

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA APLIKOVANÉ ELEKTRONIKY A TELEKOMUNIKACÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Změna akustických parametrů reproduktoru v závislosti
na zástavbě**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Miroslav KOTRCH
Osobní číslo: E12N0091P
Studijní program: N2612 Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: Dopravní elektroinženýrství a autoelektronika
Název tématu: Změna akustických parametrů reproduktoru v závislosti na zástavbě
Zadávající katedra: Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Zhodnoťte vliv krycích mřížek u vysokotónových reproduktorů na jejich akustické parametry.
2. Zhodnoťte vliv prostoru zástavby u vysokotónových reproduktorů na jejich akustické parametry.
3. Teoretické úvahy ověřte měřením.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 40 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

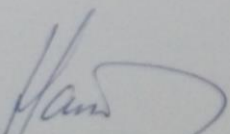
Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Oldřich Tureček, Ph.D.

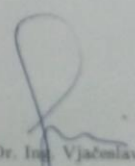
Katedra technologií a měření

Datum zadání diplomové práce: 15. října 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 16. května 2016


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgiev
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2015

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na zkoumání vlivu zástavby vysokotónových reproduktorů na jejich akustické parametry. První část pojednává o teorii reproduktorů, jejich rozdělení, principu činnosti a popisu jednotlivých částí. V další části jsou popsány způsoby měření a měřené charakteristiky. V poslední části práce jsou uvedeny naměřené charakteristiky a zhodnocení vlivu zástavby na akustické parametry reproduktoru.

Klíčová slova

Vysokotónové reproduktory, zvukovod, mřížka, frekvenční charakteristika, směrová charakteristika, akustické parametry, zástavba

Abstract

The thesis is focused on examining the impact of development on high frequency drivers of acoustic parameters. First part of deals with the theory of the speakers, their distribution, principle of function and description of the individual parts. In the following part describes the methods of measurement and measured characteristics. In the last part shows the measured characteristics and evaluate the impact of development on the acoustic characteristics of the speaker.

Key words

Height speakers, grid, frequency characteristic, directional characteristic, acoustic parameters.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 16.5.2016

Miroslav Kotrch

Obsah

OBSAH	8
ÚVOD	9
1 TEORIE REPRODUKTORŮ	10
1.1 DĚLENÍ REPRODUKTORŮ.....	10
1.1.1 <i>Basový reproduktor</i>	10
1.1.2 <i>Středový reproduktor</i>	10
1.1.3 <i>Výškový reproduktor</i>	11
1.2 ELEKTRODYNAMICKÝ REPRODUKTOR	11
1.2.1 <i>Zvukovod</i>	12
1.2.2 <i>Ozvučnice</i>	12
2 MĚŘENÍ PARAMETRŮ REPRODUKTORŮ – TEORETICKÁ ČÁST	13
2.1 AKUSTICKÉ POLE	13
2.2 FREKVENČNÍ CHARAKTERISTIKA	13
2.3 SMĚROVÁ CHARAKTERISTIKA.....	14
3 MĚŘENÍ PARAMETRŮ REPRODUKTORŮ – PRAKTICKÁ ČÁST	15
ZÁVĚR	16
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	1
PŘÍLOHY	2

Úvod

Tato práce je zaměřena na zkoumání změn akustických parametrů výškových reproduktorů v závislosti na zástavbě v automobilu. V automobilech se akustické zařízení spíše přizpůsobuje konstrukci a designu. Výškový reproduktor je třeba nejvíce směřovat k uším posluchače, proto bývá umístěný ve sloupku dveří, nasměrován k opěrce sedadla. Z estetických i praktických důvodů se před něj umísťuje zvukovod s mřížkou.

Úkolem této práce je posoudit vliv jednotlivých prvků zástavby na výstupní chování reproduktoru. Především se jedná o vliv délky zvukovodu, vliv zkosení ústí zvukovodu, různé natočení zkosení (nahoru nebo do boku) a vliv použití různých mřížek. Akustické parametry reproduktoru jsou posuzovány naměřenými frekvenčními charakteristikami akustického tlaku a směrovými charakteristikami pro jednotlivé typy zvukovodů a mřížek. K měření byla použita bezodrazová akustická komora a vybavení firmy Bruel & Kjaer. V teoretické části je popsán princip elektrodynamického reproduktoru a rozdělení reproduktorů. Dále je popsána teorie jednotlivých měření a způsob vlastního průběhu měření. Dále je popsána realizace jednotlivých zvukovodů, mřížek a popis měřených reproduktorů.

1 Teorie reproduktorů

Reproduktor bývá označován jako elektroakustický měnič, který mění elektrickou energii na akustickou.

1.1 Dělení reproduktorů

Každý reproduktor je schopen přeměnit na akustický tlak jen určitou část pásma slyšitelných frekvencí (20Hz – 20kHz), podle toho je dělíme na:

- Basové
- Středové
- Výškové

1.1.1 Basový reproduktor

Hlavní úkol basového reproduktoru je přenášet nejnižší frekvence od 20Hz. Dobrý přenos těchto frekvencí vyžaduje reproduktor s velkým průměrem membrány a s dostatečnou poddajností kmitacího systému, který dovoluje velký rozkmit membrány. Velký zdvih membrány je umožněn volným závěsem kmitacího systému. Membrána musí být dostatečně pevná, aby mohla přenášet velké výkony na nízkých frekvencích bez slyšitelného zkreslení. U větších basových reproduktorů začíná pokles přenášeného výkonu již kolem 1kHz.

1.1.2 Středový reproduktor

Středový reproduktor musí věrně reprodukovat pásmo mezi horní mezní frekvencí basového a dolní mezní frekvencí výškového reproduktoru. Středový reproduktor by měl mít ideálně vyrovnaný průběh frekvenční charakteristiky od 500 Hz do 5000 Hz. Rozměry je středový reproduktor mezi výškovým a basovým reproduktorem. Lidská řeč spadá do frekvencí, které přenáší středový reproduktor, proto musí reprodukovat s co nejmenším zkreslením.

V automobilech se často setkáváme s tím, že díky malým prostorům pro instalaci se používají širokopásmové reproduktory. Velmi často reproduktorovou soustavu tvoří jedna samostatná jednotka, která obsahuje i příslušné výhybky. Výhodou je jednoduchá zástavba a efektivnost využití prostoru. V podstatě jde o soustavu s částečné nebo úplně oddělenými reproduktory. Mohou být konstruovány tak, že uprostřed basového, jako hlavního

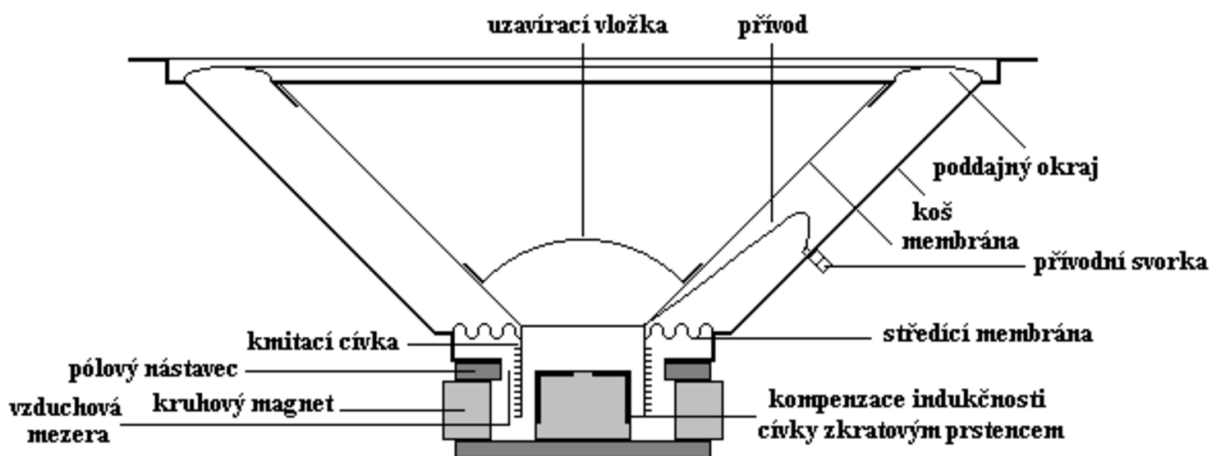
reproduktoru, je umístěn výškový. Jeho kmitací cívka pracuje v druhé vzduchové mezeře společného magnetického obvodu. Nebo je výškový reproduktor úplně samostatný a má svůj magnetický obvod.

1.1.3 Výškový reproduktor

Tento reproduktor by měl vyzařovat tóny v horní oblasti slyšitelného pásma s dostatečnou účinností, v širokém prostorovém rozložení a při minimálním zkreslení. Aby reproduktor mohl vyzářit vysoké tóny s potřebnou účinností, musí mít jeho kmitací systém malou hmotu a malou setrvačnost. Jejich konstrukce je co nejmenší, má tuhé uchycení kmitajícího systému a vysokou rezonanční frekvenci. U výškového reproduktoru požadujeme širokou směrovou charakteristiku až do nejvyšších slyšitelných frekvencí. Jeho membrána je tedy co nejmenší, koš reproduktoru je vždy uzavřen, aby v soustavě nemusel být akusticky odstíněn od ostatních reproduktorů. Důležité je, aby výškový reproduktor měl co nejmenší zkreslení, neboť lidské ucho je v oblasti vyšších frekvencí velmi citlivé na zkreslení přenášeného signálu.

1.2 Elektrodynamický reproduktor

Funkce elektrodynamického reproduktoru je založena na principu silového působení na vodič protékající proudem umístěným v magnetickém poli. Dnes je to nejpoužívanější typ reproduktoru.



Obr. 1 Elektrodynamický reproduktor [10]

Přiloží-li se na přívodní svorky reproduktoru střídavé napětí, prochází vinutím cívky proud nepřímo úměrný impedanci vinutí. Protože cívka reproduktoru je v homogenním poli

kolmém na směr vinutí cívky, bude působit na toto vinutí síla, která soustavu axiálně vychyluje z rovnoběžné polohy na tu či onu stranu podle okamžité polaridy střídavého proudu. V oblasti frekvencí nad vlastní rezonanční frekvencí reproduktoru je výchylka přímo úměrná okamžité amplitudě střídavého proudu, magnetické indukci v mezeře a délce vinutí. Je nepřímo úměrná druhé mocnině frekvence, hmotnosti kmitajícího systému a hmotnosti spolu kmitajícího vzduchu. [1]

Cívka reproduktoru je pevně spojena s membránou, proto se přenáší kmity cívky na membránu. Membrána rozkmitá okolní vzduch. Přímou vyzařující reproduktor má účinnost 0,5 – 4 % v závislosti na impedančním přizpůsobení a dalších vlivech. [1]

1.2.1 Zvukovod

Zvukovod je nezbytnou součástí nepřímo vyzařujících reproduktoru. Výškové mají malý průměr membrány, aby příliš nesměrovaly. Protože akustická impedance prostředí nedostatečně zatěžuje membránu, používáme zvukovod, který přivede hodně vzduchu a tedy i velkou impedanci na malou plochu membrány. Hlavním smyslem je z hlediska akustiky transformace akustické impedance. Tvar a rozměry zvukovodu udávají frekvenční chování reproduktoru. V praxi se nejčastěji setkáváme s exponenciálními zvukovody.[3][4]

1.2.2 Ozvučnice

Ozvučnice zabraňuje vyrovnání akustických tlaků mezi přední a zadní stranou membrány u přímo vyzařujících reproduktorů. Rozměry a tvar ozvučnice se může projevit ve velmi širokém spektru frekvencí.

Ideální ozvučnice je nekonečná rovinná deska, ta je ale v praxi nerealizovatelná. proto je nahrazována uzavřenou ozvučnicí. V ideální uzavřené ozvučnici by nemělo docházet k žádným odrazům a všechny akustický tlak vystupující ze zadní strany reproduktoru by měl být „pohlčen“. Energie nemůže být pohlcena (zákon zachování energie), ale přemění se na teplo. Rozměry ozvučnice jsou závislé na konkrétním reproduktoru. Uzavřená ozvučnice však může mít vliv na snížení charakteristické citlivosti reproduktoru.[4][1]

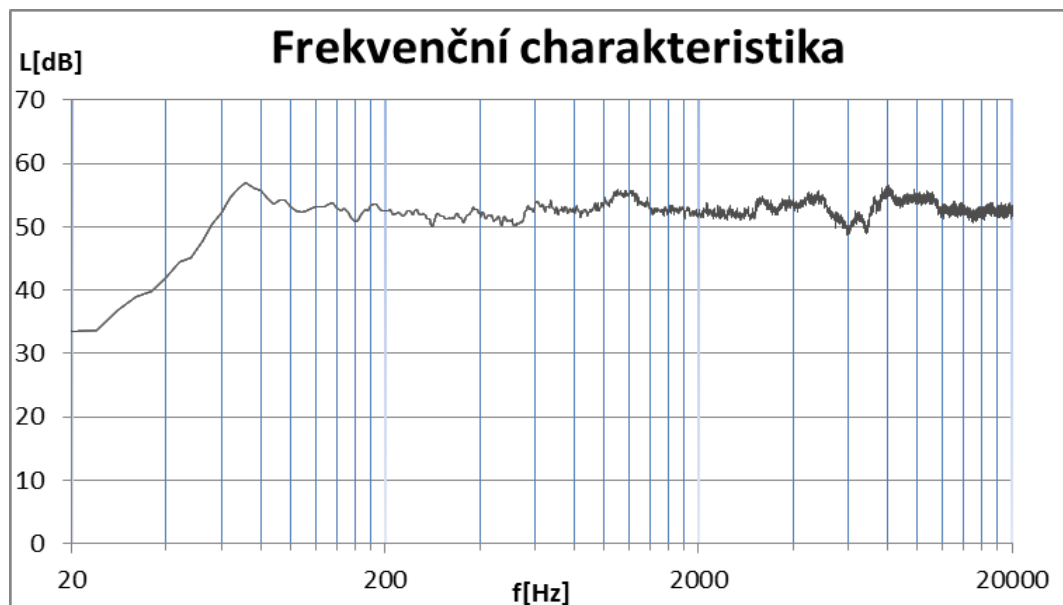
2 Měření parametrů reproduktorů – teoretická část

2.1 Akustické pole

2.2 Frekvenční charakteristika

Základní frekvenční charakteristiky reproduktoru jsou frekvenční charakteristiky akustického tlaku v určitých místech výstupního akustického pole reproduktoru. Ideální reproduktor by měl frekvenční charakteristiku vodorovnou přímkou. Reproduktor s takovou charakteristikou by přenášel všechny frekvence stejně dobře, a to v celém frekvenčním pásmu. Jako základní frekvenční charakteristika akustického tlaku se nejčastěji uvádí charakteristika měřená v ose reproduktoru ve vzdálenosti 1m. Vzdálenost musí být dostatečně velká kvůli vyloučení vlivu interference ve výstupním poli vznikající v oblasti vyšších frekvencí. [1]

V oblasti nízkých frekvencí lze měřit základní frekvenční charakteristiky i v bezprostřední blízkosti zdroje zvuku bez jakéhokoliv omezení vzdálenosti měřicího mikrofonu od zdroje zvuku. V těsné blízkosti membrány reproduktoru lze zanedbat vliv stojatého vlnění vytvořeného odraženými vlnami uvnitř měřicího prostoru (blízké pole). Takto lze nahradit podmínky volného prostoru a změřit tak frekvenční charakteristiku v oblasti nejnižších frekvencí i v prostorech, které dostatečně nespĺňují podmínky volného pole. [4]



Obr. 2 Ukázka naměřené frekvenční charakteristiky

2.2.1 Měření frekvenční charakteristiky

2.3 Směrová charakteristika

Směrová charakteristika reproduktoru vyjadřuje závislost hladiny akustického tlaku na úhlu natočení reproduktoru a měřícího mikrofonu (posluchače). Vyjadřuje se v polárních souřadnicích. Pro frekvence, kdy je vlnová délka větší než průměr ústí reproduktoru lze považovat směrovou charakteristiku za kulovou. Se vzrůstající frekvencí velmi rychle roste i směrovost reproduktoru. Pro frekvence nad 4kHz začíná být charakteristika úzce směrová. [6]

2.3.1 Měření směrové charakteristiky

3 Měření parametrů reproduktorů – praktická část

Závěr

Cílem této práce bylo vyzkoušet vliv různých konstrukčních řešení zástavby reproduktoru na jeho akustické vlastnosti. Jednalo se o různé délky, zkosení zvukovodů, krycí mřížky a jejich různé kombinace. V první části je zpracována teoretická část a příprava měření. Druhá část - praktické měření však úplně chybí.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] SVOBODA L. – ŠTEFAN M.: *Reproduktory a reproduktorové soustavy*, Praha, SNTL, 1983
- [2] SALAVA T.: *Elektroakustická a elektromechanická měření*, Praha, SNTL, 1979
- [3] SÝKORA B.: *Stavíme reproduktorové soustavy (I až XLVII)*, seriál časopisu Amatérské rádio, Praha, 1997 – 2001
- [4] TOMAN, Kamil. *Reproduktory a reprosoustavy*. 1. díl, 1. vydání, dotisk. Orlová: Dexon, 2003. 212 s.
- [5] BEZDĚK, Miloslav. *Elektronika II*. Dotisk prvního vydání. České Budějovice: KOPP, 2004. 271 s.
- [6] *Fyzika.jreichl* [online]. [cit. 2011-04-03]. Směrová charakteristika reproduktoru. Dostupné z WWW: <<http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=393>>.
- [7] *Feces* [online]. [cit. 2011-03-12]. Reproduktor. Dostupné z WWW: <http://www.feces.eu/reproduktor_cs.html>.
- [8] *S-audio* [online]. [cit. 2011-03-21]. Reproduktor. Dostupné z WWW: <<http://www.s-audio.cz/novinky/2>>.
- [9] *Fyzika.jreichl* [online]. [cit. 2011-03-28]. Elektrodynamický reproduktor. Dostupné z WWW: <<http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=400>>.
- [10] *Reprostudio* [online]. [cit. 2011-03-28]. Reprodukory. Dostupné z WWW: <<http://www.reprostudio.cz/Reprodukory>>.
- [11] *Fyzika.jreichl* [online]. [cit. 2011-03-29]. Elektrostatický reproduktor. Dostupné z WWW: <<http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=402>>.

Přílohy