

Orvosságos hűtődoboz

Engárd Ferenc okl. villamosmérnök, signtechnika@engard.hu

Sajnos, állandóan használnom kell egy adott szemcseppet. Maximális tárolási hőmérséklete 25 °C. Nincs ráírva, hogy hűtőszekrényben nem tárolható, de nem jó érzés hideg lötytyöt a szemembe csepegtetni. Ez vezetett arra a gondolatra, hogy készítek egy hűtődobozt a gyógyszereknek. Még a kánikula beállta előtt elkészültem vele, bevált. Talán lesznek más kortársaim, akiknek megtetszik ez az ötlet.

A doboz és a szükséges hőteljesítmény

Nem volt egyszerű alkalmasnak látszó dobozt találnom. Végül egy barátomnál bukkantam rá, aki nekem adta. Hat milliméteres rétegelt falemezből készült, műbőr burkolattal. Befoglaló méretek: 23 × 19 × 8 cm. Alkalmasnak tűnt, hogy hűtődobozzá alakítsam. A tetejére és az aljára belülről (kétoldalas öntapadó ragasztóval) 2 mm vastag habosított műanyag szövetet ragasztottam.

A megfelelő hőszigetelésről mérésrel kellett meggyőződnöm. A mérési összeállítás az **1. ábrán** látható. A dobozban elhelyeztem két fűtőtestet. (Ezek helyett huzalellenállások is megfelelnek.) Ügyeltem arra, hogy a fűtőtestek közvetlenül sehol se érintkezzenek a doboz falával – két végükön apró fahasáb támasztékon fekszenek. Erre azért van szükség, hogy minél egyenletesebb legyen a hőáram-eloszlás.

A hőmérsékletet chromel-alumel termoelemmel mértem. Lé-

nyeges, hogy a termoelem hosszának nagy része a dobozon belül legyen. (A termoelem kétféle fémhuzalból áll, amelyek vége össze van hegesztve. Ez a pont a hőfokérzékelő, amely a hőmérséklettel arányos feszültséget generál. Ha a termoelem végét épp csak bedugnám a dobozba, a jó hővezető képességű fémhuzalokon folyó hőáram jelentősen meghamisítaná a mért értéket. Lényeges az is, hogy a termoelem legyen minél távolabb a fűtőtesttől és a vége ne érjen hozzá a doboz falához – a belső léghőmérséklet alakulását szeretnénk megmérni.)

A dobozt lezártam, és bekapcsoltam a fűtést. A fűtőtestek áramát egy labortápegység szolgáltatta. A mérési eredményeket a **2. ábra** mutatja. A „0” időpillanat az áram bekapcsolásának az időpontja. A függőleges tengelyen a doboz belső hőmérséklete, a vízszintes tengelyen pedig az eltelt idő olvasható le. (A mérés kezdetén a szobahőmérséklet 22,4 °C volt, a mérés végére ez 22,9 °C-ra

emelkedett. A külső hőmérséklet néhány tized fokos emelkedésének a mérésre gyakorolt hatása elhanyagolható hibát okoz.)

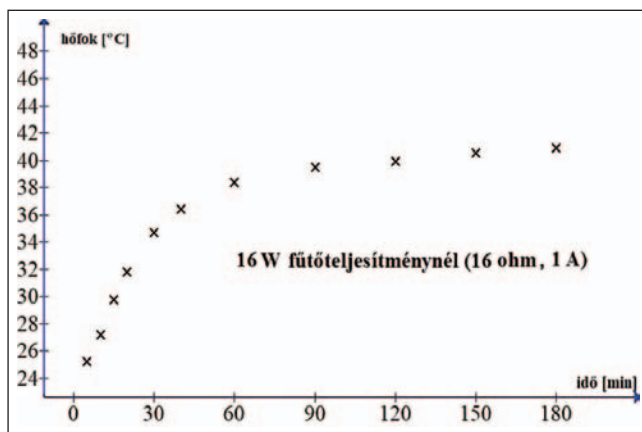
Amint azt tudjuk, az elektromos áram egy fűtőtestben 100%-os hatásfokkal (jelen esetben 16 W) alakul hővé. Ha a doboz belső hőmérséklete a fűtés alatt állandóvá válik, akkor a környezet és a doboz közötti hőáram megegyezik a fűtőteljesítménnyel. 180 perc után a doboz belső hőmérséklete 40,9 °C, és állandónak tekinthető. Ekkor a külső hőmérséklet 22,9 °C. A hőmérséklet-különbség 18 °C, azaz a doboz hővezetése $16/18 = 0,89$ W/°C. *Ha 35 °C-nál a doboz belsejét 25 °C hőmérsékleten kívánjuk tartani, akkor $10 \cdot 0,89 = 8,9$ W hőáramot kell folyamatosan elvonnunk. Tekintsük ezt irányszámnak!*

A Peltier-elem kiválasztása

Köztudott, hogy a Peltier-elem egy olyan lapos, szilárdtest eszköz, amelyen áramot átfolyatva, az egyik oldala hűl és a másik ol-



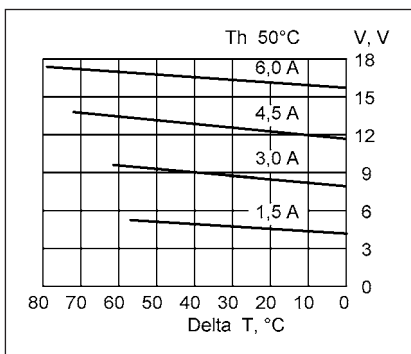
1. ábra



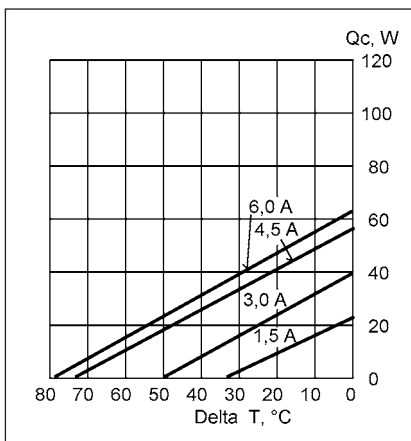
2. ábra

dala melegszik. Általában hűtésre használjuk, ekkor a meleg oldaltól el kell vinni a hőt. Ez számos módon történhet; hűtőbordával, ventilátorral és egyre gyakrabban folyadék keringetésű, ventilátoros hűtőmodullal.

Több Peltier-elem árát és specifikációját átnézve a TEC1-12706 típusra esett a választásom. Egyrészt ez az egyik legolcsóbb típus, másrészt a specifikációja alapján megfelelt az elvárásaimnak. Két oldalról 40×40 mm méretű kerámialapok határolják, és teljes vastagsága 3,8 mm. Az adatlapja tartalmazza a jellemző karakterisztikákat. Nézzük meg a **3. ábrát!** Ez azt az állapotot mutatja, amikor a meleg oldali hőmérséklet 50 °C. Válasz-



3. ábra



4. ábra

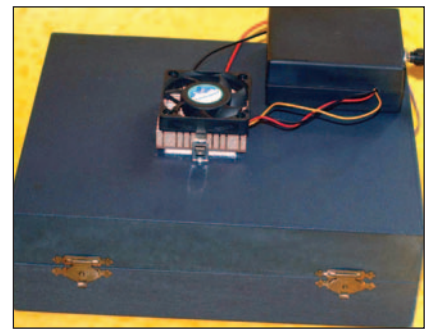


5. ábra

szunk 9 V-os tápfeszültséget! Ekkor 3 A átfolyó áramnál, a két oldal közötti hőmérséklet-különbség 38 °C. Azaz, ha nem folyik hőáram, a hideg oldala tizenkét fokos. Nézzük most meg a **4. ábrát!** Tudjuk, hogy ha huszonöt fokot akarunk a hideg oldalon tartani, akkor $50 - 25 = 25$ °C a meleg és a hideg oldal közötti hőmérséklet-különbség. Ekkor 3 A átfolyó áramnál 20 W hőáram olvasható le a jobb oldali skáláról. Ez nagyobb a 8,9 W hőáramnál, tehát ez a Peltier-elem megfelelhet a célunknak.

Mechanikai kivitel

Ha megnézzük bármilyen hűtőszekrényt, azt látjuk, hogy a meleget elvezető szerkezet kívül van, belül pedig egy hideg radiátor, amely belülről elvonja a hőt. Hűtődobozunk esetében is hasonló megoldást alkalmaztam. Az egyes elemeket az **5. ábrán** vehetjük szemügyre. A doboz fedelére 40 × 40 mm-es nyílást vágtam, amelybe jól illeszkedik a doboz bal sarkán látható 40 × 40 × 12 mm-es alumínium hasáb. Ezt a hasábot szilikongumi-ragasztóval belülről úgy ragasztottam be a doboz fedelére, hogy felette maradjon egy milliméter bemélyedés. Ebbe illeszkedik a Peltier-elem hideg lapja. A peltier meleg oldalára pedig egy ventilátoros

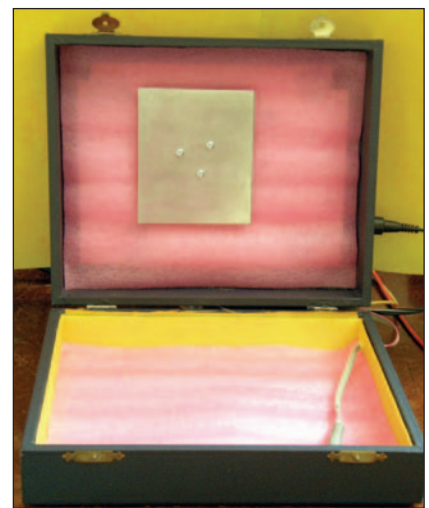


6. ábra

hűtő kerül. A hőelvonó radiátor funkciót pedig az alumínium hasáb belsejére csavarozott alumínium lemez látja majd el. Az összeszerelt végleges kivitel a **6. és 7. ábra** mutatja.

Az elektronika

Az elektronikát nyilvánvalóan a dobozon kívül kellett elhelyezni. Az elektronika kapcsolási rajza a **8. ábra** szerinti. Külső tápegységet használtam, ennek fotóját a **9. ábra** mutatja. Az alkatrészeket hordozó nyomtatott áramkört lemez rajza pedig a **10. ábrán** látható. Az 50 × 66 mm-es nyírák PnP transzfer fólia technológiával és sósav+hidrogén-peroxid maratás-



7. ábra

AGeta méréstechnika

MÉRŐMŰSZEREK, OSZCILLOSKÓPOK, ANALIZÁTOROK, JELGENERÁTOROK, TARTOZÉKOK

Ageta Kft. <http://shop.ageta.hu> ; email: ageta@ageta.hu ; Tel.: 30/2564-288 ; Fax: 96/214-342

sal készítettem. A zömmel SM-alkatrészek beültetési rajzát a 11. ábra mutatja. Az áramköri dobozt kétoldalas tűkorragasztóval a hűtődoboz jobb felső sarkán rögzítettem (6. ábra).

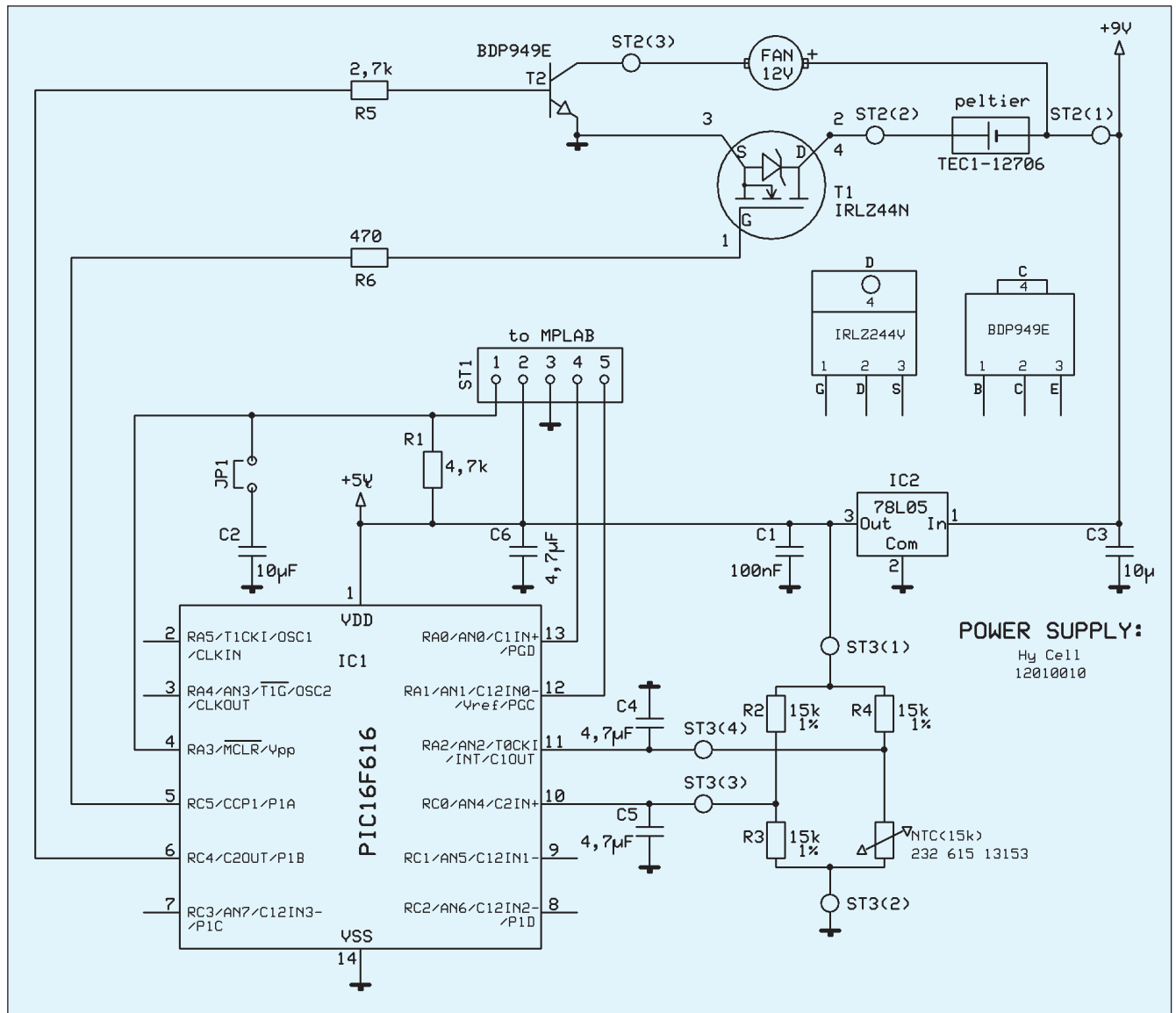
A hűtődobozon belül helyezkedik el a hőérzékelő egység: R2, R3, R4 és NTC. Az elvi rajz szerinti típuszámú termisztor ellenállása 25 °C-on 15 kohm, névérték pontossága: $\pm 5\%$. Hőmérsékleti együttható: $-3,87\% / ^\circ\text{C}$. A gépkocsikban ilyen termisztorokat használnak hőmérséklet mérésre. Látható, hogy a hőérzékelő egység Wheastone-hídat képez, amelynek egyik alsó tagja a termisztor. (A hőérzékelő egység jól látszik a 7. ábrán: négyeres szá-



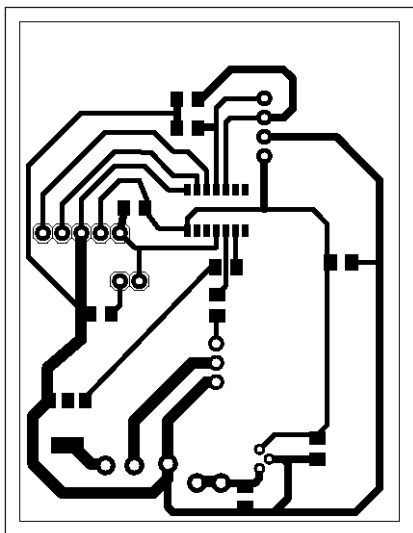
9. ábra

lagkábel; a végén található szigetelő csőbe bűjtatva nyákcsíkra szerelt érzékelőegység.)

Az IC1 mikrokontroller A/D konvertere 8 bites felbontással folyamatosan méri az egyes hídágak feszültségét. Az aritmetika pedig a mért értékek különbségét képezi: ha az R4-NTC ág feszültsége kisebb az R2-R3 ág feszültségénél, akkor az RC5 és RC4 vonalakon keresztül bekapcsolja a Peltier-elem és a ventilátor áramát (hűtés). Ellenkező esetben nincs hűtés. Ez a funkció természetesen egy analóg komparátorral is megoldható. Ugyanakkor egy mikrokontrollerrel egyszerű megoldani azt is, hogy a hűtés leállításakor először



8. ábra



10. ábra

a Peltier-elem áramát kapcsoljuk ki, és a ventilátor még egy ideig tovább forog, teljesen lehűtve a hűtőbordát. (Az ASM program a www.radiovilag.hu/related.html oldalról letölthető.)

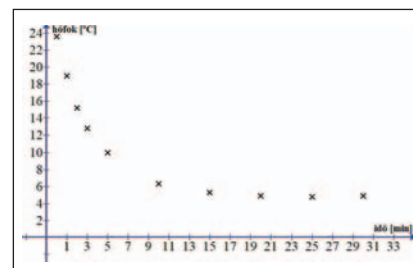
Üzemi próba

A próba során a környezeti hőmérséklet 22-23 °C volt. A hűtődoboz funkcionális működését úgy tudtam csak kipróbálni, hogy az érzékelő egységet a kezembe véve, a hűtés néhány másodperc után bekapcsolt. Ekkor az érzékelőt elengedve 1-2 perc után kikapcsolt, és a ventilátor a beprogramozott idővel tovább forogott, majd leállt. A dolog tehát rendben működött.

Arra voltam alapvetően kíváncsi, hogy mekkora hőmérséklet-különbséget tudok elérni a környezet és a zárt dobozban lévő hűtőlemez között. Rövidre zártam az NTC-t [ST3(2)-ST3(4)], így állandó hűtésre kényszerítve a Peltier-elemet. A hőmérséklet méréshez ugyanazt a chromel-alumel termoelemes műszert használtam, ami az 1. ábrán látható. A termoelem végét a hűtőlemez és a doboz teteje közötti résbe csúsztattam be:

Első próbálkozásomnál, 22,8 °C környezeti hőmérsékletnél a Peltier-elem meleg oldali hőmérsékletét 48 °C-nak, a hűtőlemez stabilizálódott hőmérsékletét pedig 16,7 °C-nak mértem. A hőmérséklet-különbség mindössze 6,1 °C -nak adódott. Túl csekély! Mit rontottam el? Végül rájöttem: a borda és a Peltier-elem hűtését a ventilátor a nyomóoldalról biztosította. A hűtőbordából kiáramló meleg levegő végig sepert a doboz tetején, folyamatosan melegítve azt.

Második próbálkozásom előtt megfordítottam a ventilátort: nem nyomott, hanem szívott – a meleg levegő egyenesen felfelé távozott. E mérés során 22,5 °C környezeti hőmérsékletnél a Peltier-elem meleg oldali hőmérsékletét 59 °C-nak, a hűtőlemez stabilizálódott hőmérsékletét pedig 11,9 °C-nak mértem. Annak ellenére, hogy megnőtt a Peltier-

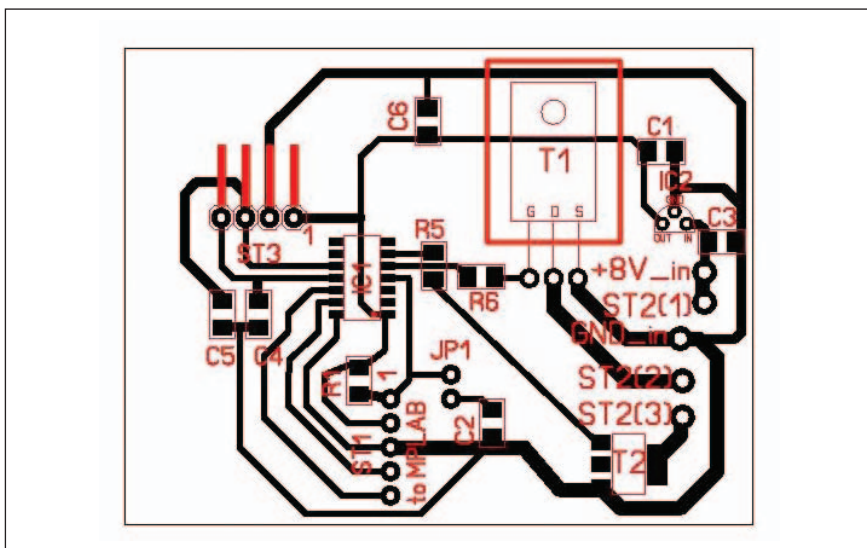


12. ábra

elem meleg oldali hőmérséklete, a hőmérséklet-különbség 10,6 °C-ra nőtt. Ez az érték is túl kicsi: a külső hőmérséklet növekedésével, a Peltier meleg oldala is melegebb lesz, és a hűtés hatásfoka tovább csökken. Célszerű nagyobb hűtőbordát használni.

Harmadik próbálkozásom előtt kicseréltem a hűtőbordát. Az alapterület azonos maradt, de a magasság az előző hűtőborda háromszorosa lett. A ventilátor hallhatóan gyorsabban forgott, a szívóoldali fojtás érezhetően csökkent. A mérés idő-hőmérséklet függvényét a 12. ábrán látjuk: 23,6 °C környezeti hőmérsékletnél a Peltier-elem meleg oldali hőmérsékletét 48 °C-nak, a hűtőlemez stabilizálódott hőmérsékletét pedig 4,9 °C-nak mértem. Az eredmény alátámasztja, hogy az adott konstrukcióval, a doboz belső hőmérséklete még kánikulában is 25 °C-on tartható.

Kérdésekre, megkeresésekre szívesen válaszolok.



11. ábra

A REMÉNYI ALAPÍTVÁNY

hálás köszönettel befogadta a
»RÁDIÓTECHNIKA«
Kedves Olvasóinak szja 1%-os támogatását.

Jelentjük: 24 év pályázataival közel
6 millió forinttal
támogattuk a rádiózás iránt
érdeklődő, mellette jól tanuló,
arra érdemes gyermekeket.

Kérjük, ha megtehetik, akkor „1%-mentes időkbén” is **max. 1000 Ft-tal** támogassák alapítványunkat:
11708001 - 20396990