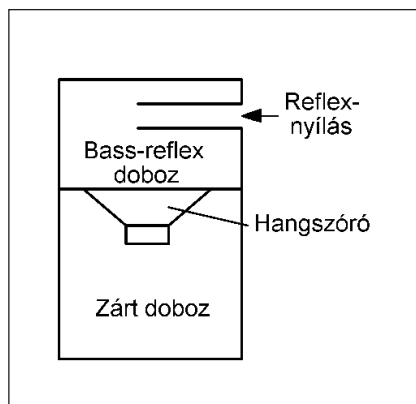


# Subwoofer III. – Lehet kisebb? –

Piret Endre okl. színes-tv szakmérnök

A hangfrekvenciás tartomány legalsó, két-három oktáv terjedelmű hangjainak hallhatóvá tétele a hagyományos eszközökkel nagyméretű dobozokat igényelnek, ezek elhelyezése egy lakószobában szinte lehetetlen. 1962-ben már ismertté vált a sávszűrő rendszerű doboz. Ezzel a doboztípussal lehet egy adott hangszóróval a legalacsonyabb alsó határfrekvenciát elérni. Egy ilyen sávszűrő dobozban két egymás felé fordított 300 mm-es hangszóróval egy „csak” 80 literes dobozt készíthet az alsó 3 dB-es pont 30 Hz lett, ez a subwoofer I [1]. Ez a subwoofer mind a mai napig meglepődésemre nálam üzemben van, és most mint referencia szolgál. Készült még egy hasonló doboz 1998-ban is, egyetlen 300 mm átmérőjű hangszóróval, ez a subwoofer II [2].

A sávszűrő doboz függőlegesen ketté van osztva, a hangszóró az elválasztó lemezen helyezkedik el az 1. ábra szerint. Az alsó üreg zárt, a felső üregből egy reflex-alagút nyílik a külvilág felé, ezen keresztül sugároz a doboz. Mindkét üreget azonos frekvenciára, az átviteli sáv négyzetes középértékére kell hangolni. Az alsó üreg a zárt üreg térfogatával, a felső üreg a reflex alagút méreteivel hangolható. A csatolás a két akusztikus rezonátor között a hangszóró kónuszán keresztül jön létre, a rendszer átviteli sáv szélességét pedig a felső üreg térfogata határozza meg. Előnye ennek a doboznak a két határfrekvencián jelentkező csillapítás meredeksége is, ez ebben az esetben 12 dB/oktáv, ami jó tranziens-átvitelt biztosít. Egy bassreflex doboz levágási meredeksége ennél mindig nagyobb, legjobb esetben 18 dB/oktáv.



1. ábra

## A hangszóró

A szóban forgó hangszóró az SBX 2030/BK jelű, Kínában gyártott (klón?), és a SAL által forgalmazott hangszóró (2. ábra.) Nagy mágnes, a másfél colos, négyrétegű lengőcsévéje, kevlár kónusza, a hátra kiszellőztetett lengőcsévéje mind ígéretes tulajdonságok. A közölt Thiele-Small paraméterek, az első becslések alapján, elképzelhetővé tették egy a subwoofer I-nek megfelelő doboz készítését. Hatásos kónuszfelülete a két szembefordított 30 cm-es bulgár hangszóróval működő subwoofer I. hangszóróinak a fele, így az egész doboz térfogata is a subwoofer I.-nek a fele, vagyis 80 liter helyett csak 40 liter lesz. Hatásfoka viszont kisebb, vagyis hamarabb túlvezérlődik.

Interneten megrendeltem ezt a hangszórót, szállítással együtt hétezer forint körüli áron jutottam hozzá, nem feltétlen ezen forgalmazó ára a legkedvezőbb. Azonnal megmértem a rezonanciafrekvenciáját, és ez 33 Hz helyett 42 Hz-en volt. Ez azt jelentette, hogy vele a kívánalmak szerinti doboz nem realizálható.

A hangszóróhoz mellékelte tájékoztató szerint is, a hangszórót be kell „járatni”. A melléklet szerint műsorral, a [3] szerint viszont egy közel rezonanciafrekvenciájú jellel kell végezni. Az utóbbit módszert választottam, a hangszórót mágnesével lefelé az asz-

talra helyeztem, és akkora jelet adtam rá, hogy a membrán kitérése becslésem szerint olyan 3-4 milliméter legyen. Félóra járatás után a rezonanciafrekvencia 40 Hz-re csökkent, további járatásokkal 39 Hz-re süllyedt. Ezek után nyilvánvaló volt, hogy a többi Thiele-Small paraméter sem a közölt nagyságú, tehát meg kellett határozni a doboz méretezéséhez szükséges többi paraméter tényleges értékét. A [3] szerint megmért tényleges paraméterek (zárójelben a specifikált értékek) a következők: a rezonanciafrekvencia  $f_0 = 39$  Hz, (33 Hz), az egyesített jósági tényező  $Q_{ts} = 0.29$  (0.35), a térfogat egyenérték  $V_{as} = 37$  l (46,72 l).

## A doboz

Az így meghatározott paraméterek felhasználásával elkészült a doboz, teljes köbtartalma, amint az várható volt, 40 liter körüli



2. ábra

## Sorsoltunk előfizetőink között

Előfizetőink hűségét szeretnénk jutalmazni, megköszönve a „Rádiótechnika” megjelenítése szempontjából hozott rendkívül értékes döntésüket.

### Januári szerencsés nyerteseink:

HAM-bazár csomag:

Csontos Miklós, 8230 Balatonfüred  
Garamszegi Gyula, 7256 Kercseliget  
Halász József, 9400 Sopron  
Paska Sándor, 8660 Tab  
Pesti László, 6795 Bördány  
Tóth Tamás, 1033 Budapest

A szerkesztőség

## »PS30SW, a villanybors«



### 13,8 V / 28-30 A-es hálózati stab. táp.

Kapcs.üzemű, bemenet:  
220-230V AC / 50-60 Hz  
Kimenőfesz.-változás: <2%  
Zajfesz.: <80 mVp-p (telj. terh.-nél)  
Műszer fesz-, vagy áramméréshez  
Állítható zajelnyomás  
Ventilátoros hűtés  
Rövidzár- és túlfeszültség-védelem  
Áramkorlátozás: 30 A  
Mérete: 151 x 74 x 196 mm  
Súlya: 1,64 kg

Ára: 23.950 Ft (+posta)  
+ajándék rádiós naptár

hambazar@radiovilag.hu  
(+36 1) 239-4932/36 m.  
(+36 1) 239-4933/36 m.  
1550 Bp., Pf. 123  
www.radiovilag.hu **4**

## Kézi frekvenciamérő rádióteszteléshez

CTCSS és DCS kijelzéssel

**RK-560 tip.**  
csak 10.990 Ft

50 MHz ... 2400 MHz  
1 gomb kezelés  
botantennás bemenet  
9 V-os táplálás  
10,5 x 8 x 2,5 cm  
súly: 110 g



hambazar@radiovilag.hu

(1) 239-4932/36, 239-4933/36  
1550 Bpest., Pf. 123 www.radiovilag.hu

## chipCAD DISTRIBUTION

### DCTR-72D

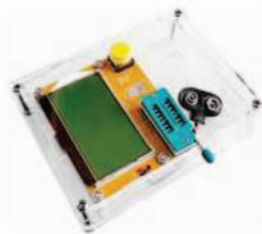


IQRF modulok

ChipCAD Kft.

1097 Budapest, Könyves Kálmán krt. 12-14.  
Lurdy ház Mester utcai bejárata 2. emelet  
Tel: 231-7000 Fax: 231-7011  
www.chipcad.hu

## LCR-T4 alkatrészemő



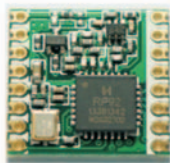
L-C-R-mérés: 0,01 mH...20 H;  
25 pF...0,1 mF; 0,1 Ω-tól

Felismer és lemér: npn, pnp  
tranzisztort, jFET, MOSFET-et,  
tirisztort, diódát, LED-et. Táp: 9 V  
(6F22). Megszerelt panel, csak a  
plexi házat kell összeállítani.

A HAM-bazárban csak 7.990 Ft

## chipCAD DISTRIBUTION

### HopeRF



LoRa RF modulok

ChipCAD Kft.

1097 Budapest, Könyves Kálmán krt. 12-14.  
Lurdy ház Mester utcai bejárata 2. emelet  
Tel: 231-7000 Fax: 231-7011  
www.chipcad.hu

## Csőves és tranzistoros hangerősítők

JOHN LINSLEY HOOD



A 244 oldalas, B5 méretű  
könyv ára: 3950 Ft  
(+ postaköltség).

## Audiofil erősítők építése

ÁGOSTON LAJOS

A 228 oldalas, B5 méretű  
könyvhöz CD-melléklet is  
tartozik. Ára: 4490 Ft  
(+ postaköltség).

## Audiofil erősítő építése



## Audiofil erősítők építése 2.

Előerősítők, Fajlagháló erősítők

ÁGOSTON LAJOS

A 206 oldalas, B5 méretű  
könyv ára: 4950 Ft  
(+ postaköltség).



## PIC mikrovezérlők alkalmazástechnikája

PIC programozás C nyelven

Dr. KÖNYA LÁSZLÓ

- KOPJÁK JÓZSEF

A 400 oldalas, B5 méretű  
könyvhöz CD melléklet is jár.  
Ára: 4900 Ft (+ postaköltség).

## PIC MIKROVEZÉRLŐK ALKALMAZÁSTECHNIKÁJA

PIC PROGRAMOZÁS C NYELVEN



## Mikroelektronikai szenzorok és alkalmazástechnikájuk

SZENTIDAY KLÁRA

- DAVID LAJOS

A 206 oldalas, B5 méretű  
könyv ára: 4900 Ft  
(+ postaköltség).

## Információ- és képmegjelenítő eszközök

SZENTIDAY KLÁRA

- MÉSZÁROS SÁNDOR

A 346 oldalas, B5 méretű  
könyv ára: 2950 Ft  
(+ postaköltség).



## Mikrohullámú technika

S. R. PENNOCK

- P. R. SHEPHERD

A 350 oldalas, B5 méretű  
könyv ára: 4250 Ft  
(+ postaköltség).

A könyvek megvásárolhatók, ill. utánvétellel megrendelhetők a HAM-bazártól.  
Budapest XIII., Dagály u. 11. l. em.,  
H-P 09-14, Cs. 09-17 ó. 1550 Bp., Pf. 123  
(36 1) 239-4932/36 239-4933/36  
hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu **7**

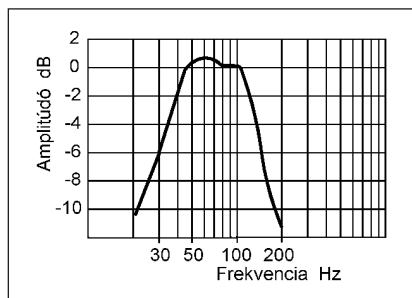
lett, a felső üreg viszont kellemetlenül kicsire adódott, nem fért el benne csak egy 50 mm névleges átmérőjű PVC lefolyócső, mint reflexlagút. Frekvenciamenete teljesen az elvárt volt, ellenben a torzítása (linearitása) elkészerítően gyatra, elfogadhatatlan lett. Úgy tűnt, hogy ez zsákutca.

Gondoltam, hogy még egy próbálkozást teszek, engedek a specifikációból. Az alsó határfrekvenciát magasabbra, nem 30 Hz-re, hanem 40 Hz-re választom. Ez azt jelenti, hogy a rendszer sávszélessége valamit csökken, így a felső üreg köbtartalma kicsit nagyobb lesz. Fontos még az, hogy a rendszer mindkét üregének rezonanciafrekvenciája, mely az alsó és a felső határfrekvencia (-3 dB-es pontok) négyzetes középértéke, 56,5 Hz-ről 67,2 Hz-re növekszik. Az így tovább növekvő felső üregben már elfér a 62 mm névleges átmérőjű PVC cső, ami a torzítás csökkenésével jár, az alsó üreg köbtartalma pedig jelentősen csökken. A teljes doboz méretei pedig a SUB I. méreteinek 1/3-ára csökkentek (Dávid és Góliát a **3. ábrán**)

A Sub III. frekvenciamenete szép, és a **4. ábrán**, a torzítás a frekvencia függvényében pedig az **5. ábrán** látható. A torzítást 1 W és 3 W teljesítmény mellett mértem. Nagyobb teljesítménnyel nem akartam „kínozni” a hangszórót. Ez a teljesítmény így is komoly, kellemetlen hangerőt produkált a 25 négyzetméteres szobában. A torzítási görbe értékelésénél figyelembe kell továbbá venni a mérőrendszer saját zaját is, mely 1% körül lehet. A mért érzékenység 86 dB/W/m-nek adódott, ez a vártnál 3 dB-lel magasabb érték.



3. ábra



4. ábra

A doboz műhelyrajza a **6. ábrán** látható. A hangszórót az elválasztólappra alulról kell szerelni, ez másképp a hangszóró igen keskeny pereme miatt nem is lehetséges. Így is igen kis „hús” marad a kör alakú kivágás és a hangszórót rögzítő csavarok furata között. Célszerűnek tűnik a hangszórónyílás átmérőjét a rajzhoz képest 2-4 mm-rel kisebbre készíteni. Fontos még, hogy a hangszóró pontosan a kivágás fölé legyen szerelve, ellenkező esetben a hangszórót rögzítő csavarok egyes furatainál nem marad elegendő „hús”, átszakadnak a kivágásba. Ezt elkerülendő a hangszóró kivágásának kijelölésekor a kivágást megelőzően, a kivágást kijelölő kör középpontján keresztül két, egymásra merőleges egyenest rajzolunk, melyek jelentősen túlnyúlva kivágás körén, kijelölik a hangszórót rögzítő furatok helyét. A hangszóró kivágásának elkészítése után a hangszórót felhelyezve azt addig mozgatjuk ide-oda, amíg a hangszórón lévő, a rögzítést szolgáló furatok mind egyikében láthatóvá válnak az említett vonalak. Így most a hangszóró központosan helyezkedik el, és a furatok helye a hangszóróról átjelölhető. Belestem abba a hibába, hogy az említett két egymásra merőleges vonalat a doboz oldalával párhuzamosan rajzoltam fel, és így az egyik hangszórót rögzítő csavar a reflex-cső alá került. A pozicionáló egyeneseket 45 fokkal elfordítva ez a hiba elkerülhető. **7. ábra.**

A hangszóródoboz 18 mm vastag natúr faforgácslapból készült. Más anyag is elképzelhető, csak a fontos paramétereket feltétlen be kell tartani. Ezek: az alsó üreg köbtartalma 25,6 l, a fel-

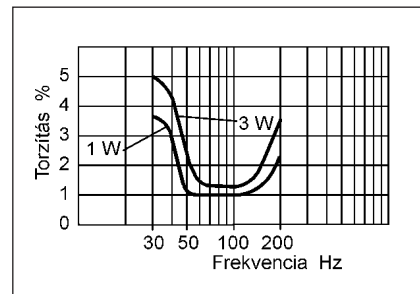
sőé 7,2 l, a reflexcső külső átmérője 62 mm, hossza 183 mm. A kis méretek miatt pontosan, lehetőleg milliméter pontosan kell dolgoznunk.

### A kivitelezés

A dobozt alkotó lapok összeszerelését ragasztás nélkül, 4 × 40 mm-es, süllyesztettfejú pozdorjacsavarokkal végeztem. A légmentes tömitést utólag, belülről, az élek mentén felvitt szilikon tömitéssel értem el. A fed- és fenéklapokat utólag, a hangszóró beszerelése után kell feltenni. Itt is biztosítani kell a légmentes zárást, ezért ide bontható tömitéseket kellett készítenem. A felhasznált anyag egy „univerzális” szilikon tömitő, mely megkötés után is rugalmas marad. A tubusra felcsavarozott csőrt eltávolítva egy vastag hurkát nyomva az oldallap élére, és rögtön egy nedves műanyag lappal szétterítve igyekszünk egy 2-3 mm vastag rugalmas réteget létrehozni. Az esetleges hibákat utólag javíthatjuk, a szilikon jól tapad önmagához. A fenék- és fedőlappra az oldallapokkal érintkező szélékre cellux csíkot ragasztottam, így biztosítva, hogy a szilikon ezekre még nyomás alatt sem tapadjon oda. A szilikon 2 nap alatt köt meg, de közben enyhe ecetszagot áraszt. Ezért több napig szellőztessük a dobozt a hangszóró beépítése előtt, hogy az ecetgőzök teljesen eltávozzanak!

### Az elektronikáról

A subwoofer által átvitt mély hangok irányát fülünk nem képes érzékelni. Így még sztereó rendszerben is elegendő egyetlen subwoofer csatorna használata (2+1 csatornás rendszer).



5. ábra