

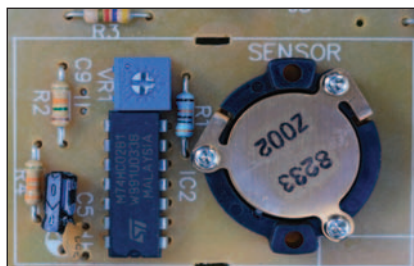
# Digitális vérnyomásmérő új szerepben?

Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

Nemrég hozzájutottam egy régi, SAMSUNG Model SBM-600M típusjelű, felkar-mandzsettás, kézi pumpálású digitális vérnyomásmérőhöz, ami ugyan üzembételesen, de a mérőrendszere és a vezérlő elektronikája működik. A szokásos árnyékolólemez kiforrasztása után láthatóvá vált a mérőjel-átalakító és közvetlen áramköri környezete (1. ábra). Az alkatrészek alapján nagyon hasonlóknak tűnt az áprilisi cikkben ismertettéhez, fel is vettem az inkriminált kapcsolási részletet (2. ábra felső rész). Tényleg nagyon hasonló a két áramkör, de ennek az  $f_0$  alapfrekvenciája a DYRAS-nál feltételezett (talán alaposan alábecsült?) 70 kHz körüli frekvenciánál egy nagyságrenddel magasabb! További különbség, hogy a kalibrálás nem szoftveres úton, hanem a képen is jól látható VR1 trimmerrel történik. Ebben a régi készülékben a mikrokontroller kivételével még minden alkatrész hagyományos, furatszerelt.

Erdemes megemlíteni a panel másik oldalára felforrasztott, 80 lábú (QFP-80, azaz felületszerelt) tokban elhelyezkedő mikrokontrollert: az SD42C1008-13 (IC1) 4 bites, LCD közvetlen meghajtására alkalmas, jó aritmetikai képességekkel rendelkező típus. A csipjén többek között 8 kiloszavas programmemóriát (10 bites szóhosszúságú ROM-ot v. EPROM-ot) és  $512 \times 4$  bites adatmemóriát is integráltak. A külvilággal 4 db 4 bites párhuzamos porton, egy soros porton, egy többvonalas interruptvezérlőn és az említett LCD-vezérlő felületen keresztül tartja a kapcsolatot. Három belső időzítője van; az egyik „csipogó” kimenettel is rendelkezik. A kontroller adatlapja pl. a <http://www.datasheetspdf.com/PDF/SD42C1008/511281/6> szájról letölthető.

A nyomásjel-átalakító kimenete az R3-on keresztül az egyik interrupt-vonalára csatlakozik. A vér-



1. ábra

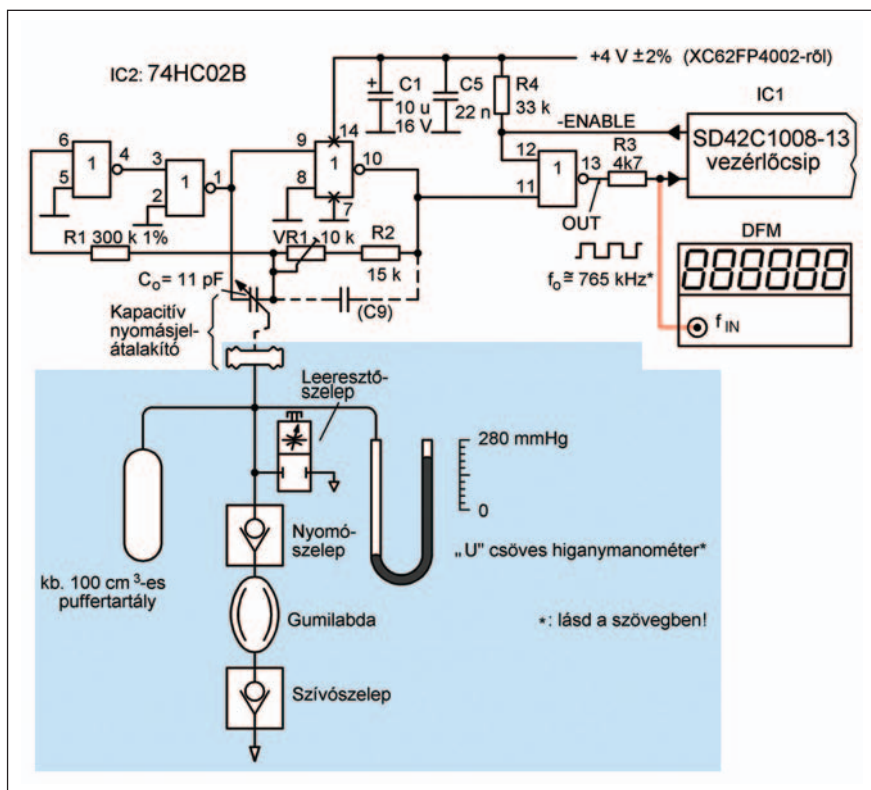
nyomásmérés olyan feladat, amelyben a kontrollernek gyorsan kell tudnia reagálni a nyomásváltozásokra. Valószínűleg valamelyik belső osztójával leosztja a bemenőfrekvenciát, és az így meghosszabított impulzusok periódusidejét méri. Ennek ellenére belső, szabadonfutó óragenerátorral működik, külső kvarc vagy kerámiarezonátor nincs a panelon.

Labortápról 6 V-ot adva az eredetileg 4 db AA cellát befogadó teleptartóról leforrasztott tápvezeté-

kekre, majd az SW2 „Power” gombot megnyomva a rendszer bekapcsol, az áramfelvétele 9 mA körülire áll be. A stabilizált tápfeszültség névlegesen  $+4\text{ V} \pm 2\%$ , amit egy TO-92 tokozású, XC62FP4002 alacsony dropú áteresztő stabilizátor biztosít. Ezt a kontroller vezérelte tranzisztor kapcsolja rá a telepegységre, a mérési periódusban.

Az IC2 14. lábán is megjelenik a 4 V stabilizált belső tápfeszültség. A pneumatikus bemenetet szabadon hagyva, az IC 13. lábán a 3. ábra szerinti jelalak volt mérhető. A nem túlságosan nagy élmeredekségű, 4 V amplitúdójú négyyszögjel közel szimmetrikus.

A további mérések elvégzése előtt az árnyékolódobozt visszaforrasztottam. A vizsgálathoz a 2. ábra alsó részén, kék aláterítésben ábrázolt pneumatikus kört állítottam össze. Az „etalon” az egyszerűség kedvéért „U” csöves manomé-

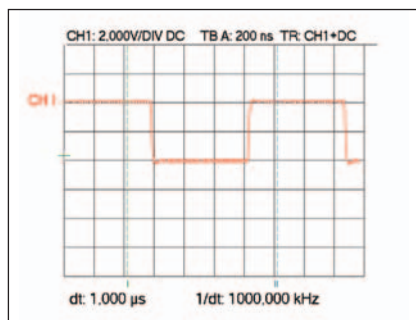


2. ábra

terként ábrázolt higanyoszlopos vérnyomásmérő (történetesen egy MEDICOR OM-361) mérőegysége. Természetesen legjobb lett volna egy „igazi” U-csőves manométer. A puffertartály biztosítja a nyomás lassú, finom változtathatóságát. Erre a célra egy kiürült gázöngyújtó-utántöltő flakont használtam, aminek eltávolítottam a szelepét, majd a helyére egy sárgarézről esztergált csöcsönköt forrasztottam fel. A mérési összeállítás fotója a **4. ábrán** látható. A 2. ábrán szereplő szívószelep, nyomószelep és leeresztő szelep egybeépített egységet képez az eredeti higanyoszlopos vérnyomásmérő gumilabdájával. A higanyos nyomásmérő üvegcsöve(i) függőlegesen álljon (álljanak)! Mérés előtt győződjünk meg arról, hogy túlnyomásmentes állapotban a higany szint a skála 0 osztásánál áll-e!

A higanyos műszer előnye egy szelencés nyomásmérővel szemben többek között az, hogy nincs hiszterézise, így elvileg a szintén szelencés kapacitív nyomás-frekvencia átalakító hiszterézises átviteli görbéjének a pontjait is fel lehetne venni felterheléskor, illetve leterhelés közben. A vérnyomásmérő skálaosztása olyan, hogy 1 osztásköz 2 mmHg nyomáskülönbségnek felel meg. A vizsgálatot 25 °C körüli környezeti hőmérsékleten 0-nál, 70, 140, 210 és 280 mmHg-nél jó párszor elvégeztem, a higanyos műszer méréstartományát kihasználva. Átszámítás bar-ra vagy pascal-ra (a referencia-nyomásmérő utóbi szerint is skálázott): 1 mmHg = 0,00133322 bar = 133,322 Pa.

Végül a hiszterézisvizsgálatra nem került sor, mert a leterhelés során nagyon hasonló értéksor



3. ábra

adódott, mint felterheléskor. Az azonos nyomások mellett feljegyzett két-két adat közötti különbségek bőven az egyszerű eszközök és mérési módszer – például a higanyos manométer beállítási és leolvasási – bizonytalanságán belül voltak. Éppen a mérési bizonytalanságok és a négyszöggenerátor frekvenciájának folyamatos, lassú csökkenése miatt számталanszor megismételt mérési sorozat eredményeképpen arra a következtetésre jutottam, hogy a nyomás-frekvencia átalakítás linearitása nagyon jó. Nyilván a nyomásérzékelő szelencét gondosan úgy méretezték, hogy a nyomás-elmozdulás karakterisztikája az inverze legyen a változó lemeztávolságú síkkondenzátor hiperbolikus elmozdulás-kapacitás karakterisztikájának.

A rendszer hőfokfüggését nem vizsgáltam, mert ahhoz klímakamrára lett volna szükség. Tapasztalatom szerint eléggé jelentős lehet, mert különböző helyiséghőmérsékleten, nyitott leeresztő-szelep mellett bekapcsolva a mérési összeállítást, különböző  $f_0$  volt mérhető; több kilohertzes szórást észleltem. Ennek az egyik fő oka az, hogy az érzékelő a lehető legegyszerűbb konstrukció – például nem differenciálkondenzátoros – és sem az érzékelő, sem a hozzá illesztett jelkondicionáló áramkör sem hőfokkompenzált.

A méréssorozat előtt a digitális kijelzőt állítottam be a referencia nyomásmérő érzékenységeinek megfelelően. Ehhez a leeresztő szelep nyitásával leterheltem a pneumatikai rendszert, bekapcsoltam az elektronikát; a kijelző 0-t mutatott. A szelep zárása után a labdával felpumpáltam a pneumatikai kört 280 mmHg-re, és megfigyeltem a kijelzett digitális értéket. A VR1-en nagyon picit állítottam, majd a műveletet (leterhelés-kikapcsolás-bekapcsolás-felterhelés-állítás a trimmeren) addig ismételtam, amíg a kijelző 280 ±2 mmHg-t mutatott. Az 1. ábrán is látható egyszerű trimer nagyon durván szabályoz, bizony elkélt volna ide egy helitrimer! Jó kis türelemjáték volt...



4. ábra

Végül is a 0...280 mmHg tartományban a frekvenciaváltozás átlagos értéke 216 kHz-nek adódott (pl.  $f_0 = 786$  kHz,  $f_{280} = 570$  kHz); ami néhány kilohertzes kezdeti frekvencia-eltérésnél nem függött az  $f_0$ -tól. Ez azt jelenti, hogy kb. -0,77 kHz/mmHg a rendszer átviteli tényezője, amennyiben az átviteli karakterisztikát lineárisnak tekintjük. A nyomás növekedésekor ui. a szelence tágul, a mérőkondenzátor fegyverzetei közelednek egymáshoz, a kapacitás nő, a frekvencia csökken.

Valójában a méréstartomány közepénél (140 mmHg-nél) szisztematikusan mintegy +2 kHz-el magasabb frekvenciát mértem a lineáris függvényből adódó  $(f_0 + f_{280})/2$  értéktől. Ha nagyon precíznek akarunk lenni, akkor a méréstartomány két felét két különböző meredekségű egyenessel közelítjük, azaz kétféle átviteli tényezővel számolunk a szoftver megírása során.

Végül pár szó a nyomásjel-átalakító esetleges újrafelhasználásáról. Ha csak egy külső nyomás kijelzését várjuk el, ami mmHg-ben megfelel, és a controller, ill. a kijelző is működik, akkor a műszer eredeti állapotában is használható nyomásmérésre. A vizsgált típus kb. 5 perc leteltével automatikusan kikapcsol!

*Figyelem!* Mivel az egyszerű jel-átalakítónak nincs egy kitüntetett nullhelyzete, a vezérlés a bekapcsolás utáni inicializálódás során az aktuális nyomást tekinti 0-nak! Mind a komplett műszer, mind az esetleg különválasztott nyomásjel-átalakító csak olyan mérésekre való, ahol a nyomás általában 0, és csak rövid időszakokra emelkedik meg (esetleg csökken). Arra használható tehát, amire eredetileg is tervezték: rövid idejű, kis nyomásingadozások mérésére, regisztrálására.