

# Halljuk meg mi is a fény hangjait!

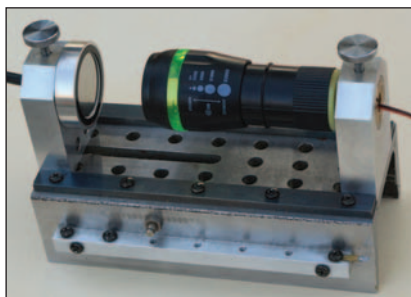
Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

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

tikai 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.

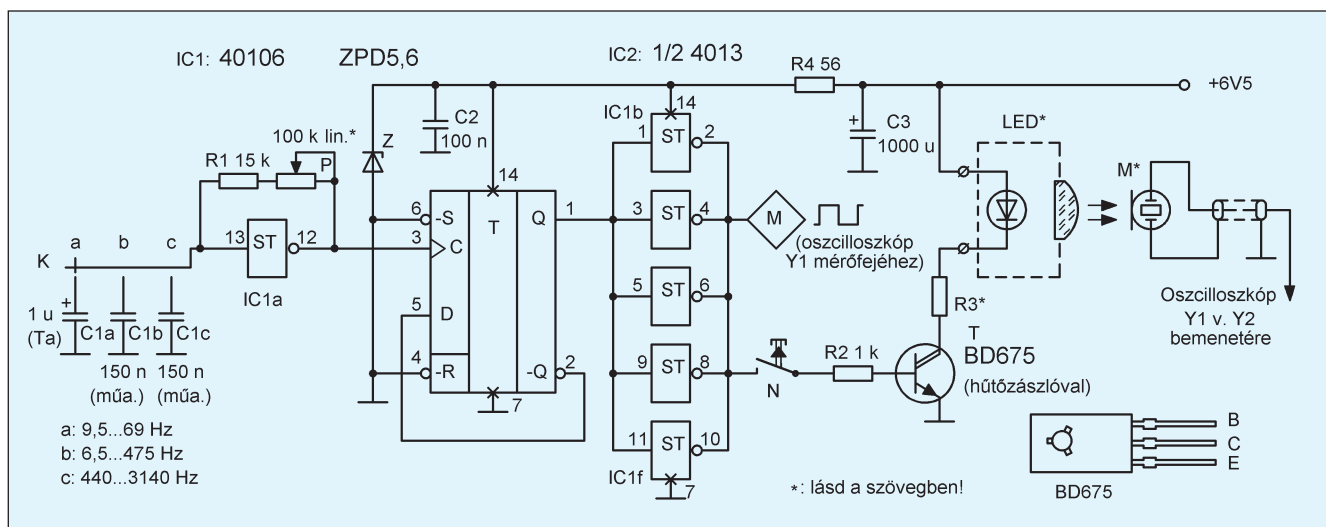
A rúdlámpát és a (sebesség) mikrofonná avanszált – hátul furatokkal ellátott – tokozott piezomikrofont egy kis állványra szereltem fel úgy, hogy azok egy tengelyűek legyenek. Aki figyelemmel kíséri az évkönyvben megjelent cikkeimet, már többször is találkozhatott az **1. ábrán** szereplő kis mérőpaddal, 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 potenciómterrel. (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 potenciómter 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

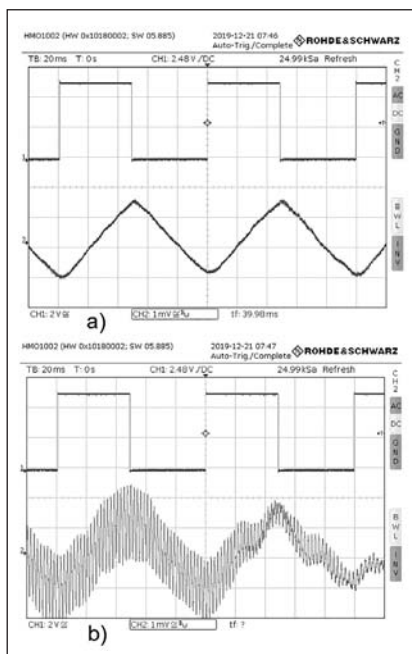


**2. ábra**

tokok számára gyártott, vagy Al lemezből házilag hajlított kis „U” alakú hűtőzászlóra kell felcsavarozni. A potméter számára célszerű három koncentrikus skálát rajzolni, amit az *M* pontra csatkozott frekvenciamérő alapján osztunk be.

A nagy méretű, aránylag nagy tömegű, fényes felületű (tehát hőelnyelés szempontjából nem éppen optimális) membrán megvilágításához a sáv legalsó frekvenciáját, azaz a 10 Hz körüli szaggatási frekvenciát kellett választani; a LED jól láthatóan világog. Ez infrahangot gerjeszt a membránban, ami az emberi fül számára nem hallható, ezért a piezolapkában keletkezett villamos jelet kell megfigyelnünk oszcilloszkópon. A **3.a ábra** szkópernyő-képén fönt az *M* pontról elvezetett négyzögjel, lent a piezolapka válaszele látható. Jól látszik, hogy egyértelműen a fényenergia keltette lüktető hőhatással állunk szemben: a membrán hőtehetetlensége a négyzögger-

jesztést szimmetrikus háromszögjelle integrálja! A gerjesztő energia igen csekély, ezért az érzékeny, a szkópot 1 Mohm || 16 pF-os bemeneti impedanciájával ter-



3. ábra

helt piezomikrofon is csupán csúcstól csúcsig 3 mV-os jelet produkál! (Ezzel kapcsolatban megjegyzem, hogy a szkóp bemenetének és a koaxkábel kb. 25 pF-os kapacitásának eredője is eltörlődik a kerámialapka 57 nF-os saját kapacitása mellett, így a külső kapacitások a jelszintet, jelalakot érdemben nem befolyásolják.)

A **3.b ábra** arra hívja fel a figyelmet, hogy, a kísérletet a lehető legnagyobb csendben, környezeti zajokat és beszédet kizárva kell végezni, mert a mikrofon ezeket is veszi!

(Folytatjuk)

#### Irodalom:

1. Dr. Madarász László: A fény hangjai; Rádiótechnika Évkönyve 2020, 108-118. o.
2. Amédée Guillemin: A mágnesség és elektromosság (M. Kir. Természettudományi Társulat, 1885); 641-644. o.
3. Nagymáté Csaba - Pálinkás Tibor: Aramgenerátor mikroszkóp LED-es világításához; Rádiótechnika 2017/11., 348-351. o.; 2017/12., 384-386. o.

## HOBBY ELEKTRONIKA Füzetek 1–4.

– Akció: az 1., 2. és 4. Füzet együtt csak 7490 Ft. –



2990 Ft

### Fémkeresők HEF-1.

- egy kis elmélet - BFO-s keresők
  - PI-detektorok - Induktív híd
  - T/R detektor - Off Resonance
  - VLF-kereső - Drop-out kereső
  - CCO-kereső - BB-kereső
- és még sok más

136 oldal, 174 ábra, fotó, A4 méret



2990 Ft

### Audiofil-Varázs I. HEF-2.

- audiofil alkatrészek
- Shishido emlékmű
- OTL fejhallgató erősítő
- 20 W-os hibrid A-oszt. erősítő és még sok más

128 oldal, sok ábra, fotó, A4 méret



1490 Ft

### PIC – kezdőknek HEF-3.

- fejlesztőeszközök
- PIC16F628
- a fejlesztői panel
- ASM XOR Basic kezdő programozás
- ASM AND Basic haladóprogramoz.

112 oldal, 124 ábra, fotó, A4 méret

csak digitálisan kapható: [www.dimag.hu](http://www.dimag.hu)



2990 Ft

### Audiofil-Varázs II. HEF-4.

- alkatrészek
  - univerzális előerősítő
  - félvezetős RIAA-korrektor
  - hibrid erősítők
  - 20 W-os A-oszt. push-pull 7591-ekkel
  - találkozózik
- 128 oldal, sok ábra, fotó, A4 méret

HAM-bazár 1138 Bp., Dagály u. 11. H-P 09-14 ó., Cs. 09-17 ó. (+36-1) 239-4932/36 m., 239-4933/36 m.  
1550 Bp., Pf. 123 [hambazar@radiovilag.hu](mailto:hambazar@radiovilag.hu) [www.radiovilag.hu](http://www.radiovilag.hu) [www.radiotechnika.hu](http://www.radiotechnika.hu)