

THREE-WAY STEREO SPEAKER SYSTEM WITH BASSREFLEX

Jan Burget

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xburge04@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Kratochvíl

E-mail: kratot@feec.vutbr.cz

Abstract: This paper deals with design of three-way speaker system with bassreflex. There is a description of selected speakers and adjustment of the sensitivity. As an integral part of this work is a design of loudspeaker baffle with bassreflex. The paper contains 3D pattern and drawings of loudspeaker box. This work also deals with a design of loudspeaker crossovers and their simulation.

Keywords: Loudspeaker, bassreflex, speaker system, audio crossover

1. ÚVOD

Cílem mého projektu bylo navrhnout, spočítat a realizovat kvalitní stereofonní reproduktorovou soustavu, která by dosahovala co nejlepších charakteristik a obsahovala by kvalitní konstrukční prvky, tak aby bylo dosaženo co nejvěrnější reprodukce zvuku.

Konstrukčně byla vybrána pasivní třípásmová reproduktorová soustava s bassreflexem, která by měla dosahovat citlivosti alespoň 90dB/W/m a výkonu do 50W RMS / 8Ω.

Celková koncepce je realizována jako sloupová reproduktorová sestava, která je navržena do domácí Hi-Fi sestavy.

2. NÁVRH ZAŘÍZENÍ

2.1. VÝBĚR REPRODUKTORŮ

Jak již bylo zmíněno, výběr reproduktorů byl zaměřen na dostačující citlivost (90dB/W/m), na co nejrovnější frekvenční charakteristiku a také samozřejmě na cenu a dostupnost.

Vysokotónovým reproduktorem byl osazen 1“ kalotový reproduktor značky Vifa [1], jehož parametry jsou uvedeny v katalogovém listu.

Středotónový reproduktor byl osazen 5“ reproduktorem značky Tang Band [2], který sice nedosahuje citlivosti 90dB/W/m, ale jeho cena, konstrukční řešení a frekvenční charakteristika dosahují nárokům na velmi kvalitní reprodukci.

Jako hlubokotónový reproduktor byl vybrán 8“ reproduktor značky Dexon IRB20 [3], který má kevlarovou membránu. Hlubokotónový měnič je důležité důkladně proměřit a podle TS (Thiell-Small) parametrů, které nám elektricky a mechanicky popisují vlastnosti reproduktorů, spočítat a následně i simulovat další vhodné řešení celkové reproduktorové skříně.

TS parametry byly změřeny v rámci řešení semestrálního projektu a na základě naměřených výsledků byla navržena reproduktorová skříň, jejíž popis je v následující kapitole.

2.2. NÁVRH REPRODUKTOROVÉ SKŘÍŇĚ

Při měření TS parametrů, bylo dopočítáno EBP (Efficiency Bandwidth Product), které určuje zda-li je vhodné použít bassreflexový nátrubek. Bylo zjištěno, že pro navrhované řešení je nátrubek vhodný. Veškeré další simulace a výpočty se tedy musely odvíjet pro reproduktorovou skříň s bassreflexovým nátrubkem.

Dle výpočtů byl zvolen vhodný objem pro hlubokotónový reproduktor a z této hodnoty se odvíjejí rozměry samotné reproduktorové skříně. Poměry stran nehrají podstatnou roli, v tomto případě byly navrženy dle šířky hlubokotónového měniče se skosenými okraji, které jsou účinné proti difrakcím zvuku. Výška byla navržena, aby poslechová osa byla v úrovni uší.

V této fázi návrhu bylo nutné si uvědomit, na jakých frekvencích bude reproduktorová výhybky dělit zvuk do jednotlivých pásem a reproduktorů. Podle těchto frekvencí se dále určuje rozmístění os samotných reproduktorů od sebe. Toto rozmístění má významný vliv na směrovost reproduktoru při poslechu mimo osu poslechu.

Materiál, ze kterého je samotná reproduktorová skříň zkompletována, může být různých typů. Z důvodu zamezení vlastních rezonancí je důležitá tvrdost materiálu. V tomto případě se jedná o materiál M.D.F. (Medim Density Fiberboard) o tloušťce 18 mm. Materiál M.D.F. je velice hutnou a pod tlakem lisovanou dřevěnou směsí, která je podobná dřevotřísce. Je velice pevná a jemností je výhodná pro pohlcování vnitřních rezonancí. Dobře se opracovává a je také cenově dostupná. Výhodou je i finální zpracování jako jednoduché nanášení povrchových úprav, např. dýha.

Dalšími prvky, které zlepšují vlastnosti reproduktorové soustavy, jsou výztuhy uvnitř reproduktorové skříně, zkosení hran na přední straně skříně a vnitřní tlumení pomocí tlumících roun.

Na Obrázku 1 je zobrazen 3D návrh kompletní reproduktorové skříně a fotografie osazené skříně.



Obrázek 1: Model reproduktorové skříně ve 3D a osazená reproduktorová soustava bez povrchové úpravy.

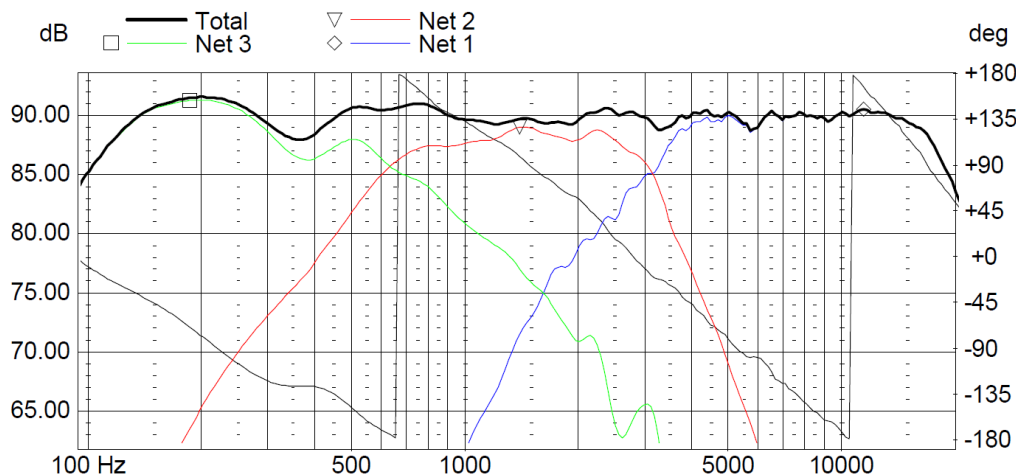
2.3. NÁVRH REPRODUKTOROVÉ VÝHYBKY

Reproduktorová výhybka je soustava filtrů, v tomto případě pasivních, které rozdělují kmitočtové pásmo pro jednotlivé reproduktory. V semestrálním projektu byl proveden návrh reproduktorové výhybky, její simulace a konstrukční řešení. Zvolené dělicí kmitočty 800 Hz a 2,6 kHz pak určují navazující kmitočtová pásma reprosoustavy.

Základní návrh byl realizován filtry prvního řádu, kdy hodnoty součástek byly vypočítány podle zvolených mezních kmitočtů a podle vztahů uvedených v literatuře [4], [5] a [6]. Podstatné je však

i to, aby v simulaci byly použity hodnoty změřených reproduktorů, tedy jejich impedanční a SPL (Sound Pressure Level) charakteristiky. Je důležité, aby tyto hodnoty byly změřeny již v hotové reproduktorové ozvučnici, která bude používána.

Obrázek 2 zobrazuje simulaci SPL charakteristiky reproduktorové výhybky, včetně jednotlivých frekvenčních pásem. Charakteristika obsahuje jak modulovou, tak fázovou frekvenční charakteristiku.



Obrázek 2: Simulace výsledné SPL charakteristiky reprosoustavy.

3. ZÁVĚR

V rámci řešení mé bakalářské práce se mi podařilo navrhnout třípásmovou reproduktorovou soustavu s bassreflexem. Návrh reproduktorové skříně byl podpořen reálným měřením TS parametrů hlubokotónového měniče a jednotlivé SPL a impedanční charakteristiky všech použitých měničů. K dokončení projektu zbývá odměřit celkové frekvenční a směrové charakteristiky.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory interního grantu VUT v Brně - Perspektivní komunikační systémy (PEKOS), číslo projektu FEKT-S-14-2177.

REFERENCE

- [1] Katalogový list Vifa D25ag-05-06 [online]. HongKong: Tymphany – [cit. 12. prosince 2013]. Dostupné na www: < <http://www.tymphany.com/files/resources/dvifa/D25AG-05-06.pdf>>
- [2] Katalogový list Tang Band W5-704D [online]. Taipei: TangBand – [cit. 12. prosince 2013]. Dostupné na www: < <http://www.hifitalo.com/pdf/w5-704.pdf>>
- [3] Katalogový list IRB 20 [online]. Karviná: Dexon – [cit. 12. prosince 2013]. Dostupné na www: <<http://www.dexon.cz/data/popisy/05070.pdf>>
- [4] Konstrukce reproduktorových výhybek [online]. Karviná: Dexon – [cit. 12. prosince 2013]. Dostupné na www: <<http://www.dexon.cz/clanky/konstrukce-teorie/konstrukce-reproduktorovych-vyhybek.html>>
- [5] TOMAN, K. *Reproduktory a reprosoustavy*. Karviná: Dexon s.r.o., 2001. 212 s.

SÝKORA, B. *Stavíme reproduktorové soustavy, část I - XLVIII*. Praktická elektronika Amatérské Rádio, 10/1997 - 1/2001. Praha: AMARO, 1997-2001.