőelemet fogunk vizsgálni, melyet állandóan hőmérsékletű (folyó vízzel hűtött) közeg vesz körül.

# 2 Mérés leírása

## 2.1 Karakterisztikus idő meghatározása

Későbbi méréseink elvégzéséhez tudnunk kell, hogy körülbelül mennyi idő alatt áll be egy állandósult állapot. Ehhez állandó nagyságú áramot ($I = 2A$) kapcsolunk a hűtőelemre, és felvesszük az idő - hőmérséklet diagrammot. (A hűtővíz hőmérséklete: $T_0 = 9.1°C = 282.25K$)

Tudjuk, hogy ilyen esetben a hőmérséklet

$$T(t) = T_\infty + Ae^{-t/\tau}$$

szerint változik. Így ezt a függvényt a mérési pontokra illesztve adódik a beállás karakterisztikus ideje:

$$\tau = 90.7 \pm 1.51s$$

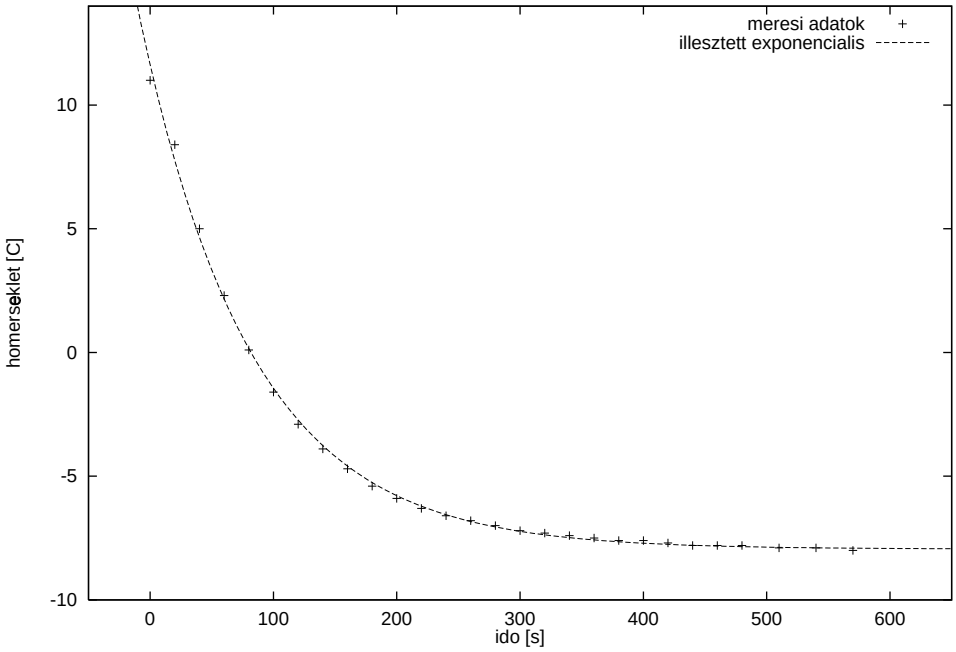
A későbbi méréseink során ha az állandósult állapot jellemzőit szeretnénk mérni mindig legalább $3\tau$ ideig kell várnunk, azaz kb 5 pecig.

## 2.2 Maximális hűtés vizsgálata

Most különböző áramerősségeknél megmérjük az állandósult hőmérsékletet, és keressük a legalacsonyabbat, valamint a hozzá tartozó áramerősséget.

A táblázatból leolvasva a minimális hőmérséklethez tartozó értékeket:

$$T_{min} = -17.9°C(= 255.25K) \ , \quad I_{min} = 5 \ , \quad U_{min} = 3.64V$$



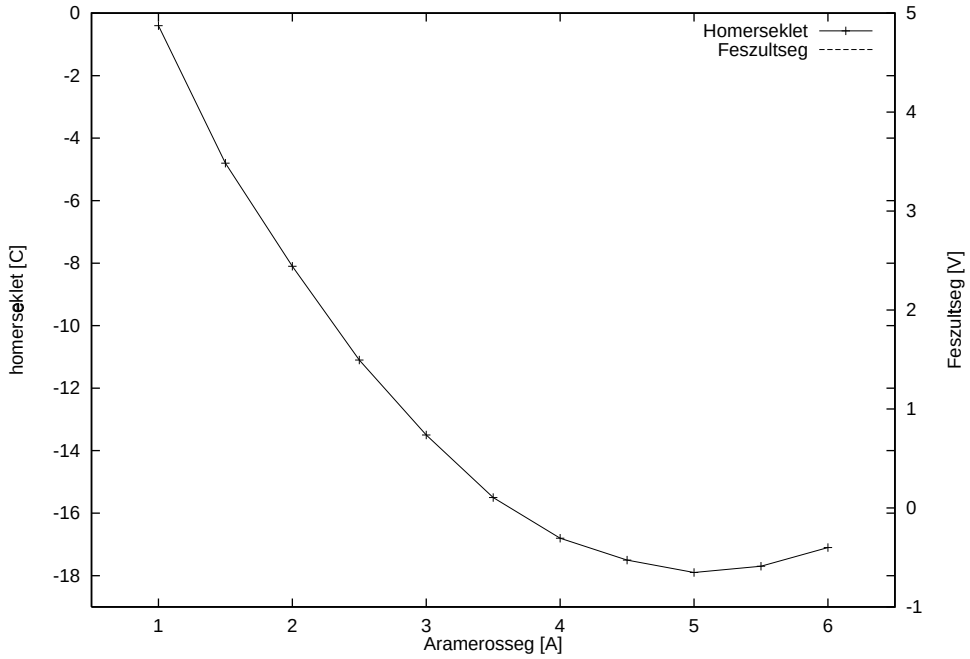

ábra 1: A hőmérséklet alakulása állandó áramerősség (2A) esetén

| $T_\infty[°C]$ | $I[A]$ | $U[V]$ |
|---|---|---|
| -0.4 | 1 | 0.8811 |
| -4.8 | 1.5 | 1.320 |
| -8.1 | 2 | 1.711 |
| -11.1 | 2.5 | 2.127 |
| -13.5 | 3 | 2.429 |
| -15.5 | 3.5 | 2.744 |
| -16.8 | 4 | 3.0605 |
| -17.5 | 4.5 | 3.348 |
| -17.9 | 5 | 3.640 |
| -17.7 | 5.5 | 3.938 |
| -17.1 | 6 | 4.240 |

Táblázat 1: Állandósult állapotok különböző áramerőségekre

$U_{min}$-ről tudjuk, hogy az azonos a $T_0$-hoz tartozó Peltier együtthatóval, azaz:

$$P_{ab} = U_{min} = 3.64V$$




ábra 2: Állandósult állapotok különböző áramerősségekre

Ekkor pedig :

$$S_{ab} = \frac{U_{min}}{T_0} = 0.01426\frac{V}{K}$$

A jósági tényező :

$$z = 2(\frac{T_0 - T_{min}}{T_{min}^2}) = 8.288 \cdot 10^{-4}\frac{1}{K}$$

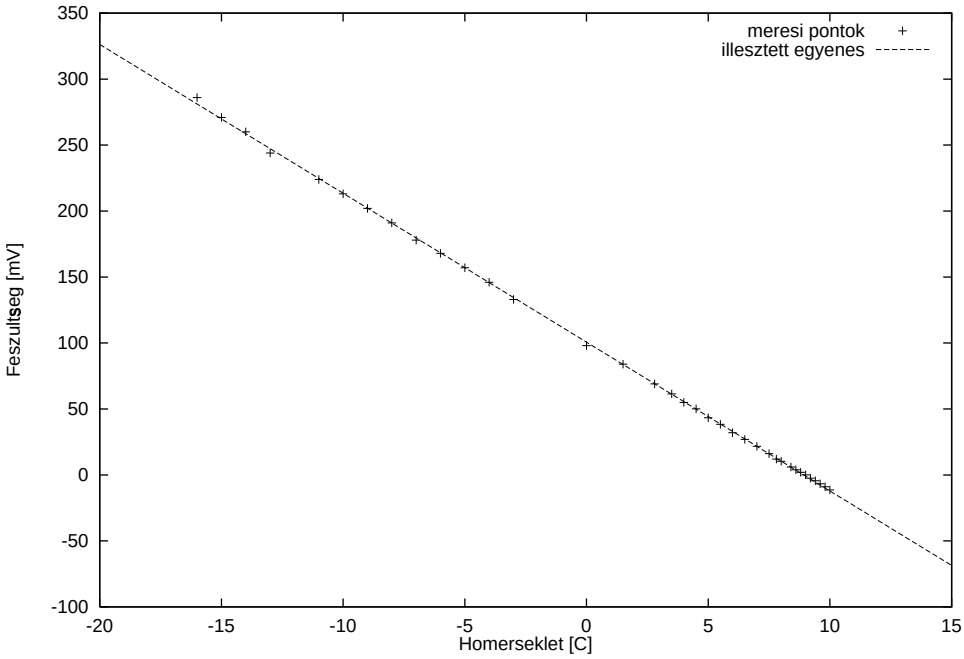
## 2.3 Seebeck együttható közvetlen mérése

A Seebeck együtthatót pontosabban is megmérhetjük, ha a hűtőelemeken nem folyik áram, és így vesszük fel a feszültség - hőmérséklet karakterisztikát, ami egy egyenes, melynek meredekségének abszolult értéke éppen a keresett együttható.

Tehát a mérési pontokra egyenest illesztve:

$$f(x) = ax + b \ , \quad a = -(1128.11 \pm 2.55)10^{-5} \ , \quad b = 0.100659 \pm 0.000214$$

$$S_{ab} = -a = 0.01128 \pm (2.55 \cdot 10^{-5})\frac{V}{K}$$




ábra 3: Feszültségek árammentes esetekben

Ezen adatok ismeretében most már meg tudjuk határozni a hütőelem ellenállását ($R_{ab}$) és hővezetését ($\Lambda_{ab}$) is.

$$R_{ab} = \frac{T_{min} S_{ab}}{I_{min}} = 0.656\Omega$$

$$\Lambda_{ab} = \frac{S_{ab}^2}{z R_{ab}} = 0.2338 \frac{W}{K}$$

# 3 Eredmények

Összefoglalva eddigi eredményeinket:
A Peltier együttható:

$$P_{ab} = U_{min} = 3.64V$$

A hűtőelem jósági együtthatója:

$$z = 8.288 \cdot 10^{-4} \frac{1}{K}$$

A Seebeck együttható:

$$S_{ab} = 0.01128 \pm (2.55 \cdot 10^{-5})\frac{V}{K}$$

A hűtőelem ellenállása:

$$R_{ab} = 0.656\Omega$$

és hővezetése:

$$\Lambda_{ab} = 0.2338\frac{W}{K}$$

# 4 A mérés hibái

Műszerek hibái, az áram-, feszültség- és hőmérésben:

$$\Delta I = \pm 0.05A \ , \quad \Delta U = \pm 0.05V \ , \quad \Delta T = \pm 0.1^{\circ}C$$

Így a számított mennyiségek hibái:

$$\Delta P_{ab} = \Delta U = \pm 0.05V$$

$$\Delta z = 4 \cdot z\frac{\Delta T}{T} = \pm 0.0117 \cdot 10^{-4}\frac{1}{K}$$

$$\Delta R_{ab} = R_{ab}(\frac{\Delta T}{T} + \frac{\Delta S_{ab}}{S_{ab}} + \frac{\Delta I}{I}) = \pm 0.0083\Omega$$

$$\Delta \Lambda_{ab} = \Lambda_{ab}(2\frac{\Delta S_{ab}}{S_{ab}} + \frac{\Delta z}{z} + \frac{\Delta R_{ab}}{R_{ab}}) = \pm 0.00434\frac{W}{K}$$

# 5 A végeredmény

A meghatározott mennyiségek hibájukkal együtt:
A Peltier együttható:

$$P_{ab} = U_{min} = 3.64 \pm 0.05V$$

A hűtőelem jósági együtthatója:

$$z = (8.288 \pm 0.0117)10^{-4}\frac{1}{K}$$

A Seebeck együttható:

$$S_{ab} = 0.01128 \pm (2.55 \cdot 10^{-5}) \frac{V}{K}$$

A hűtőelem ellenállása:

$$R_{ab} = 0.656 \pm 0.0083\Omega$$

és hővezetése:

$$\Lambda_{ab} = 0.2338 \pm 0.00434 \frac{W}{K}$$