

Ezer forintos frekvenciamérő

Gömöri Zoltán

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

Ebben a cikkben egy egyszerű, olcsó digitális frekvenciamérőt ismertetek. Tervezésénél az elsődleges szempont az alkatrész költség volt, így a panel előállítási költségét leszámítva egy 1000Ft-ot alig meghaladó műszer lett az eredmény.

A frekvenciamérő határfrekvenciája kb. 16MHz. A mikrokontroller adatlapja szerint minimum 20ns szélességű impulzus szükséges a számláló meghajtásához.

Felépítés

A frekvenciamérő leleke egy Texas Instruments MSP430-as szériába tartozó mikrokontroller (MSP430G2202). A számlálási feladatokat a mikrokontroller beépített számlálója végzi el amit egy 1 Hz-es időalap kapuz. A megjelenítő 8db 7 szegmenses közös katódú multiplex meghajtású kijelzőből áll. A 7 szegmenses dekkóderként a mikrokontrollerben futó program került alkalmazásra, a multiplex meghajtást pedig egy 3/8-as bináris dekkóderen (74HC238) keresztül a katódokra kötött NPN tranzisztorok adják.

Az időalap egy 4.194304 MHz-es PIERCE kvarc oszcillátorból és egy 2^{22} -diken bináris osztóbl áll. Az oszcillátor a 74HC4060 beépített kapuiból került megvállósításra valamint ez az áramkör ad a szükséges osztásból 2^{14} is. Így a 74HC4060-as 3. lábán 256Hz-es jel jelenik meg amit egy 74HC4520-s bináris számláló tovább oszt 1Hz-es jellé.

Alkatrészlista

Az 1-es ábrán lévő alkatrész listában szereplő árak tájékoztató jellegűek. A kalkuláció úgy készült, hogy a beszállítók webshop árait 10db frekvenciamérőhöz szükséges alkatrészmenyiségből osztottam vissza. Ettől az 1db-hoz szükséges árak, valamint a bolt árai eltérnek. Az kijelző digit meghajtására használt MPSA43 tranzisztorok bármilyen kisteljesítményű NPN tranzisztorral helyettesíthetőek (pl. BC182).

Csatlakozók

A frekvenciamérő a külvilághoz a következő csatlakozókkal köthető:

J1 (JTAG): Programozó interface.

1	TEST
2	RST
3	GND

J2 (Bemenet): A frekvenciamérő CMOS jelszintű bemenete

1	IN
2	GND

J3 (Táp): A frekvenciamérő tápellátása. 3,3V-3,6V

1	VCC
2	GND

J4 (Kalibráció): Ide köthetőek a kalibráció idejére a különböző értékű kondenzátorok anélkül, hogy be kellene forrasztani őket.

J5 (Külső órajel): Erre a csatlakozóra lehet kötni az esetleges külső időalapot. Ezen túl itt megjelenik a belső időalap 1Hz-es jele is. Ha a belső időalapot használjuk akkor az 1-2-es lábat egy átkötéssel össze kell kötni. Ha külső időalapot akarunk használni akkor azt a 2-3-as lábra kell kötni.

1	INT CLOCK
2	EXT CLOCK
3	GND

Építés/élesztés

A panelterv a könnyű házi megépíthetőség érdekében egyoldalásra készült. Miután az alkalmazott kijelző moduloknak az alsó és felső élein vannak a kivezetései, a kijelzők alá jelentős számú átkötés került. A megépítés során figyelniünk kell arra, hogy ezek az átkötések a kijelzők előtt kerüljenek beforrasztásra. A megépítés során abban az esetben, ha a műszert kalibrálni szeretnénk a C1-C3 pozíciószámú kondenzátorok nem kerülnek beforrasztásra. Fel kell még hívnom arra a figyelmet, hogy az IC1-es jelzésű mikrokontroller a többi integrált áramkörhöz képest 180 fokkal elforgatva szerepel az áramkörben, mert a láb kiosztás a panel tervezése szempontjából így volt kedvezőbb.

Kalibráció

Ha a megépítés során nem forrasztottunk semmit a C1-C3 pozíciószámú kondenzátorok helyére, akkor az eszköz kalibrálható. A kalibrációhoz vegyük le a J5-ös konnektor 1-2-es lábán lévő összekötést és a J5-ös konnektor 2-3-as lábára kössük a kalibráló 1Hz-es referenciajelet. A bemenetre (J2 1-es láb) kössük a kvarcoszcillátor kimenetét ami az IC3 9-es lábán található. A J4-es kalibrációs csatlakozóra kötött különböző pár pikofarados kondenzátorral (vagy trimmerrel) az oszcillátort pontosan 4 194 304 Hz-re kell beállítani. Ha sikerült beállítanunk a pontos értéket, akkor ezt akár több darabból összerakva beforraszthatjuk a C1-C3-as pozícióra. Ezt a kalibrációs metódust azért választottam, mert az így felhasznált kondenzátorok olcsóbbak mint egy trimmer, valamint jobb az idő- és hőfokstabilitásuk.

Programkód működése

A frekvenciamérő programja alapvetően két egymástól függetlenül futó részből áll.

A mérés a következőképp zajlik:

A mikrokontroller számlálója folyamatos üzemmódban fut és számolja a bemenetre érkező mérendő jelet. Amikor a számláló eléri a 65536-ot túlcscordul és megszakítást generál. Ez a megszakítás 65536-al növeli a long típusú szoftver számláló értékét – ezzel a módszerrel ki tudjuk terjeszteni a 16 bites számlálónkat 32 bites-re annélkül hogy újabb számlálót kelljen igénybevennünk.

Az 1Hz-es időalap a számláló capture bemenetére van kötve. Az időalap minden felfutó éle egy regiszterbe menti a számláló aktuális értékét és megszakítást generál.

Ez a megszakítás végzi el a frekvencia kiértékelését oly módon, hogy a szoftver számláló értékéhez hozzáadja a capture regiszter aktuális értékét és levonja belőle a capture regiszter előző mérési ciklusban eltett értékét.

Amint a frekvencia kiszámításra és tárolásra került, törli a szoftver számláló értéket, elmenti a capture regiszter értékét a következő mérési ciklus részére, majd a mért frekvenciát átkonvertálja a kijelzőnek megfelelő formátumra (BCD).

A kijelzés:

A kijelző meghajtása a főprogramban található végtelen ciklusban zajlik. Ez a ciklus késleltetésekkel végigmegy a 8 kijelző modulon és a mérés során eltárolt kijelzendő számokat egyesével kirakja a kijelzőkre.

Programozás

A programozáshoz pl. a Farnell-nél (vagy a Texas Instrumentsnél) beszerezhető MSP430 Launchpad (kb. 1500Ft) használható (ha launchpadet nem akarjuk másra használni mint a cikkben szereplő frekvenciamérő programozására, a csomag tartalmaz egy MSP430G2452-es és egy MSP430G2553-as mikrovezérlőt, melyek közül bármelyik használható az áramkörbe tervezett MSP430G2202 helyett, mert lábkompatibilisek és jóval nagyobb tudásúak az itt szükségesnél).

A programozáshoz két módszer áll rendelkezésünkre. Az egyik, hogy a programozandó mikrovezérlőt a launchpad foglalatába helyezzük és így programozzuk fel, a másik, hogy a launchpadről eltávolítjuk a TEST és az RST összekötést és a Launchpad TEST, RST és GND lábát rákötjük a frekvenciamérő JTAG (J1) csatlakozójára. Ebben az esetben a Launchpadet mint in-circuit programozót/emulátort használhatjuk.

A mikrokontroller programozásához (és a fejlesztéshez) én a Launchpadhez ingyenesen letölthető Texas Instruments Code Composer Studio-t használtam. Aki nem akar fejleszteni, csak a kész programkódot akarja a mikrokontrollerbe letölteni, annak nem feltétlenül szükséges feltelepítenie a (mintegy 1,5GB-os) CCS-t, hanem válogathat az interneten ingyenesen letölthető programozó szoftverek között. Itt a teljesség igénye nélkül felsorolok néhányat:

- Uniflash Standalone Flash Tool for Code Composer Studio IDE (<http://www.ti.com/tool/UniFlash>)
- MSPFET - FREE MSP430 flash programming utility (<http://kurt.on.ufanet.ru/>)
- Elprotronic FET-Pro430 Lite Software (<http://www.elprotronic.com/files/FET-Pro430-Lite-Setup.zip>)

E három közül én jelenleg az utolsót használom a programozáshoz.

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/msp430g2202>

Texas Instruments MSP430x2xx Family User's Guide:

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