

Okostücsök

König Imre villamosmérnök, imrrex@gmail.com –
Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

Legújabb műtücsök-változatunk a hőmérséklettel arányos sűrűséggel ciripel. Mint a hasonló esetekben általában, a mikrovezérlőt tartalmazó alapkapcsolás és a program König Imre, a konstrukció a kiegészítésekkel Pálinkás Tibor munkája. Nyilván nem mindenki kíván tücsköt építeni, ám mind a kifejlesztett program, mind a hardver olyan megoldásokat rejt, amelyek számos más alkalmazásban is megállhatják a helyüket!

Még egyszer a minitücsökről

Lapunk idei februári számában ismertett tücsökben a SOT23-6 tokozású PIC10F320 zenél. Hangszórónak a HAM-bazárban kapható 19 mm átmérőjű piezolapkát használtuk úgy, hogy a kis elektródáját párhuzamosan kötöttük a naggyal. A kb. 3,5 kHz-es rezonanciafrekvenciájú lapka az [1] szerinti rezonátorban kapott helyet. Újfent felhívjuk a figyelmet a lapkával sorba kötött ellenállásra: ez a legolcsóbb védelem. Hiányában a PIC minden, a hosszabb szünet utáni első megszólaláskor újra indul, amennyiben az ellenállás értéke 1,5 kohmnál kisebb. Csökkenő tápfeszültséghez növekvő minimális ellenállásérték tartozik. A cikkben megadott 1,5 kohm 3 V-nál az adott piezolapkával még biztosan megfelelő, kisebb feszültséget pedig nem érdemes alkalmazni, mert a hangerő drasztikusan csökken. A kapcsoló elsősorban a kisebb kapacitású 3 V-os elem miatt került az áramkörbe, de nem árt, ha a jóval hangosabb 4,5 V-os tücsköt agyoncsapás nélkül is el tudjuk hallgattatni!

Az NCO által vezérelt CWG szerepe az ellenütemű kimenet kialakítása, és ezáltal az amplitúdó megkétszerezése a piezosugárzó számára. A holtidő opció nem használjuk. A tücsök folyamatosan ciripelne, ha a CWG kimenetét a megfelelő időszakokra nem tiltanánk le. Letiltott állapotban mindkét CWG kimenet értéke 0, ez a nagyobb tücsköknél lesz érdekes.



Bár a februári cikkből ez nem derül ki, azokra is gondoltunk, akik esetleg változtatni szeretnének az időzítésekben: a program időzítéseinek könnyebb módosítása érdekében két paramétert (t2_rld ill. sz1 néven) equ direktíva segítségével kiemeltünk. A t2_rld értéke együtt, aránytartóan, priódusidőben lineárisan befolyásol minden időzítést, ezt finom állításra használhatjuk, sz1 ezzel szemben nem változtat az elsődleges (t2_rld eredeti értéke mellett 20 Hz-es) szaggatási frekvencián, csak a ciripelés periódusidejét és a hosszú szünet időtartamát befolyásolja. Ez a paraméter is periódusidőben lineáris, vagyis nagyobb értékhez hosszabb periódusidő, ezáltal kisebb frekvencia tartozik.

Tücsökhőmérő

A tücsök percenkénti ciripelésszáma és a hőmérséklet közötti összefüggést A. E. Dolbear tudós és feltaláló fedezte fel és publikálta 1897-

ben a *The American Naturalist* hasábjain [2].

Ez szerint a környezeti hőmérséklet °F-ben:

$$T_F = 50 + (N - 40) / 4,$$

ahol N = a percenkénti ciripelések száma. Különös, hogy ebben a viszonylag bonyolult formában adta meg a függvényt, mert ha a 4-gyel való osztást és a lehetséges összevonást elvégezzük, akkor a

$$T_F = 40 + N / 4$$

egyszerűbb formulát kapjuk. Annak ismeretében, hogy a fahrenheitben adott hőmérséklet a

$$T_C = 5(T_F - 32) / 9$$

összefüggés segítségével számítható át celsiusra, a fenti képlet így is kifejezhető:

$$T_C = (5N + 160) / 36.$$

A függvények értelmezési tartományának alsó határa N = 0, azaz a számításba jöhető minimális hőmérséklet 40 °F, ill. 4,4 °C lehetne.

A program ezt a „Dolbear törvénye” néven ismert összefüggést használja. A „hőmérő” elnevezés csalóka: a tücsök (a miénk is) ciripelés közben szüneteket tart, így a hőmérséklettel arányos percenkénti ciripelésszámot közvetlenül nem tudjuk megszámlálni. (Dolbear megfigyelése szerint a mezőn a tücsök szinkronban ciripelnek, de különböző időpontban tartják a hosszú szünetüket, így ott a számlálás lehetséges.)

Ahhoz, hogy valódi hőmérőnk legyen, kell még egy eszköz, ami a 20 Hz-es szünetek áthidalásával impulzusokat formál a borsztökből, majd megméri a két ilyen impulzus között eltelt időt, abból frekvenciát, majd hőmérsékletet számít, és azt ki is jelzi. Ezt az eszközt már csak kalibrálni kell. Mikrofonnal és frekvenciaszelektív bemenőkörrel akár távhőmérőnk is lehet! A távolság a tücsök hangerején is múlik. Bonyultnak tűnhet, de viszonylag egyszerű feladat – egy másik mikrovezérlőnek. Talán egyszer majd ez is elkészül, de addig a fülünkre kell hagyatkoznunk.

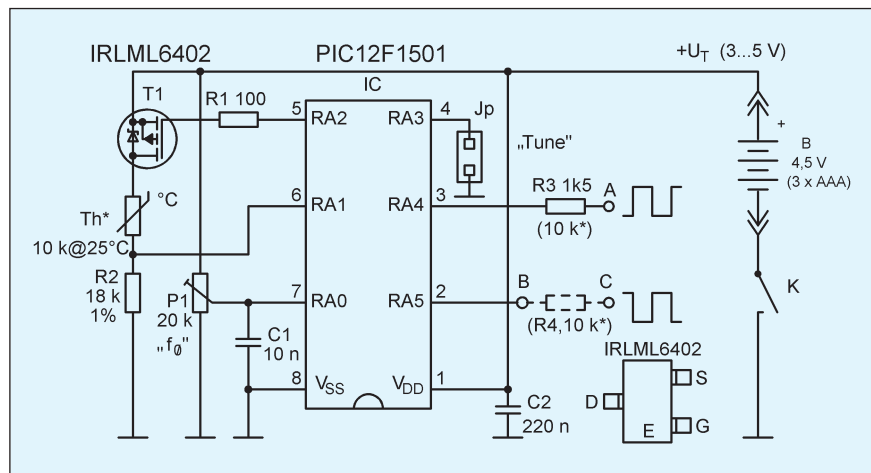
Ha a hatlábút – nem a tücsköt, hanem a mikrovezérlőt – szeretnénk a lineáris hőfokfüggés megvalósítására használni, súlyos nehézséggel kell szembenéznünk: van ugyan benne egy „temperature indicator” nevű eszköz, ami külső segítség nélkül érzékeli a chip hőmérsékletét, de a felbontása ide túl durva, kalibrálása nehézkes, a kimenet értéke pedig erősebben függ a tápfeszültségtől, mint a hőmérséklettől. Az egyetlen rendelkezésre álló analóg bemenetet más célra használtuk, így takarékos (stabilizálatlan tápfeszültséggel működő) kapcsolásunkat több okból is alkalmatlannak kell tekintenünk a feladatra. Nincs mit tenni, belül pókot csinálunk a rovarból, felmegyünk 8 lábura. Olyan típus kell, aminek megvan minden olyan perifériája, amit a hatlábúban használtunk. A PIC12F1501 éppen ilyen, így a

program egy része némi szenvedés árán (sok RAM-lapozás beiktatásával) átköltöztethető rá. Kihasználjuk, hogy több analóg bemenetünk lehet, külső hőmérőt (NTC termisztort tartalmazó feszültségosztót) használunk. Az érzékenységet az is javítja, hogy a PIC12F1501 A/D átalakítója 10 bites a 10F320 8 bitjével szemben.

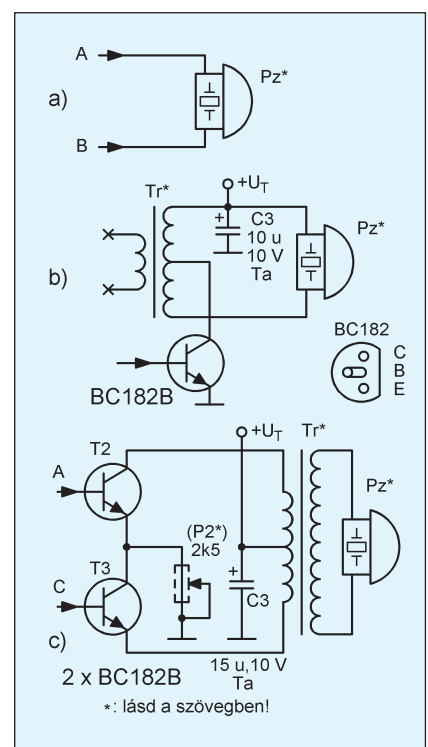
A kapcsolás az **1. ábrán** látható. Tücskünk a 13...35 °C fokos tartományban hajlandó zenélni. Ez hasonlít az igazi tücsök viselkedésére: hidegben másra tartalékolja az energiáját, forróságban visszahúzódik a normális esetben rezonátornak használt üregébe.

Nem szeretjük a termisztort, mégis használjuk

A hőmérséklet mérésére szolgáló eszköztől az adott hőmérsékleti tartományban nagy érzékenységet várunk. Ezt legegyszerűbben egy NTC termisztoros feszültségosztóval érhetjük el, de ennek ára van. A termisztor erősen nemlineáris eszköz. Linearizálhatjuk egy megfelelően méretezett párhuzamos ellenállással, ami valójában S alakú karakterisztikát eredményez, és ez jól választott inflexió pont esetén kisebb hibával közelíthető egyenessel, de csökkenti az érzékenységet, vagy táblázatba foglalhatjuk eszközünk valódi (névleges) görbéjét. Egyes gyártók ezt már megtették helyettünk. A szűk hőmérséklettartomány megengedné, hogy ezt a táblázatot közelítsük lineárisan, kalibrálás nélkül.



1. ábra



2. ábra

A közelítő egyenes elő is állt, mégsem használtuk fel, mert van egy bökkenő: van a mérésben még egy nemlinearitás. A (változó ellenállású) termisztort egy feszültségosztó egyik (itt éppen felső) tagjaként használjuk, így az osztásarány nevezőjében megjelenik a termisztor ellenállása is, mi pedig éppen ezt az arányt tudjuk közvetlenül mérni. Marad a táblázatos megoldás. „2-es típusú”, kifejezetten hőmérsékletmérésre kifejlesztett szabványos 10 kohmos termisztort használunk (az itt Th pozíciójelű eszközt a neten „10K-2” jelöléssel találjuk meg, a T-R karakterisztikáját leíró táblázattal együtt). Ennél a típusnál a gyári táblázat szerint a megadott hőmérséklettartományban a két szélső érték kb. 17,4 és 6,54 kohm. Ha a feszültségosztó alsó tagja (R2) nagyobb a maximális ellenállásnál, akkor nem fordul elő a táblázat bemenőoldalán 512-nél kisebb érték, egy címbitet megtakarítottunk. (Az A/D átalakító felbontása 10 bit). Válaszunk 18 kohmot! (Ide 1%-os vagy még szűkebb tűrésű, esetleg válogatott ellenállás kell). 6,54 kohmmal kiszámítva az ADC értéket, 768-nál kisebb értéket ka-