

# Érintkezős tapintófej, infravörös státuszátvitellel

Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

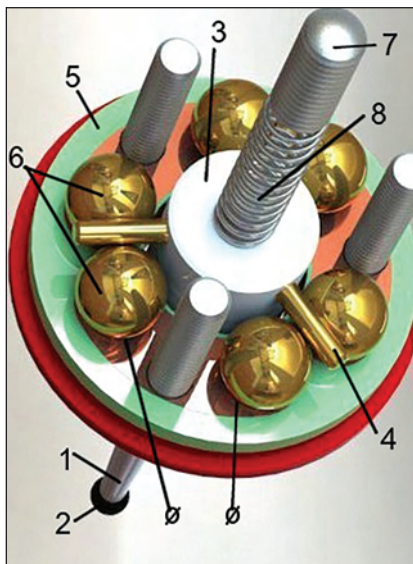
David R. McMurty 1972-ben dolgozta ki azt az azóta Touch-Trigger Probe (TTP) elnevezésű kontaktusbontásos tapintófejet, amire a mára nagyhírű Renishaw céget alapozta. A szabadalom régen lejárt, így már ketten is gyártanak hasonló elvű szerkezeteket: boldog és boldogtalan. Az elv frappáns és annyira egyszerű, hogy házilag is reprodukálható. Sőt, a méregdrágán megvásárolható gyári rendszerek IR-státuszátviteli funkciója fillérekből megvalósítható!

A feltaláló eredetileg koordinátamérőgépekhez szánta a TTP-t, amely funkciójában máig használatos. Kiszárvátva CNC szerszámgépekre szerelve munkadarab-felületek, szerszámpozíciók beállítására is szolgál, gyakran kocka alakú tapintócsúccsal. Jelen írásom is egy szerszámgépes alkalmazáshoz készült elektronikát mutat be; a saját készítésű tapintót és a teleses táplálású adóegységet egy ISO-40 meredekkúpra erősített házba építettem be.

A mérőfej feladatkörét, működését az [1]-ben már részleteztem és a neten számos honlap foglalkozik vele, sokban házi készítésű példányt is bemutatva. A következőkben röviden leírom a működését. Az 1. ábrán egy, a golyós/görgős érintkezőrendszert ábrázoló szemléletes grafikát láthatunk a tapintófej szerkezetéről.

A konkrét feladat: a szerszámgép szánjainak pozícióját abban a pillanatban kell beolvasni, amikor az 1 mérőszár végén levő, nagy alakhűségű 2 műrúbin vagy kerámia tapintógömb megérinti a munkadarab kiszemelt pontját. Ehhez a tapintófejnek státuszjel kell adnia a három (X, Y, Z) digitális mérőlécezt leolvasó elektronikus egység számára, hogy mentse el a pillanatnyi koordinátaértékeket. Ezt a státuszjelet egy nyugalmi állapotban zárt áramkör megszakítása jelenti. Mivel a szánok lassú mozgásban vannak, nagyon lényeges a státuszjel minél kisebb késéssel történő érzékelése.

A tapintószár a 3 fémtömbbe ágyazott szigetelt hüvelyben van (általában) cserélhetően rögzítve. A tömbbe sugárirányban, 120°-os szögosztással 3 db ke-



1. ábra

mény felületű 4 fémgörgőt sajtolnak. Az ábráról hiányzó tapintóház belsejében, ahhoz szilárdan rögzítve foglal helyet az 5 szigetelőgyűrű, amelybe szintén 120°-os osztással 6 keményfémgolyópárokat ágyaztak. A 3-4 szerelvényt a 7 állítócsavarral beállítható nyomóerejű 8 rugó szorítja a golyók közé úgy, hogy a görgők összesen hat pontban érintkeznek azokkal. Ez hat villamos kontaktuspárt jelent, miközben a tömb – ezzel a tapintógömb – térbeli helyzete rendkívül szabatosan, nagy visszaállási pontossággal definiált (a hat igen korrekt felfekvési pont a tapintógömb mind a hat szabadságfokát elveszi). A golyók kis vezetődarabokkal össze vannak kötve úgy, hogy a golyópárokat rövidre záró görgőkkel együtt egy hat bontókontaktusból álló soros hálózatot alkossanak. Amennyiben a tapintógömböt

bármely irányból, a tengelyirányú húzást kivéve, akár csak 1 μ-nál kisebb mértékben is elmozdítjuk, valamelyik görgő kiemelkedik a golyók közül, és az áramkör megszakad. Villamos szempontból tehát egy nyugvóáramú kapcsolóról van szó, ami az érintés pillanatában megszakítja azt az áramkört, amibe beiktatták.

A Renishaw gyártmányválasztéka pl. a [2] alapján áttekinthető.

A CNC gépek főorsóba befogható tapintónk természetesen kábelben keresztül nem továbbíthatja a kontaktusbontást, mint státuszjelet. Az elterjedt megoldás szerint erre infravörös LED-ek szolgálnak, amelyek jeleit a közelben telepített IR-vevő érzékeli. (Léteznek RF jelátviteli megoldások is, de most nem erről lesz szó.) Mivel az ilyen rendszereket aranyáron kínálják a gyártók, elhatároztam, hogy magam tervezek és építek meg egyet. A finomechanikai egység elkészítése komoly gyakorlatot és nagy precizitást igényel. Erről a következőkben nem lesz szó; az áramkörü felépítésre helyezem a hangsúlyt.

A berendezés prototípusa az ezredforduló tájékán készült, így az áramkörei a mai szemmel nézve talán nem a legkorszerűbb elvek alapján épülnek fel. Nagy előnye volt – és ez ma is érvényes –, hogy az egyszerű, üzembiztos konstrukció könnyen beszerezhető áramkörü elemekből áll, amelyekhez talán manapság sem probléma hozzájutni; nagy részük a fiókból is előkeríthető. Ha lehetőségem nyílik rá, a későbbiekben be fogom mutatni a rendszer egy jóval modernebb, mikrokontrollereken alapuló változatát.

## Működés

### A mérőegységbe telepített IR-adóáramkör

A teleses táplálású adóáramkörnek alapvetően a következő feltételeket kell kielégítenie:

1. legyen egyszerű, viszonylag csekély helyigényű és lehetőség szerint alacsony fogyasztású,
2. az alacsony fogyasztás ellenére az IR LED-ek sugározzanak folyamatosan, hogy a vevőegység állandóan ellenőrizhesse az összeköttetés meglétét,
3. a stabilitása a telep feszültségének csökkenésével, ill. a környezeti hőmérséklet kis változásaival szemben megfelelő legyen,
4. olyan modulációt használjon, ami az érintkezőstátusz megváltozására 0,1 ms-on belül reagál,
5. a forgó adófej jelét a pillanatnyi szöghelyzetétől függetlenül biztonságosan lehessen venni,
6. ha a telep feszültsége a megengedett alsó határra csökken, erről valamilyen módon értesítse a vevőegységet.

Az 1. feltételt zömmel felületszerelt panellel teljesítettem. A 2. kritériumnak az IR-adóknál, távvezérlőknél megszokott módon, kis kitöltési tényezőjű impulzussorozattal meghajtott IR-LED-ekkel tettem eleget.

A 3. feltételt két, egymást kölcsönösen, ciklikusan indító monostabil multivibrátorból felépített impulzuszgenerátorral teljesítettem. Számos előzetes kísérlettel kiválasztottam azt az IC-t, amelynek monoflopjai a külső RC-taggal beállított kvázistabil idejüket a tápfeszültség és a hőmérséklet változásaira legkevésbé változtatják meg. A legjobbnak a 74LS221, nem újraindítható LSTL tok bizonyult. Bár az LSTL áramkörök névleges tápfeszültsége  $5 \pm 0,25$  V, a kísérleteim szerint ezek az áramkörök – több gyártó több példányát kipróbálva – 4,2...6,2 V közötti tápfeszültségtartományban vidáman működnek, miközben az 5 V-on mért impulzusszélességek 0,2%-nyit változnak, ami bőven megfelelő!

A gyorsan reagáló moduláció (4. feltétel) itt PWK (Pulse Width Keying; impulzusszélesség-billentyűzés), ami nagyon egyszerűen megvalósítható.

Az 5. feltételt a szokásos módon, a mérőfej kerületén egyenletes szögosztásban telepített IR-LED-ekkel biztosítottam.

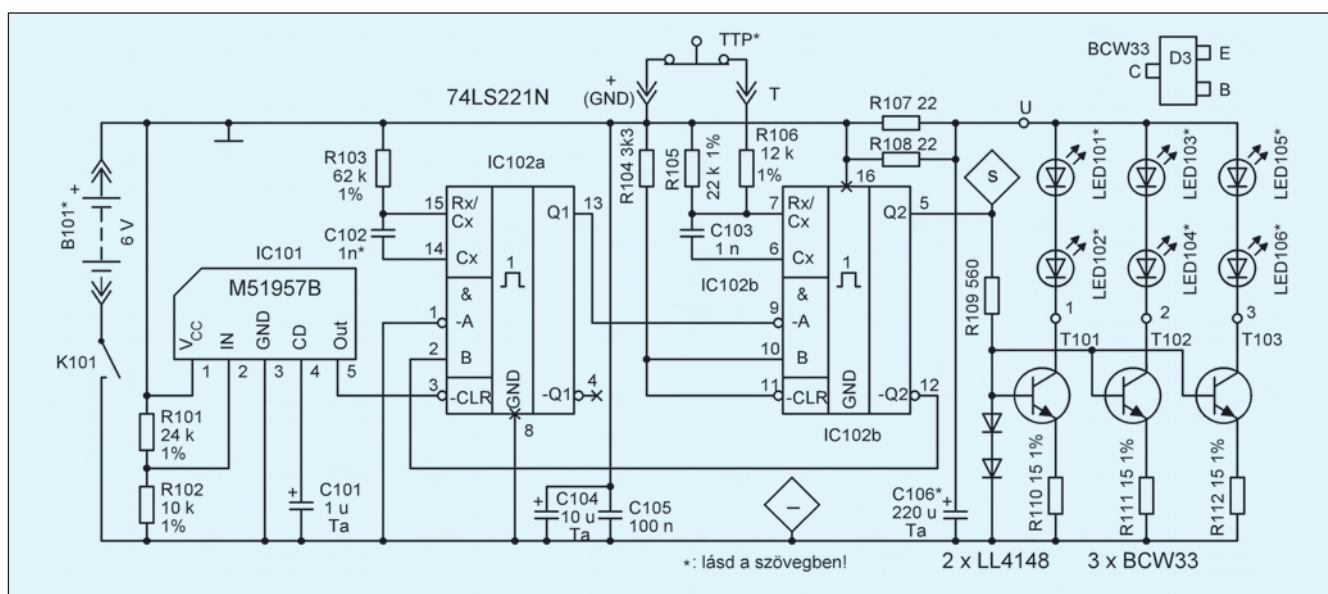
A 6. feltétel legegyszerűbben úgy teljesíthető, hogy a már nem biztonságos telepfeszültség-szintet érzékelvén, egy külön áramkör letiltja az infrásugárzást. Igaz, a vevőrendszernek az impulzusok folyamatos beérkezését detektáló áramköri egysége nem tesz kü-

lönbséget a leállított adó, ill. az esetleg akadályoztatott fénytől, de a felhasználó a hibajelzést észlelve, azonnal el tudja dönteni, hogy melyik a valószínűbb.

Az az első pillanatra nyilvánvalónak látszó, pofonegyszerű elv, ti. hogy a TTP egyszerűen megszakítja az IR-LED-ek folyamatos áramát, csupán az egyszerű, kis helyigényű felépítés igényének tett volna maximálisan eleget, a többi felsorolt feltételt nem tudta volna kielégíteni.

Az adóegység teljes kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. Az impulzuszgenerátor IC102a egységének kvázistabil idejét az R103, C102 tag 45 us-ra állítja be. Ez a monoflop indítja az IC102b-t. Utóbbi RC-tagjában két ellenállás (R105, R106) szerepel. Az R105 állandóan be van kötve, míg az R106-ot a TTP tapintófej kontaktusrendszerre kapcsolja az R105-tel párhuzamosan, amikor a tapintógömb nem érintkezik semmivel. A két párhuzamos ellenállás a C103-mal 5 us-os impulzusszélességet eredményez. Ennek lefutó éle ismét indítja az IC102a-t, így biztosítva az 50 us ismétlődési idejű, 1:9 kitöltési tényezőjű pozitív impulzussorozatot a Q2 kimeneten.

Amint a tapintócsúcs a mérendő ponthoz ér, a mérőfej belső kontaktusa megszakad, az R106 kiiktatódik, és az IC102b periódusideje azonnal 15 us-ra, ezzel a ki-



2. ábra