

A csöves másképp szól? II. 2. rész

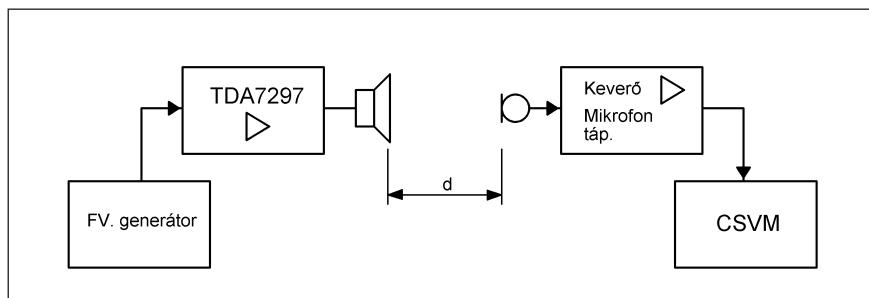
dr. Nagy László villamosmérnök, drnagylp@gmail.com

A hangfalak mérése

A mérés célja a frekvenciakarakterisztika felvétele. A hangfal tengelyében d távolságra lévő mikrofon jelét egy gyári keverőerősítő egyik csatornája erősítette fel a csővoltmérőnek megfelelő szintre. A mérés összeállítása a **6. ábrán** látható. Fontos megjegyezni, hogy a mérést otthoni körülmények között szándékozom elvégezni, az ilyenkor szokásos „süketszoba” helyett. Ez utóbbi lényege, hogy a hangszóró keltette hanghullámok minden irányban szabadon haladhatnak tova, akadály (vagyis reflexiós hely) nélkül.

A hangfal meghajtására a TDA7297-tel épített erősítőt használtam, ennek bemenetére csatlakozott a hangfrekvenciás generátor. A méréshez két dinamikus (BEAG: MD21N, SHURE: 14A) és egy kondenzátor (Leihao: BM8000) mikrofont kaptam kölcsön (ld. **foto**). Érzékenységük a frekvencia függvényében a **7. ábrán** látható.

Választásom nyilván a kondenzátormikrofonra esett, amelynek alsó töréspontja 30 Hz körül van, így a hangfalak viselkedése a sáv alsó végén megbízhatóan vizsgálható. A kondenzátormikrofonok külső táplálást igényelnek, szerencsére a keverő erősítő ezt is tartalmazta. A sáv felső részén



6. ábra

mindhárom mikrofon hasonló jelleget mutat, néhány dB-es kiemelés és hullámosság, 14-15 kHz körül pedig kezdődik a levágási szakasz. A mikrofonok sáv szélességét a gyártók gyakran a -10 dB-es ponttal adják meg.

Indulásként tekintsünk a **8. ábrára**, amely a HC16/10 hangfalnak a fenti mikrofonokkal felvett karakterisztikáját mutatja. Látható, hogy mennyire becsapós lehet a végeredmény. „Ismerve” a mikrofonok adatait, a sáv alján hihetünk a kondenzátormikrofonnak, a hangfalunk kb. 120 Hz-nél kezd levágni.

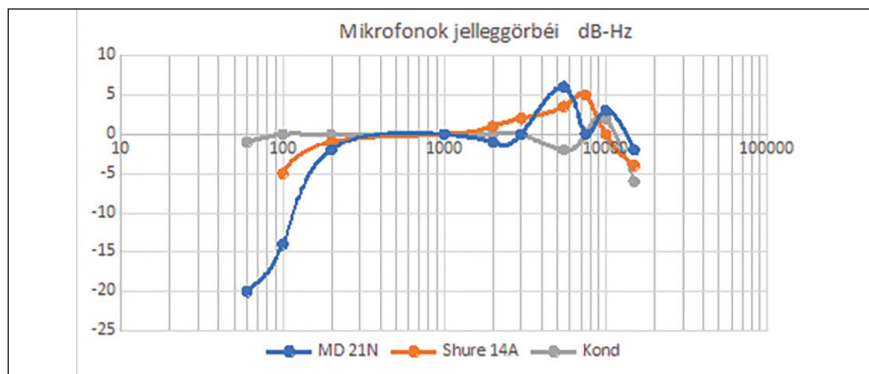
A sáv tetején a nagy hullámosságot „kiszűrve” –, amely a reflexiós környezetben végzett mérésekre jellemző –, a mért görbék szintén tükrözik a mikrofonok közötti eltéréseket. A dinamikus mikrofonok kiemelése feljebb mutatja a hangfal felső levágási pontját, mint a valóságos érték. A kondenzátormikrofon görbéjét

követve láthatjuk, hogy a hangfalunk kb. 12 kHz környékén eléri a -5 dB-es értéket. A meredek levágáshoz tartozó frekvenciák (20 k, 16 k és 15 kHz) már a mikrofonok saját levágási frekvenciáit adják. Fontos tehát, hogy legyen egy jó, ismert karakterisztikájú mérőmikrofonunk, különben nem bízhatunk a kapott eredményekben. Sajnos, ezt nem lehet megúszni, ha a hangfalunk képességéről méréssel is szeretnénk meggyőződni.

A mérések során a mikrofont egy állítható állvány tartotta a hangsugárzó tengelyében, a padló felett kb. 60-70 cm magasságban. A hangfal és a mikrofon távolságát igyekeztem kicsire választani. Így nagyobb lett a mikrofon jele a reflektálódott jelhez képest. Legtöbbször $d = 14$ cm, illetve 32 cm-es távolságot használtam. Ami az akusztikus környezetet illeti, kétféle megoldással próbálkoztam:



A mikrofonok:
BM8000, 14A, MD21N



7. ábra



A mérőhely elrendezése

Nyílt környezet: mérési elrendezés mindenféle hangszigetelés nélkül a szokásos lakószobai berendezések között.

Hangszigetelt környezet: rudakból épített gúla vagy háztető alakú sátorvázra terített pléd, paplan, a szőnyegre lerakott párnák. A hangszigetelés arra szolgál, hogy a szobában keletkező reflexiók hatását csökkentse. Ez valószínűleg sikerült is, de a sátor falán újabb reflexiók keletkeztek. Azt tapasztaltam, hogy reflexiók szempontból a hangszigetelő sátor a méréseken nem javít, sőt, néha még ront is, viszont a mérés elvégzése sokkal kényelmesebb, a reprodukálás is nehezebb. Végül a nyílt környezetet választottam.

Arra kellett még ügyelni, hogy a mérőhely lehetőleg távol legyen a hangfal-mikrofon egységtől. Célszerű a mikrofon mögötti kb. 120 fokos szektorban elhe-

lyezkedni. Nagyobb frekvenciánál a mérést végző személy kisebb mozgása (fejfordítás, bólintás, előre hajlás) is látszik a csővoltage mérőn. Ezt a hatást csökkenteni tudtam egy vízszintes rúdra terített pléddel. A mellékelt fotókon a fentebb leírt mérőhely-elrendezések láthatók.

Kezdjük a végével, nézzük a mérések eredményét!

A 9. ábra a hangfalak frekvencia-karakterisztikáit mutatja. Mind-egyik görbe 3-4 mérési sorozat átlagolásával született. A mérés kezdetén az 1 kHz-en kapott mikrofonfeszültséget ugyanarra az értékre állítottam be, így a mikrofonfeszültségek normalizálva lettek. Nem szabad azonban elfelednünk, hogy reflexiók környezetben mérünk, ami 1 kHz-en is fennáll, és ez a normalizálásban is bizonytalanságot eredményez. Erre később még visszatérünk.

Értékelés

A sáv alsó részét vizsgálva a hangfalak levágási tartománya kb. 125 Hz-nél kezdődik, kivéve a Sanyo-t, amelynél ez a pont 250 Hz. A levágás előtt gyakori a kiemelés, ami a hangszórók rezonanciájának következménye.

Feltűnő, hogy a görbék 1...2 kHz-ig többé-kevésbé elfogadhatóan viselkednek, a frekvencia növekedésével azonban a hullámosság egyre nagyobb. Szerencsére a hullámok átlagának trendje még lehetővé teszi a kvalitatív értékelést.

A sáv felső részén a Philips hangfal tűnik a legjobbnak,



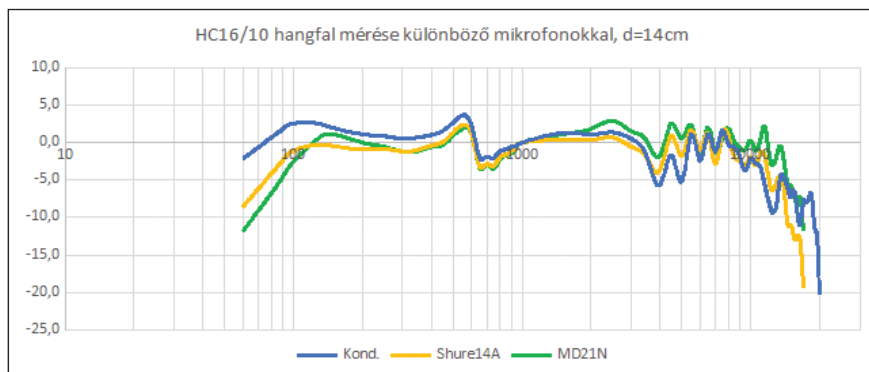
Mérés nyílt környezet esetén



Mérés hangszigetelt környezetben. A hangfal és a mikrofon a hangszigetelő sátor alatt



A Philips hangfal mérése, d = 15 cm



8. ábra