



Számos elektronikai eszköz rendelkezik olyan funkcióval, mely valamilyen akusztikus visszacsatolást igényel, illetve dallam, beszéd, vagy zene lejátszására van szükség. A hangkeltő elnevezés egy gyűjtőfogalom, ebbe a körbe tartozik minden olyan eszköz, ami elektromos energia akusztikai hangenergiává történő konverzióját végzi. A hangkeltők lehetnek egyszerű, csak jelzésre alkalmas, adott frekvencián megszólaló, esetleg szűk frekvenciasávban működő eszközök is. A széles átviteli frekvenciatartományban használatos, esetleg Hi-Fi hangvisszaadásra alkalmas eszközök a mágneses elven működő dinamikus hangszórók, melyek szintén ugyanilyen energia-átalakítók. A komponensgyártók sokféle terméke közül sokszor nem egyszerű a választás. Ez a cikk segítséget szeretne nyújtani egyrészt a hangkeltők rendszerezésében, néhány alapfogalom és működési elv tisztázásában és az alkalmazási területek bemutatásában ahhoz, hogy a tervezőmérnökök a legjobb ár-érték arányú, az elektronikához és az akusztikai környezethez legjobban illeszkedő alkatrészt választhassák ki egy adott gyártó termékportfoliójából.

## A jelzésre alkalmas eszközök – hangkeltők

Amikor a hang csak jelzésre és nem beszéd érthető visszaadására illetve élvezhető zenei minőség előállítására szolgál, nincs szükség széles frekvenciasávban való átvitelre. Ezekben az alkalmazásokban rendszerint nincs szükség dinamikus hangszórók használatára, bőven megteszi egy piezoelektromos vagy elektromágneses elven működő transducer, illetve egyszerű buzzer is. A transducer és a buzzer közötti különbség az, hogy míg előbbi nem rendelkezik belső oszcillátor áramkörrel, tehát a tápláló AC feszültség a saját elektronikánkból érkezik, addig a buzzer saját beépített oszcillátorral rendelkezik, így DC feszültség rákapcsolásával – általában egy állandó frekvenciájú – hangot ad ki.

Ezeknek az eszközöknek az előnye, hogy olcsók, robusztus és egyszerű felépítésűek, valamint alacsony fogyasztásúak.



## Piezo hangkeltők



A piezo hangkeltők alapeleme egy piezoelektromos tulajdonsággal rendelkező kerámialap, ami egy vékony, esetenként fél milliméternél is vékonyabb, fém (alumíniumötvözet, bronz vagy rozsdamentes acél) membránhoz van ragasztva.

A működés piezoelektromos hatás elvén alapul, a piezoelektromos kerámia a rákapcsolt AC feszültség hatására annak frekvenciája szerint tágul és húzódik össze, ami a ráragasztott membránt is mozgásra kényszeríti.

Ez a rezgés megmozgatja a környező levegőt, amit az emberi dobhártya hangnyomásként érzékel.

A legmagasabb hangnyomásszint (SPL), azaz a legerősebb hang a hangkeltő sajátfrekvenciája közelébe eső frekvenciával történő gerjesztése esetén nyerhető, azaz érdemes az eszközt tápláló oszcillátort erre a frekvenciára hangolni.

A feszültség a hangkeltőre jellemzően megengedhető legmagasabb érték közelébe való növelése szintén segít a maximális hangerő elérésében. A piezo hangkeltők fogyasztása sokkal kisebb, mint az elektromágneses elven működő társaiké, hiszen nem szükséges az elektromágneses mező gerjesztésére és

fenntartására energiát használni. Fogyasztásuk néhány milliamper mindösszesen.

A mágneses mező hiányából kifolyólag nem lesz a probléma az elektromágneses kompatibilitással (EMC), mert a hangkeltő nem fog mágneses interferenciát (EMI) okozni.

Mivel a piezo hangkeltő magas impedanciás eszköz, közvetlenül meghajtható TTL szinten az MCU kimenetéről megfelelő frekvenciájú négy-szögjelekkel.

Természetesen mindenféle egyszerű tranzisztoros oszcillátor áramkör is alkalmas a meghajtásra.

Az AC táplálású transducerek és a DC meghajtású, saját beépített oszcillátorral rendelkező buzzerek sokféle kialakításban, méretben, alakban és frekvenciával kaphatók, olcsók és kellően hangosak, ami ideálissá teszi ezeket az eszközöket risztók, konyhagépek, telefonok, számítógépek, ébresztőórák, időzítők, orvoselektronikai készülékek és játékok hangforrásaiként.

Általánosságban elmondható, hogy ahol nincs szükség széles frekvenciaátvitelre és egyszerű, olcsó hangkeltőre van szükség, ott a piezo transducer a legjobb megoldás.

## Piezo hangszórók



Amikor az egyszerű jelzésnél komolyabb akusztikai feladat áll előttünk, de a széles átviteli frekvenciatartományt nem igényli az alkalmazás, csak például az érthető beszédet, a piezo hangkeltő és a hangszóró kombinációja használható.

A piezoelektromos hangszóró műanyag membránja és a kerámia lap összeragasztásával a piezo transducereknél szélesebb frekvenciasávban reprodukálható hang, valamint nagyobb hangerő is érhető el.

Jól megtervezett dobozolásal nem ritka a 2 méteren mért 110 dB

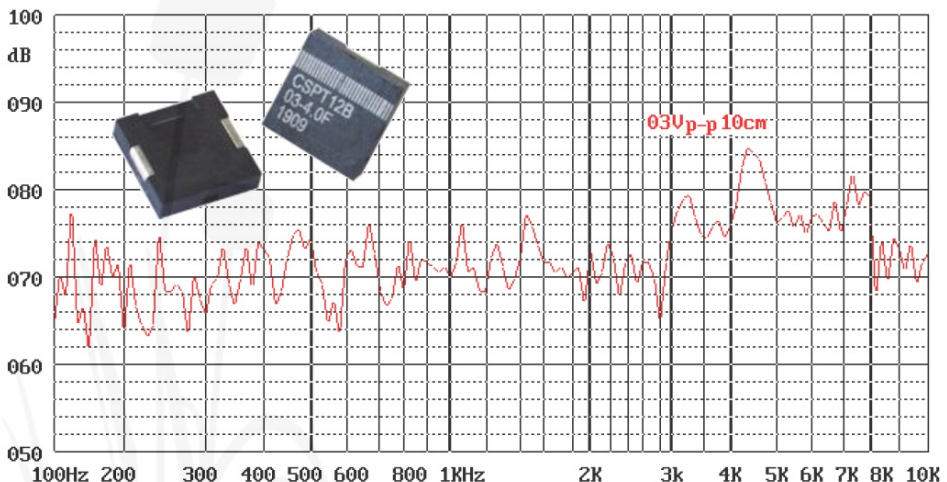
hangnyomásszint sem, ami ideálissá teszi riasztórendszerek szirénájaként való felhasználásra.

A piezoelektromos hangszórók további előnyös tulajdonsága az elektromágneses elven működő társaikhoz képest (már ahol elegendő a frekvenciaátvitelük) a túlterheléssel szembeni állóképességük, az egyszerű és robusztus felépítésük, műanyag membránjuk miatt az időjárás-, elsősorban vízálló mivoltuk.

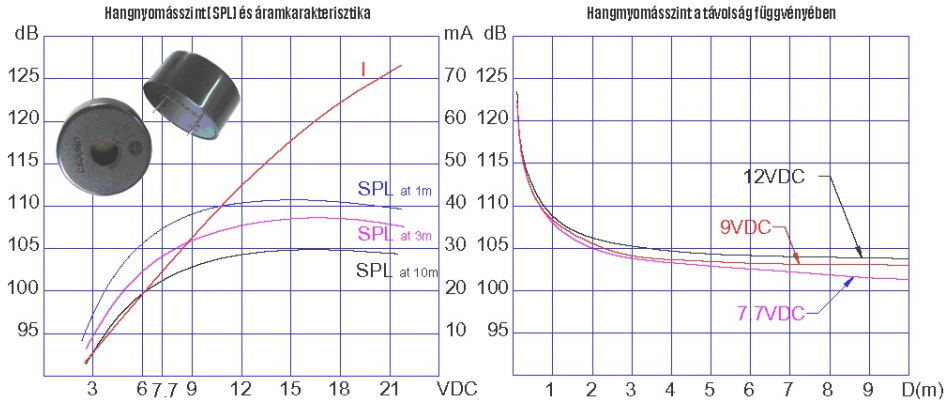
Hátrányuk természetesen a szűkebb frekvenciaátvitel, elsősorban a közép- és alacsonyfrekvenciás (basszus) sávban.

Emiatt gyakran találkozunk ezekkel a hangszórókkal ott, ahol a hangerő fontosabb, mint a hangminőség.

**Piezo transducer frekvencia karakterisztika ( nincs beépített oszcillátor)**



## Piezo Buzzer [ beépített oszcillátor áramkörrel] - karakterisztika



### Elektromágneses hangkeltők

Az elektromágneses hangkeltők egy lengő fém membránból és az ezt vezérlő elektromágneses áramkörből állnak. Az AC feszültség hatására a tekercsben váltakozóáram keletkezik, ami a fém membránt mozgásra kényszeríti, az így keltett mechanikai hullámokat az emberi fül hangként érzékeli.

Ezek az elektromágneses transducerek piezoelektromos társaiknál szélesebb frekvenciaátvitelre képesek, így ideálisak az olyan alkalmazásokban, ahol többféle frekvencia megszólaltatására, egyszerű dallam lejátszására van szükség.

Jellemző felhasználási terület a háztartási gépek, orvoselektronikai eszközök, mobiltelefonok világa. Általánosságban elmondható, hogy ezeknek az eszközöknek az áramfelvétele egy nagyságrenddel nagyobb a

piezoelektromos elven működőknél (100mA), hiszen a mágneses tér fenntartásához energia szükséges, azonban a maximális hangerő eléréséhez szükséges üzemi feszültségük jóval alacsonyabb (2-4V).

### Dinamikus hangszórók

Az eddig említett hangforrások elsősorban jelzésttechnikai célokra, illetve rosszabb minőségű hangátvitelre alkalmazhatók, azonban nem jók minőségi beszéd, vagy gazdag zenei hang reprodukálására.

Ez utóbbi célokra az általános megoldás a piacon rendkívül változatos formában elérhető dinamikus hangszórók használata. Beszéljünk akár HiFi hangfalakról, vagy az autóban használt parkolást segítő rendszer, műszerfal akusztikai eleméről, MP3 lejátszó, okostelefon, táblagép vagy notebook

zene lejátszásra is alkalmas hangkeltőjéről, az ideális megoldás mindenhol a dinamikus hangszóró.

Felépítését tekintve ez az eszköz kicsit bonyolultabb, mint az eddig megismert hangkeltők, alapeleme egy vékony, könnyű, merev papír, műanyag vagy esetleg fém membrán, melyet egy rugalmas felfüggesztéssel a hangszóró kosarához rögzítettek.

A membránhoz tartozik egy kisméretű könnyű tekercs, a hangtekercs, mely a hangszóró testét képező állandó mágnes hengeres légrésében axiális mozgást végez.

Amikor rajta AC áram folyik, a menetek körül mágneses mező indukálódik, mely az állandómágnes mezőjével kölcsönhatásba lép. Az elektromágnes és az állandó mágnes terének interakciója mechanikai erőhatást hoz létre, ami az

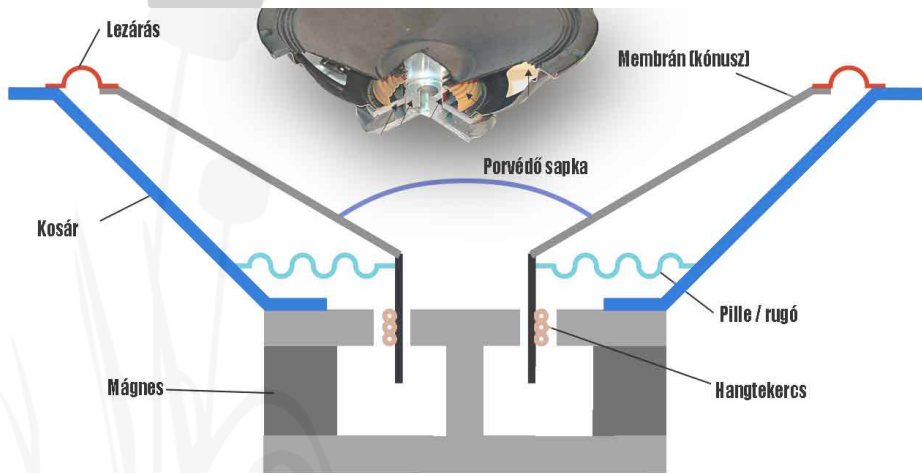
elektromágnes tekercsét és így a hozzá rögzített membránt az átfolyó váltakozóáram frekvenciájával arányos sebességgel előre és hátra kezdi mozgatni.

A membrán mozgása a környező levegőben hanghullámokat kelt, amit a dobhártyánk érzékel.

A membrán rendszerint kúpos kialakítású és nagyon merev, hogy csak az átfolyó áram hatására kezdjen mozogni, érzéketlen legyen külső rezonanciára.

Emellett kis tehetetlenségre van szükség, hogy gyorsan reagáljon az áramváltkozások okozta mágneses tér változására, és csillapítani is kell mozgását, hogy a jel megszűnésével azonnal megálljon.

A különböző membránanyagok különböző tulajdonságokkal bírnak és sajnos minden jó tulajdonságot egyik anyag sem hordozza egyszerre.



**A dinamikus hangszóró felépítése**

A papír például vékony, könnyű és jól csillapít, de nem elég merev, a fém merev és könnyű, de „zeng”, azaz rosszul csillapított, a műanyag könnyű, de ha merevítve van, akkor rossz a csillapítása.

A membrán rugalmas felfüggesztésének feladata a hangtekerecs légrésben való tartása és semleges pozícióba állítása a jel megszűnésekor. A tipikus felfüggesztés-kialakítás az erő nagy részét felvevő hullámos anyagból készült pille rugó, és a membrán éleit lezáró – a későbbiekben tárgyalt egyéb feladatra is alkalmazott – külső tömítőgyűrűből áll. A mai hangszórók kerámia, ferrit, Alnico (alumínium ötvözet) vagy ritkaföldfém (szamárium-kobalt és neodímium) mágnesek. A készülék dizájn irányvonal ma egyre könnyebb alkatrészeket kíván meg, emiatt a ritkaföldfém mágnesek kerültek előtérbe.

Az Endrich termékpalettáján mindenféle furatszerelt, rugós érintkezővel szerelt, illetve felületszerelt hangszórót talál az érdeklődő változatos formákban, akár egyedi csatlakoztatással. A kínálatban sokféle kör alakú ( $\varnothing$  15 mm - 57mm) és négyzetes (25 mm×10 mm-50 mm×50 mm) eszköz szerepel  $4\Omega$  -150  $\Omega$  impedanciával, 0.1W-5W névleges teljesítménnyel, 200 Hz-től 20 kHz-ig terjedő frekvenciaátviteli sávval és  $-40^{\circ}\text{C}$ -tól  $+85^{\circ}\text{C}$ -ig terjedő hőmérséklet tartománnyal.

