



SZABADALMI LEÍRÁS

SZOLGÁLATI TALÁLMÁNY

173844

Nemzetközi osztályozás:

Bejelentés napja: 1976. IX. 15. (EE-2441)

H 04 R 19/02

Közzététel napja: 1979. II. 28.

Megjelent: 1979. XII. 31.

Feltalálók:

Balogh Géza okl. villamosmérnök 40%, Balogh Gézáné
okl. villamosmérnök 30%, Budapest,
Seszták Emil okl. villamosmérnök 30%, Maglód

Szabadalmas:

Elektroakusztikai Gyár,
Budapest

Kardioid hangszárgzó

1

A találmány tárgya kardioid jelleggörbével rendelkező hangszárgzó, amely olyan üreg és rés elrendezettségű, azaz olyan akusztikai kialakítású, hogy az ismert megoldásoknál szélesebb, illetve egyenletesebb hangnyomás-frekvencia jelleggörbét és torzulásmentes kardioid irányjelleggörbét biztosít.

Ismeretes, hogy egyre szélesebb körben alkalmaznak ún. irányított elektroakusztikai átalakítókat. Ma már nemcsak a hangvevőket (mikrofonokat), hanem a hangszárgzókat is egyre inkább olyan akusztikai hálózattal (akusztikai elemekkel) készítik, amelyek a mélyfrekvenciákon – ott ahol az átalakító mérete kisebb a hullámhossznál –, is biztosítják a rendszer irányítottságát. Az irányított átalakítók több előnyös tulajdonsággal rendelkeznek az irányítatlanokkal szemben.

Néhányat felsorolva, az akusztikai begerjedési hajlomot csökkentik, hangirány szelekcióra lehetőséget adnak, csökkentik a hanghullám reflexiók zavaró hatását, növelik a beszédérthetőséget. [Iding: 20 „Unidirectionally radiating loudspeakers AES Konf. 14–16. 3. (1972) München].

Magas frekvenciákon a hangszárgzó mérete, így a sugárgzó felület mérete is összemérhető a hullámhosszal és az irányítottság önmagától adódik, azt nem kell külön létrehozni. Közepes, de még inkább a mélyfrekvenciákon a hullámhossz olyan nagy, hogy irányítottságot szokásos méretű hangszárgzóval nem lehet elérni. Ahhoz pl., hogy 100 Hz-en 9–10 dB értékű előre/hátra-viszonyt érjünk el, 30

2

könnyen kiszámítható, hogy kb. 2 m átmérőjű sugárgzó felületre van szükség [Beranok: „Acoustics” Mc Graw-Hill (1954) London, 104. oldal]. Kardioid irányjelleggörbével rendelkező hangszárgzók jóval kisebb méretek mellett is biztosítják ugyanezt az előre/hátra viszonyt, de ugyanakkor több problémát is felvetnek, amelyek az alkalmazhatóságát korlátozzák. Ilyen pl.: a mélyfrekvenciák felé a kardioid hangszárgzó hangnyomás-frekvencia jelleggörbéjében mutatkozó esés. [Balogh: „Ausgleich der Tieffrequenz übertragung von Lautsprechern mit Kardioid-Richtcharakteristik VI. Akustische Konferenz, Budapest (1976).] Hasonlóan kellemetlen jelenség, hogy az irányjelleggörbe ideális kardioid alakja torzulást szenved, ha a hullámhossz nagysága összemérhető a hangszárgzó hangkerülő út értékével. [Nevezetesen, ha $d > \frac{\lambda}{4}$ lásd Olson:

Gradient Loudspeaker JAES Vol 21. 1973. März. 86–93.] Vizsgálataink során ezt az irodalomban is közölt zavaró jelenséget részletesen megvizsgáltuk. Ha az ismert kardioid elrendezés [1. ábra, valamint az idézett Iding mű és Beavers: Directional Loudspeaker system U. S. patent N° 3, 722 616. 27. März. 1973.] irányjelleggörbéjét megmérjük erős egyenetlenséget, frekvenciától függő torzulásokat tapasztalunk abban. (3. ábra.)

Találmányunk a felsorolt problémára ad megoldást és biztosítja azt, hogy a kardioid hangszárgzó hangnyomás-frekvencia jelleggörbéje egyenes marad-

jon, kihasználható legyen az elvi működési sáv-szélesség és ugyanakkor az irányjelleggörbe torzulásmentességét is biztosítja. Felismertük azt a tényt, a problémákat az okozza, hogy a kardiod hangszugárzó és annak akusztikai elemeinek mérete hullámhosszal összemérhető, amely másrésztől egyéb működési szempontból kívánatos. Ezért olyan megoldást kerestünk és találtunk, amellyel a vázolt ellentét feloldható. Felismertük azt, hogy a kardiod hangszugárzó külső hangtérbe vezető akusztikai nyílásrendszerének megfelelő geometriai elrendezésével, valamint egy további nyílásrendszer alkalmazásával a nemkívánatos jelenségek megszüntethetők.

A találmány tárgya kardiod hangszugárzó, amely elsősorban lengőtekerceses dinamikus hangszóróval van megvalósítva, amely hangszórók a membránjához önmagában ismert ún. RC típusú fázisforgató tag van akusztikailag csatolva, amely fázisforgató tagon keresztül a membrán hátulsó oldala kapcsolatban van a külső hangtérrel. A találmány lényege abban van, hogy a membrán hátulsó oldalához csatlakozó üreg egy első akusztikai nyílásrendszeren keresztül, amely akusztikai ellenállást (R_2) és/vagy akusztikai tömeget valósít meg, vagy közvetlenül a külső hangtérbe és/vagy egy másik üregbe nyílik, amely egy második nyílásrendszeren keresztül, amely akusztikai ellenállást és/vagy akusztikai tömeget valósít meg, a külső hangtérbe nyílik, úgy hogy a külső hangtérbe vezető nyílások a hangszugárzó oldalain, illetve a hátlapon, de annak részeihez közel vannak elhelyezve, úgy hogy a rések közötti átlagos oldalirányban vett távolság optimálisan kétszerese a hangkerülő útnak, de feltétlenül nagyobb, mint a hangkerülő út fele. A minőségi jellemzők szempontjából fontos a találmánynak azon kiviteli változata, ahol a hangkerülő út legfeljebb 1,2-szer nagyobb, mint az előlap – amelyre a hangszóró szerelve van – szélessége, de legalább 0,4-szerese annak. Az irányjelleggörbék és a frekvenciamentességét még jobban biztosítja a találmány azon kiviteli alakja, amelyben az első nyílásrendszer a második nyílásrendszerrel azonos geometriai elrendezettségű, de esetleg nem azonos méretű nyílásokat tartalmaz. Hasonlóan előnyös kiviteli változata a találmány szerinti kardiod hangszugárzónak az, amelyben az első nyílásrendszer legalább két rést tartalmaz és ezek legalább két elkülönített ürege (csövön) keresztül vannak kapcsolatban a második nyílásrendszerrel, amely legalább egy-egy nyílásból áll, amely vagy közvetlenül, vagy egy akusztikai ellenállás anyagon keresztül nyílik a külső hangtérbe, és az üreg (cső) a membránhoz csatolt üregbe részben behatol és/vagy részben a külső hangtérbe kinyúlik. Egyszerűen gyártható az az előnyös kiviteli változat, amelyiknél az összekötő üreg (cső) csillapító anyaggal például: vattával, vagy műanyaghabbal van kitöltve. Közel pontos kardiod irányjelleggörbét biztosít a találmánynak azon kiviteli változata, ahol az első nyílásrendszer és a második nyílásrendszer akusztikai ellenállása az üregekre jellemző akusztikai kapacitással olyan időállandót biztosít mint amekkora a hangkerülő útra jellemző. Hasonlóan előnyös ha a nyílásrendszerek akusztikai tömege és

az üregekre jellemző akusztikai kapacitások meghatározott viszonyban vannak a hangkerülő útra jellemző időállandóval. A gyártást egyszerűsíti a találmánynak azon kiviteli változata, amelyben az akusztikai nyílások, vagy a nyílások egy része által képviselt akusztikai ellenállás és tömeg ismert módon, manuálisan a kívánt értékre beállítható.

A találmány szerinti megoldás előnye abban van, hogy viszonylag egyszerű módon egyenletes, ingadozástól mentes hangnyomás-frekvencia jelleggörbét biztosít, az irányjelleggörbe nem torzul el az esetben sem, ha a hanghullámhossza kisebb, mint a kétszeres hangkerülő út. Ugyanakkor biztosítja azt, hogy az ismert megoldásoknál nagyobb hangkerülő utat lehet alkalmazni, s így az elérhető sáv-szélesség nagyobb, az átvitelisáv alsó határa kisebb értékű. A találmány szerinti hangszugárzóval a közvetített műsor „tisztasága” érthetősége, megnövekszik a hangreflexió és az akusztikai begerjedés veszélye lecsökken.

A találmány tárgyát részletesebben is megvilágítjuk néhány kiviteli példa, illetve rajz alapján.

Az 1. ábra egy ismert kardiod hangszugárzó rendszert mutat sematikus ábrázolással.

A 2. ábra 1. ábra szerinti hangszugárzó mért hangnyomás-frekvencia jelleggörbét mutatja.

A 3. ábra az 1. ábra szerinti hangszugárzó néhány frekvencián mért irányjelleggörbét adja meg.

A 4. ábra egy a találmány szerinti kardiod hangszugárzó kiviteli változatát mutatja sematikus.

Az 5. ábrán a 4. ábra szerinti elrendezésű villamos helyettesítő képe látható.

A 6. ábrán a 4. ábra szerinti elrendezésű kardiod hangszugárzó mért hangnyomás-frekvencia jelleggörbét látható.

A 7. ábrán a 4. ábra szerinti elrendezésű kardiod hangszugárzó néhány frekvencián mért irányjelleggörbét ábrázoltuk.

A 8. ábra a találmány szerinti hangszugárzó egy másik kiviteli alakját mutatja.

A 9. ábra a találmány egy további kiviteli alakját mutatja.

A 10. ábrán a találmány egy további előnyös kiviteli alakja látható.

Az 1. ábra egy ismert kardiod hangszugárzó elrendezést mutat sematikus ábrázolással. A lengőtekerceses dinamikus hangszóró az S szélességű előlapra van szerelve. A hangszóró membránja D átmérőjű és Z_1 akusztikai impedanciát képvisel, amely általában a működési sávban M_1 akusztikai tömeggátolt.

A membrán hátulsó oldalához csatlakozik az akusztikai kapacitással jellemzett C_0 üreg. A külső hangtérbe a R_2 akusztikai ellenállással és M_2 akusztikai tömeggel jellemzett akusztikai nyílásrendszer vezet. A d hangkerülő útnak a két hangkapu közötti távolságot értjük.

A 2. ábrán az 1. ábra szerinti hangszugárzó mért hangnyomás-frekvencia jelleggörbét mutatja. A jelleggörbén látható a kis frekvenciákon és 1000 Hz körül a hangnyomás szint mintegy 6 dB értékkel alacsonyabb mint a magas frekvenciákon.

A 3. ábrán az 1. ábra szerinti hangszugárzó mért irányjelleggörbéje látható. A sorozatból jól látható, hogy különösen 2000 Hz körül erősen torzul az irányjelleggörbe alakja.

A 4. ábrán egy találmány szerinti kardioid hangszugárzó kiviteli változata látható. A lengőteker-
5 cses dinamikus hangszóró a doboz S szélességű előlapjára van szerelve. A hangszóró membránja D átmérőjű, amely Z_1 akusztikai impedanciával és M_1 akusztikai tömeggel van szemléltetve. A membrán hátulsó oldalához csatlakozik az akusztikai kapacitással jellemzett C_0 üreg. A második C_2 üreg és az első C_0 üreg között kapcsolatot teremt az első akusztikai nyílásrendszer, amely R_2 akusztikai ellenállást és M_2 akusztikai tömeget képvisel. A külső hangtérbe nyíló második akusztikai nyílás-
10 rendszert R_3 akusztikai ellenállással, illetve M_3 akusztikai tömeggel jellemezzük. Mind hangnyomás frekvencia jelleggörbe, mind az irányjelleggör-
bék torzulásmentességét jelentősen fokozza, ha a találmány szerint rendezzük el a nyílásokat, azaz teljesítjük h rések közötti átlagos oldalirányba vett

távolságra a $h \sim 2d$, de legalább $h \geq \frac{d}{2}$ feltételt.

Ugyanakkor a d hangkerülő utat kb. az előlap szélességével választjuk azonosra. Ennek megfelelően a második nyílásrendszer h rések közötti átlagos oldalirányba vett távolságát úgy biztosítjuk, hogy a hátlap szélelénél középzünk ki egy h és h' rések közötti átlagos oldalirányba vett távolságra téglalap alakú geometriai elrendezést. (Célszerű, ha $h = h'$.) Előnyös az a kiviteli változat amelyben első nyílásrendszer, a második nyílásrendszerhez hasonlóan h és h' rések közötti átlagos oldalirányba vett távolság téglalap alakú, azonos geometriai elrendezetségű, bár más értékű akusztikai elemeket képvisel(het) és más átmérőjű furatokból áll(hat).

Az 5. ábrán a 4. ábra szerinti elrendezés villamos helyettesítő képe látható. A jelölések magyarázatát a fentiekben részben leírtuk. Z_{s1} a membrán sugárzási impedanciája, Z_{s2} a második hang-
kapu, az az a külső hangtérbe vezető nyílásrendszer sugárzási impedanciáját jelöli. Pontos kardioid irányjelleggörbe létrehozásához – amely általában megkívánt – szükséges, hogy a

d hangkerülő úthoz tartozó $\frac{d}{c}$ időállandó azonos

legyen a fázisforgató tagok eredő $R_2 \cdot C_0 + R_3(C_0 + C_2)$ időállandójával. Azaz

$\frac{d}{c} \approx R_2 \cdot C_0 + R_3(C_0 + C_2)$. Hiper-kardioid vagy

nem pontos kardioid irányjelleggörbe létrehozásához az egyenlőségtől el kell térni. Gyakorlati, de elvi vizsgálataink is azt bizonyították, hogy az egyenlőség helyett egyenlőtlenség az, amely jobb eredményt szolgáltat az akusztikai tömegek értékére. Az egyenlőtlenség

$$\frac{1}{2} \left(\frac{d}{c} \right)^2 > M_2 C_0 + M_3 (C_0 + C_2)$$

Gyakorlatban igen jó eredményt értünk el, ha az akusztikai ellenállások és akusztikai tömegek:

$R_2 \geq R_3$ és $M_2 \leq M_3$, gyakran $R_3 = 0$, $M_2 = 0$, értékűek.

A 6. ábrán a 4. ábra szerinti elrendezésű hangszugárzó mért hangnyomás-frekvencia jelleggörbéje látható. A kivitelezett hangszugárzó azonos méretű az 1. ábra szerint megépített hangszugárzóval. A beépített hangszóró azonos példány.

A mért jelleggörbe egyenesebb, kevésbé mutatja az ismert megoldásnál tapasztalt mélyebb frekvenciás esést, különösen az 1000 Hz körüli sávban.

A 7. ábra a 4. ábra szerinti elrendezésében megépített hangszugárzó irányjelleggörbe sorozata látható. Az irányjelleggörbék jelentős különbséget mutatnak az ismert elrendezés irányjelleggörbéihez képest. A 2000 Hz körüli sávban nem 8 alakú, hanem kardioid az irányjelleggörbe.

A 8. ábrán a találmány szerinti hangszugárzó egy másik kiviteli változatát mutatja.

20 Az első nyílásrendszer a teljes belső válaszfalon egyenletesen van elosztva. A külső hangtérbe vezető nyílások a paláston vannak elhelyezve. A d hangkerülő utat az S szélességű előlap (jelenleg átmérő) és a h rések közötti átlagos oldalirányba vett
25 távolságot az ábrán jelöltük.

A 9. ábrán a találmány egy másik kiviteli változatát mutatja.

Az első nyílásrendszert, több furat alkotja és R_2 , illetve M_2 akusztikai ellenállással, illetve akusztikai tömeggel van reprezentálva.

30 Az első nyílásrendszer négy szabadvezető üreg belső falán helyezkedik el, míg a második nyílásrendszer a külső falán. A C_4 üreg által képviselt akusztikai kapacitást, illetve M_4 akusztikai tömeget jelöléssel adtuk meg, amely üreg az akusztikai kapacitású C_4 üregbe benyúlik. Négyzetes előlap, valamint azonos horizontális és vertikális irányjelleggörbe esetén a $h = h'$, azaz rések közötti átlagos oldalirányba vett távolság egyenlő.

40 A 10. ábrán a találmány egy másik kiviteli változata látható. A hangszugárzóba két hangszóró van beépítve. Az R_2 akusztikai ellenállás és M_2 akusztikai tömegeből álló első nyílásrendszertől kivezető cső alakú akusztikai kapacitást és M_4 akusztikai tömeget képező C_4 üreg a hangszóró oldalfalain keresztül a külső hangtérbe kinyúlik. Ezzel viszonylag kisebb dobozmérettel is elérhető az optimális $h = 2d$ feltétel. Az ábrázolt változatban az üreg vattával, vagy műanyaghabbal van
45 kitöltve.

A második nyílásrendszert az R_3 akusztikai ellenállás és M_3 akusztikai tömeget megvalósító szabad csővég sugárzási impedanciája képviseli. Célszerű itt is ha $h \sim h'$ -vel.

Szabadalmi igénypontok:

1. Kardioid hangszugárzó, elsősorban lengőteker-
50 cses dinamikus hangszóróval megvalósítva, amely önmagában ismert RC típusú fázisforgató tago(k)at tartalmaz, amely fázisforgatótag a membránhoz van csatolva, amelyen keresztül a membrán hátulsó oldala kapcsolatban van a külső hangtérrel, azzal
65 jellemezve, hogy a membrán hátulsó oldalához

csatlakozó akusztikai kapacitást képező üreg (C_0) egy első akusztikai nyílásrendszeren keresztül, amely akusztikai ellenállást (R_2) és/vagy akusztikai tömeget (M_2) valósít meg, vagy közvetlenül a külső hangtérbe és/vagy egy másik üregbe (C_2) nyílik, amely egy második nyílásrendszeren keresztül, amely akusztikai ellenállást (R_3) és/vagy akusztikai tömeget (M_3) valósít meg, a külső hangtérbe nyílik, úgy hogy a külső hangtérbe vezető nyílások a hangszűrő oldalain, illetve a hátlapon, annak széleihez közel vannak elhelyezve, továbbá a rések közötti átlagos oldalirányba vett távolság (h) optimálisan kétszerese a hangkerülő útnak (d), de feltétlenül nagyobb, mint a hangkerülő út (d) fele, azaz

$$h > \frac{d}{2}$$

2. 1. igénypont szerinti kardiod hangszűrő kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy a hangkerülő út (d) legfeljebb 1,2-szer nagyobb, mint az előlap szélessége (S), de legalább 0,4-szerese annak, azaz

$$0,4_s < d < 1,2_s$$

3. 1–2. igénypont bármelyike szerinti kardiod hangszűrő kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy az első akusztikai nyílásrendszer egy belső elválasztó falon van elhelyezve és ezen első nyílásrendszer részei a hátlapon elhelyezett szabadbavezető résekkel nem azonos méretűek, de azonos geometriai elrendeztségűek.

4. 1–2. igénypont bármelyike szerinti kardiod hangszűrő kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy az első nyílásrendszer legalább két nyílást tartalmaz és ezek legalább két elkülönített összekötő ürege (csövön) keresztül vannak kapcsolatba a második nyílásrendszerrel, amely legalább egy-egy nyílásból áll, amely vagy közvetlenül, vagy egy akusztikai ellenállás anyagon keresztül nyílik a külső hang-

térbe és az összekötő üreg (cső) a membránhoz csatolt üregbe (C_0) részben benyúlóan és/vagy csatolt üregbe (C_0) részben benyúlóan és/vagy részben a külső hangtérbe kinyúlóan van elrendezve.

5. 4. igénypont szerinti kardiod hangszűrő kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy az összekötő üreg (cső) csillapító anyaggal, például műanyaghabbal van kitöltve.

6. 1–5. igénypont bármelyike szerinti kardiod hangszűrő kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy az első nyílásrendszer akusztikai ellenállása (R_2) és a második nyílásrendszer akusztikai ellenállása (R_3), valamint a hangkerülő út (d) által megszabott időállandó $\left(\frac{d}{c}\right)$ teljesíti a

$$\frac{d}{c} \cong R_2 C_0 + R_3 (C_0 + C_2)$$

feltételeket.

7. 1–6. igénypont bármelyike szerinti kardiod hangszűrő kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy az első nyílásrendszer akusztikai tömege (M_2) és a második nyílásrendszer akusztikai tömege (M_3), valamint a hangkerülő út (d) által megszabott

időállandó $\left(\frac{d}{c}\right)$ teljesíti a

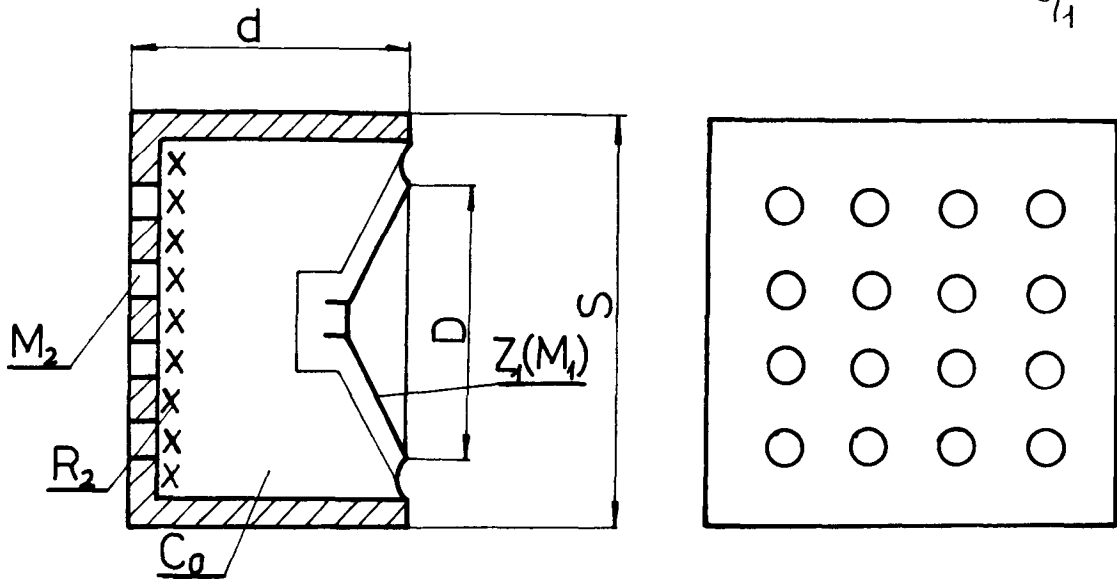
$$\frac{1}{2} \left(\frac{d}{c}\right)^2 > M_2 C_0 + M_3 (C_0 + C_2)$$

feltételt.

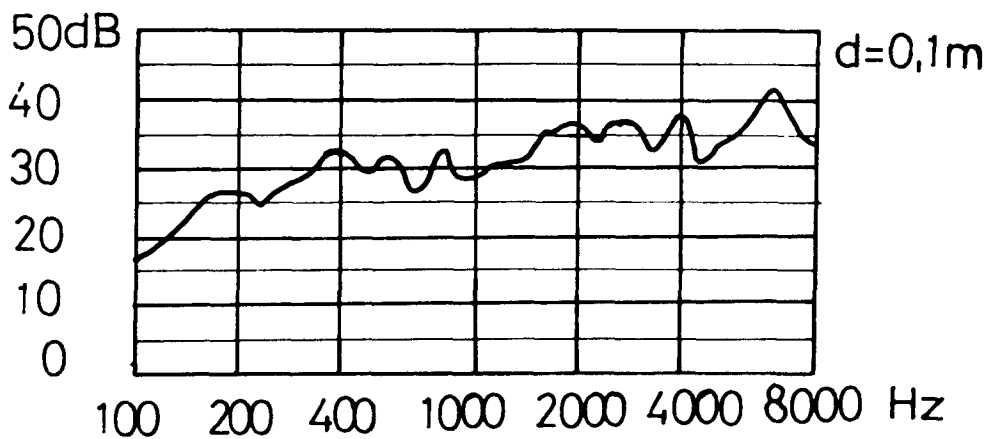
8. Az 1–7. igénypont bármelyike szerinti kardiod hangszűrő kiviteli alakja, azzal jellemezve, hogy az akusztikai nyílások, vagy a nyílások egy része által képviselt akusztikai ellenállás és akusztikai tömeg ismert módon manuálisan a kívánt értékre beállíthatóan van kialakítva.

5 rajz, 10 ábra

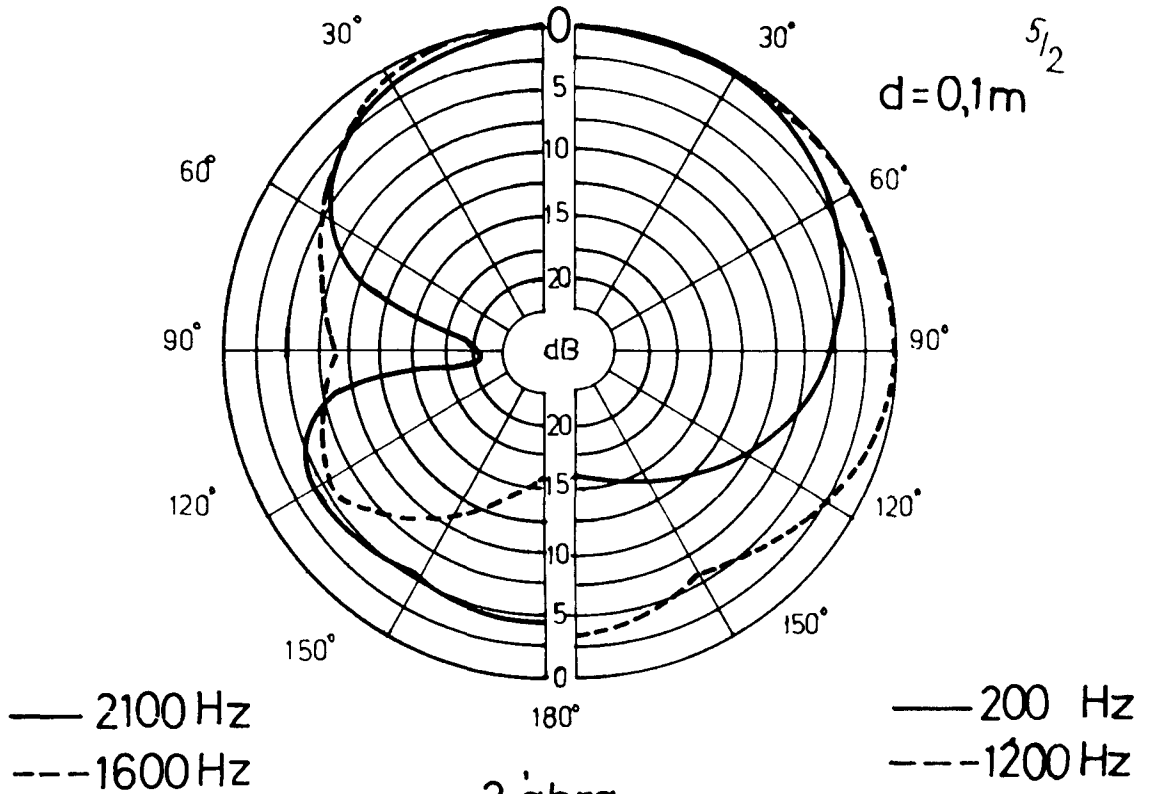
5/1



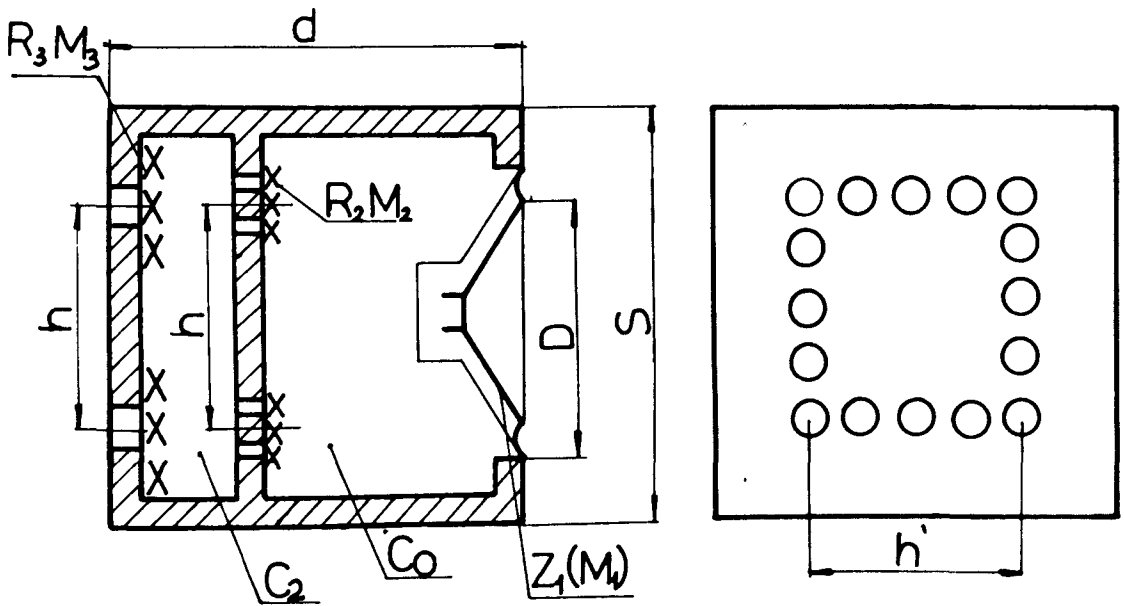
1. ábra

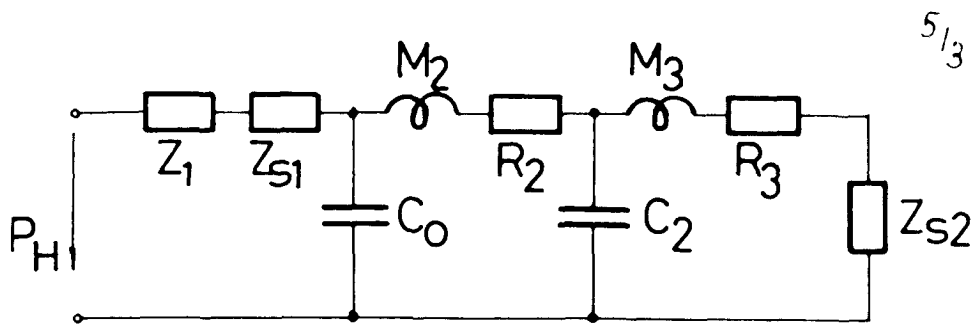


2. ábra

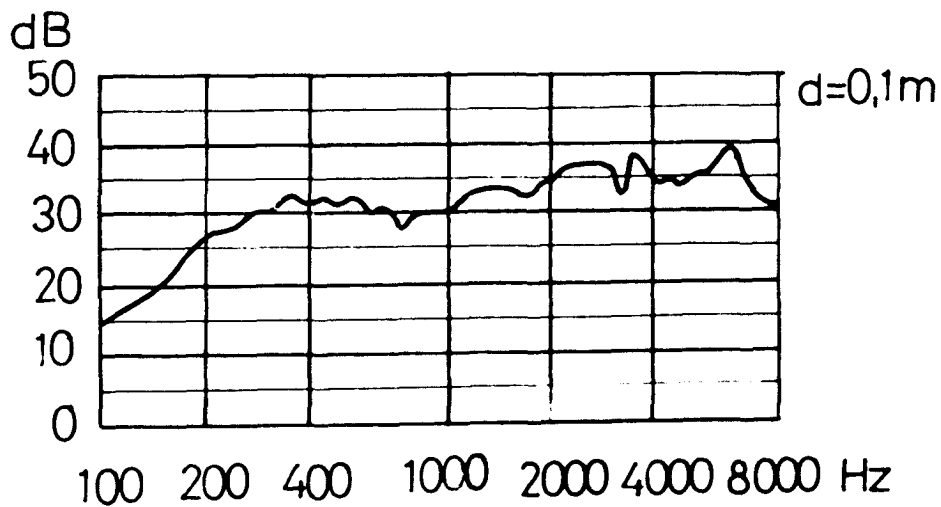


3. ábra

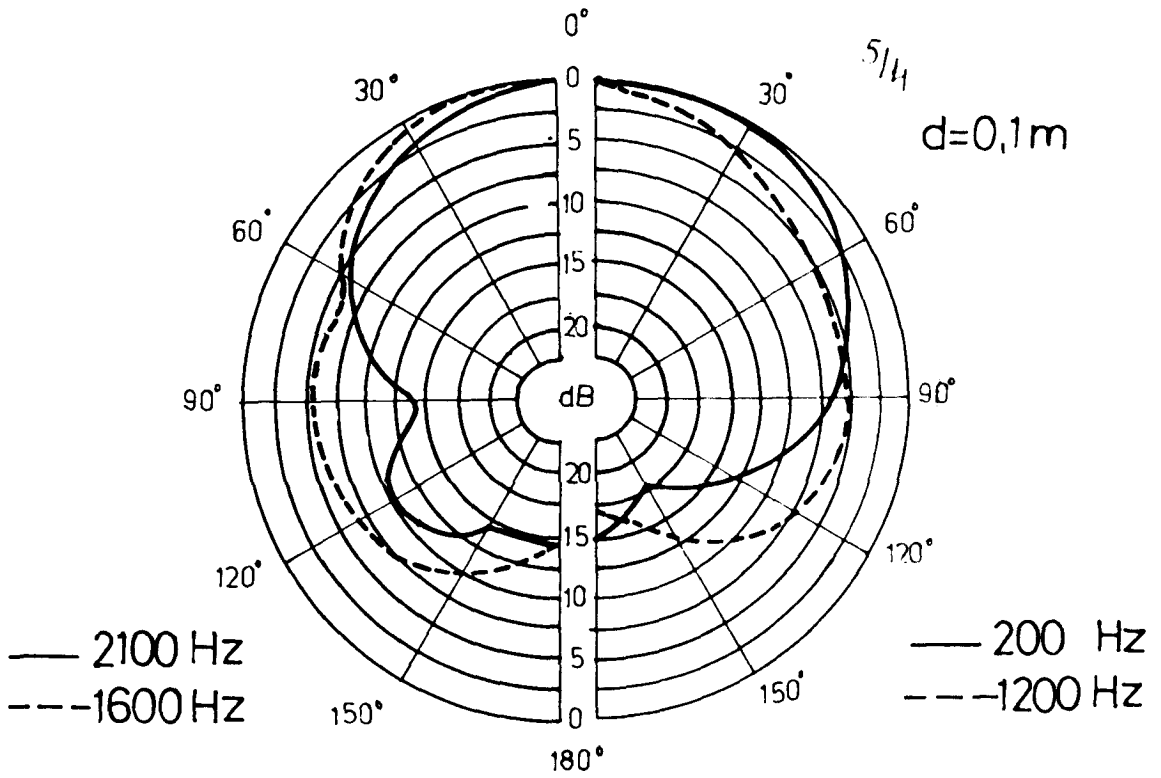




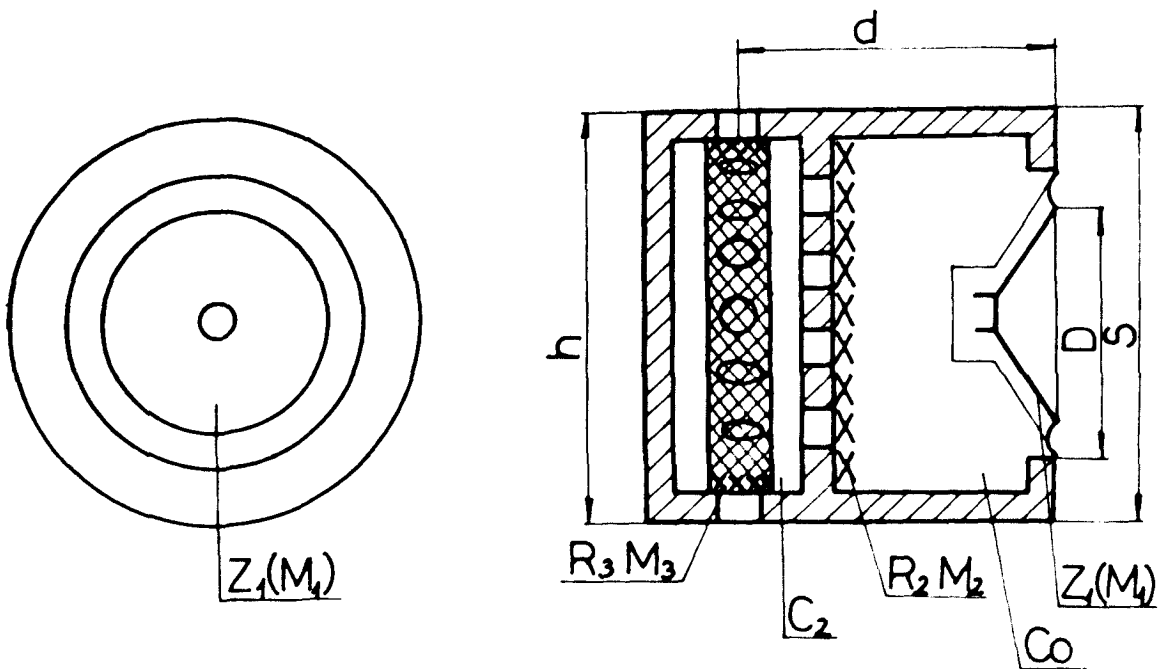
5. ábra



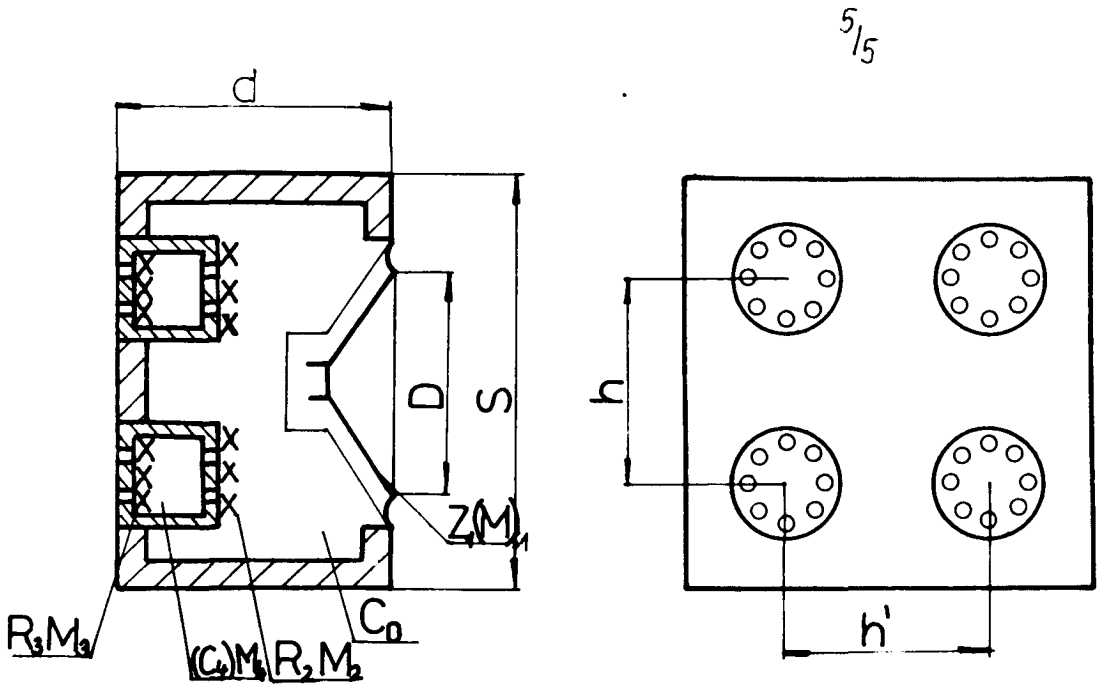
6. ábra



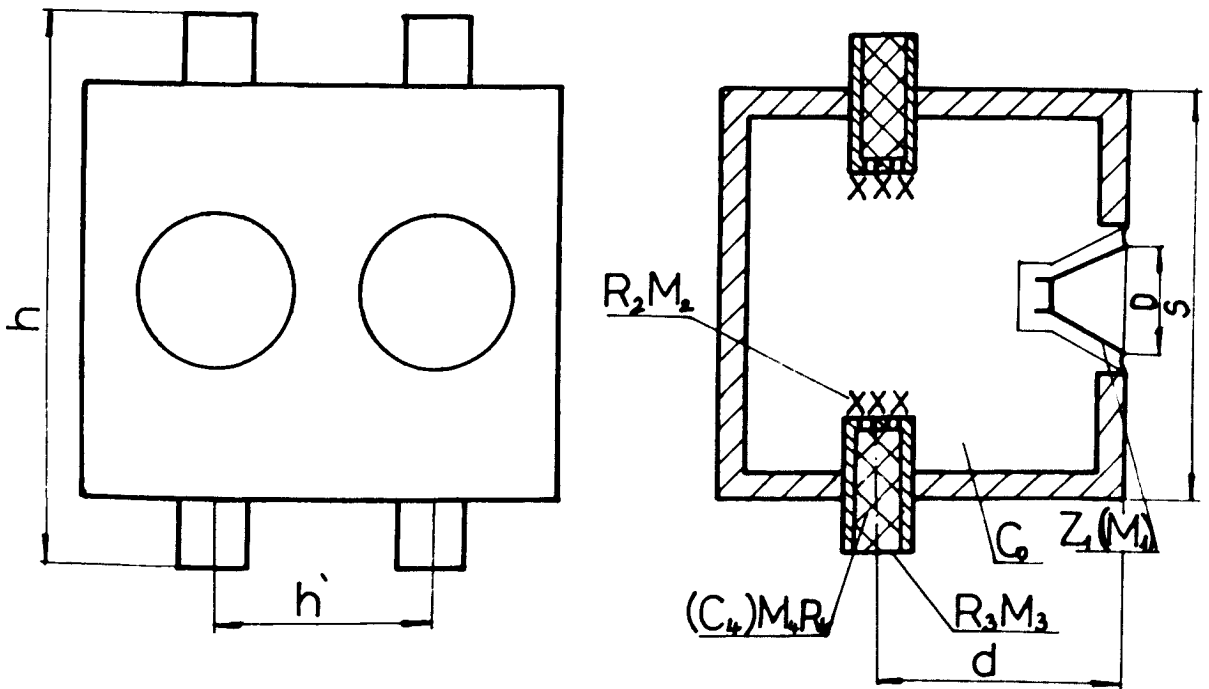
7. ábra



8. ábra



9. ábra



10. ábra