

# Szubminiatűr tó, fénynóniusszal

Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

Mint tudjuk, a földfelszín közelében egy nyugodt vízfelület mindig vízszintes. Kihasználhatjuk ezt a tényt a műszaki mérési gyakorlatban? Igen, a modern, magas színvonalú finommechanika, optika és elektronika/informatika vívmányait magukba sűrítő geodéziai műszerek lényegi részegysége az optoelektronikai folyadékcompenzátor.

A hagyományos, ún. automata szintezőekben és teodolitokban a távcső irányvonalát egy beépített compensátor tartja vízszintesben. A legtöbb esetben ez egy optikai elemekkel felszerelt csillapított inga, amelyet beiktattak a távcső sugármenetébe. Erről érintőlegesen a *Rádiótechnika Évkönyve 2014-es kiadásban*, egy differenciálkondenzátoros ingás „libella” kapcsán szólnak, és fotót is mellékeltek egy prizmás ingáról. Készítettek olyan szintezőműszert is, amelyben a fénysugarat fénytörő folyadékon vezették át, vagy higanytűkör felületén tükröztették. A „szubminiatűr tó” tehát nem újdonság e szakterületen!

A modern digitális teodolitok és geodéziai mérőállomások alapvetően abban különböznek a hagyományos társaiktól, hogy a távcső vízszintessel bezárt szögét, ill. a függőleges tengely körüli elfordítás szögét (a két, osztásos üvegkör állását)

nem leolvasómikroszkóp és segédskálák segítségével olvassuk le. Ezekben a műszerekben elektrooptikai leolvasás és digitalizálás történik, a szögértékek digitális megjelenítésével, tárolásával. (A mérőállomások a beépített programjaikkal a tárolt szög- és távolságadatokból különböző geodéziai számítások elvégzésére önállóan is képesek.) Egy korszerű, abszolút rendszerű szögkódolási/leolvasási módszerről *lapunk 2014/1. számában* írtunk.

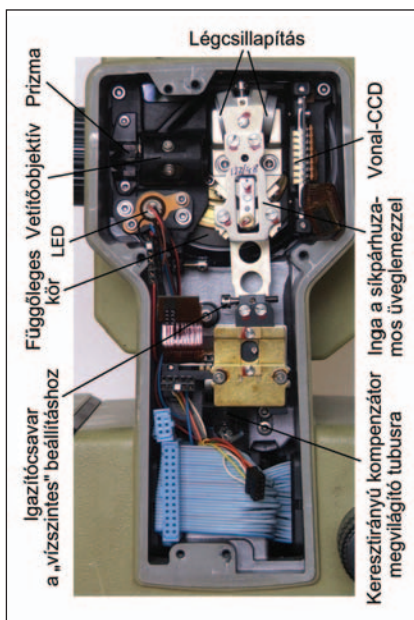
Természetesen compensátorra ezeknek a műszereknek is szükség van, mert a vízszintes irányú műszerkategóriától függően 0,5...3” érzékenységgel meg kell határozni. A korai elektronikai teodolitokban, mérőállomásokban szintén csillapított inga képezi a compensátor alapját. Ennek optikai rendszerét azonban nem a távcső sugármenetébe iktatják; az inga elmozdulását általában CCD(k) érzékeli(k). Az ilyen inga bonyolult és kényes szerkezet, nem bírja például az ütésszerű mechanikai sokkot (1. ábra: egy 1993-as gyártású LEICA/WILD TC1010 mérőállomás légszillapítású, kéttengelyű compensálást végző ingája). Sérülékeny; egy-egy káros behatás után akár működésképes is maradhat, de elkalibrálódik, amit a felhasználó esetleg észre sem vesz. Az ilyen compensátorrendszer helyfoglalása is jelentős. A konkrét műszerben az optika a vízszintes tengely üvegkörének kis szegmensét optikán keresztül vetíti az inga törőrendszerén keresztül a CCD-re. A kijelzőre már a korrekt, vízszintessel bezárt szög íródik ki. Az inga aljánál elhelyezett (a szalagkábel fölött látszó) elektrooptikai rendszer a keresztirányú compensálásra szolgál. Ez tehát kéttengelyű compensátor, azaz nem vízszintes egyenest, ha-

nem vízszintes síkot tűz ki. A modern műszerekben már evidens a kéttengelyű compensátorok használata, mert így sokkal kényelmesebbé, gyorsabbá válik a munka.

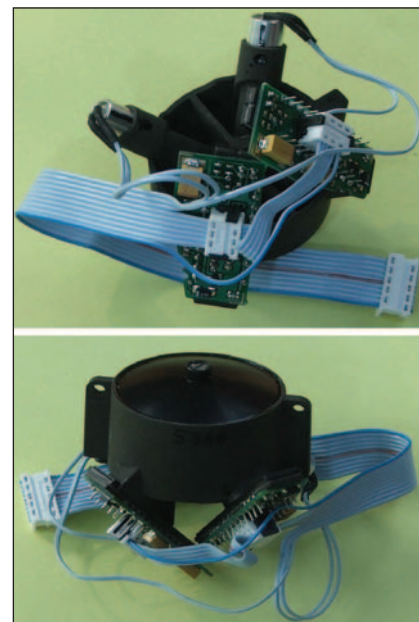
Az ingás compensátor helyett egyszerűbb, kisebb, kevésbé kényes, könnyebben gyártható és beállítható konstrukciót kellett kitalálni: ez a címben szereplő „szubminiatűr tó”!

A 2. ábrán egy 1998-as fejlesztésű, javíthatatlanul megsérült, jobblétre szenderült, ZEISS Elta C20 mérőállomásból kitermelt folyadékos compensátort láthatunk. A futurisztikus dizájnú részegység jól ötvözi egy nyak nélküli kerékpárgenerátor és egy elfuserált sámlí formavilágát. Ez persze csak a külső, ami mögött precíz optoelektronikai rendszer rejtőzik!

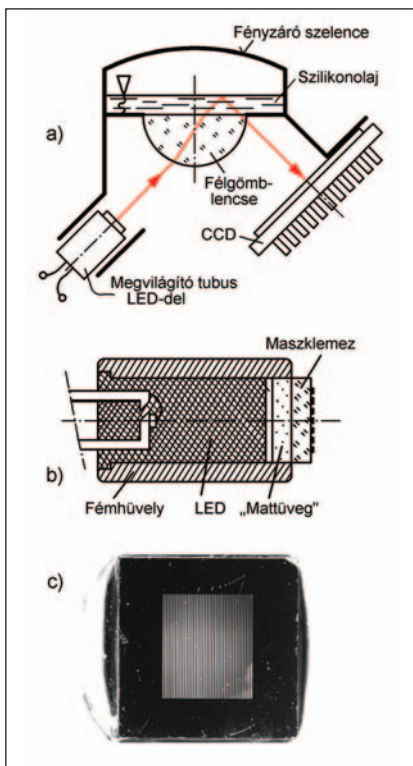
Első pillantásra az a 3.a ábra vázlatos metszetrájzán ábrázolt fényutat valósítja meg az eszköz, amely két, egymásra merőleges ilyen rendszerrel bír. Mivel a folyadék – a len-



1. ábra



2. ábra



3. ábra

cse üvegyagánál kisebb törésmutatójú szilikonolaj – felszínén a teljes visszaverődések nem a szelence tengelyében történnek, a két sugár nem zavarja egymást.

A hivatkozott évkönycikkben kiszámoltuk, hogy egy 50 mm hosszúságú ingát 1"-cel kibillentve, annak súlyos vége 0,05  $\mu\text{m}$ -re tér ki a nyugalmi helyzetéből. Az ELTA C20 leolvasási pontossága 2", így tételmezük fel, hogy a kompenzátor érzékenysége is ekkora. Ugyan a fénysugárnak a folyadék felszínén történő visszaverődése kétszeres szögeltérést eredményez (tehát ha a kompenzátor 2"-cel billen ki a vízszintes helyzetből, akkor a visszaverődő sugár szögeltérése 4" lesz), ám a fényt visszaverődő szakasza most csupán kb. 25 mm, így a fénysugárnak nagyjából 0,1  $\mu\text{m}$ -nyi elmozdulásával kell számolnunk a CCD érzékelősávján. Márpedig ilyen felbontású képbontó eszköz már csak a vörös fény lényegesen nagyobb hullámhossza miatt akkor is értelmetlen, ha esetleg technológiailag kivitelezhető lenne. Valójában ILX503A típusú vonali CCD-ket építettek (ragasztottak) be, amelyek pixelosztása 14  $\mu\text{m}$ . Vajon mi lehet a szerkezet trükkje?

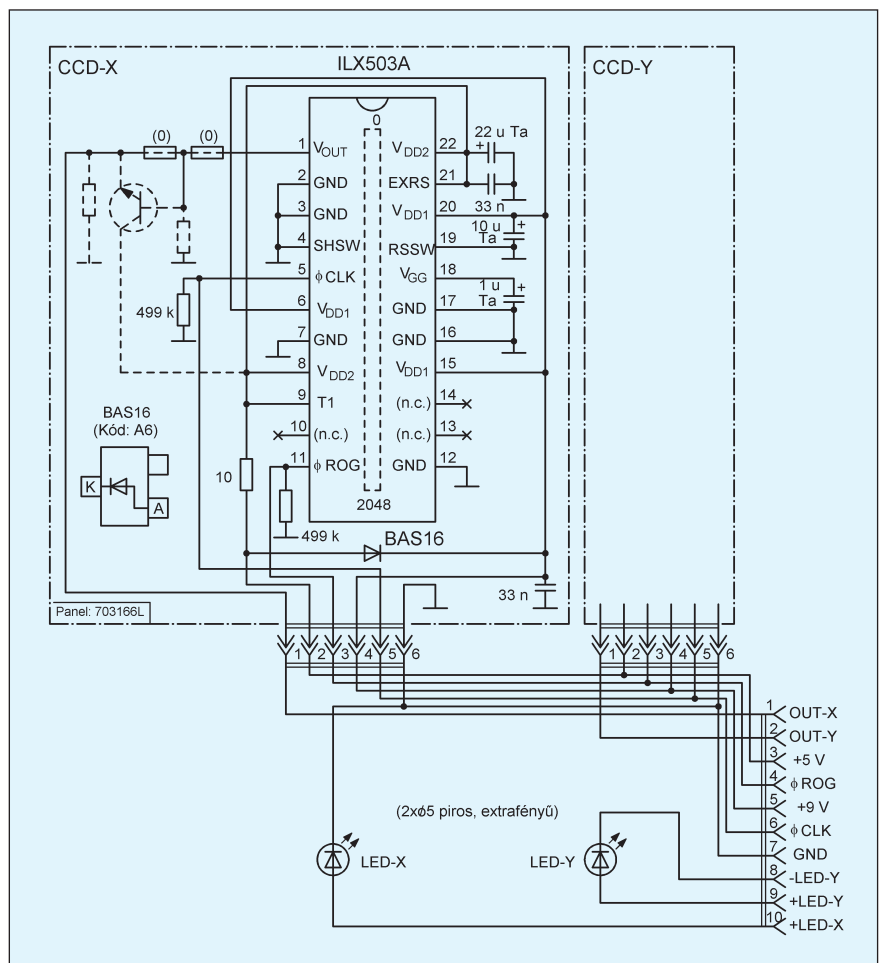
Nézzük csak meg közelebbről az öntvénytestbe külön betolható szelvényként kiképzett LED-es megvilágító tubust (3.b ábra)! Az 5 mm átmérőjű, extrafényű, víztiszta tokozású, de véglegömbölyítéssel nem rendelkező LED egy mattírozott műanyagtárcsán keresztül – amely a teljes felület egyenletes fényeloszlását segíti elő – kis négyzetes üveglemezt világít meg. Utóbbi külső felületét mikroszkóppal megvizsgálva, azon 40 fényáteresztő sávból, és azokkal azonos szélességű, 39 fémezett sávból álló periodikus rácsozás figyelhető meg (3.c ábra; fotó), amely rácsozás állandója  $d = 35 + 35 = 70 \mu\text{m}$ . A félgömb alakú lencse tehát ezt a rasztert képezi le kb. 1:1-ben a CCD-re! A megvilágító egység tubusa úgy van beállítva, hogy a leképezett sávrendszer merőlegesen legyen a CCD pixelsávjára.

Feltételezem, hogy ez egy vetített *nóniusz*, ami elvben úgy viselkedik, mint pl. a hagyományos tolmércé-

ké. Egy ilyen *nóniusz* a leolvasás felbontását akár 2 nagyságrenddel is képes megnövelni. A *nóniusz*-elvnek érvényesülnie kell: a főosztás (CCD) és a vetített segédosztás nem lehet egymás egészszámú többszöröse! A többi már „csak” kellően precíz beállítás és program kérdése. Utóbbinak a pixelek megvilágított-ságát analóg módon is értékelnie kell. Valószínűleg hasonló elven történik az 1. ábra szerinti inga elmozdulásának érzékelése is.

Egy lényeges különbséget azonban észre kell vennünk a két konstrukció között! Amíg az inga síkparhuzamos üveglemeze részét képezi a függőleges kört leolvasó sugármenetnek, addig ez az újfajta kompenzátor autonóm módon működik. A kompenzálás tisztán szoftveres úton megy végbe.

A folyadékos kompenzátor felvételzett kapcsolási rajzát a 4. ábrán mutatjuk be. Megjegyzem, hogy az ILX503A 2048 pixeles érzékelővo-



4. ábra