

Mikrovezérlős időzítő egység az optikai finomtapintóhoz

König Imre villamosmérnök, imrrex@gmail.com

A feladat a *Rádiótechnika 2019-es évkönyvében szereplő Optoelektronikai TTP c. cikk T moduljának egyetlen mikrovezérlővel történő helyettesítése, amely lehetőségre a cikkben is történt utalás. A B modult is integráljuk. A célt részben hardverrel, részben szoftverrel érjük el. A működés szempontjából kritikus analóg bemeneti áramköröket (A és K modul) változatlan formában megtartjuk.*

A funkciók összefoglalása, hardverválasztás

Azonnal látjuk, hogy a feladatban van egy kritikus késleltetés, itt a jelút csak hardvert tartalmazhat, és van nagyon sok időzítés, melyek közül egynek a pontossága sem kritikus. Így a belső oszcillátor használható, és szabadon választhatunk a hardveres és a szoftveres időzítés között.

A feladatok részletezve:

- A jelkondicionáló áramkör három kimenete közül bármelyik **H** szintre váltásakor pergésmentesített kimenet biztosítása, minimális késleltetéssel (3 bemenet, 1 kimenet, egy pergésmentesítés). Az eredetiben ez a kimenet nem pergésmentesített. Bár a nem pergésmentesített kimenetet is elérhetővé tehetnénk, a felfutó él pergésmentesítésének néhányszor 10 ns-os járulékos késleltetése mellett ez nem indokolt. A pergésmentesítés lefutó élre is működik, de ott kb. 20 ms késleltetést okoz. A felhasználás ezt megengedi.
- Reléműködtetés (1 kimenet), változó időzítések.
- A mozgásérzékelő jelének felhasználása a rosszkor történő reléműködtetés megakadályozására (1 bemenet), a kimenet nem hagyja el a mikrovezérlőt.
- Külső nullázási lehetőség (1 bemenet). Szándékosan kerüljük az eredeti kapcsolásban használt reset megnevezést, mert a mikrovezérlő nem indul újra, csupán egy hosszú re-

léműködtetési ciklust kezdeményez. A szövegben több helyen használt „reléműködtetés” szó a nullázással azonos jelentésű: a működő relék zárt kontaktusa aktiválja az optikai rendszer alapállapotához tartozó referenciaszintet biztosító áramköröket.

- A tapintás megtörténtének akusztikus jelzése (1 kimenet, 1 fix időzítés, 1 jumper bemenet).

Összeadás után (táp, nulla, azaz +2 láb) kiderül, hogy a 8 lábú kivevés, a 14 lábúból 3 láb üres marad. A hardveres pergésmentesítés igénye 2 db CLC és egy darab HLT. Még 2 timer2 jellegű számlálót használunk különböző időzítésekhez. A rövid nullázást és az azt követő biztonsági szünetet timer1 időzíti két compare módú CCP segítségével. A két hárombájtos SMT kiszolgálhatja a hosszú idejű időzítéseket. A három HLT és az SMT miatt a választott típus a PIC16F1615. Ebben négy CLC van, ami a megoldás szempontjából kedvező. Analóg bemeneteink nincsenek, így a láb kiosztás szinte tetszőleges lehet. A program az **1. ábrán** látható kapcsoláshoz készült.

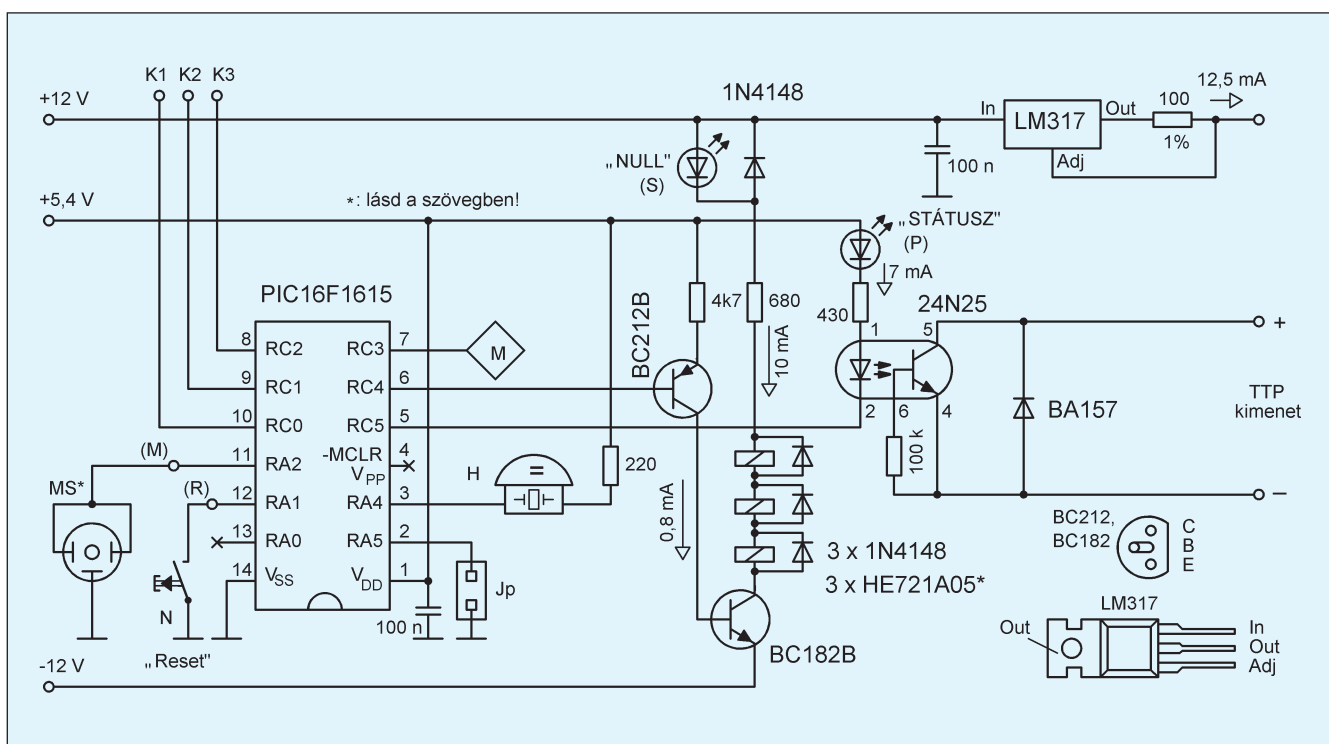
A környezetet érintő változtatások

Az 1. ábrán az is látható, hogy az egyszerűsítés jegyében a mikrovezérlővel nem helyettesített részekben is történtek változások az eredeti áramkörhöz képest. A mikrovezérlő szokásos tápfeszültsége 5 V, az analóg áramkör tápfeszültsége az eredeti változatban 6 V, aminek túlzott csökkentése hátrányosan érinti a működési sebességet. Annak érdekében, hogy ne kelljen kétféle pozitív tápfeszültség, kompromisszumos megoldás született: a pozitív tápfeszültség 5,4 V, amit egy LM317-es stabilizátor állít elő a nyers +12 V-ból. Ez az érték a mikrovezérlő specifikációján belül van. A pozitív tápfeszültségre kötött zümert ezért aktív eszköz közbeiktatása nélkül hajtja. Az áramköréből kimaradt jumper a mikrovezérlő egyik bemenetére került át. Ennek oka később kiderül. A három jelfogótekerics sorba van kötve, meghajtásukról az eredetivel hasonló áramgenerátoros megoldás gondoskodik. Egyszerűsödött a *TTP* kimenet: a mikrovezérlő katódban hajtja a kimeneti optocsatoló diódáját és a vele sorba kapcsolt fordított működésű (tapintáskor kialvó) „STÁTUSZ” LED-et. A FET kimenet és a tapintáskor aktív LED lehetősége megszűnt, hiszen a jelenleg gyártott koordinátamérőgépek, szerszámgépek elektronikája csak a fenti működésmódot értelmezi.

Az analóg áramkör tápfeszültsége az eredeti változatban 6 V, aminek túlzott csökkentése hátrányosan érinti a működési sebességet. Annak érdekében, hogy ne kelljen kétféle pozitív tápfeszültség, kompromisszumos megoldás született: a pozitív tápfeszültség 5,4 V, amit egy LM317-es stabilizátor állít elő a nyers +12 V-ból. Ez az érték a mikrovezérlő specifikációján belül van. A pozitív tápfeszültségre kötött zümert ezért aktív eszköz közbeiktatása nélkül hajtja. Az áramköréből kimaradt jumper a mikrovezérlő egyik bemenetére került át. Ennek oka később kiderül. A három jelfogótekerics sorba van kötve, meghajtásukról az eredetivel hasonló áramgenerátoros megoldás gondoskodik. Egyszerűsödött a *TTP* kimenet: a mikrovezérlő katódban hajtja a kimeneti optocsatoló diódáját és a vele sorba kapcsolt fordított működésű (tapintáskor kialvó) „STÁTUSZ” LED-et. A FET kimenet és a tapintáskor aktív LED lehetősége megszűnt, hiszen a jelenleg gyártott koordinátamérőgépek, szerszámgépek elektronikája csak a fenti működésmódot értelmezi.

A kondicionált tapintásjelek feldolgozása

A feladatot a kimenet felől közelítjük meg. A kontaktust az optó tranzisztorra testesíti meg, vagyis annak tapintáskor le kell zárnia. A dióda tehát ekkor nem világíthat, vagyis az IC kimenete tapintáskor magas legyen. Ehhez iga-



1. ábra

zodik a következő megoldás. A három csatorna ponált logikai szintű jelét a mikrovezérlő három bemenete fogadja. A kimenet minimális késleltetése érdekében a „tapintás” jel egy 3 bemenetű VAGY kapunak konfigurált CLC kimenetén áll elő. Ez helyettesítené az eredeti áramkör elsődleges kimenőjelét, de inkább a pergésmentesített változatot használjuk fel. Az itt alkalmazott megoldásban ez csupán 10 ns nagyságrendű további jelkésleltetést okoz, ami elhanyagolható. A gyári mérőgépek általában az első élnél eltárolják az adatokat, de a pergésmentesítés semmiképp sem káros, és néhány funkció egyértelműsítése érdekében a belső logika számára szükséges is. A pergésmentesítés újraindítható monostabillal történik. A célnak közvetlenül megfelelő hardver egység a mikrovezérlőben nincs, ezért néhány meglévőből alakítjuk ki. A második CLC-t D tárolónak használjuk úgy, hogy a 3 bemenetű VAGY kapu (az első CLC) kimenetének $L \rightarrow H$ átmenete bebillenti (A D bemenet fix H szintű), és a kapu kimenetén fellépő lefutó él hatására nulláról induló,

magas szint hatására törlődő HLT lejárati (tmrx=prx) kimenete törlődik. Egyidejűleg a számláló ON bitje is törlődik, vagyis új tapintás előtt (mivel ennek időpontja nem ismert, célszerűen rögtön a pergésmentesítési idő, esetleg az azt követő nullázási periódus lejártá után) új engedélyezés szükséges. A pergésmentesítő áramkörnek ez az egyetlen rendszeres kezelési igénye. Amikor a bemenőjel felfut, a tároló bebillen. Ha van pergés a felfutó élen, akkor elindul a számláló, de amint a jel magas szinten stabilizálódik, törlődik és úgy is marad, amíg egy lefutó él el nem indítja. A visszazárási tranzienst minden magas szint törli. Az utolsó lefutó él után nincs további magas szint, így a beállított késleltetési idő után a számláló lejár, és lejárati kimenete törlődik a D tárolót. A pergésmentesítésnek az a haszna, hogy a zümmer nem kap hamis indító impulzust visszazáráskor és hogy a tapintás utáni nullázás biztosan a tökéletes visszazárást követően kezdődik. A zümmer és a tapintás utáni nullázás időzítésére is hardveres számlálókat használunk. Timer 1-et a CLC2 kime-

net lefutó élének hatására indítjuk, a két CCP 100 ill. 120 ms-ra van beállítva. Indításkor indul a nullázás is. CCP1 befejezi a rövid nullázást, CCP2 ismét engedélyezi a mozgásérzékelő figyelmét, ld. később.

A zümmer kezelése

A pergésmentesített tapintásjel felfutó éle indítja, időtartama 100 ms. Az időzítés az egyik timer2 típusú számláló/időzítőre épül. A szokásos 5 V-os piezozümmer az RA4 kimenet portvonalra és a táp közé köthető. A kapcsolási rajzon szereplő 220 ohmos előtétellenállás a hangerő beállítására szolgál. Az eredeti kivitel 1 uF-os kondenzátorát azonban a mikrovezérlő nem díjazná. Elhagyása csak az elhalkuló effektet szünteti meg. A zümmer még egy funkciót kapott: Abban a ritka és könnyen elkerülhető esetben, amikor nullázás közben indul el a mérés, a mérési eredményt célszerű érvényteleníteni, bár ebben az esetben a fő baj az, hogy a nullázás nem alapállásban fejeződik be, ami a következő mérési eredményt használhatatlanná teszi. Erre a

zümmer folyamatos hangjelzéssel figyelmeztet. Ilyenkor a tapintást meg kell szüntetni és mindenképp csak utána meg kell nyomni a nullázó gombot! Ennek hatására hosszú nullázó ciklus kezdődik, melynek befejeztével a zümmer elhallgat. Amíg a zümmer szól, nem történhet újabb (érvényes) tapintás. A zümmer kétféle felhasználása miatt a tapintáskori hangjelzést nem tilthatjuk a zümmer áramkörének jumperes megszakításával. A mikrovezérlő egyik bemenetére áthelyezett jumper úgy tudja tiltani a tapintás akusztikus jelzését, hogy a hibajelzés lehetősége megmarad.

Nullázás

A szövegben következetesen a nullázás szót használjuk a régi reset helyett. Mint már említettük, ennek az az oka, hogy a mikrovezérlő nem indul újra a gombnyomás hatására, az elsődleges funkció pedig az optikai egység nullpontvándorlásának a kompenzálása, vagyis egyfajta nullázás. Természetesen ennek időzítését újra kell indítani. A nullázás csak alkalmas időpontokban végezhető. A nullázó kimenetnek az erre szolgáló illető áramkörtől keresztül három relét kell meghajtania.

Nullázni kell:

- Bekapcsolás után. Ilyenkor a húzva tartás ideje legalább 600 ms.
- Külső parancsra a nullázó gomb nyomva tartásának teljes időtartamára és az elengedést követő további legalább 600 ms-ig (hogy a nullázó gombbal párhuzamos kime-

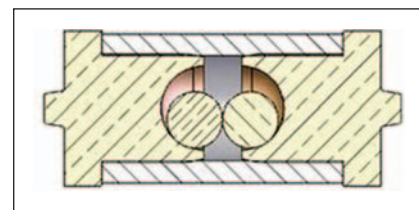
net folyamatosan húzva tartsa a jelfogókat, illetve hogy pillanatnyi gombnyomás is legalább 600 ms-os nullázó ciklust eredményezzen)

- Tapintást követő „visszazárás” után a mozgásérzékelőtől függetlenül
- 40 s-onként, ha kizáró ok nem áll fenn.

Nem szabad nullázni:

- Tapintás alatt. Ez nyilvánvaló.
- Közelítő mozgás közben, mert bármikor bekövetkezhet a tapintás. Ez egy problémás feltétel, mert a mozgásérzékelő nem tudja az irányt. Az egyetlen támpontunk az, hogy a visszazárási pergést közvetlenül követő időszakban a tapintófej még biztosan nem közeledik újra. Így ha garantálható, hogy a pergésmentés lejárt és egy új tapintás bekövetkezése között legalább egy nullázásnyi idő telik el, ilyenkor a mozgásérzékelő jelétől függetlenül nullázhatunk. A program pontosan ezt teszi. (Abban az esetben, amikor fordított az események sorrendje, vagyis már folyamatban levő nullázás közben indul a mozgás, a nullázás megszakítása védelmet nyújt).

Ennek megfelelően a jel a rendszer felállása után 1 s-ig aktív, utána 40 s-os időzítés indul, amit a mozgásérzékelő bármelyik éle – azaz mind a kontaktusbontáskor keletkező felfutó, mind a záráskor keletkező lefutó élek – nulláznak. Ha lejárt, a kimenet 100 ms-ig ismét aktív. Még egy jel, a HLT kimenet szól bele az időzítésbe: megjelenése 100 ms-os ak-



2. ábra

tív szintet és számlálótörést eredményez. Ezalatt távolodó mozgást feltételezünk és a mozgásérzékelő jelét nem vesszük figyelembe.

Nem mindenkinek van lehetősége elkészíteni az eredeti cikkben leírt mozgásérzékelőt. Az ő számukra a Signalquest cég SQ-MIN-200 típusú MINIMELF méretű (Ø1,95×3,6 mm) rezgésérzékelőjét ajánljuk. A sajátos, kétgolyós kontaktuselrendezés hosszmetését a 2. ábra mutatja, az adatlapja a netről letölthető. Tudomásunk szerint ezt az eszközt a ChipCAD forgalmazza.

Beépítettünk egy kis biztonságot arra a valószínűtlen esetre, ha a mozgásérzékelő meghibásodna: a hardver mindenképp tiltja a nullázás megkezdését a tapintás ideje alatt, a szoftver pedig hibajelzéssel díjaz minden olyan tapintást, ami nullázás közben vagy az azt követő 5 ms-on belül történik. (Az 5 ms a jelfogók feltételezett ejtési ideje.) Megjegyezzük, hogy továbbra is a mozgásérzékelő az elsődleges, ugyanis extrém lassú ütközésnél a nullázás jelentősen eltolhatja a mért tapintási helyzetet, így helyesebb megakadályozni a rosszkor történő nullázást, mint utólag felismerni azt.

A program további részletei a Rádióvilág Kft honlapján elhelyezett forrásfájlból olvashatók ki.

RÁDIÓTECHNIKA

Ha legalább fél évre előfizet a lapra,
akkor 1 lapszámot ingyen küldünk Önnek!

2

1 lapszám ára előfizetésben 1450 Ft – standon 1750 Ft.

(+36 1) 239-4932/36 m. 239-4933/36 m. 1550 Budapest, Pf. 123 hambazar@radiovilag.hu