

# Félvezetős hűtés Peltier-cellával

dr. Györök György főiskolai docens

BMF, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Főiskolai Kar  
Számítógéptechnikai Intézet, Székesfehérvár  
E-mail: gyorok@szgti.kando.hu

*Manapság egyre többször hallhatunk a „félvezetős hűtésről”, „Peltier-diódáról”, „termoelektromos modulról”, illetve ezek alkalmazási lehetőségeiről van szó. Jelen írással ezt a témakört szeretnénk kissé megvilágítani, bemutatva egy konkrét felhasználást is.*

A fizika az *érintkezési feszültségek* címszó alatt tárgyalja a különböző tulajdonságú fémek közvetlen érintkezésekor fellépő elektromos jelenségeket. Ezek egy csoportja a *termoelektromos jelenségekhez* sorolhatók. Legismertebb talán a *Thomas Johan Seebeck* (1770-1831) német fizikus által felfedezett, és a róla elnevezett effektus. Itt a két fém (1. ábra)  $M_1$  és  $M_2$  különböző az elektronok kilépési munkáját ( $W_{ki}$ ), illetve a szabad elektronok koncentrációját ( $n$ ) tekintve is. Ebben az esetben a kisebb kilépési munkájú fémről elektronok mennek át a nagyobb kilépési munkájú fémbe, illetve a nagyobb szabad elektronkoncentrációjú fémről a kisebbbe. A keletkező termofeszültség a két hatás eredőjeként értelmezhető.

$$U_t = (U_{AT_1} + U_{BT_2}) = \left( \frac{W_{ki_2} - W_{ki_1}}{e} + \frac{kT_1}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} \right) + \left( \frac{W_{ki_1} - W_{ki_2}}{e} + \frac{kT_2}{e} \ln \frac{n_2}{n_1} \right)$$

ahol  $k$  a Boltzmann állandó ( $1,38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ ).

Ezt rendezve kapjuk:

$$U_t = (T_1 - T_2) \frac{k}{e} \ln \frac{n_1}{n_2}$$

Tehát a keletkezett termofeszültség a kapcsolódó két fém szabad elektronkoncentrációjától és a hőmérséklet különbségtől függ.

$$U_t = \alpha(T_1 - T_2)$$

Ahol,  $\alpha$  az ún. Seebeck állandó, ami pl. vas-konstantán fémnél, illetve fémötvtözetnél,  $5,2 \cdot 10^{-5} \text{ V/}^\circ\text{C}$ . Ez a módszer kiválóan alkalmazható termoelemek készítésére, különösen akkor, ha az 1. ábra  $A$  és  $B$  pontjainak hőmérsékletét termosztáljuk.

A 2. ábrán a termoelem kimenetét rövidere zártuk, így rajta a belsőellenálláson  $I_t$  nagyságú áram folyik. Ha a termoelemnél leírt fejtegetést elfogadjuk, akkor ez csakis úgy lehetséges, ha  $T_1$  és  $T_2$  hőmérséklet különböző, még olyan áron is hogy, pl. ha  $T_2$  értéke közel a környezeti hőmérséklet, akkor  $T_1$  annál kisebb, vagyis az eljárás hűtésre alkalmas. Ezt *Jean Charles Peltier* (1785-1845) francia fizikus (más források szerint órásmester) mutatta ki (1834-ben). Mivel ez csak elméleti okoskodás, természetesen az elhanyagolt veszteségek miatt, az eljárás csakis külső áramforrással valósítható meg. Ezt mutatja a 3. ábra, ahol, a hűtőtéljesítmény növelésére, néhány átmenet elektromosan sorba-, termikusan párhuzamosan kapcsolt.

Különböző fém-átmenetek (ötvözet-átmenetek) léteznek, melyeknél a Peltier-effektus számottevő, úgymint: ZnSb, PbTe, Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>, BpSe, Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>, Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>...stb. Az egyik kombinációban a bizmut tellúr ötvözetet alkalmaznak N-, illetve P típusú adalékolással. Ezen anyagok felhasználásával a 4. ábra szerinti szerkezeti felépítésben, az 5. ábrán látható termo elektromos modulokat (TEM, hűtőmodul) gyártanak. E cellák segítségével közvetlenül villamos energiából valósíthatjuk meg a hűtést. (6. ábra)

A termoelektromos modulok felhasználása egyre népszerűbb, igen elterjedten alkalmazzák mikroprocesszorok hűtésére, CCD-k, elektronikus alkatrészek, erősítők alacsony hőmérsékletű termosztálására, hűtésére, illetve hűtőszekrények (hűtőtáskák) készítésére. A 7. ábra azt mutatja, hogy néhány termikusan sorbakapcsolt hűtőmodullal nagyobb különbségi hőmérséklet is elérhető.

A 8. ábrán látható egy olyan tápegység kapcsolási rajza, mely autóakkumulátorról működteti a termoelektromos modult. Mivel a hűtőelem olyan sorbakapcsolt nyitóirányú diódákkal helyettesíthető melynek néhány Ohm belsőellenállása van, a táplálást áramgenerátorról célszerű megoldani. Az áram nagyságánál figyelembe kell venni azt, hogy van egy olyan érték (ajánlott maximum) melynél parametrikusan nagyobb megengedett, de ezt használni értelmetlen, mivel a hűtőelem hűtési hatásfoka a belső termikus csatolás miatt nagyon leromlik. Esetünkben ez az érték mitegy 5A. (Típus:801-2002-01, P<sub>max</sub>:22W, Th<sub>max</sub>:60°C, I<sub>max</sub>:7A, U<sub>max</sub>:6V, Tömeg:28gr, N<sub>cella</sub>:49) Ekkora áramot hatásosan kapcsolóüzemű tápegység-áramkörrel célszerű megvalósítani.

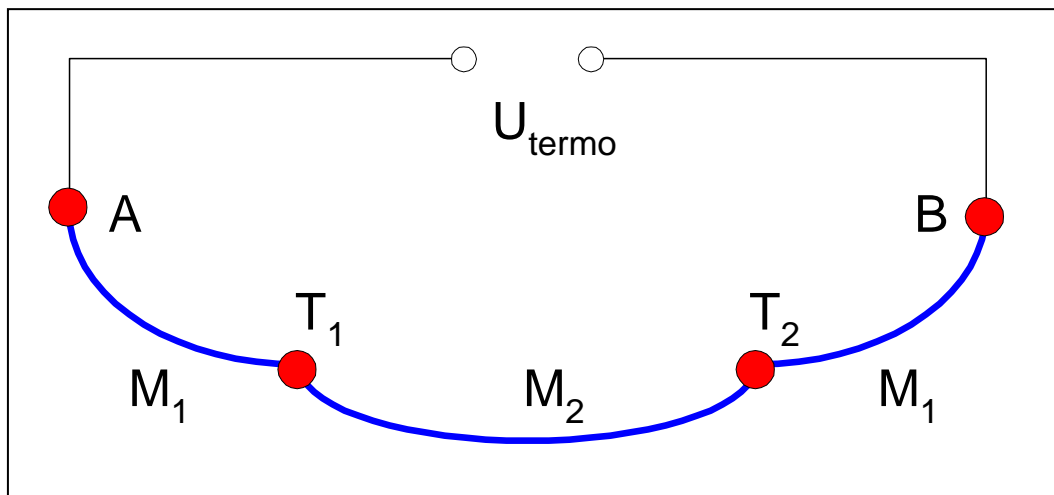
A jól ismert stabilizátor integrált áramkör referenciafeszültségét R<sub>1</sub> P R<sub>8</sub> osztja P-vel szabályozható módon. Az R<sub>3</sub> visszacsatoló tag relatív nagy hiszterézist enged meg, a kapcsolási frekvencia így 5-10kHz. Az R<sub>7</sub>-en átfolyó kimenő áram feszültségét csatoljuk vissza R<sub>6</sub>-tal.

A megadott értékekkel a kitöltési tényező P segítségével 30-85% között állítható.

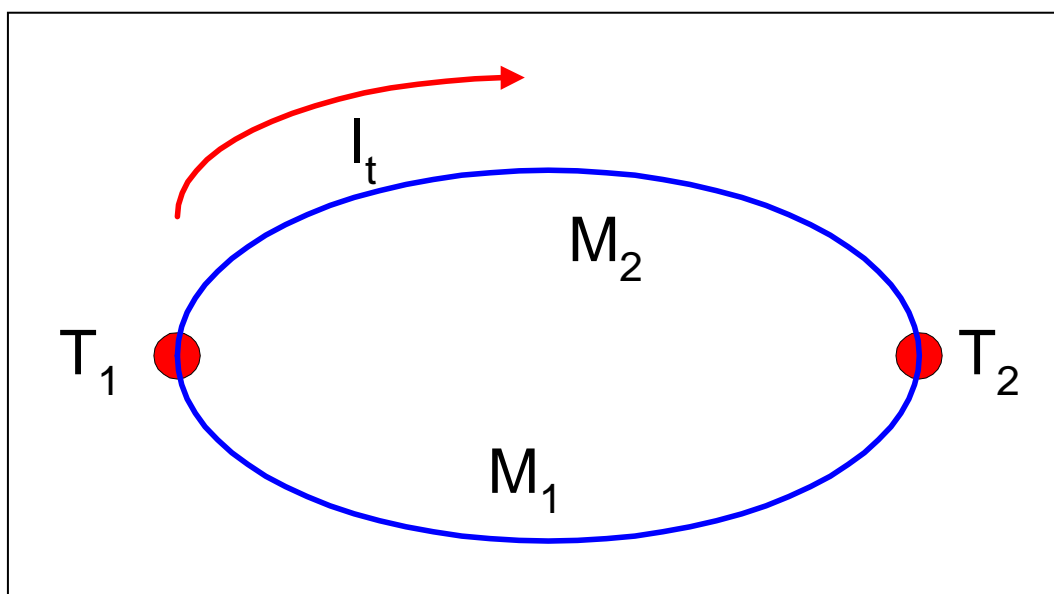
Más kimenő áramhoz (áramtartományhoz) célszerű R<sub>7</sub> értékét megváltoztatni és ezzel együtt R<sub>1</sub> P R<sub>8</sub>-t is.

Az R<sub>8</sub> termisztor esetünkben a hűtőelem melegoldalán került elhelyezésre, amely most nyilván, nem hidegoldali szabályozást jelent, hanem magát a hűtőmodult védi az esetleges túlmelegedéstől. Ha ezen a helyen PTK ellenállást használunk, akkor megoldható a hidegoldali termosztálás is.

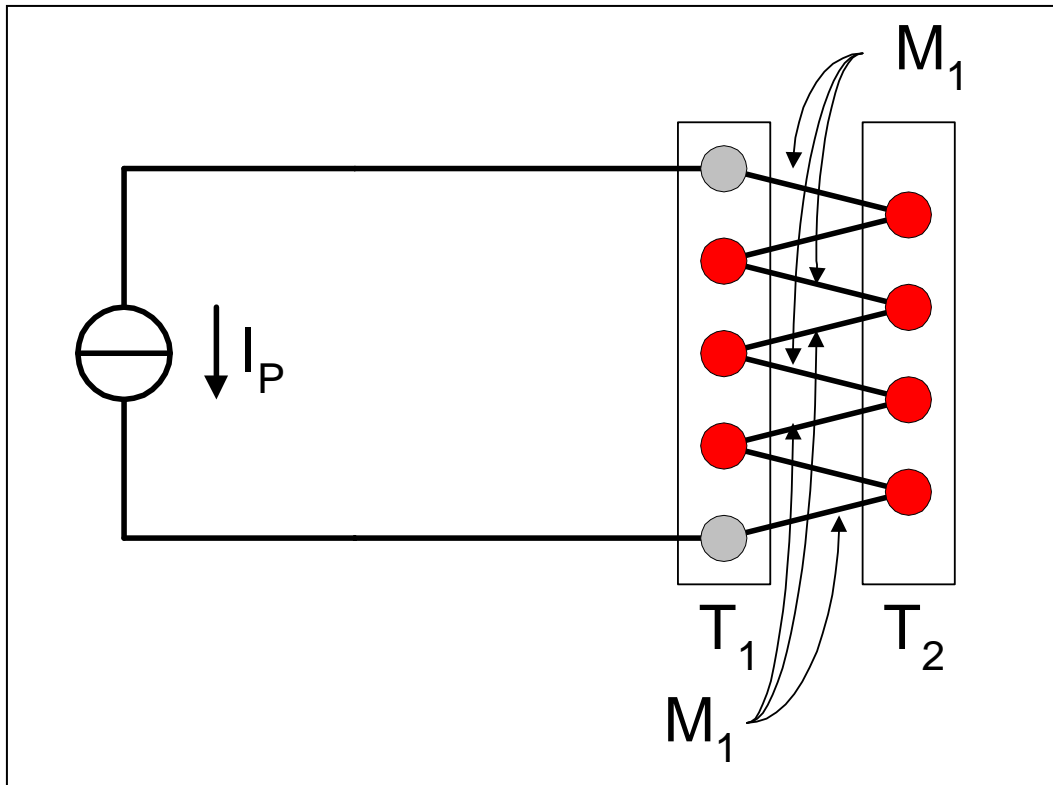
A 9. ábra a nyomtatott áramköri lap forrasztás oldali rajzát, a 10. ábra az alkatrész beültetést mutatja, a táblázat az alkatrész-paramétereket tartalmazza. A 11. ábrán az elkészült tápegység látható.



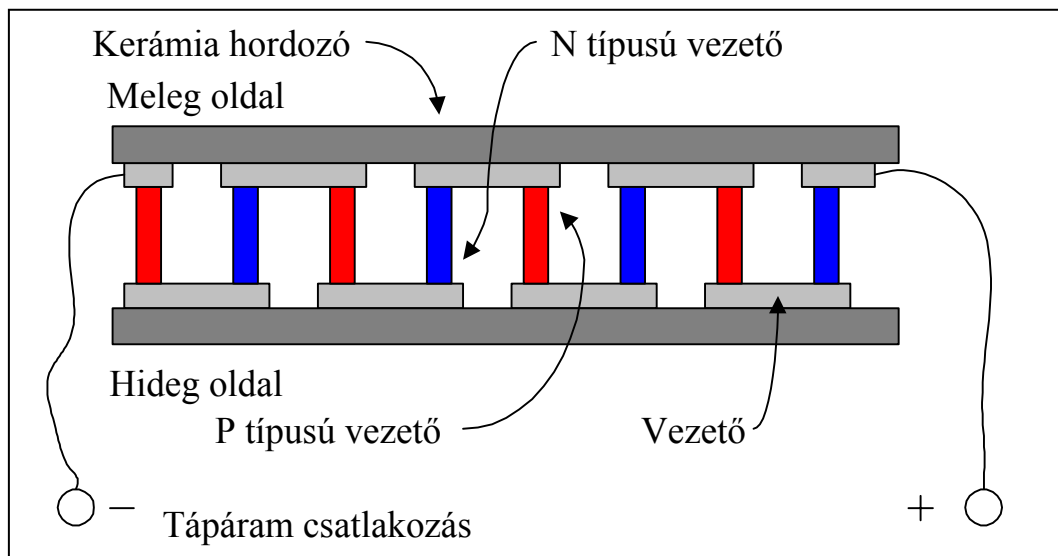
1.Ábra A Seebeck effektus értelmezése



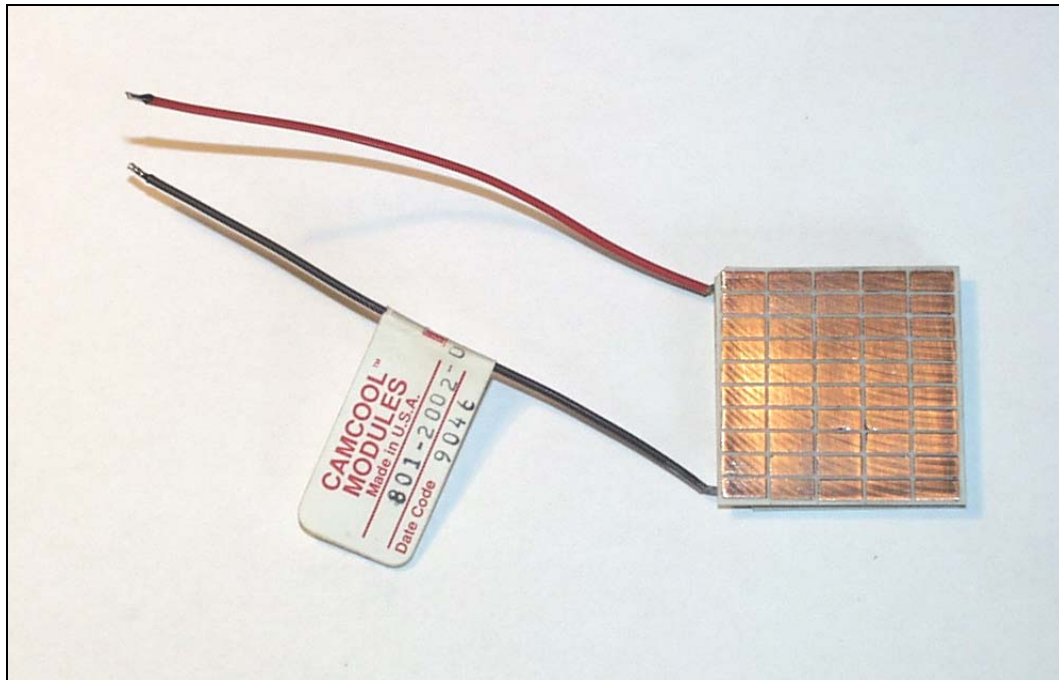
2.Ábra A Peltier effektus származtatása a Seebeck effektusból



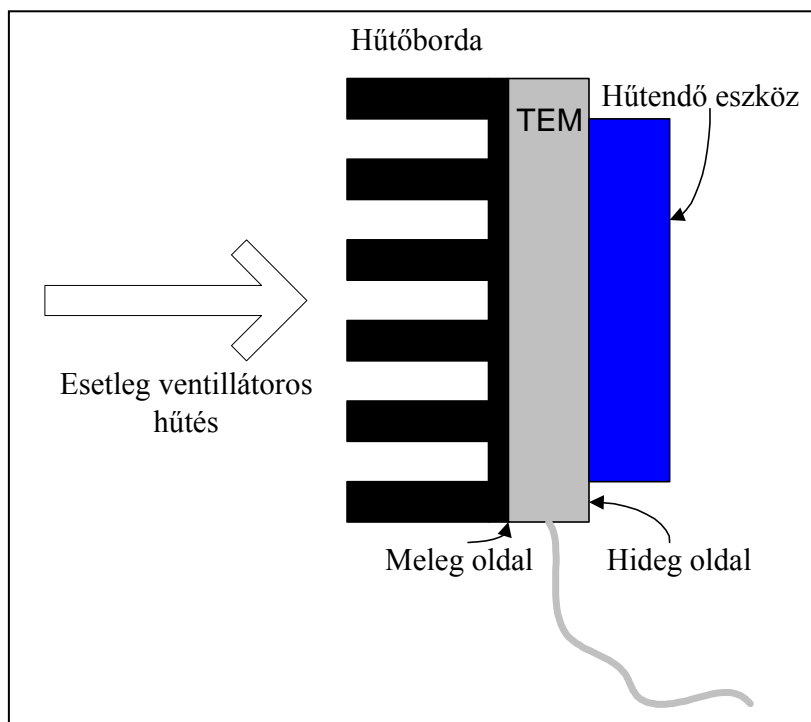
3.Ábra A Peltier effektus megvalósítása sorbakapcsolt fémátmenetekkel



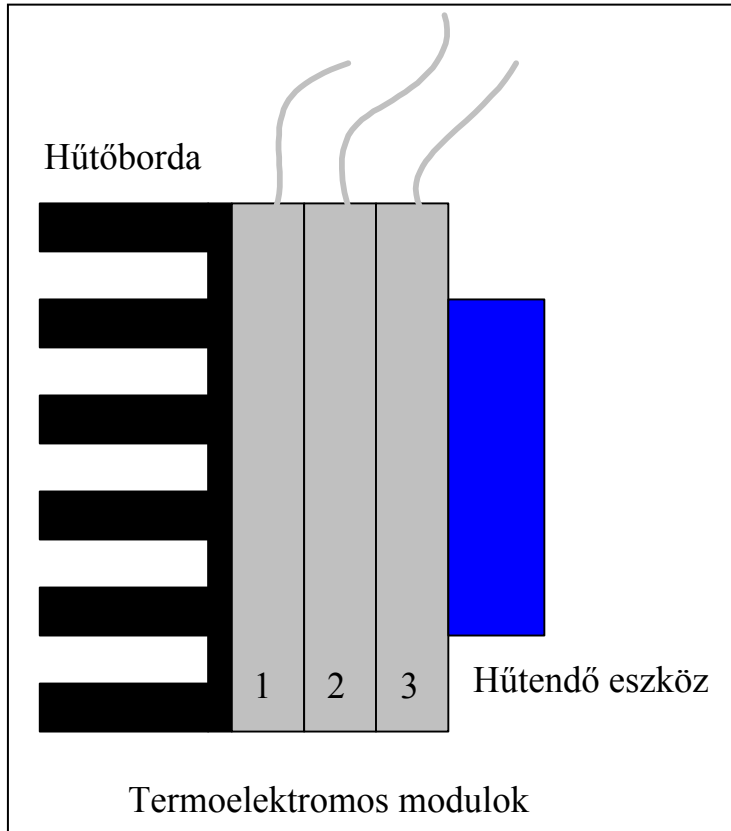
4.Ábra A TEM cella felépítése



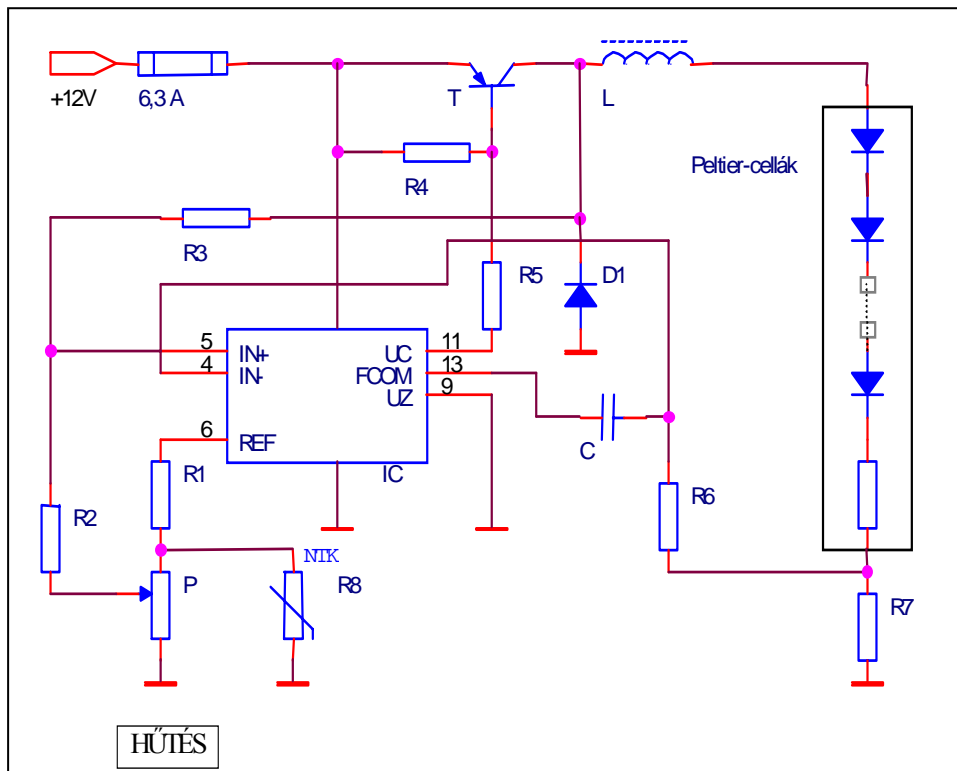
5. Ábra Egy 49 cellás hűtőelem



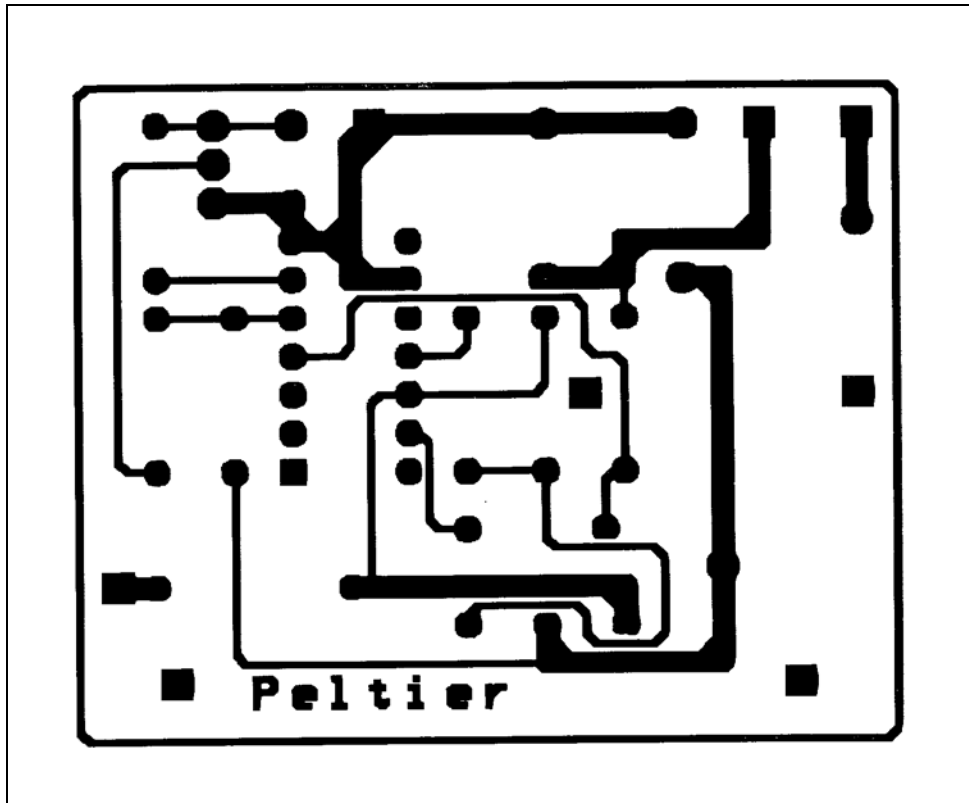
6. Ábra A TEM felhasználása hűtésre



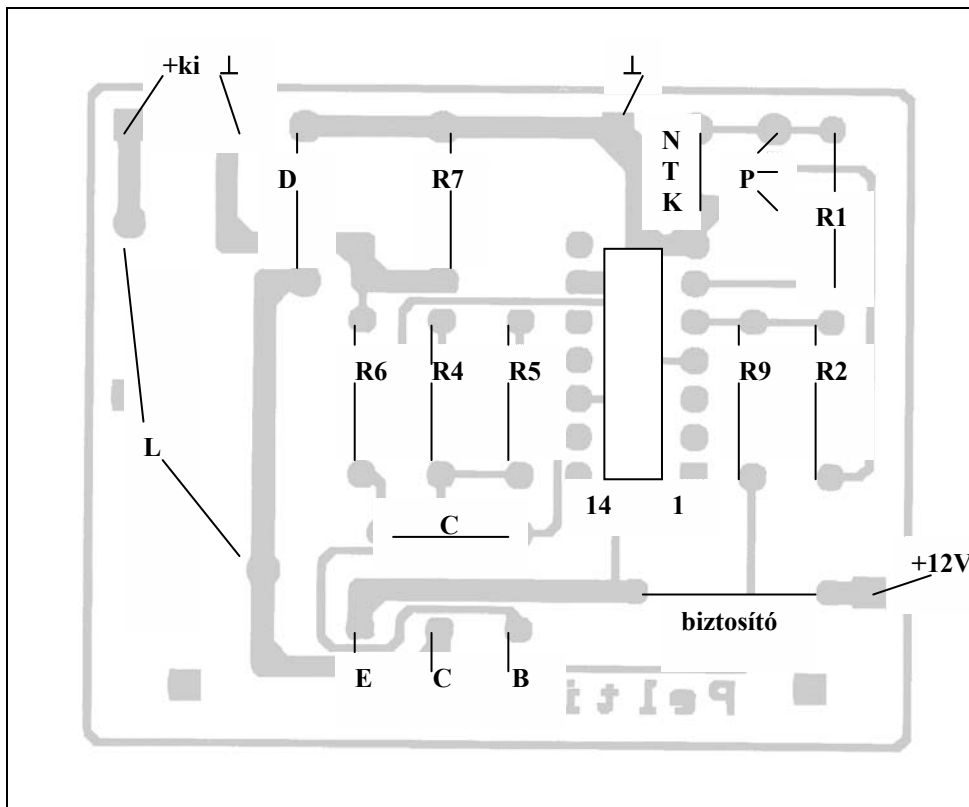
7. Ábra A TEM felhasználása nagyobb hőmérsékletkülönbségű hűtésre



8. Ábra A tápegység kapcsolási rajza

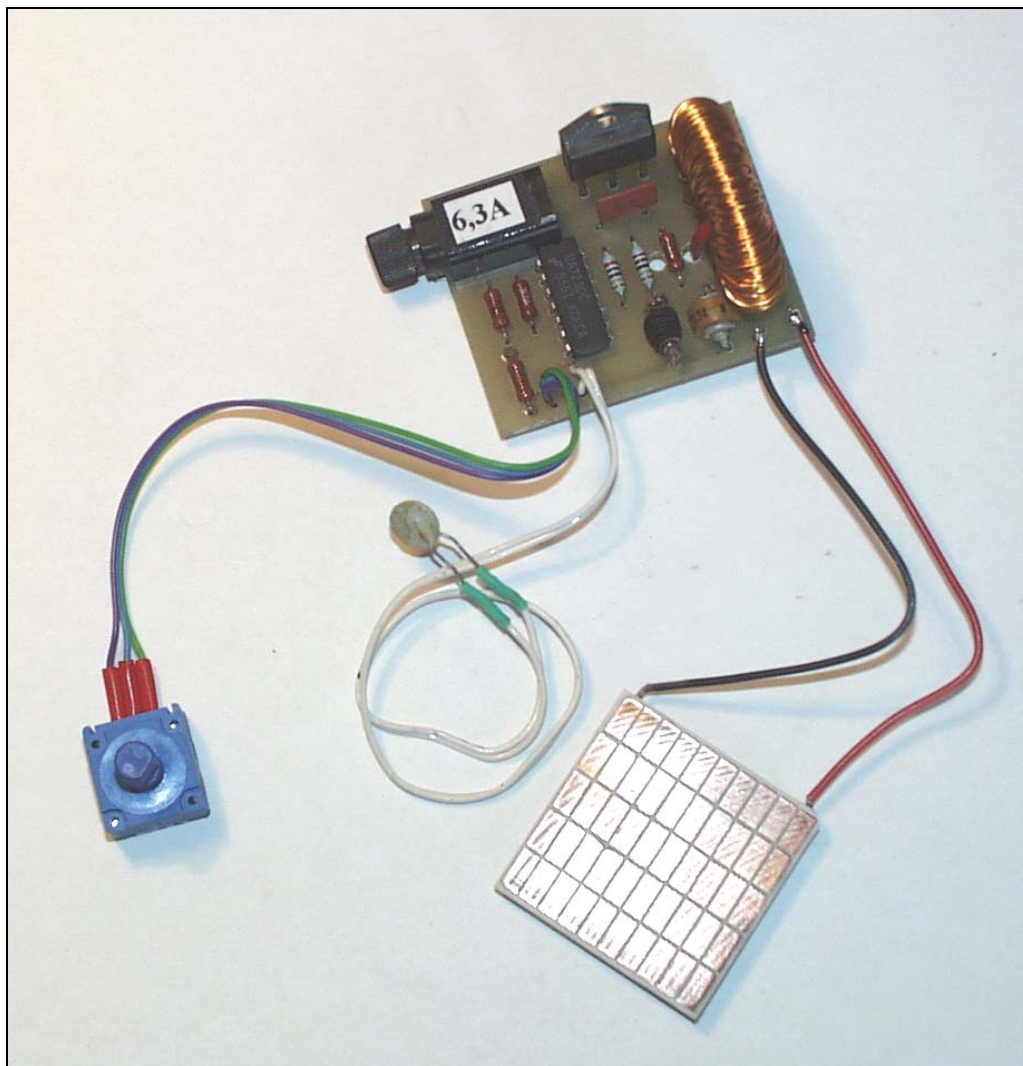


9. Ábra A tápegység nyomtatott áramköri rajza M 2:1



10. Ábra A tápegység beültetési rajza

Alkatrész	Érték	Megjegyzés
IC	723	
T	TIP140	Darlington
D <sub>1</sub>	MR820	
R <sub>1</sub>	2,2 kΩ	0,125W
R <sub>2</sub>	2,2 kΩ	0,125W
R <sub>3</sub>	150 kΩ	0,125W
R <sub>4</sub>	180 Ω	0,125W
R <sub>5</sub>	180 Ω	0,125W
R <sub>6</sub>	2,2 kΩ	0,125W
R <sub>7</sub>	0,5 Ω	5W
R <sub>8</sub>	6 kΩ	NTK
P	5 kΩ	„A” karakterisztikájú
C	82 pF	
L	2 mH	200 me 0,45 CuL, 35mm ferrit gyűrűn



11. Ábra Az elkészült tápegység a hűtőelemmel