

# Pontos LCD hőmérő MSP430-al

Gömöri Zoltán

<http://it-pro-hu.blogspot.com>

Ennek a cikknek a célja egy házi használatra alkalmas pontos ( $\pm 0,25\text{ °C}$ ) digitális hőmérő előállítás.

A szerkezet tervezésénél a következő szempontokat vettem figyelembe:

- Mikrokontroller alapú szerkezet legyen. Olyan eszközt akartam, ami később szoftverből akár módosítható, és esetleg utólagosan a hardver is bővíthető
- Viszonylag olcsó legyen az előállítása. Itt a viszonylagosan van a hangsúly. Nem tudok, és nem is akarok a távolkeletről származó a speciális céláramkört használó (szilícium tok nélkül a pnelra ragasztva, bekötve és beöntve) hőmérőkkel versenyre kellni
- Kalibráció nélkül is pontos legyen. Nincs igazán mihez kalibrálnom egy hőmérőt. A választott digitális hőszenzor a szobahőmérséklet körüli tartományban  $\pm 0,25\text{ C}$  maximális hibával dolgozik.
- Elemes tápellátással rendelkezzen. Ezért lehetőség szerint a szoftverben minden eszköz alacsonyteljesítményű üzemmódjait megpróbáltam maximálisan kihasználni
- Különbözőbb mechanikai reszelgetés nélkül dobozba szerelhető legyen.

Az elkészült eszközt beltéri használatra találtam ki. Ebből adódóan az alkatrészek egy része nem működő képes negatív hőmérsékleti tartományban való működésre és a szoftver sincs felkészítve erre.

## Felépítés

A hőmérő alapvetően négy részből áll:

- Egy I2C buszos nagy pontosságú digitális hőmérő. Itt a választásom a Microchip MCP9808-as eszközre esett.
- Egy 3,5 digitest 7 szegmens LCD kijelző, ami a hőmérséklet mellett a telep állapotáról is képes tájékoztatást nyújtani
- Egy I2C buszos LCD meghajtó. Ez az NXP PCF8576C tokja ami képes az előbbi statikus meghajtású (nem multiplexelt, minden szegmens külön láb) LCD-t kezelni.
- Egy a Texas Instruments MSP430-as szériába tartozó mikrokontroller (MSP430G2230). Ami az adott széria legkisebb lábszámú eszköze.

A szerkezet a fentiek alapján nagyon egyszerű felépítésű. Mind a hőmérő, mind a kijelző meghajtó az mikrokontroller I2C csatlakozására van kötve, minden egyéb nélkül.

## Alkatrészlista

Az 1-es ábrán lévő alkatrész listában szereplő árak tájékoztató jellegűek. A kalkuláció úgy készült, hogy a beszállítók webshop árait 10db hőmérőhöz szükséges alkatrészmenyiségből osztottam vissza. Ettől az 1db-hoz szükséges árak, valamint a bolt árai eltérnek.

## Csatlakozók

A hőmérő paneljét a normális működéshez kizárólag a telephez kell kötni. A telepen túli csatlakozók kizárólag a programozást és az esetleges további bővítés lehetőségét kínálják.

J1 (JTAG): Programozó interface.

1	TEST
2	RST
3	GND

J2 (I2C): Ezen az interface-en akár további külső eszközök is csatlakoztathatók

1	SDA
2	SCL
3	GND

J3 (Táp): A hőmérő tápellátása. 3V DC (2x AA elem)

1	VCC
2	GND

J4 (EXT): későbbi bővítésre használható csatlakozó

1	GND
2	P1.5
3	P1.2
4	VCC

## Építés/élesztés

A panelt a fehasznált SMD alkatrészek miatt (nem igazán találtam megfelelő DIP tokos alternatívát) elsősorban erre szakosodott szolgáltatóknál érdemes rendelni. Az SMD alkatrészek forrasztása némi gyakorlással elsajátítható. Az LCD panel beültetésénél három dologra oda kell figyelni:

1. Ne ejtsük le. A szerkezet üvegből van én sajna az első darabot így törtem el.
2. Az LCD az utolsó amit beültetünk. Még a teleptartó csatlakozóját is előtte kell bekötni, mert utána már nem férünk hozzá
3. Az LCD magasságát nem egyszerű beállítani, mert az alá kerülő csatlakozókon és/vagy alkatrészlábakon az LCD felül és így könnyen lehet ferdén beforrasztani.

Az áramkör élesztéséhez nem szükséges további műveletek elvégzése, a beforrasztás és a programozás után.

## Doboz

Doboznak a Dangerous Prototypes által tervezett és a Seeed Studio által gyártott „Sick of Beige” dobozok egyikét választottam (pontosabban a DP7043-as modellt). Az egyetlen módosítás az eredetihez képest, hogy a dobozhoz adott 8db távtartóból 4-et (a kicsit nagyobbakat) lecseréltem 20mm-esre, hogy a teleptartó elférjen. Az összerakás a következőképpen zajlik:

1. Az egyik akril fedőlapról lehúzzuk a védő papírt, és a hosszabb csavarokkal reerősítjük a 4db 5mm-es távtartót
2. A távtartókra felültetjük a beültetett panelt oly módon, hogy az LCD az akril lap felé álljon
3. rögzítjük a panelt a hosszabb távtartókkal (A programozást ebben az állapotban érdemes elvégezni, mert ekkor még hozzáférünk az EXT csatlakozó táplábaihoz)
4. lehúzzuk a védő papírt a másik akril lapról és kétoldalas ragasztóval hozzárögzítjük a teleptartót.
5. A második akril lapot a rövidebb csavarokkal rögzítjük a távtartóhoz.

### **Programkód működése**

A program a következő részekből áll:

Ütemező: A WDT másodpercenként kb. 3-szor felébreszti a processzort, ekkor a szoftver megnézi, hogy kell-e valamit csinálni, ha nem akkor a processzor visszameg alvó módba (helyzettől függően LPM0-ba, vagy LPM3-ba). Egy teljes mérési ciklus 180 WDT ciklusból áll, ami esetünkben azt jelenti, hogy kb. 1 percenként zajlik egy mérés

Mérés: Az ütemező minden 0-ás ciklusánál zajlik a mérés előkészítése. Ez abból áll, hogy a program a hőmérőt az I2C buszon keresztül aktív módba kapcsolja. Az ütemező 1-es ciklusánál zajlik a mérés maga. Ekkor a program kiolvassa a hőmérő értékét, kikapcsolja a hőmérőt (shutdown mód), a kiolvasott értéket, konverzió után kiküldi a kijelzőre.

A telep ellenőrzése:

A telepfeszültség ellenőrzése a hőmérséklet méréssel (ütemező 1-es ciklus) párhuzamosan történik. A mérés elején a program bekapcsolja az AD konvertert és az AD konverter referenciáját. A mérés végén pedig elindít egy egyszeri AD konverziót (az AD konverter bemenete a tápfeszültség felére a referencia pedig 2,5V-ra van kötve). Az 1-es ciklus végén az ütemező nem LPM3-as módba, hanem LPM0-ba kapcsolja a processzort, hogy az AD konverzió folytatódni tudjon. A konverzió végén az AD konverter felébreszti a processzort és a konverzió eredménye tárolásra kerül.

A következő mérési ciklusban a tápfeszültség értékétől függően a kijelzőn bekapcsolásra kerül a LO BATT jelzés.

Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a merülő telep jelzése kb. egy perc késleltetéssel kerül a kijelzőre, de ez a működés szempontjából zavart nem okoz.

### **Programozás**

A programozás ugyanúgy zajlik, mint ahogy a korábbi „Frekvenciamérő MSP430-al” cikkemben megjelent. Az ismétlések elkerülése végett, ezt itt nem írom le újra.

**Irodalomjegyzék:**

Texas Instruments MSP-EXP430G2 LaunchPad Experimenter Board User's Guide:

<http://www.ti.com/litv/pdf/slau318c>

Texas Instruments MSP430G2x32, MSP430G2x02 Mixed Signal Microcontroller DataSheet:

<http://www.ti.com/lit/gpn/msp430g2230>

Texas Instruments MSP430x2xx Family User's Guide:

<http://www.ti.com/litv/pdf/slau144i>

Microchip MCP9808 datasheet:

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/25095A.pdf>

NXP PCF8576C datasheet:

[http://www.nxp.com/documents/data\\_sheet/PCF8576C.pdf](http://www.nxp.com/documents/data_sheet/PCF8576C.pdf)