



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN REPRODUKTORU

DESIGN OF SPEAKER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR KULICH

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. akad. soch. MIROSLAV ZVONEK,
Ph.D.

BRNO 2013

ABSTRAKT

Předmětem této bakalářské práce je design reproduktorů. Zaměřil jsem se na sestavu reproduktorů typu 2.1, dva satelitní reproduktory a subwoofer. Hlavním cílem tohoto návrhu je jednoduchá přenosnost a nastavitelnost sestavy. Tomu odpovídají použité technologie a ergonomické parametry. Zohledňoval jsem také cenu a interiérovou variabilitu.

ABSTRACT

Subject of this bachelor thesis is design of speakers. I aimed at sound system type 2.1, two satellite speakers and subwoofer. Main point of this design is simple portability and adjustability of speakers. With that corresponds used technology and ergonomic parameters. I took into account price and interior variability.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KULICH, P. *Design reproduktoru*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 30 s. Vedoucí bakalářské práce doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Ph.D..

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu práce panu doc. akad. soch. vu Zvonkovi, Ph.D. , za věcné rady a připomínky při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat personálu prodejny Jasyko za cenné informace. Děkuji také mé rodině a přátelům za podporu i kritiku.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *design reproduktorů* zpracoval samostatně, s použitím a využitím zdrojů, které jsou uvedeny v práci.

Petr Kulich

V brně dne 14. května 2013

OBSAH

PODĚKOVÁNÍ	1
ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ	3
OBSAH	5
1 ÚVOD	6
2 HISTORICKÁ ANALÝZA	7
3 TECHNICKÁ ANALÝZA	10
4 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA	13
5 PRŮVODNÍ ZPRÁVA	16
5.1 Úvod	16
5.2 Variantní studie	16
5.3 Ergonomické řešení	19
5.4 Tvarové řešení	20
5.5 Barevné řešení	21
5.6 Technologické řešení	22
5.6.1 Použité technologie	24
5.7 Psychologická, ekonomická a sociální funkce	25
5.7.1 Psychologické funkce	25
5.7.2 Ekonomické parametry	25
5.7.3 Sociální funkce	25
6 ZÁVĚR	26
PŘÍLOHA	27
ZDROJE	28

1 ÚVOD

Sestavy reproduktorů jsou v současné době velmi rozšířenou domácí elektronikou. Na trhu se objevuje mnoho variant. Liší se především cenou, použitými materiály, technologiemi a designem. Design reproduktorů je obtížným prvkem, protože se velmi váže na fyzikální vlastnosti, které je třeba zohledňovat. Cílem mého návrhu je najít optimální cestu mezi všemi ovlivňujícími parametry a zaměřit se především na funkčnost, nižší cenovou relaci a běžného zákazníka. Zvláštním prvkem, jehož problematiku řeší navrhovaný design je nastavitelnost a přenosnost satelitních reproduktorů. K tomu je třeba využít nejmodernější technologie a vhodné ergonomické řešení. Mobilitu reproduktorů využijeme především při umisťování na atypický nábytek nebo při častějším přesunování sestavy, například za účelem venkovního ozvučení.

2 HISTORICKÁ ANALÝZA

2

Historie reproduktorů začíná u zrodu prvních ampliůnů. Prvním zvukovým přehrávačem byl zřejmě fonograf, který vynalezl Thomas Alva Edison roku 1877. Technika reprodukce zvuku byla v plenkách. Kvalita zvuku na nízké úrovni, ale přesto na tehdejší dobu to byla velmi pokročilá technologie. Důležitou roli mělo také zaznamenávací médium, z kterého se zvuk přehrával. Zápis na gramofonové desky je dodnes jedním z nejlepších způsobů, jak věrně zaznamenat zvukový signál.

Už tehdy byly položeny základy jistých akustických prvků, které se používají dodnes. Například známý tvar ampliůnu, který umožňuje lepší přechod zvukových vln do prostoru. Tento prvek dnes dovedly k dokonalosti hornové reproduktory, které pomocí geometricky přesné křivky rozšiřujícího se otvoru dokáží reprodukovat velmi kvalitní zvuk. [1]



obr.2.1: Amplion

Vývoj reproduktoru byl zdlouhavý a podílelo se na něm několik významných osobností. První elektrický reproduktor se objevil v telefonu vynálezce Johana Philippa Reise. Roku 1861 poprvé reprodukoval zvuk, který měl pochybnou kvalitu a nedokázal ani věrně kopírovat hlas mluvícího. S dalším patentem přišel Alexander Graham Bell o patnáct let později. Jeho telefon měl reproduktor kvalitnější, schopný věrně reprodukovat lidskou řeč. Na dalších zlepšeních technologie reproduktoru se podíleli také Ernst Siemens nebo Nikola Tesla.

Milník ve vývoji elektrodynamického reproduktoru, který je v dnešní době nejrozšířenějším typem, představuje přelom 19. století, kdy dánský vědec a inovátor Peter L. Jensen provedl v Kalifornii první veřejnou zvukovou reprodukci pomocí elektrodynamických reproduktorů. Jejich princip byl poprvé založený na bázi pohybující se elektromagnetické cívky, která kmitáním produkuje zvuk. Vývoj audiotechniky dodnes pokračuje a stále se objevují nové a nové technologie. Výrobci audia se stále předhánějí ve snaze přehrát co nejčistější a nejkvalitnější zvuk, který kolikrát nezkušený posluchač ani nedokáže ocenit.

Objevení nových technologií vedlo k vývoji prvních rádií, tranzistoráku a různých zvukových zařízení. Design prvních hudebních přehrávačů už v tehdejší době byl velmi dobrý. Jednalo se o pokrokovou techniku, určenou pro osobní použití, i když v té době ještě ne tolik rozšířenou, a proto byl na její vzhled kladen velký důraz. Byly to jak z technické, tak z vizuální stránky dobře zpracované produkty. Některé archivní kousky, i když nefunkční, dodnes zdobí police interiérů. Moderní reprodukto-

rové sestavy se také často vrací k retro stylu svých přehrávačů. Velice používaným materiálem bylo a stále je dřevo, které je ideální pro zvukovou reprodukci. Dřevěná ozvučnice má dobré antirezonanční vlastnosti, a také se dá říci, že sama hraje. Ovládací prvky byly jednoduché, mechanické, většinou posuvné, nebo otočné. Šlo pouze o ovládání hlasitosti a naladění požadované frekvence u rádií.



obr. 2.2: Starý radiopřijímač

Audiotechnika se s postupem času stala nedílnou součástí našeho života. Velký podíl na tom měl také rozvoj zaznamenávacích technik. Na počátku 19. století se začaly objevovat záznamy na kovový drát, nebo ocelové pásky. Přelomem byl objev magnetofonové pásky roku 1939. Což dalo vzniknout klasickému magnetofonu. Díky tomu se hudba stala přenositelným prvkem a reprodukce hudby se dostala na úplně jinou úroveň. Do hledáčku se dostala hlavně mladým lidem a běžným uživatelům, bez dobré hudby se neobešla žádná větší oslava. To mělo velký vliv na design jednotlivých výrobků. Například v jisté době platilo, čím větší rádio, tím lepší. Dalším krokem kupředu bylo uvolnění druhého pásma a vznik stereo zvuku. První krok k prostorové reprodukci a zároveň také pokrok v designu. Dva reproduktory znamenaly jiné prostorové řešení a daleko větší designovou variabilitu. Firma Philips jako jedna z prvních přišla s přenosným magnetofonovým stereo přehrávačem, který byl cenově dostupný pro běžného uživatele. Dalo by se říct, že byl položen základ k výrobě pozdějších walkmanů a ještě pozdějších mp3 přehrávačů. [2]



obr. 2.3: Přenosný přehrávač firmy Philips

Dalším přelomovým obdobím byla 50. léta 19. století, kdy díky pokroku na trhu a v technice byl definován pojem Hi-Fi (High Fidelity audio). Což byl normou stanovený standard kvality reproduktorů. Začaly se ve větší míře vyrábět reproduktory, z nichž každý měl samostatnou ozvučnici. Jednak kvůli lepšímu utlumení zpětné ozvy a jednak kvůli lepšímu ozvučení prostoru. Design beden reproduktorů byl různý. Většinou to však byl jednoduchý čistý technický design, který kladl důraz na funkci. Hi-Fi sestavy již měly poměrně složitý systém ovládacích prvků. V dnešní době byl pojem Hi-Fi spíše nahrazen za High-end.

High-endové sestavy se vyznačují skvělou kvalitou zvuku. Design často ustupuje funkci, protože jisté fyzikální zákony neumožňují velkou variabilitu. I přesto se nedá říci, že by po vizuální stránce zaostávaly. Tento typ audiotechniky si ale pořídí většinou jen znalec nebo nadšenec do audia. Vzhledem k občas až závratné ceně si běžný uživatel takové reproduktory nemůže dovolit.

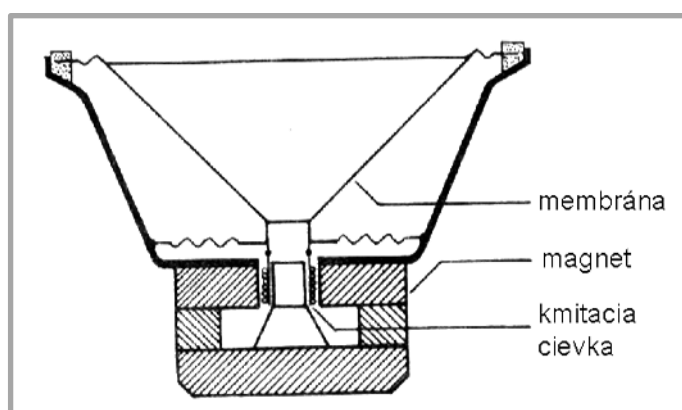


obr. 2.4: High-end reproduktory Nautilus

3 TECHNICKÁ ANALÝZA

Jako první je třeba objasnit, co je to zvuk a jak se šíří. Zvuk je vlastně produkován rychlými změnami tlaku, v určité frekvenci a v určitém prostředí. V našem případě je prostředím vzduch. Čím vyšší frekvence, tím vyšší tón je produkován. Zvuk o vysokých frekvencích se šíří směrově, je tedy nutné mít výškové reproduktory správně nastavené. Zatímco nízkofrekvenční zvuky se šíří souvisle všemi směry.

Tyto rychlé změny tlaku způsobíme kmitáním membrány reproduktoru. Membránu reproduktoru rozkmitá elektromagnetická cívka ve středu reproduktoru, která díky magnetické indukci a proudu, který do ní přivádíme, kmitá tam a zpět ve frekvenci, kterou požadujeme. To je základní princip vzniku zvuku u klasických elektrodynamických reproduktorů. U jiných druhů reproduktorů se nemusí používat elektromagnetická cívka, ale princip zůstává stejný. [3]

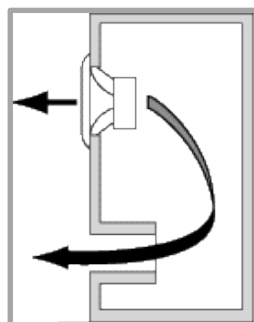


obr. 3.1: Schéma reproduktoru

Důležitým prvkem je zpětný ráz membrány. Ta totiž stejný tlak vzduchu, který způsobí směrem dopředu, způsobí samozřejmě i v opačném směru, když se vrací. Když se tato zpětná ozva po odrazu sloučí i s původní přední ozvou, vznikne jiná frekvence. To má za následek, že reproduktory chrastí. Z toho důvodu je důležité zpětnou ozvu co nejlépe utlumit a k tomu nám slouží ozvučnice. Ideální ozvučnice má tvar nekonečné rovinné desky, která nám dokonale oddělí přední ozvu od zadní. Bohužel to v praxi není úplně reálné řešení. Proto uzavíráme reproduktory do uzavřených nebo polouzavřených ozvučnic. [4]

Důležitými faktory u ozvučnice je její tvar, velikost a materiál, ze kterého je vyrobena. Ideální tvar reálné uzavřené ozvučnice je dlouhý válec, či kvádr. Čím dále je zadní stěna, od které se zvukové vlny odrazí, tím více negativní vlna zeslábně. U velikosti platí, že malý prostor posunuje rezonanční kmitočet výše. Proto malé ozvučnice špatně hrají basy. Z toho důvodu basové reproduktory mají masivní skříně.

Jednou, dnes velmi často používanou metodou, pro lepší utlumení zvuku u basových reproduktorů je bassreflex. Je to vlastně pouze otvor, nebo trubice, která vzduchu umožňuje proudit z ozvučnice dovnitř a ven. Bassreflex se správnými parametry dokáže „sladit“ zpětnou ozvu s ozvou přední a několikanásobně tak zkvalitnit reprodukci basů.

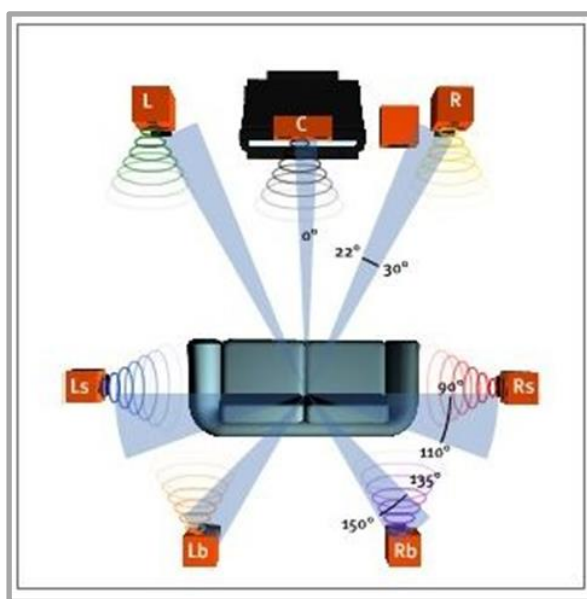


obr. 3.2: Řez ozvučnicí
typu Bassreflex

Materiál ozvučnice je také důležitý. Je potřeba, aby byl pevný, tuhý a nerezonující. Nejčastěji používaným materiálem je dřevovláknitá deska. Má dobré vlastnosti, ale její nevýhodou je, že pokud se dostane do vlhka, může se zkroutit. Proto není vhodná pro vnější reproduktory. Dále se používají syntetické materiály jako M.D.F. Medium Density Fibreboard, lamináty nebo dokonce beton. Poměrně novým materiálem je tzv. Multicore. Vícejádro se dá použít téměř do každé situace a má výborné vlastnosti. [5]

Další věcí, kterou je potřeba eliminovat v ozvučnici je tzv. stojaté vlnění, které vzniká po odrazu zvukových vln v koutech reprobedny. K tomu se nejčastěji používá tzv. tlumení na stěny. Je to vrstva tlumícího rouna nebo molitanu. Molitan nemá tak dobré vlastnosti, ale je mnohem levnější. Vrstva může být i několik centimetrů silná, podle velikosti ozvučnice. [6]

Další faktor, který ovlivňuje kvalitu reprodukováného zvuku, je rozmístění reproduktorů. Jak už bylo řečeno, výškové a středové reproduktory jsou směrové. To znamená, že zvukové vlny, které se z něj šíří slábnou, pokud se posluchač vychýlí z osy reproduktoru. U basových reproduktorů není třeba, aby byl posluchač v ose reprodukce, protože zvuk o nízkých frekvencích se šíří prostorem souměrně do všech stran. Z toho důvodu se výškové a středové reproduktory musí správně umístit. Pro stereo je většinou neoptimálnější poloha s posluchačem v rovnoramenném trojúhelníku. U čtyř reproduktorů by pak měl posluchač sedět uprostřed čtverce, či lichoběžníku. Subwoofer je pak nejvhodnější umístit do rohu místnosti. Zdi za reproduktorem odrážejí basy zpět do místnosti, což zlepšuje akustický požitek. [7]



obr. 3.3: Příklad rozmístění
reproduktorů

Důležité také je připojení jednotlivých reproduktorů ke zdroji zvukového signálu. Zvukový signál do reproduktorů připojíme různými druhy konektorů. Nejpoužívanější je 3,5 mm jack, nebo cinch konektory. Tím přivedeme základní zvukový signál, který musí projít přes zesilovač a reproduktorovou výhybku. Zesilovač může být umístěn samostatně, nebo přímo v subwooferu. Říkáme tomu potom aktivní subwoofer.

Zesilovač jednoduše přizpůsobí napětí a proud pro určitý typ reproduktorů. Reproduktorová výhybka se používá pouze u vícepásmových reproduktorů. U jednoho páru širokopásmových reproduktorů je zbytečná. Výhybka rozděluje zvukový signál pro každý typ reproduktoru zvlášť, podle frekvence signálu. U třípásmových soustav jsou dělicí frekvence přibližně 20 Hz – 1 kHz – 5 kHz – 20 kHz.

Z výhybky pak signál putuje přímo do reproduktorů. Ty lze připojit přes kabel. Používají se různé druhy dvoulinkových i čtyřlinkových, záleží na průměru a odporu kabelu. To vše má vliv na finální zvuk. Další možností je také bezdrátové spojení, výhodné především u přenosných Hi-Fi soustav. V současnosti se používá infračerveného nebo radiového vlnění, které mají poměrně mnoho nevýhod, jako nedostatečná přenosová rychlost, či slábnutí signálu, když prochází skrze překážky. Nyní už jsou ovšem vyvinuty systémy jako např. PurePath™, které dokáží zajistit dostatečnou přenosovou rychlost i kvalitu signálu. [7]

V konstrukci reproduktorů souvisí všechno se vším. Záleží na dobré kombinaci materiálů, technologií, správné kombinaci reproduktorů a umístění. To vše dokáže velmi výrazně ovlivnit kvalitu finálního reprodukováného zvuku

4 DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA

4

Velká většina dnešních reprosoustav, omezím se pouze na skupinu soustav 2.1, se snaží nabídnout produkty stylem „za málo peněz hodně muziky“. To znamená, že kvalita zvuku klesá. Zkušený posluchač však dokáže poznat nedostatky zvuku. Pokud se ovšem uživatel rozhodne koupit si reproduktory, které budou kvalitně hrát, může být nepříjemně překvapen cenou, na kterou se některé Hi-Fi, či Hi-end sestavy šplhají. Zlatou střední cestu se zas tak často nedaří najít, ale přesto existují kvalitní reproduktory, které kombinují to nejlepší z obou možností.



obr. 4.1: Reproduktory zn. Emgeton

Reproduktory Emgeton nabízejí, poměrně dobrý poměr výkon a cena. S výkonem subwooferu 28W a satelitů 2x18W dokáží produkovat hudbu s hlasitostí až 70 dB. To je celkem dostatečný výkon na domácí poslech i ve větších prostorách. Design je také poměrně přívětivý. Zvolené kostkovité ztvárnění se stříbrnou linkou kolem sítěk reproduktorů je rozhodně zajímavé. Sestava disponuje jednoduchým mechanickým ovládáním na boku subwooferu. To se může občas vymstít, pokud se umístí pod stůl do rohu, kde má basový reproduktor nejlepší zvuk, potom mohou být ovládací prvky špatně dostupné. Satelitní reproduktory jsou propojeny dvoulinkovým kabelem do aktivního subwooferu a dají se pověsit na zeď. S cenou do 1 500 Kč to je rozhodně kvalitní vybava.



obr. 4.2: Reproduktory Evolve

Reproduktory značky Evolve, jsou výstřelkem designu. Zároveň nabízejí mnoho příjemných vlastností, jako je kabelové dálkové ovládání, technologie Real Sound Revivification pro věrnější zvuk, nastavením hlasitosti samostatně pro nízké tóny basového reproduktoru. Satelitní reproduktory jsou vybaveny dvěma pásmy s výkonem 2 x 10W. Subwoofer má výkon 20 W. Což dává sestavě RMS výkon 40 W a technických specifikacích se udává, že odstup signálu od šumu je při 87 dB. Vzhledem k ceně sestavy, pořizovací cena od 1 000 Kč, a výkonům reproduktorů bych hodnotu 87 dB možná nebral až tak jako orientační, jako spíše tahák od výrobce. Není výjimkou, že se snaží často zmateného zákazníka omráčit nepodstatnými čísly. Tato sestava nabízí velmi uživatelsky přívětivé parametry. Bohužel kvalita reprodukce pokulhává za designem, který zde byl postaven na první místo.



obr. 4.3: Reproduktory zn. BOSE

Pokud se ale zaměříme na dražší varianty, zjistíme, že poskytované možnosti rostou souměrně s cenou. Například reproduktory značky BOSE již jsou vybaveny řadou technologií. Jednak se dají připojit pomocí USB kabelu, takže například u PC odpadá starost se zvukovou kartou. Elektronický ekvalizér a patentované zpracování signálu automaticky reguluje hlasitost výšek a basů podle potřeby tak, aby byl zvuk vždy věrohodný. Velkým plusem u těchto reproduktorů je takzvaný TrueSpace. Je to jednotka, kterou lze umístit pod stůl, takže nepřekáží. Díky ní dokážou dva satelity umístěné vpravo a vlevo před posluchačem reprodukovat prostorový zvuk jako běžná sestava 5.1. Systém ACCOUSTIMASS je další technologií, která pomáhá vyváženosti basů. Všechny tyto technologie jsou zárukou opravdu kvalitní reprodukce, a to jak mluveného slova, tak i vážné hudby. To je na „PC bedýnky“ opravdu nadstandardní výbava. Přesto se cena sestavy nešplhá závratně vysoko. V dnešní době se pohybuje kolem 10 000 Kč. U těchto reproduktorů byla na první místo jistě postavena kvalita zvuku. Design lehce zaostává, subwoofer je prostě kvádr. Stejně se ale většinou umístí někam dolů, takže bych to nepovažoval za velký nedostatek. Ovšem satelitní reproduktory, mají zvláštní tvar. Právě kvůli technologii reprodukce prostorového zvuku zde design musel ustoupit fyzice. K ovládání sestavy slouží kabelový ovladač, který zároveň slouží k připojení sluchátek i audio vstupu.

Na trhu je nyní častější trend, levných a krásných sestav. Mnoho uživatelů stále reaguje na levné nabídky a výrobci jim je rádi dopřejí. Pro běžného uživatele je

zvuk dostačující, reproduktory vypadají na pohled dobře a hrají nahlas. Pokud bychom ale mohli srovnat finální zvuk s High-end sestavou, zjistili bychom poměrně velký rozdíl ve věrnosti a barvě zvuku. Právě proto přibývá lidí, kteří si rádi připlatí za kvalitní reproduktory, jenž jim dokážou zprostředkovat kvalitní audio zážitek.

Na kvalitu reprodukce má vliv každý parametr. Ozvučnice může mít dokonalý design, ale pokud nebude poskytovat dostatek prostoru pro utlumení zpětné ozvy, nemůže hrát dobře. Zároveň velký rozdíl, jak v kvalitě zvuku, tak v ceně, způsobí typ reproduktoru, který použijeme. Kvalitní reproduktory z dobrých materiálů dokážou vyrovnat nedostatky ostatních částí sestavy. Ovšem stejný princip funguje i opačně, kvalitní zesilovač a reproduktorová výhybka mohou vyrovnat nedostatky reproduktorů samotných. Proto parametry udávané výrobcem je třeba brát orientačně. Nejvíce o reproduktorech samozřejmě vypoví jejich poslech.

5**5 PRŮVODNÍ ZPRÁVA**

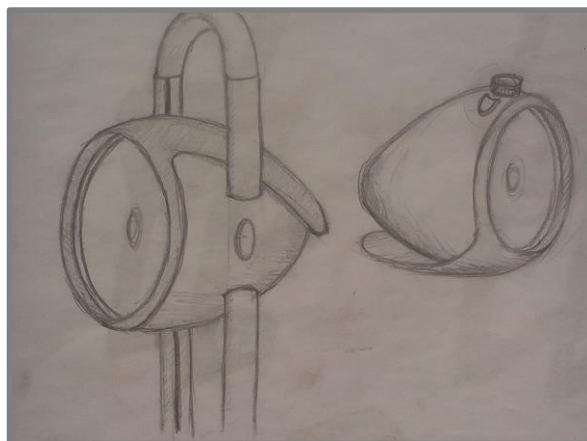
V této části bych rád objasnil, jak a proč jsem se rozhodoval pro určité aspekty mého designu. Nejprve naznačím vývoj, kterým se ubíral tento projekt a variantní návrhy, které předcházely finálnímu modelu, s ohledem na ergonomické a technologické parametry, které nejvíce ovlivňují konstrukci reproduktorů. Dále osvětlím mé myšlenky pro návrh kompozičního a barevného řešení a další ovlivňující aspekty.

5.1**5.1 Úvod**

Design reproduktorů se řídí neměnnými pravidly. Fyzikální zákony, které dávají vzniknout zvuku, se nemění. Proto určité parametry budou vždy, nebo by správně měly být, u všech reproduktorů stejné. Přesto jsem se snažil u svého návrhu nejít ve vyšlapaných kolejích a navrhnout něco nového. Cílem mého designu jsou jednoduše přemístitelné a variabilní reproduktory, které se dají použít jak na stole, tak vedle televize, či na venkovní ozvučení. Jak už bylo řečeno v technické analýze, největší omezení při poslechu hudby je způsobeno tím, že vysoké tóny se šíří směrově. Pokud bychom výškové reproduktory měli položené na zemi, samozřejmě by hrály, ale podstatně lepší je umístění přibližně ve výšce uší. A proto, že cílem mého designu je přenosnost, tak se samozřejmě bude měnit i vhodná poloha výškového reproduktoru. Tento problém jsem řešil možností posuvu reproduktoru ve vertikální ose. Rám, který drží výškové reproduktory, je dutý a je v něm umístěn kovový pás. Horní polovina i s reproduktorem se tedy dá vysunout a nastavit do přesné polohy, kterou potřebujeme. Posuv ovládáme stiskem tlačítek na boku ozvučnice. Kovový pás je tvarován do velkého rádiusu, díky kterému se osa zvuku z reproduktoru při zvedání naklání. Samozřejmě samotná ozvučnice musí být dobře rezonančně opatřena v místě posuvu tak, aby nedocházelo ke zkreslení zvuku a vibracím.

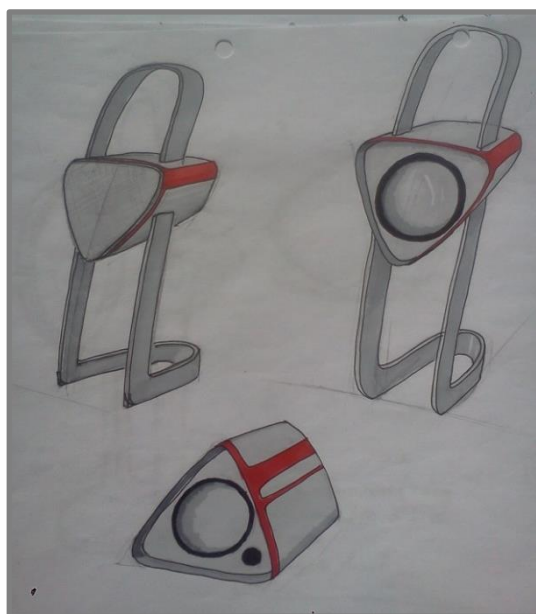
5.2**5.2 Variantní studie**

V raných stádiích vývoje designu těchto reproduktorů jsem se zaměřoval na tvarové varianty. První komplexnější varianta byla inspirována tvarem a vlastnostmi reflektoru. Reflektor má z určitého pohledu podobné požadavky na konstrukci, je to také objekt, který se musí směřovat, abychom nasvítili potřebnou lokaci, se zvukem z reproduktorů je to podobné.



obr. 5.2: první varianta

U této varianty jsem již zakomponoval možnost posuvu ve dvou drahách, ovšem posuv byl přímočarý, vertikální a posunovala se jen samotná ozvučnice a rám zůstal neměnný. Bohužel výsledný vzhled korespondující s reflektorem nebyl tím pravým řešením. Neměnná velikost rámu by v některých umístěních mohla překážet z důvodu velké výšky. Zároveň maximální možnost posuvu nebyla dostatečná. Tento návrh reproduktorů byl také omezen pouze na dvě zvuková pásma, jejichž jisté nedostatky jsem již popisoval v předchozí technické analýze.



obr. 5.3: druhý variantní návrh

Ve druhé návrhové variantě jsem již použil posuv reproduktoru po kružnici o velkém průměru. Díky němu jsem maximalizoval směrovou nastavitelnost reproduktorů. Reprodukter v maximální výšce vytažení se nakloní až o 5 stupňů, což několikanásobně zvětšilo možnost použití. Reproduktery jsem navrhoval stále dvou-pásmové a ozvučnice se stále posouvala samostatně. Přidal jsem navíc řešení posuvu, který byl umožněn stisknutím tlačítek na horní a spodní straně ozvučnice reproduktorů. Po zatlačení na spodní tlačítko se uvolnil posuv a ozvučnice se mohla vysunout směrem nahoru do požadované výšky. Stejným způsobem pracovalo i horní tlačítko, jen opačným směrem dolů. Z tohoto řešení jsem posléze upustil z důvodu nutnosti jistého odporu, který by musel posuv klást při tlačení ozvučnice směrem dolů. Tvar ozvučnice, který jsem u druhé varianty použil a z kterého jsem v dalších variantách také vycházel, byl zaoblený trojúhelník s vrcholem směřujícím dolů. Právě tento detail nezapadal do logického řešení reproduktorů. V dalších variantách jsem proto směřoval vrchol trojúhelníku vzhůru.



obr. 5.4: třetí variantní návrh

Poslední variantní návrh před konečným designem již měl mnoho společného s finální variantou. Horní polovina rámu se v této variantě již pohybuje společně s ozvučnicí. Při stažení reproduktoru do nejnižší polohy jsem tak dosáhl poloviční celkové výšky. Také tlačítka umožňující posuv, jsem umístil z boku ozvučnice. Tak, aby se ozvučnice mohla posunovat zlehka, bez jakéhokoliv odporu. A zároveň při nastavování výšky máme ozvučnici pevně v obou rukou. Mechanismus tlačítek umožňující posuv se tak mnohem zjednodušil, protože každé tlačítko ovládá uvolnění posuvu na vlastní straně. Tlačítka jsem se snažil, určitým způsobem zamaskovat, a proto jsem volil podélný pruh na ozvučnici. Který jsem ve finální variantě vynechal z toho důvodu, že vizuálně kazil komplexnost ozvučnice satelitního reproduktoru. Díky otočení tvaru ozvučnice z předchozího variantního návrhu vrcholem vzhůru, jsem dosáhl lepšího využití plochy přední stěny ozvučnice. Díky tomu jsem mohl zakomponovat do reproduktorů třetí pásmo. Výsledný protáhlý kapkovitý tvar koresponduje s tvarem a pozicí reproduktorů samotných. Jako kámen úrazu této varianty se ukázala subwooferová ozvučnice. Její tvar byl příliš ostrý a rozbíjel tvarovou komplexnost sestavy. Také dřevo, jako hlavní materiál, který jsem zvolil, není vhodný pro konstrukci tohoto typu reproduktorů. Výroba potřebného tvaru z kvalitního dřeva, které navíc nesmí mít žádná kazová místa, by byla příliš drahá. Také sklon zadní stěny ozvučnice byl nelogický. Výškový reproduktor nevyžaduje k utlumení tak velký prostor. A u této varianty je prostor za výškovým reproduktorem větší, jak za reproduktorem středovým, který na utlumení potřebuje naopak prostoru více. Z nelogičnosti tohoto řešení jsem se poučil při finální variantě, kdy jsem zadní stěnu naklonil opačně, čímž prostorové řešení ozvučnice nabývá smyslu a zároveň má lepší zvukové výsledky.



obr. 5.5: finální varianta

5.3 Ergonomické řešení

Vzhledem k tomu, že jsem do návrhu zakomponoval přenosnost sestavy. Jsou poměrně důležité ergonomické parametry. Pro jednoduché uchopení satelitních reproduktorů slouží horní část rámu, která se vysouvá pouze po stlačení obou dvou tlačítek na bocích. Jak už bylo řečeno, samotné ozvučnice se budou posouvat nahoru a dolů. Pro umožnění posuvu jsem se snažil vymyslet co nejjednodušší ovládací prvek. Nakonec jsem se rozhodl pro dvě tlačítka z obou stran reprobedny. Každé pro uvolnění posuvu na své straně. Stiskem tlačítek oběma rukama proti sobě se posuv uvolní. Zároveň tak máme ozvučnici pevně v ruce a můžeme ji posunout nahoru a dolů. Po uvolnění stisku se pak reproduktor zasekne v požadované výšce. Poměrně důležitým prvkem je v tomto případě také podstavec reproduktoru. Ten musí být dostatečně těžký. Jednak proto, aby se při vysouvání horní části nezvedala celá konstrukce. A také ze stabilizačních důvodů. Při vytažení do maximální výšky může mít reproduktor tendenci se převrátit, obzvláště při umístění na nerovný povrch. Při vytahování reproduktorů se přímo nabízí možnost „přišlápnout“ podstavec, abychom zajistili stabilitu. Ovšem není to nutností proto, že odpor při posuvu nebude tak velký, aby zvedl i podstavec reproduktoru. Na satelitních reproduktorech jsem plánoval umístit ještě jeden ovládací prvek. A to přepínač on/off, který by byl umístěný ze zadní strany. Po zralé úvaze a konzultaci jsem tento prvek vyřadil, byl by víceméně zbytečný. Pro zapnutí a vypnutí bude stačit pouze jeden přepínač umístěný na subwooferu.



obr. 5.5: detail horní části satelitního reproduktoru

Subwoofer je objemnější a tudíž i mnohem hůře přesunutelný. Jeho váha se bude zřejmě pohybovat kolem 10 kg a více. Hmotnost satelitních reproduktorů bude jenmnohem menší, z čehož podstavec bude mít na hmotnosti největší podíl. Počítal jsem s tím, že subwoofer se nebude přenášet tak často. Pokud nebudeme přesouvat sestavu do jiné místnosti, může subwoofer zůstat stále na stejném místě. Ale přesto by k pohodlnému uchopení měly posloužit boční hrany, které jsou protažené o několik centimetrů přes přední a zadní stěnu ozvučnice. Toto přetažení bylo původně zamýšleno jako ochrana pro ovládací prvky na přední straně a konektor kabelů na zadní straně. Další ovládací prvky budou umístěné na přední straně subwooferu, aby k nim byl jednoduchý přístup. Bude se jednat o ovládací prvky hlasitosti sestavy, vyvážení mezi pravým a levým reproduktorem a samostatný ovladač pro vyvážení

výšek i basů. Na každé části repro sestavy pak bude také malá led dioda oznamující, zda je reproduktor zapnutý či vypnutý.



obr. 5.6: Detail ovládacích prvků

Protože v dnešní době má téměř každý uživatel smartphone. Chtěl bych také zabudovat do subwooferu jednotku, která bude schopná přijímat signál bluetooth a bude připojená na reproduktorovou výhybku. Díky aplikaci, která by byla volně ke stažení, by pak uživatel mohl reprosoustavu ovládat na dálku. A také upravovat zvuk reproduktorů pomocí ekvalizéru nebo přednastavených režimů, jako například Music, Movie, Outside, Inside.

5.4

5.4 Tvarové řešení

Z estetické stránky jsem se nažil docílit čistého designu. Reprodukory musí dobře zapadnout do interiéru. Mohou být výrazné, ale ne zase moc. Použil jsem kombinaci rovných přímek a jednoduchých ladných křivek. Snažil jsem se na reproduktorech eliminovat ostré hrany, které jsou obvyklé u krabicových reproduktorů. U předchozích návrhů reproduktorů mi bylo vytknuto, že vypadají jako světlomety. Finální variantu jsem tedy stylizoval do kapkovitého tvaru, který logicky vyplývá z velikosti a pozice jednotlivých reproduktorů. Rovněž zahnutí výsuvného mechanismu má čistě funkční podobu. Jak už bylo řečeno, je to z důvodu maximalizace nastavení úhlu směrové osy reproduktorů. Zkosení zadní stěny reproduktorů má také vliv na finální zvuk, jelikož zpětná ozva membrány se pak neodráží přímo zpět, ale mimo původní zdroj a nedochází k tak velkému zkreslení. Nemohu ovšem s jistotou říci, zda jsou tyto úpravy znatelné na finální reprodukci. K tomu je zapotřebí mnohých náročných měření a simulací, které bohužel nemám možnost vyzkoušet. Další možností je poslechnout si samostatně obě verze ve skutečnosti. Při tvarování subwooferové ozvučnice jsem se také snažil docílit co nejvíce funkčního tvaru. Zaoblený pravý roh koresponduje s tvarem membrány basového reproduktoru. Zaoblení a zkosení na levé straně pak vyplývá z umístění ovládacích prvků a pozice bassreflexu. Rozměry subwooferu nejsou větší, než u běžných konkurenčních produktů. Hloubka x šířka x výška je 20x40x33cm. Dostatečné rozměry pro umístění potřebné elektroniky a také dostačující akustické parametry pro utlumení negativních jevů basového reproduktoru.

5.5 Barevné řešení

Zároveň barevná varianta musí být vhodná do interiéru. Proto, že jsou reproduktory vyráběné z ABS plastu. Myslím, že je vhodné vyrábět je ve více barevných variantách, aby si je každý mohl zakomponovat do svého interiéru. Ve variantních návrzích jsem zkoušel zakomponovat barevný pruh, který maskoval tlačítko na posuv a také zdůrazňoval vodorovné protažení ozvučnice. Po konzultaci a zdravém uvážení jsem finální variantu provedl bez tohoto pruhu, který místo zdůraznění protažení spíše rozbíjel celistvost konstrukce. Další variantou bylo vyměnění přední a zadní stěny ozvučnice za dřevěnou. Dřevo má skvělé antirezonanční a tlumící vlastnosti. Pokud by si ho ale zákazník nevyžádal sám, není podle mého názoru vhodné vyrábět tuto variantu z toho důvodu, že nároky na kvalitu dřeva jsou poměrně vysoké a s tím stoupá i výrobní cena. Také rozdíl v tuhosti a rezonančních vlastnostech mezi dřevem a ABS. plastem by mohl být problém, protože ve spojích mezi těmito materiály může docházet k pnutí a prasklinám nebo rezonancím. Spoje by se proto musely speciálně ošetřit. Pokud by ovšem zákazník vyžadoval reproduktory s dřevěným dekorem do jeho interiéru, je možné tuto variantu vyrobit.

Ozvučnice a podstavec mohou být povrchově ošetřeny lesklým lakem. Přední a zadní stěna reproduktoru a boční tlačítka by nemuseli být lakovány vůbec. Barvu pro finální variantu jsem nechtěl volit černou proto, že dnešní elektronika je ve valně většině případů černá nebo stříbrná. I přes to, že černá je neutrální barva a zapadne do každého prostředí, volil jsem barevné variace.



obr. 5.7: Příklady barevných variant

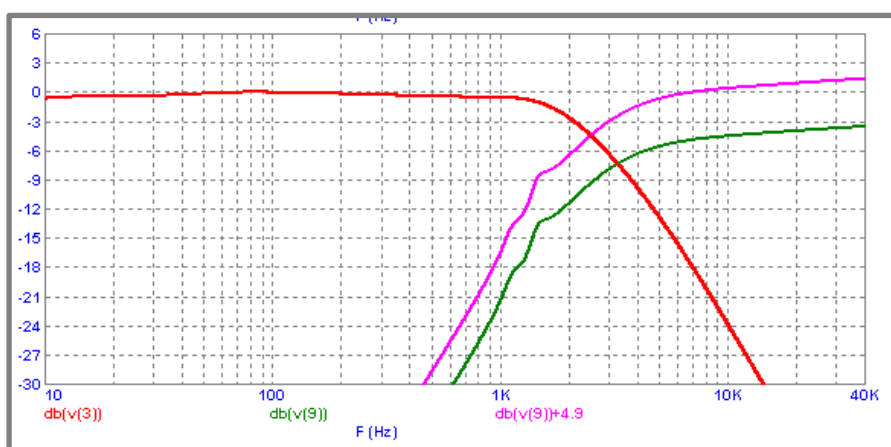
Právě možnost vyrobit více barevných variant mě tolik neomezuje při výběru barvy, kterou se budou mé reproduktory prezentovat. Nejvíce vyráběná barevná varianta by se mohla vybrat až později podle prodejnosti. Chtěl jsem, aby můj návrh byl neobvyklý už na první pohled, v prodejně mezi tucty tuctových reproduktorů. Zároveň však, aby je zákazník mohl pokládat za dekoraci svého interiéru. Proto bych volil dvě základní barevné varianty. První v černé barvě s bílými doplňky a bílou přední a zadní stranou reproduktorů. A druhou v bílé barvě v kombinaci s tmavě hnědou. Obě barvy působí komplexně a zapadnou téměř do každého interiéru. Bílá varianta se

hodí buď jako kontrastní prvek do klasického interiéru nebo naopak zapadne do modernějších prostor, kde se v dnešní době hojně využívá i bílé barvy. Tmavá varianta naopak potěší uživatele, který chce aby reprosestava tolik nevyčnívala mezi ostatním nábytkem. Celkově jsem při volbě barevné varianty i vlastního tvaru reproduktorů bral v potaz, do jakého interiéru se budou umísťovat. Tvar má lehký náběh na retro styl, obzvláště pokud se použije varianta se dřevem. Zároveň je design ozvučnic ladný a přímý, aby se hodil do moderního, možná i futuristického prostředí.

5.6

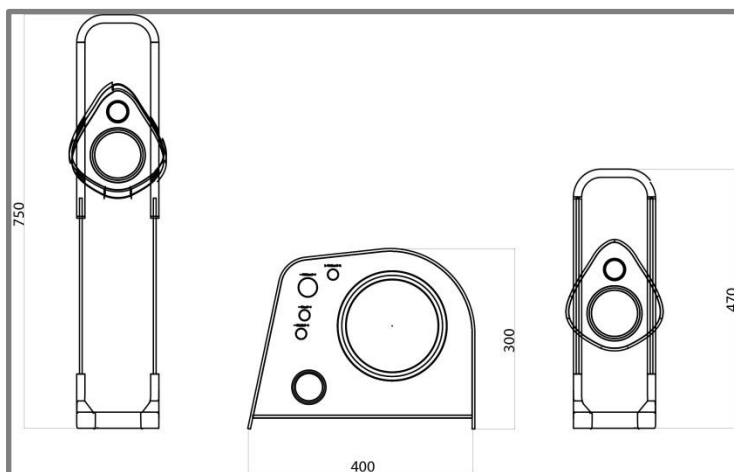
5.6 Technologické řešení

Na výrobu ozvučnice je potřeba použít tuhý nerezonující materiál. Nejpoužívanějším materiálem je v současnosti zřejmě dřevovláknitá deska. Má nejlepší poměr ceny a vhodných vlastností. Bohužel se nedá použít pro venkovní účely, protože vlhkost může způsobit jeho zvlnění, a to je velmi nežádoucí. Protože jsem chtěl, aby se reproduktory, které navrhují, mohly umístit ven, zvolil jsem jako materiál ABS plast. Je to syntetický materiál s vhodnými vlastnostmi pro ozvučnice reproduktorů. Je antirezonanční a bez vnitřních vad. Zároveň jeho forma je poměrně lehce vyrobitelná. Stačí vyrobiť razicí matrici, která ovšem není zrovna levnou záležitostí. [8] Další použité materiály jsou kov, po kterém se vysouvá reproduktor. Zvolil jsem reproduktory třípásmové z toho důvodu, že u dvoupásmových reprosoustav je horší kvalita zvuku při mluveném slovu. Basový reproduktor hraje přibližně do 3 kHz a vyšší tóny posílá reproduktorová výhybka do výškového reproduktoru, který hraniční frekvenci také nepokryje. Na obr. č. 5.8 vidíme křivku basového reproduktoru (červeně) a křivku středového reproduktoru (fialově). Je vidět, že překrytí obou signálů je dostatečné a maximální prohlubeň, tedy největší útlum dané frekvence, je nepatrný. Pokud bychom však zvolili nevhodný středový reproduktor s menším frekvenčním rozsahem (zeleně), útlum dané frekvence by již byl zřetelný i při běžném poslechu. Proto nemusí zvuk o frekvenci přibližně 3kHz znít dobře, když se překrývají dva signály. A frekvence 3kHz je právě přibližně frekvence mluveného slova. Tedy pro poslech například rádia je výhodnější třípásmová varianta. U té je dělicí kmitočet 1 000 Hz na středové reproduktory. Všeobecně mají třípásmové sestavy mnohem kvalitnější zvuk.



obr. 5.8: Ilustrační graf přechodu frekvenčních charakteristik

Konkrétní parametry jednotlivých reproduktorů by měly být následující. Subwoofer reproduktor o průměru 200 mm (8in) s výkonem AES přibližně 200 W. Hraniční frekvence basového reproduktoru se pohybují kolem 30 Hz a 200-300 Hz. Ideální spodní hranice je 20 Hz, což je nejnižší slyšitelná frekvence lidským uchem. K dosažení tak hlubokého tónu s minimálním zkreslením je potřeba velice kvalitní a drahý reproduktor. Pro účel mého designu postačí levnější subwooferový reproduktor, který dokáže reprodukovat od 30 Hz, protože běžný uživatel nepozná tento nepatrný rozdíl. Středový reproduktor s průměrem do 100 mm (4in) a výkonem 80 W. Frekvenční rozsah od 100-200 Hz do 5-6 kHz. Výškový reproduktor je odlišný od středového a basového. Výškové reproduktory by měli hrát až do frekvence 20 kHz [10]. Při takto vysoké frekvenci kmitá membrána reproduktory velmi rychle. Z toho důvodu jsou výškové reproduktory mnohem menší, s menším průměrem membrány se zmenšuje logicky i její maximální výchylka při kmitání. Proto u výškových reproduktorů není tak důležitý rozměr, jako spíše použité materiály, schopné odolat velkému namáhání. U High-end výškových reproduktorů se používají materiály jako diamant či platina. S ohledem na cenu bych se proto rozhodl pro klasické kalotové reproduktory z levnějších materiálů jako je titan či dural.



obr. 5.9: Přední pohled se základními rozměry

Velikost a parametry jednotlivých reproduktorů určují, celkovou velikost ozvučnice. Tu jsem musel udělat dostatečně prostornou, aby utlumila negativní stojaté vlnění, které vzniká, když se původní zvuková vlna sloučí s ostatními odraženými uvnitř ozvučnice. Proto se ozvučnice vyplňují tlumícím materiálem, tzv. tlumení na stěny. Jedná se o materiály pěnové nebo plstěné. Nejlepší tlumící materiál je zřejmě speciální tlumící rouno, které má skvělé vlastnosti, ale bohužel také vysokou cenu. Méně vhodný, ale pro průměrného posluchače dostačující, je i mnohem levnější klasický molitan. Vrstva tlumení může být i několik centimetrů silná. Obecně platí, že čím větší vrstva, tím lépe, ale nic se nesmí přehánět. Přibližně ideální vrstva je asi 1/10 výšky ozvučnice. Proto bych chtěl u svého návrhu použít tlumící rouno, o síle přibližně 1,5 cm u výškových a 4 cm u subwooferového reproduktoru, je to sice dražší varianta, ale v kvalitě zvuku se projeví poměrně zřetelně [11].

Co se týče subwooferové ozvučnice, platí pro ni stejné zákony. Ovšem kvůli velikosti subwooferové membrány jsou také mnohem větší změny tlaku za reproduktorem. Z toho důvodu jsem ve svém návrhu použil tzv. Bassreflex. Jedná se o jedno-

duchý náhubek s trubicí, který umožňuje proudit vzduchu z ozvučnice dovnitř a ven podle toho jak kmitá membrána reproduktoru. Pokud zvolíme dostatečně velký průměr trubice a správnou délku, docílíme toho, že proud vzduchu vycházející z bassreflexu se synchronizuje se zvukem z reproduktoru. Tento jev pak několikanásobně zlepší kvalitu konečné reprodukce. Bassreflex není nutností, ale je vhodné ho použít, pokud je to možné. V původním návrhu jsem navrhoval bassreflexový otvor do zadní stěny. Když se subwoofer postaví ke zdi nebo do rohu místnosti, kde je pro něj ideální umístění, pak se zvukové vlny z bassreflexu odrážejí od stěny za ním, což působí pozitivně na hloubku a věrnost basů. Pokud bychom ovšem sestavu přemístili ven a nebyla zrovna možnost postavit subwoofer ke stěně, ztrácí se poměrně znatelně věrnost basů. V mém návrhu jsem proto bassreflexovou trubicí umístil do přední stěny reproduktoru, kde navíc dodává jistou estetickou komplexnost subwooferové ozvučnici.

5.6.1 Použité technologie

Protože můj design reprosoustavy je uzpůsoben k tomu, aby byl lehce přenosný, chtěl jsem odstranit nutnost kabelového spojení. Ke zdroji elektrického napětí bude připojen pouze subwoofer. V něm budou dvě technologie, které umožní bezdrátový přenos zvukového signálu i přenos energie. První z nich je technologie PurePath™. Je to technologie, která pracuje na podobném principu jako například Wifi. PurePath™ je ovšem speciálně navržena pro přenos audio signálu. V dnešní době jsou hojně používané technologie jako Infraport či Bluetooth. Ty však mají své nevýhody. Například u infraportu nesmí být v cestě žádná překážka. Bluetooth zase nestíhá přenášet dostatečné množství dat zvukového signálu nebo jeho signál úplně vynechává. PurePath™ ani jeden z těchto neduhů nemá a signál který je vpuštěn na jedné straně rovnou vyjde na straně druhé. Není nutné mít velkou samostatnou jednotku, která bude komprimovat signál pro přenos. To také uspoří místo v samotné bassreflexové ozvučnici, která pak nemusí mít tak velké rozměry, aby dostatečně utlumila zpětnou ozvu reproduktoru.

Druhou technologií, tentokrát pro přenos energie, je WiTricity™. Jedná se o průkopnickou technologii pro přenos energie vzduchem. Vývojáři navazují na výzkum Nikoly Tesly, ale přidávají další vylepšení. Současný systém pracuje na bázi magnetické rezonance. Vysílač a přijímač jistým způsobem rezonují přibližně na frekvenci 10 MHz a díky tomu na základě indukce vzniká proud v přijímači. WiTricity má výhodu ve velké účinnosti, která bohužel s narůstající vzdáleností klesá. Zároveň však tato energie dokáže projít i skrz běžné překážky jako jsou zdi, příčky i menší kovové objekty, které dokáže překonat díky magnetickému poli. Pokud nepostavíme do cesty kovovou zeď, energie bude proudit. Toto elektromagnetické vlnění není žádným způsobem škodlivé člověku. Právě velmi vysoká frekvence signálu 10 MHz, jejíž vlnová délka je přibližně 30 m, znemožňuje jakýkoliv vliv na člověka. Technologie WiTricity™ je teprve ve vývoji, ale již dnes prodávají určité produkty. Například nabíjecí podložky pro mobilní telefony, kde stačí mít telefon poblíž a automaticky se nabíjí. Dále se tato technologie používá převážně v produktech, pro které je speciálně upravená. Technologie je zabudovaná a má přesně nastavený výkon a další parametry právě pro stanovený účel produktu. [12]

5.7 Psychologická, ekonomická a sociální funkce

5.7

5.7.1 Psychologické funkce

Z psychologického hlediska by můj design měl působit přívětivě, ale zároveň trochu agresivně, jelikož i hudba je nestálá a klidné pasáže střídají rychlé. Pokud se zaměříme na subwoofer a jeho podobu, jsme limitováni funkčností. Jeho velikost příliš neovlivním, ale snažil jsem se docílit toho, aby největší ozvučnice působila stabilně. Také jsem se chtěl vyhnout klasickému kvádrovitému tvaru. Zaoblením hran korespondujících s tvarem reproduktoru a polohou bassreflexu jsem chtěl docílit určité návaznosti. Proti tomu satelitní reproduktory působí přesně opačně. Hlavní tělo ozvučnice působí odlehčeně. Víceméně se vznáší ve vzduchu, přidržována výsuvným rámem. To vše je dáno především fyzikálními zákony a funkčními potřebami reproduktorů.

5.7.2 Ekonomické parametry

Cenovou relaci, ve které se bude pohybovat tento design, je těžké stanovit. Největší část z ceny je za použité technologie a komponenty, jejichž výrobní cena právě určuje cenu konečnou. Vzhledem k tomu, že jsem použil v návrhu technologii WiTricity, která je stále ve vývoji, její cena pro mé použití je mi záhadou. Vývojáři této technologie zřejmě nemají v prioritách své práce odpovídat na mé mailové dotazy. Pokud ale mohu odhadovat, konečná cena by se měla pohybovat kolem 10 000 Kč. Sestavy reproduktorů 2.1 se prodávají již od 1 500 Kč. Je nutno vzít v potaz, že to jsou reproduktory dvoupásmové, pochybné kvality i zvuku. Můj design cílí spíše na skupinu zákazníků, kteří si raději připlatí za kvalitní zvuk. Pokud by nevyžadovali kvalitní poslech, nepotřebovali by si nastavovat umístění a směr reproduktoru, což je hlavní výhodou mého designu. Cena by tedy neměla být příliš odlišná od sestav srovnatelné kvality.

5.7.3 Sociální funkce

Cílovou skupinou pro můj design jsou lidé, kteří rádi a často poslouchají hudbu. Rádi si ji poslechnou i jinde než před obrazovkou počítače nebo u televize. To může být občas obtížné, pokud chceme zachovat kvalitu reprodukce. Stačí, aby se člověk natočil bokem k reproduktorům a veškerý stereo efekt je pryč. Můj design by stačilo poponést o kousek jinam. Pokud chceme například ozvučit venkovní prostor, stačí mít jeden zdroj napětí pro subwoofer a satelitní reproduktory rozmístit ven podle potřeby, a to bez obav, že by se reproduktory mohly ve venkovním prostředí zničit. Vycházím z logického závěru, že movitější zákazník spíše než aby přenášel stále reproduktory z místa na místo, pořídil by si na každé místo jiné, nebo ozvučil například kompletně celý dům. Proto bych očekával, že tento design reproduktorů by si pořídila spíše střední vrstva zákazníků. Proto jsem také v designu upřednostňoval spíše cenu před kvalitou jednotlivých prvků. Snažil jsem se jít ideální střední cestou, kdy kvalita zvuku je na dobré úrovni, v rámci možností reproduktorových sestav podobných parametrů, ale cenově jsou reproduktory dostupné i pro běžného zákazníka.

6 ZÁVĚR

S ohlédnutím na produkty na dnešním trhu, se mi podle mého názoru povedlo vytvořit netradiční design reproduktorů. Design má jisté výhody v nastavitelnosti polohy výškového reproduktoru, které bych já osobně využil. Ne každý uživatel toto ovšem ocení a nemyslím, že bych dokázal zaplnit určitou mezeru na trhu. Podle mých osobních zkušeností věřím, že tento koncept má své výhody. Sám bych ocenil, kdyby má současná reprosoustava měla alespoň některé z parametrů tohoto designu. Celkovým výkonem neurazí, ovšem na trhu jsou mnohem výkonnější sestavy. Přihlédneme-li však k ceně reproduktorů, myslím, že poměr výkon a cena je poměrně dobrý. Vysoká variabilnost použití této sestavy je podle mého názoru velkou výhodou zejména pro uživatele, který rád mění vzhled svého interiéru a potřebuje často přenastavovat polohu svých reproduktorů nebo pro zákazníka, který například často plánuje venkovní ozvučení. Pro snadné přenesení reproduktorů z interiéru do venkovního prostředí, trh zřejmě nenabízí lepší varianty. Další možnost využití sestavy se nabízí v menších prostorách s atypickým nábytkem, kde není vhodné místo pro pravidelné uspořádání reproduktorů. Podle mého názoru je největší výhodou tohoto designu bezdrátové spojení mezi reproduktory. Při průzkumu trhu jsem nenarazil na bezdrátovou variantu, která by byla schopná reprodukovat zvuk v dostatečné kvalitě a bez chyb. I když je tato technologie stále ve vývoji, věřím, že brzy dosáhne velkého uplatnění na spotřebním trhu s elektronikou.

PŘÍLOHA

DESIGN REPRODUKTORŮ

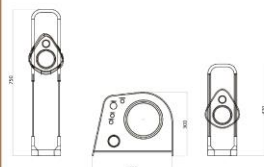
Petr Kulich, 3E/94 letní semestr 2013, Ateliér - Bakalářský projekt, vedoucí práce: doc. akad. soch. Miroslav Zvonek, Ph.D., FSI VUT Brno, Ústav konstruování, obor průmyslového designu

Ústav konstruování

Hudba je v podstatě stejně zbytečná jako lidský život. (George Santayana)

Design reproduktorů se řídí neměnnými pravidly. Fyzikální zákony, které dávají vzniknout zvuku, se nemění. Proto určité parametry budou vždy, nebo by správně měly být, u všech reproduktorů stejné. Přesto jsem se snažil u svého návrhu nejít ve vyšlapaných kolejích a navrhnout něco nového. Cílem mého designu jsou jednoduše přemístitelné a variabilní reproduktory, které se dají použít jak na stole, tak vedle televize, či na venkovní ozvučení. Největší omezení při přesouvání reproduktorů je způsobeno tím, že vysoké tóny se šíří směrově. Pokud bychom výškové reproduktory měli položené na zemi, samozřejmě by hrály, ale podstatně lépe je mít je umístěné přibližně ve výšce uší.

A proto, že cílem mého designu je přenosnost, tak se samozřejmě bude měnit i vhodná poloha výškového reproduktoru. Tento problém jsem řešil možností posuvu reproduktoru ve vertikální ose. Rám, který drží výškové reproduktory, je dutý a je v něm umístěn kovový pás. Horní polovina i s reproduktorem se tedy dá vysunout a nastavit do přesné polohy, kterou potřebujeme. Posuv ovládáme stiskem tlačítek na boku ozvučnice. Kovový pás je tvarován do velkého rádiu, díky kterému se osa zvuku z reproduktoru při zvedání naklání. Samozřejmě samotná ozvučnice je dobře rezonančně opatřená v místě posuvu, aby nedocházelo ke zkreslení zvuku a vibracím.



Boční pohled (vysunutí)

Využití nalezne především v atypických interierech nebo při častém stěhování reproduktorů například za účelem venkovního ozvučení.

Zakomponování do interiéru



Reproduktory jsou vyráběny z antirezonančního ABS plastu. V sériové výrobě se tedy bude používat rozličná matice, proto se nabízí možnost vyrábět reproduktory ve více barvách.

Barvé varianty



Veškeré ovládací prvky jsou umístěny na subwooferu, na přední straně se ovládá hlasitost sestavy, vyvážení mezi pravým a levým reproduktorem, výšky a basy.

Detail ovládacích prvků



ZDROJE

- [1]: <http://www.hornstudio.cz>
[2]: <http://en.wikipedia.org>
[3], [4], [5], [6], [8], [10]: TOMAN, Kamil. *Reproduktory a reprosoustavy II*. 1. vyd. [Česko: s.n.], c2010, 326 s. ISBN 978-80-254-9510-0
[7]: www.audioweb.cz
[9]: <http://www.ti.com>
[11]: <http://www.eighteensound.com>
[12]: <http://www.witricity.com>
- Obr. 2.1: <http://www.nakupka.cz/vyrobek/gramofon-s-cd-hyundai-rtcc-411-retro-fm>
Obr. 2.2: http://archive.siliconchip.com.au/cms/A_101709/article.html
Obr. 2.3: <http://shop.panasonic.com/shop/model/RQ-2102>
Obr. 2.4: <http://www.firstclass.cz/moda-styl>
Obr. 3.1: <http://eln.szm.com/pages/rtt.htm>
Obr. 3.2: <http://diyaudioprojects.com/Speakers>
Obr. 3.3: <http://avmania.e15.cz/jak-dobre-rozmistit-reprosoustavy>
Obr. 4.1: <http://pctuning.tyden.cz/hardware/multimedia-zvuk-tv/18620?start=1>
Obr. 4.2: <http://www.datart.cz/Aktivni-repro-pro-prenosne-audio-EVOLVE>
Obr. 4.3: <http://www.basys.cz/produkty/bose/osobni-audio-mutimedia>