

# Halljuk meg mi is a fény hangjait!

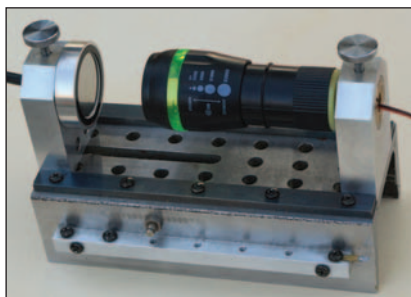
Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

Megvallom, hogy amíg az [1] kéziratát kézhez nem kaptam, nem hallottam és nem is olvastam az abban szereplő fizikai jelenségről, hiszen a fizikaoktatásnak – nagyon kevés kivételtől eltekintve – máig nem képezi tárgyát egyik oktatási szinten sem. Holott a fotoakusztikus hatást még 1880-ban maga *Graham Bell* fedezte fel, a fénytelefon- (fotofon-) kísérletei közben!

A dolog felkeltette az érdeklődésemet. Úgy gondoltam, hogy ha Bell akkoriban, a rendelkezésére álló nagyon egyszerű eszközök birtokában észrevette a jelenséget és kísérletezni is tudott vele, akkor sem nekem, sem más amatőr érdeklődőnek a 21. században nem okozhat megoldhatatlan problémát valamilyen egyszerű demonstráció összeállítása.

A fotoakusztikus hatás talán első rövid, magyar nyelvű leírása ([2]) nem sokkal a felfedezés megszületése után látott napvilágot, de magam csak nemrég, teljesen véletlenül akadtam rá a kötetre. A neten persze számos, különböző színvonalú ismertetés megtalálható a felfedezés történetéről, eszközeiről, magáról a témáról, az alapelvektől a fotoakusztikus 3D-s képalkotáson, mikroszkópián át a spektroszkópiáig, szakcikkek, de akár doktori disszertáció formájában is.

Mi egyelőre ne merészkedjünk ilyen messzire! A következőkben olyan, általam kipróbált összeállításokat mutatok be, amelyek csupán a fotoakusztikus jelenség demonstrálására alkalmasak, és a megvalósításuk bármelyik közepesen felszerelt (egy akár csekély sávszélességű, egycsatornás oszcilloszkópot, egy DMM-et, egy 1 A-t leadni képes labortápot és egy fénymikroszkópot is tartalmazó) fizikaszertárban lehetséges. A kísérleti eszközökhöz semmiféle különleges anyag, alkatrész nem szükséges, viszont az elkészítésük türelmet és kezűgyességet igényel. Bár a fotókon majd látható egyes elemeket esztergapadon munkáltam meg, kisebb-nagyobb eszté-



1. ábra

तिकai engedmények árán sokkal egyszerűbben is kivitelezhetők.

A fotoakusztikus hatás annál markánsabban érvényesül, minél nagyobb energiájú fénysugarat alkalmazunk a céltárgy megvilágítására. Bell idejében a legkézenfekvőbb fényforrás a Nap volt, aminek fényét különböző lencserendszereken átvezetve és egyenletes fordulatszámú lyuktárcsával megszagatva, a céltárgyra koncentrálták. Sokféle anyagot próbált ki céltárgyként (szilárdat és folyékonyat egyaránt), és azt is megállapította, hogy a különböző anyagok más és más színű fényre adják a legerősebb hanghatást, azaz a jelenség anyagvizsgálatra is alkalmas lehet. Akkoriban azonban sem ő, sem a fizikusok nem tulajdonítottak nagy jelentőséget az ezzel kapcsolatos felfedezéseknek, és nemigen foglalkoztak tovább a fotoakusztikával, az csak jóval később került ismét napirendre. Az [1]-ből erről, és a hazai kutatók témával kapcsolatos eredményeiről is tájékozódhatunk.

## 1. kísérlet

A napfény egyszerű és olcsó, azonban nem mindig van napsű-

téses idő, ráadásul a Nap látszólagos égi pályáján való vándorlása miatt azt állandóan követnünk kellene a kísérleti eszközünkkel. Valamilyen más, fehér fényű fényforrás után kell tehát néznünk. Fehérre, amire minden céltárgy reagál, hiszen a látható tartomány teljes spektrumát is tartalmazza, és ami a szertárban, tanteremben bármikor munkára fogható. Önként adódik a *fehér LED*. Lényegesen kisebb energiájú megvilágítást eredményez mint a napfény, a spektruma sem olyan egyenletes, de könnyen és viszonylag olcsón beszerezhető, a fénye elektronikai úton, négyszöggenerátorral vezelve, megszagatható. Próbáljuk ki, talán célt érünk vele!

Az első kísérlethez az éppen kezembe került kínai elemlámpát vettem be, amit a *HAM-bazár* is forgalmazott korábban. Egyszerű, olcsó, műanyagházas eszköz, amely eredeti állapotában 3 db AAA ceruzaelemmel működik. Egyetlen, 8 mm átmérőjű LED-et tartalmaz, amivel egy 4,7 ohmos ellenállást kötöttek sorba, ez az áramát új telep esetén kb. 200 mA-re korlátozta. A fellelt adatok alapján az ilyen búrájú LED-ek 1 W-osak. Mivel a méréseim szerint ekkora nagyságrendű gerjesztőáram mellett a zseblámpa kiszerelt világító diódáján kb. 3,3 V esik, az 1 W-os teljesítményhez 300 mA-es maximális nyitóirányú áram engedhető meg. Kipróbáltam: tartósan elviselte, veszélyes mérvű melegedés nélkül.

A tengelyirányban eltolható lámpafejben egy műanyagból öntött aszférikus síkdomború

kollektorlencsét találunk. Ezzel a LED fényét jól lehet koncentrálni a céltárgy felületére.

Az elemtartót eltávolítottam, a kapcsolót és az ellenállást kiszereztem, a LED lábaihoz pedig egy kb. 30 cm-es kéteres flexibilis vezetékét forrasztottam.

A kísérleteimnél mindegyik céltárgy praktikusán valamilyen kerek membrán volt. Elsőként egy viszonylag nagy átmérőjű és relatíve vékony membránú piezohangsugárzóval próbálkoztam, ami talán valamilyen régi asztali telefonkészülékből származik. A 28 mm szabad membránátmérőjű, műanyag keretbe foglalt eszközt egy esztergált alumíniumtokba illesztettem, de e helyett pl. egy kis kerek, fémből húzott régi gyógyszer szelence is megfelelt volna. A fémtok a rögzítésen kívül az árnyékolás feladatát is ellátja. Kivezetés gyanánt egy BNC dugasszal szerelt vékony koaxkábel-darabot használtam fel, miáltal közvetlenül csatlakoztatható lesz egy oszcilloszkóp Y bemenetére. A kábel harisnyáját a dobozhoz is hozzákapcsoltam.

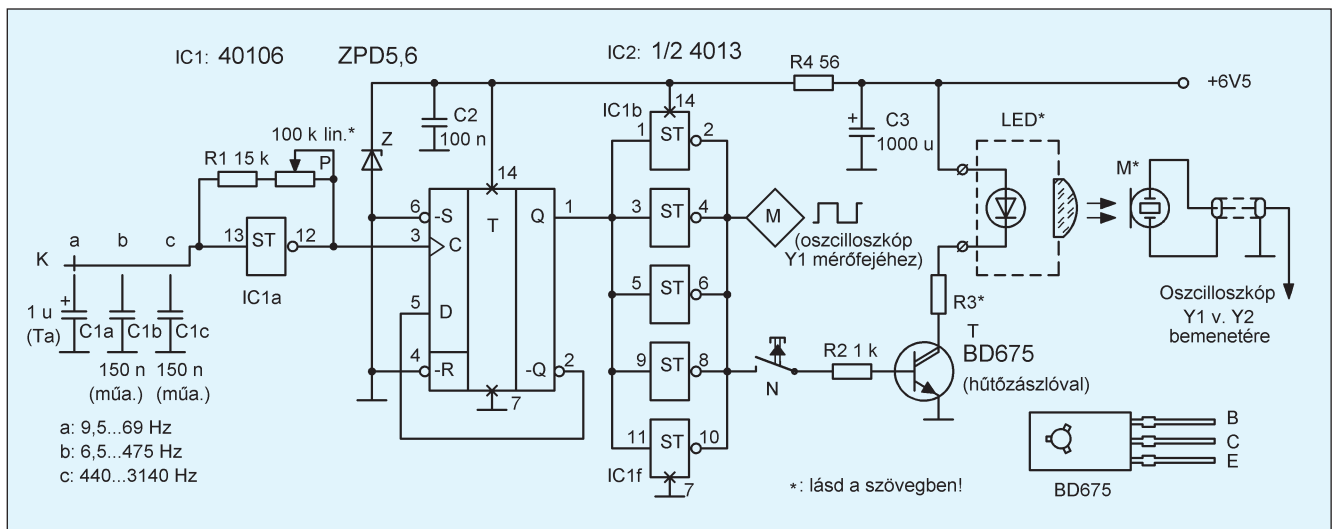
A rúdlámpát és a (sebesség) mikrofonná avanszált – hátul furatokkal ellátott – tokozott piezomikrofont egy kis állványra szereltem fel úgy, hogy azok egy tengelyűek legyenek. Aki figyelemmel kíséri az évkönyvben megjelent cikkeimet, már többször is találkozhatott az **1. ábrán** szereplő kis mérőpaddal, amin ezt a kísérletet is összeállítottam. Nekem a mérőpad esett kézre, de természetesen valamilyen egyszerű, akár fából készült kis állványra is fel lehet szerelni a fényforrást és a piezomikrofont. Az én állványom korlátozott hosszúsága miatt a lámpaházat le kellett rövidítenem, ám egy nagyobb (fa) állvány esetében ez sem szükségesszerű.

A LED-es kísérletekhez egyszerű négyzöggenerátort rögtönöztem (**2. ábra**). Maga a jelforrás a lehető legegyszerűbb kapcsolástechnikájú, CMOS Scmitt-triggeres áramkör (IC1a, C1, R1, P). A frekvencia a kondenzátorok átkapcsolásával három sávban állítható be a P potencióméterrel. (Ez utóbbi valamilyen jó minőségű műszerpotméter lehet, pl. a

mintapéldányba is beépített régi REMIX KPM-143-A típus.

A szükséges frekvencia kétszeresen rezgő oszcillátor jelét az IC2 visszacsatolt D-flipflopra vezetjük, ami a frekvenciát felezi, egyben szimmetrikus négyszögjelet biztosít a kimenetein. Ezt a Q kimenetről az IC1b....f párhuzamosított Schmitt-triggerrekből álló bufferre vezetjük. Az M ponton, a K kapcsoló három állásában a potencióméter teljes hangolási tartományában mérhető frekvencia a prototípusnál az ábrán feltüntetett intervallumokba esett. A generátor-frekvenciafelező-buffer tápfeszültségét az R4, Z állítja be kb. 5,6 V-ra.

A buffer az N nyomógomb zárásakor, a jelsorozat H szintjeinél az R2-n keresztül telítésbe vezérli a T Darlingtonpárt; a LED ezekben az időpillanatokban világít, azaz a gomb nyomva tartása során villog. Az áramát az R3 korlátozza, ami ez esetben 6,2 ohmos (amennyiben a tápfeszültség 6,5 V). A generátor akár előre lyukasztott univerzális panelre is felépíthető, és tetszőlegesen dobozolható. A darlingtont a TO-220



**2. ábra**