

Tanulmányoztam egy vérnyomásmérőt

Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

A középső képen látható DYRAS ACURA automata csukló-vérnyomásmérő egyike a manapság elterjedt számos hasonló, viszonylag olcsó, könnyen kezelhető kis műszernek. Az adott példányt működésképtelen állapotban, tanulmányozás céljából kaptam meg. Az alábbiakban röviden ismertetem a vérnyomásmérés lényegét, majd rátérek a Model BP SS-4128 típusjelű műszer annyira részletes bemutatására, amennyire azt a szétszedése közben megszerezhető információk megengedték.

Vérnyomás alatt általánosságban a nagy artériákban keringő vérnek az erek falára kifejtett nyomását értjük. A mérése többnyire valamelyik karon történik a páciens ülő helyzetében, a szív magasságában felhelyezett, felfújható mandzsettás vérnyomásmérő segítségével. Két nyomásértéket definiálnak. Az első a *szisztolés* érték: az a maximális nyomás, ami a szív összehúzódásakor alakul ki. A szívverések közötti szünetben mérhető nyomás minimális értéke a *diasztolés* nyomás. A hagyományos vérnyomásmérőkben higanyoszlopos manométer skáláján lehet(ett) leolvasni a nyomásértékeket, ezért a vérnyomást higanymilliméterben (mmHg-ben) adták meg. Az SI bevezetése után az mmHg már nem törvényes mértékegység, ennek ellenére ezen a speciális szakterületen továbbra is engedélyezett a használata.

A mérés a mandzsetta levegővel való felpumpálása, majd a levegő leeresztése során történik, alapvetően kétféle módszerrel.



– Az *auszkultációs vérnyomásmérőknél* a hagyományos módszerrel, az ún. Korotkov-hangok észlelésével történik a két nyomásérték meghatározása. A legegyszerűbb műszereknél a nyomásmérővel összekötött mandzsettát kézi labda segítségével pumpálják fel, egy visszacsapó/leeresztő szelepen keresztül, kb. 30 mmHg-vel a szisztolés érték fölé, tehát addig, amíg az artéria elszorításával a véráramlást leállítja. Ez után a leeresztő szelep óvatos nyitásával a mandzsetta nyomását lassan csökkentik. Az artériára helyezett szetoszkóppal figyelik, hogy a nyomás esése során mikor jelennek meg a koppanásszerű Korotkov-hangok, ekkor a szisztolés értéket a manométerről leolvassák. A nyomás további csökkenése során a Korotkov-hangok egyszer csak megszűnnek. Az ekkor leolvasott érték a diasztolés vérnyomás.

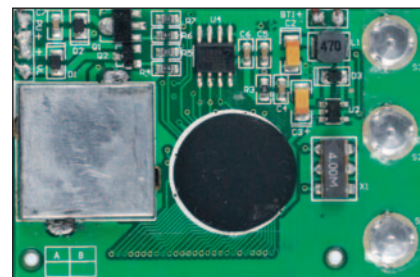
Megjegyzem, hogy bár a higanymanométer a legpontosabb, legmegbízhatóbb nyomásmérők

közé tartozik, kényelmi okokból gyakoriak a könnyebben hordozható, karbantartást nem igénylő, kisebb méretű szelencés manométeres műszerek. A még modernebb műszerekben pl. mikro-mechanikai nyomásszenzort és digitális kijelzőt alkalmaznak. Ha a mandzsetta felpumpálása kézi labdával, a leeresztése mágnes-szeleppel történik, akkor félautomata műszerről van szó. Ezeknél a Korotkov-hangokat pl. a mandzsettába szerelt piezoelektromos testhang-mikrofonnal észleli a rendszer. Ha a mandzsettát kompresszor tölti fel, és az egész rendszert a két nyomásértéket regisztráló mikroprocesszor vezérli, akkor automata vérnyomásmérőről beszélünk. A modern kórházi, klinikai műszerek ezen az elven működnek.

– Az *Oszcillometrikus* vérnyomásmérők kifejlesztése és tömeges elterjedése az olcsó nyomásjel-átalakítók és a szintén olcsó és kelően gyors, szükség esetén A/D-t is tartalmazó mikrokontrollerek piacra kerülésével vált lehetővé. A mandzsettát a készülékbe épített DC-motoros kompresszor fújja fel, és a procedúra végén elektromágneses szelep ereszt le. A mandzsettát a kompresszor a



1. ábra



2. ábra



3. ábra

szisztolés nyomás fölél fújja, majd a szelep megnyitásával fokozatosan csökkenti a nyomását, a diasztolés érték alá. A periodikus nyomásváltozások akkor jelennek meg, amikor a véráramlás először megszakad, majd újra elindul. Ezután erősödnek, majd csökkennek, míg végül eltűnnek, amikor a vér újra normálisan áramlik. Közben a mérést vezérlő mikrokontroller kellő mintavételi sebesség mellett digitalizálja a pillanatnyi nyomásértékeket. A memóriában tárolt adatokból kikeres néhány pozitív és negatív csúcserőérték, átlagolja, és az eredményt eltárolja, mint szisztolés, ill. diasztolés vérnyomást. A program a periódusidőt, és ebből a percenkénti érverés-számot is meghatározza, majd mindhárom értéket kiírja az LCD-re, ill. általában sorszámmal ellátva eltárolja egy Flash-ba.

A fenti elven alapuló, „hagyományos” műszerek a teleppel táplált asztali egységből, és az ahhoz csövezetékkel kapcsolódó, felcsatolható (ma általában tépőzáras) mandzsettából állnak.

A kompakt csukló-vérnyomásmérőknél a teljes műszerrendszer a kompresszorral, leeresztő szeleppel, elektronikával, kijelzővel és a telepekkel együtt a mandzsettára építik rá. *Méréskor a csuklót a szív magasságában kell tartani!*

Míg auszkultációs módszernél tulajdonképpen nyomáskompenzációs mérés történik: a mandzsettában levő levegő nyomásával kompenzáljuk az artéria belső nyomását, addig az Oszcillometriai módszernél a mandzsetta bel-

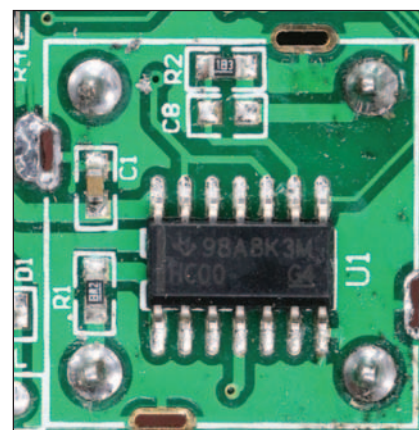
ső nyomására rászuperponálódik a lüktető vérnyomás. A fentiek nagyon röviden, népszerű ismeretterjesztő színvonalon tárgyalják az alapelveket. Az [1] valamivel részletesebb leírást ad, de a neten számos, a témával kapcsolatos különböző mélységű, akár tudományos cikket is találhatnak az érdeklődők.

Az ACURA felépítése, működése

A mandzsettára szerelt kis műanyag doboz 2 db AA cellát befogadó hátlapjának leemelése után a 1. ábra szerinti kép tárult a szem elé. A speciális, karakterkijelzős cél-LCD alatt az egyoldalon felületszerelt panel egy része látszik, amihez a kijelző hajlékony műanyag hordozójú, szén alapú vezetősávokkal ellátott „kábel” csatlakozik. A panel jobb oldalán legfeltűnőbb a három nyomó-



4. ábra



5. ábra

gomb „átptanó membránja”, de többek között egy 4 MHz-es kerámia rezonátor és egy SM tekercs is látszódik. A kijelző kihajtása után szinte a teljes áramkör láthatóvá vált (2. ábra). Sajnos, az olcsó elektronikai tömegcikkre jellemző módon, a nagybonyolultságú vezérlő csipet – itt nyilván egy mikrokontrollert – tokozatlan csipként a panelra ragasztották, a kivezetőszigeteit bebondolták, majd az egészet leöntötték egy fekete műgyanta-cseppel. Így sejtésünk sem lehet a kontrollercsip típusáról, csupán annyit tudhatunk róla, hogy 4 MHz-es órajele van, nyilván van benne legalább egy A/D (legalábbis így gondoltam először, oszcillometriai műszerről lévén szó...), és közvetlenül alkalmas LCD meghajtására.

A 2. ábrán már egy DC/DC konverter, és egy 8 lábú, soros Flash (U4) is felsejlik. Sőt, a bal oldalon egy ózozott lemezből hajlított árnyékoló dobozát is felfedezhetünk. Utóbbi mögött, a nyák másik oldalán egy hasonló méretű árnyékoló doboz van, melynek középső furatán keresztül egy csöcsönk nyúlik ki, ami a pneumatikus egységhez csatlakozik.

Utóbbi teljes valójában a panel eltávolítása után figyelhetjük meg (3. ábra). Felül van a miniatűr, két membránhengerrel szerelt kompresszor, amit a 3 V-os DC motor működtet egy szokatlan, alternáló karos mechanika közbeiktatásával. Kiderült, hogy éppen ez a kis kompresszor hibásodott meg, a javítására nem sok esély mutatkozott. A jobb oldali, összekötő csövezetékhez alul kap-