

# Egy kicsi Hi-Fi hangsugárzó

Piret Endre okl. színes tv szakmérnök

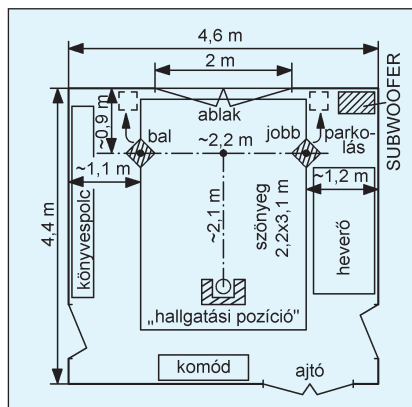
Ez a írás egy saját használatra fejlesztett sztereó hangszórórendszeréről szól, mely két kisméretű dobozból (szatellitek) és egy nagyobb mélyhangsugárzóból (subwooferből) áll. A fejlesztés célja az volt, hogy viszonylag szerény anyagi eszközökkel az átlagot meghaladó minőségű hangvisszaadást érjek el saját lakásomban. A minőség megítélésében a mérhető paramétereken kívül szubjektív tényezők is szerepet kaptak, különösen a csak szubjektíven megítélhető sztereokép jósága volt számomra fontos. Nem kötött a sorozatgyárthatóság feltétele, és mivel az elektronika is saját fejlesztésű és készítésű, szabadon változtathattam rajta, ha úgy éreztem, hogy a siker érdekében erre szükség van. Az elektronika ismert lehet Olvasóink előtt, minden elemének leírása megjelent lapunkban, erre hivatkozni is fogok. Most a hangzást alapvetően meghatározó szatellit dobozok részleteit ismertetem.

Jó sztereoképet az irodalom szerint, de többéves tapasztalatom szerint is, leginkább pontszerű hangforrások alkalmazásával, vagyis minél kisebb geometriai méretekkel rendelkező hangszóródobozokkal lehet elérni. Van egy másik irányzat is, amely dipólus sugárzókkal operál, vagyis módosított hangfalra szereli a hangszórókat, melyek hátrafelé is sugároznak. Ennek a módszernek propagálója *Linkwitz* [1], de legújabb hangszórója (Pluto) már pontszerű sugárzó. A pontszerű sugárzásnak természetesen csak abban a frekvenciatartományban van jelentősége, ahol a fül még érzékeli a hang irányát, vagyis kb. 100...150 Hz felett. A kisméretű dobozoknak van egy el nem hanyagolható gyakorlati előnye is: könnyen mozdíthatók. A hangsugárzók a jó hangvisszaadás érdekében nem állhatnak a falak mellett, hanem be kell őket húzni a szoba terébe. A hétköznapi életben ezek nagyon útban lehetnek. Kis – állványon lévő – dobozokkal megtehető, hogy használaton kívül nem a szoba terében állnak, hanem a fal mellé helyezzük őket („parkolóállás”), és csak zenehallgatáskor tesszük azokat „hallgatási pozícióba”.

Az elmondottakból következik, hogy a helyiséget, amelyben a hangsugárzó működik, nem hagyhatjuk meggondolásainkban figyelmen kívül. Ne gondoljuk, hogy a szoba akusztikája csak szükséges rossz. Nélküle a hangvisszaadás „süket” lenne, mint a



süketkaszobában, vagy mint a szabad térben modern hangosítás nélkül. Ezt a hangzást nevezik a szakzsargonban döglött hangnak. Ismertetésünk megállapításai az 1. ábrán látható alaprajzú szobára vonatkoznak. Távolról sem ideális, de adva volt és eléggé átlagos. Zenehallgatáshoz a kis hangsugárzókat az ablak melletti faltól elhúzzuk, és a falaktól legalább 1 m-nyi távolságra helyezzük el. A szoba közepén elhelyez-



1. ábra

kedő dohányzóasztalt a hátsó (az ábrán alsó) falhoz húzzuk, mert az asztallapon keletkező visszaverődések tönkreteszik a sztereoképet. A két fotel közül az egyiket az ablakhoz toljuk, itt nem zavar, a másikat pedig a „hallgatási pozícióba” tesszük, erre ülünk le zenét hallgatni. A hang az átrendezés hatására „leválik” a hangszórókról, már nem a hangszórókból szól, hanem úgynevezett fantom hangforrások keletkeznek: a két hangszóró közötti irányokból, jóval a hangszórók síkja mögötti térből, az ablakon túlról (furcsa hatás) szólnak.

A 100 Hz alatti hangok sugárzása a subwoofer feladata, mely a szoba eldugott sarkában kapott egyáltalán nem ideális helyet, de itt viselték el létét a női szemek.

## A hangszórórendszer

Az eddig elmondottakból következik, hogy célnak egy olyan hangszórórendszer felel meg, amely két kisméretű dobozból (bal és jobb csatorna) és egy (monó) mélyhangú hangsugárzóból áll. A mélyhangú doboz, a subwoofer már ismert lehet régebbi olvasóink számára [2], egy másodrendű sávszűrő doboz, amely a 30 Hz-től 100 Hz-ig terjedő tartományban működik. Ennek a doboznak előnyös tulajdonsága, hogy mind a felső, mind az alsó határfrekvenciáján 12 dB/oktáv meredekségű a levágás, mely érték egy zárt doboz levágási meredekségével azonos, és ezért tran-

ziens átvitele is jónak mondható. A fül mélyhangoknál nem képes irányt érzékelni, így a subwoofer csatorna monó kivitelű lehet egyetlen hangszárgzóval.

A 100...150 Hz feletti, a hallhatóság határáig, 15000...20000 Hz-ig terjedő sávot két, a pontszerű hangforrás közelítése érdekében minél kisebb méretű dobozzal kell kisugározni. A nagy frekvenciartartomány miatt csak legalább kétutas megoldás jön számításba. Költségkímélési szempontok és a beszerzési lehetőségek középkategóriás hangszórók alkalmazására sarkalltak. Ezek adottságainak maximális kihasználása érdekében meredek levágású, de jó fázismentű váltószűrőkre van szükség. Így jutottam el a Linkwitz-Riley szűrőkhöz, melyek részletes ismertetése, méretezése [3]-ban található. Majd 20 éves fejlődés eredménye a most ismertetésre kerülő hangszárgzó, melynek jellegzetessége a pontszárgzó közelítésén kívül az, hogy homlokfala lépcsős kiképzésű annak érdekében, hogy a különböző mélységű hangszórók okozta akusztikai útkülönbség kiegyenlítődjön. (A módszerről bővebben a [4]-ben.)

### A hangszórók kiválasztása

Még 1990-ben akadt meg a szemem egy folyóirat hirdetésében a Visaton WS/MS13NG jelű hangszóróján. Ez a típus 13 cm-es átmérőjével, 40 Hz-es rezonanciafrekvenciájával keltette fel a figyelmemet. Mid/Woofert megje-

lölése csak aláhúzta a nagyságához képest a számomra akkortájt szokatlanul alacsony frekvenciakon is használható voltát. Különvonzó volt még papírmembránja, mert mindmáig ezt a membránanyagot tartom a legjobbnak. A papír belső sűrűldása, a műanyagokkal szemben, viszonylag hatásosan csillapítja a membrán másodlagos rezonanciáit. Magánimportban sikerül szert tenni egy párra. Kiderült, hogy a választás szerencsés volt, ez a hangszóró 4 dm<sup>3</sup>-es (literes) dobozban, 110 Hz-es rezonancia mellett a kívánt 0,7-es QTS-t (maximálisan lapos átvitelt) valósított meg. Mindmáig, tehát az ismertető dobozban is, ezt a hangszórót használom. Ma már nem beszerezhető, az utód a W130S8, melynek a Thiele-Small paraméterei kicsit mások, de a számítások szerint 4 dm<sup>3</sup>-es dobozban ez a hangszóró is 110 Hz körüli rezonanciafrekvenciát ad, csak a QTS lesz nagyobb, 0,9-1 körüli. Ez a számunkra kicsit nagy jósaági tényező könnyen kompenzálható a váltószűrőben, ha annak Q-ját 0,5-re csökkentjük. Ennek részleteiről [3]-ban olvashatunk. A viszonylag kis átmérőjű kónusz pedig lehetővé teszi a 100 Hz-től 3000 Hz-ig terjedő, közel 5 oktávnyi hangterjedelmű sáv átfogását, mint látni fogjuk némi kompromisszum mellett. Ez a hangszóró döntően határozza meg a szubjektív megítélést, nemcsak a nagy hangterjedelem miatt, hanem azért is, mert erre a tartományra esik a fül legnagyobb érzékenysége.

A 3000 Hz feletti frekvenciájú hangok sugárzására csipogó, tweeter kell. Nálam a dóm-sugárzók jönnék számításba, ezek közül is a textil (esetleg impregnált) dóm-sugárzók, mert a textil dóm kevésbé hajlamos a vadrezgésekre a textil adta belső csillapítás miatt. A 3000 Hz-es alsó frekvenciahatár miatt a 25 mm-nél kisebb átmérőjű dómok nem alkalmasak a feladatra, túl kicsi a membránfelületük. A nagyobb átmérőjűek pedig ritkán sugároznak 10-12 kHz felett. Ugyanakkor követelmény, hogy a tweeter rezonanciafrek-

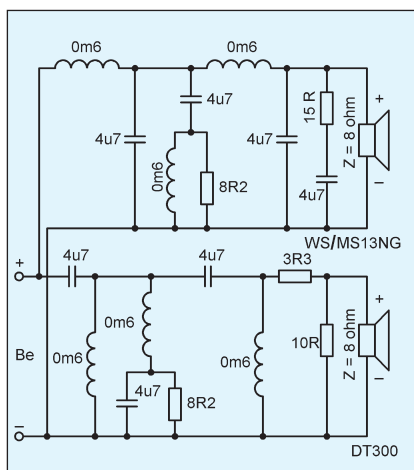
venciája jóval a választott keresztelési frekvencia alá essen, jelen esetben lehetőleg 1 kHz-re vagy az alá. Figyelni kell a tweeter érzékenységre is, mert a kicsi membránfelület miatt általában kicsi a tweeter érzékenysége. Passzív szűrőváltót használva, többleterősítést nem tudunk beiktatni, csak csillapítást. Ha a tweeter érzékenysége túl kicsi, akkor a mély-közép hangszóró jelét kellene csillapítani, hogy a két hangszóró egyforma hangnyomást szolgáltatson. A mély-közép hangszóró elé viszont nem tehetünk csillapítót, mert ekkor az erősítő kis kimenőellenállásának hatása a mély-közép hangszóró rezonanciafrekvenciáján nem érvényesül.

Felhívom a figyelmet arra, hogy sok tweeternek a érzékenységét úgy „javítják” meg, hogy a 8 ohmosnak nevezett hangszóró lengőtekerccsét valójában 6 ohmosra készítik (ez még épp belefér a szabványba), és ezzel javítanak a katalógusadaton. Passzív hangváltónk persze erre kellemetlenül reagál, és csak keressük a hibát, hogy mit rontottunk el... Ha egy hangszóró lengőtekerccsének egyenáramú ellenállása 5 ohm alatt van, akkor már biztosan nem 8 ohm impedanciájú!

Dobozunkba a meglehetősen olcsó és beszerezhető Monacor DT300-as jelű tweeter építettem be. Ez egy jóval nagyobb teljesítményű rendszerbe szánt, 29 mm átmérőjű impregnált textildómmal rendelkező hangszóró. A katalógus szerint a rezonanciafrekvencia 750 Hz, a mért érték, mekkora csatlódás: 1400 Hz. Érzékenysége a katalógus szerint 93 dB, ami sokkal nagyobb, mint a mély-közép hangszóró 87 dB-e. Rezonanciafrekvencián jól csillapított, impedanciája pedig alig változik a frekvenciával, 3 kHz tágabb környezetében valóban 8 ohm.

### A doboz elektromos felépítése

A doboz kapcsolási rajza a 2. ábrán látható. Egy szabályos negyedfokú Linkwitz-Riley szűrőváltót [3] láthatunk 3 kHz-re méretezve. A mély-közép hangszóró



2. ábra