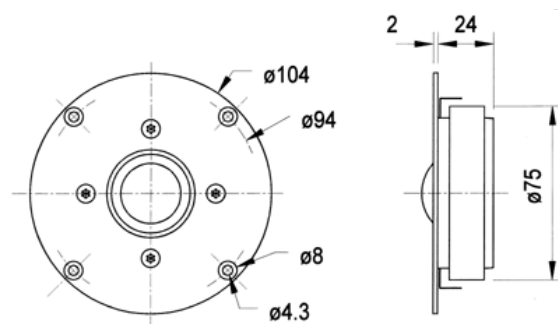


Centrový reprobox Visaton

Rozhodol som sa , že ako záverečný projekt vyrobím centrový reprobox k domácomu kinu. Dôvodom , ktorý viedol k tomuto rozhodnutiu bola nevyhnutnosť úpravy môjho doterajšieho centrového reproboxu. Jeho rozmery nezodpovedali veľkosti použiteľného priestoru pre jeho umiestnenie. Tak isto v ňom použitá výhybka nebola robená na mieru, ale bola použitá univerzálna, ktorá bola neadekvátna k ostatným použitým komponentom (reproduktorom). Reproduktorové zloženie starého centrového reproboxu tvorili dva 20 centimetrové basové reproduktory, dva stredobasové 10 cm reproduktory a výškový 2 centimetrový kalotový reproduktor. Na stavbu nového som chcel použiť len niektoré z nich, a to dva ``stredobasy`` a ``výškač``, čo na pokrytie frekvenčného pásma potrebného pre ``center`` stačilo. Celá práca teda spočívala v tvorbe výhybky a v tvorbe ozvučnice. S konštrukciou ozvučnice som si starosti nerobil, pretože pri takomto frekvenčnom rozsahu ozvučnica problém nepredstavuje. Tam problémy nastávajú až pri veľmi nízkych frekvenciách, kde už ozvučnica, jej rozmer, tvar a celkový typ silno ovplyvňujú frekvenčnú charakteristiku a hlavne posúvajú spodný okraj frekvenčného rozsahu. Takže tu bude ozvučnica viacmenej len dizajnová záležitosť. Hlavná časť práce teda spočívala vo výrobe čo najadekvátnejšej výhybky k reproduktorom, ktoré som vybral. Takže najprv si predstavíme reproduktory, ktoré som použil. Všetky sú od nemeckej značky Visaton, ktorá sa venuje výrobe reproduktorov a návrhom ozvučníc pre domáce hifi, domáce kino, aj výrobe autoreproduktorov. Na pokrytie výškovej oblasti som použil reproduktor G20 SC 8ohm.

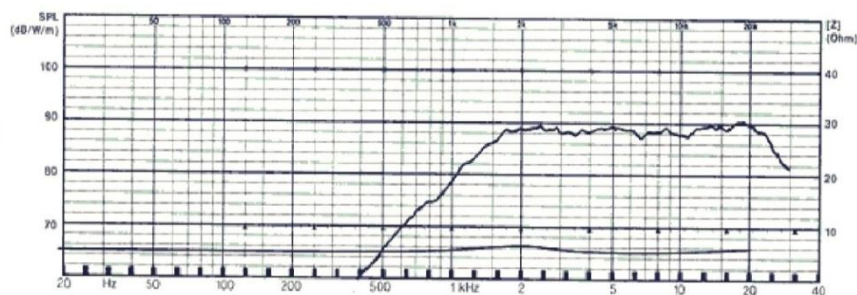


Obr. 1.1: výkres reproduktoru G20SC

Technické dáta G20SC:

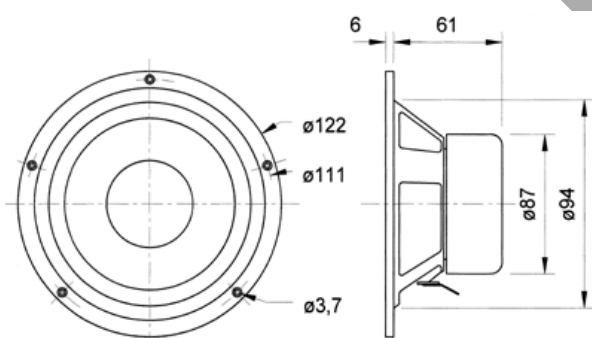
Štandardný príkon	80 W (12 dB/Okt.; 3000 Hz)
Hudobný príkon	140 W (12 dB/Okt.; 3000 Hz)
Menovitá impedancia	8 Ohm
Frekvenčný rozsah	1200 - 30000 Hz (-8 dB)
Charakteristická citlivosť	88 dB (1 W/1 m)
Rezonančná frekvencia	1800 Hz
Priemer cievky	2 cm
Otvor pre zabudovanie	6,6 cm
Čistá váha	0,388 kg
D.C. rezistencia Rdc	5,1 Ohm
Mechanický Q činiteľ Qms	1,04
Elektrický Q činiteľ Qes	3,12
Celkový Q činiteľ Qts	0,78
Pracovná plocha membrány Sd	3 cm ²
Dynamická hmotnosť membrány mmd	0,15 g
Indukčnosť cievky	0,04 mH

Centrový reprobox Visaton



Obr. 1.2: reproduktor G20SC, jeho frekvenčná a impedančná charakteristika

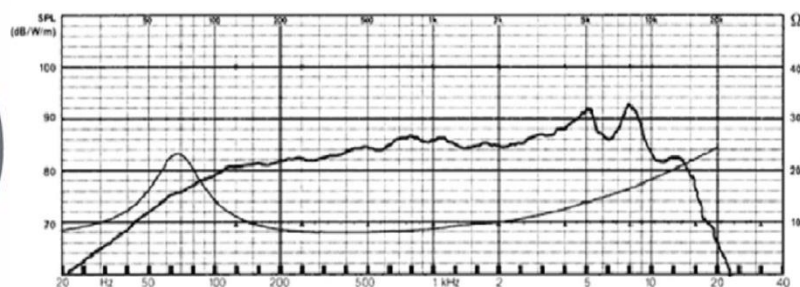
Stredné a nízke frekvencie som pokryl dvojicou stredobasových reproduktorov W100SC 8ohm.



Obr. 1.3: výkres reproduktora W100SC

Technické dáta W100SC:	
Štandardný príkon	30 W
Hudobný príkon	50 W
Menovitá impedancia	8 Ohm
Frekvenčný rozsah	fc - 10000 Hz

Charakteristická citlivosť	86 dB (1 W/1 m)
Maximálna výchylka membrány	13 mm
Rezonančná frekvencia	67 Hz
Výška pólových nastavcov	4 mm
Priemer cievky	2 cm
Výška vinutia (cievky)	0,8 cm
Otvor pre zabudovanie	9,4 cm
Čistá váha	0,49 kg
D.C. rezistancia Rdc	6,7 Ohm
Mechanický Q činiteľ Qms	2,57
Elektrický Q činiteľ Qes	0,62
Celkový Q činiteľ Qts	0,5
Pracovná plocha membrány Sd	53 cm ²
Dynamická hmotnosť membrány mmd	3,8 g
Činiteľ jakosti	4,1 T · m
Indukčnosť cievky	0,85 mH



Obr. 1.4: reproduktor W100SC, jeho frekvenčná a impedančná charakteristika

Centrový reprobox Visaton

Účel reproduktorovej výhybky

Aké by to bolo krásne, keby sme reproduktorovú výhybku nemuseli používať. Bohužiaľ. Pokiaľ máme nároky na frekvenčné pásmo od nejakých 30 Hz do 20 kHz, potom neexistuje reproduktor, ktorý by dokázal tak široké spektrum obstojne zahrať s dostatočne nízkym skreslením, minimálnou smerovosťou a dostatočným akustickým výkonom. Teória aj prax zhodne konštatujú, že takýto reproduktor neexistuje.

Takýto širokopásmový reproduktor by musel mať dostatočne malú membránu, ale to potom zase vychádza šialená výchylka (niekoľko metrov) a rýchlosť pohybu by bola kludne aj 1500 m/s. A to už není reproduktor.

A riešenie? Zkombinovať viacej reproduktorov, na nízke frekvencie použijeme väčší priemer membrány, aby výchylka nemusela byť veľká a aby súčasne reproduktor moc nesmeroval a na vyššie frekvencie zase malú membránu, kde výchylka aj plocha membrány sú menšie. Iste aj vaša praktická skúsenosť dokazuje, že „basáky“ sú väčšie (165 až 500 mm) a kmitajú o sto šesť (max. výchylka kludne do ± 6 mm), kde výškové reproduktory sú malé (15 až 50 mm) a pohyb membrány je minimálny.

Výhybky sú veľmi dôležité a aj tak často prehliadané. Veľkí výrobcovia často používajú jednoduché výhybky, aby udržali nízke náklady u reproduktorových systémov, aby mohli konkurovať na komerčnom trhu. Taktiež mnoho kutilov dáva celý rozpočet do reproduktorov a majú vyčerpaný rozpočet, keď príde na výhybky. Dost ľudí si myslí, že reproduktory robia zvuk a dobrá výhybka není nutná a je drahá. Nemajú ale pravdu. Správna výhybka môže zaistiť dobrý zvuk s lacnými reproduktormi a vynikajúci s dobrými reproduktormi. Ale nesprávna výhybka môže

nielen zapríčiniť špatný zvuk, ale môže aj dôjsť k poškodeniu reproduktorov.

Je teda jasné, že hlavný účel výhybky je frekvenčné prerozdelenie signálu tak, aby každý reproduktor dostal, čo mu náleží. A tým, že každý reproduktor dostane iba určitú porciu frekvenčného pásma, taktiež obmedzíme intermodulačné skreslenie.

Hlavná klasifikácia výhybiiek je na pasívne a aktívne a výkonové a nevýkonové, podľa toho akú konštrukciu používajú a kde sa zaraďujú. V mojom prípade ide o výhybku pasívnu, ktorá je zaradená už do výkonovej časti za zosilovač. Reproduktorová výhybka, ako taká používa ku svojej funkcii filtre:

Pre basový reproduktor **low pass** – prepúšťa pásmo do určitej frekvencie

Pre stredotónový reproduktor **band pass** – prepúšťa pásmo od frekvencie x po y

Pre výškový reproduktor **high pass** – prepúšťa pásmo od určitej frekvencie

Okrem filtrov samotných sa v reproduktorovej výhybke nachádzajú ďalšie obvody a to napr. na kompenzáciu impedančného priebehu reproduktoru, na ochranu reproduktorov, alebo na vyrovnanie citlivosti reproduktorov.

Vyrovnanie citlivosti reproduktorov

Vyrovnanie citlivosti reproduktorov sa deje z prozaického dôvodu – čo reproduktor to iná citlivosť. Medzi basovým a stredotónovým reproduktorom niesú zas až také veľké rozdiely, ale medzi výškovým a ostatnými je rozdiel v citlivosti veľký, kludne aj 8 dB. Teda výškový reproduktor s veľkou citlivosťou by bez vyrovnania citlivosti hral priveľmi hlasno a tým by prehluchoval ostatné reproduktory. Preto za vetvu výhybky korigovaného

Centrový reprobox Visaton

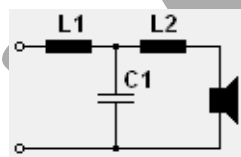
reproduktoru zaradujeme odporový delič, ktorý má za úlohu citlivosť znížiť.

Tolko niečo málo k reproduktorovej výhybke, viac to tu už nebudem rozmazávať, poďme radšej k samotnej práci.

Výroba výhybky

Pri výrobe výhybky máme na výber aký veľký útlm použiť, najčastejšie je to 6 dB/oct, 12 dB/oct, 18 dB/oct. Samozrejme čím väčší útlm, tým je to náročnejšie a je potreba viacerých súčiastok. Ja som aj napriek zložitosti stavil na kvalitu a zvolil ten najlepší, teda 18 dB/oct. Výhybka bude pozostávať z viacerých častí, v prvom rade to bude low pass filter pre strednobasové reproduktory a high pass filter pre reproduktor výškový a v druhom rade odporové deliče na vyrovnanie citlivosti reproduktorov. Na začiatok treba vhodne zvoliť deliacu frekvenciu, pretože tá je parametrom potrebným na výpočet filtrov. Podľa frekvenčnej charakteristiky reproduktorov ju bude najvhodnejšie zvoliť na 2000 Hz. Teraz už môžeme potrebné hodnoty dosadiť do vzorcov pre výpočet filtrov.

Low pass filter

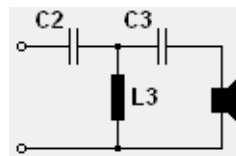


$$L_2 = \frac{Z_h}{4\pi f_d}, \quad C_1 = \frac{2}{3\pi f_d Z_h}$$

$$L_1 = 3L_2$$

Z_h – impedancia hlbokotónového reproduktoru
 f_d – deliaca frekvencia

High pass filter



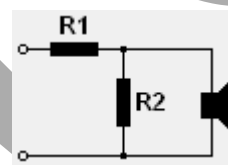
$$C_1 = \frac{1}{3\pi f_d Z_v}, \quad L_3 = \frac{3Z_v}{8\pi f_d}$$

$$C_3 = 3C_1$$

Z_v – impedancia výškového reproduktoru

Ešte musíme zvoliť o koľko znížime citlivosť reproduktorov. Keďže máme dva 86 dB ``stredobasy``, ktoré spolu dávajú 89 dB a 88 dB ``výškač`` citlivosť teda znížime o cca 1 dB.

Vyrovnanie citlivosti reproduktorov



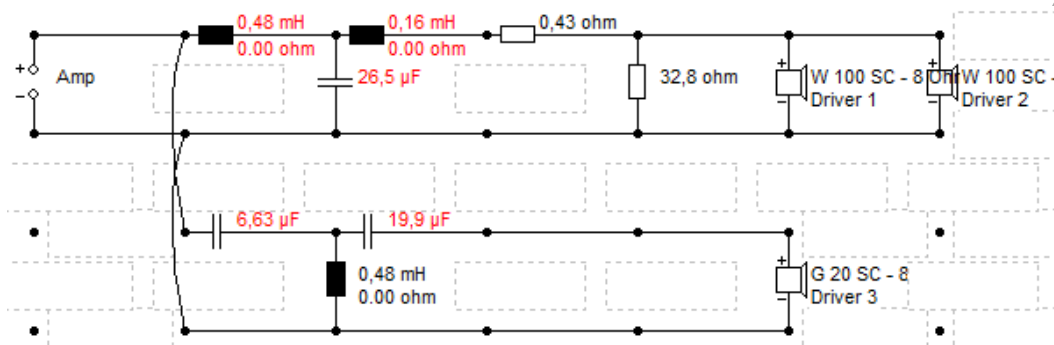
$$R_2 = 10^{A/20} \frac{R_e}{1 - 10^{A/20}}$$

$$R_1 = R_e - \frac{1}{\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_e}}$$

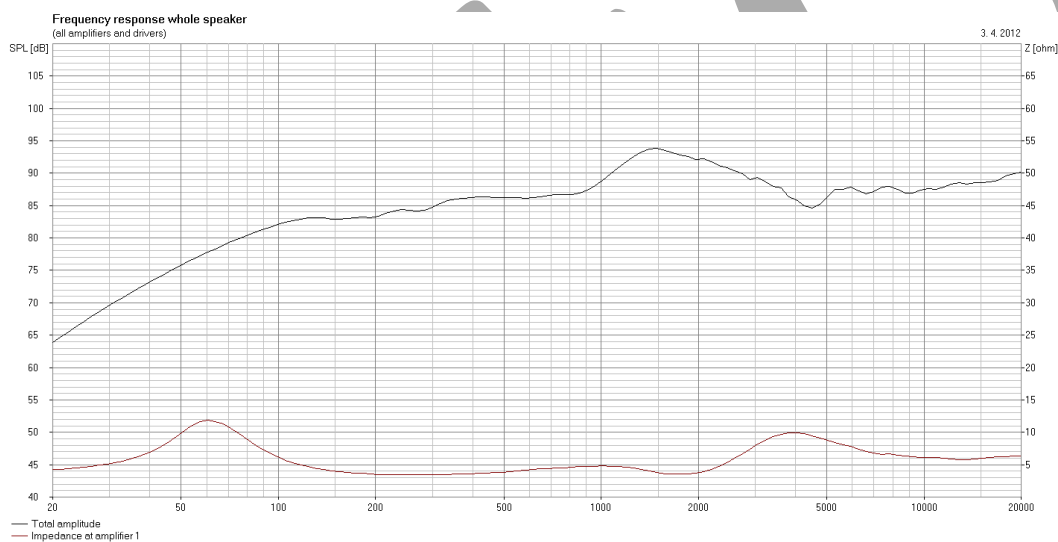
R_e – rovnomerný odpor kmitačky
 A – zisk (záporná hodnota)

Všetko spojíme a dopočítame príslušné hodnoty, ktoré následne vložíme do programu s názvom Boxsim, ktorý poskytuje spoločnosť Visaton na ich internetovej stránke. Tento program nám následne vyhotoví prvotný návrh výhybky.

Centrový reprobox Visaton

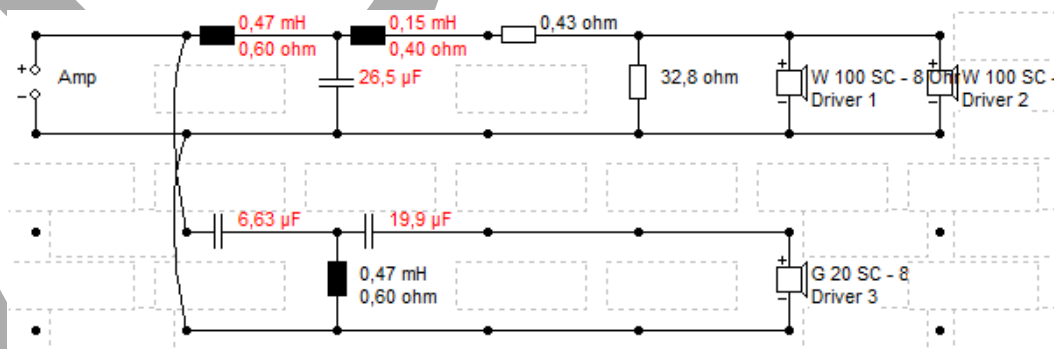


Obr. 2.1: návrh výhybk



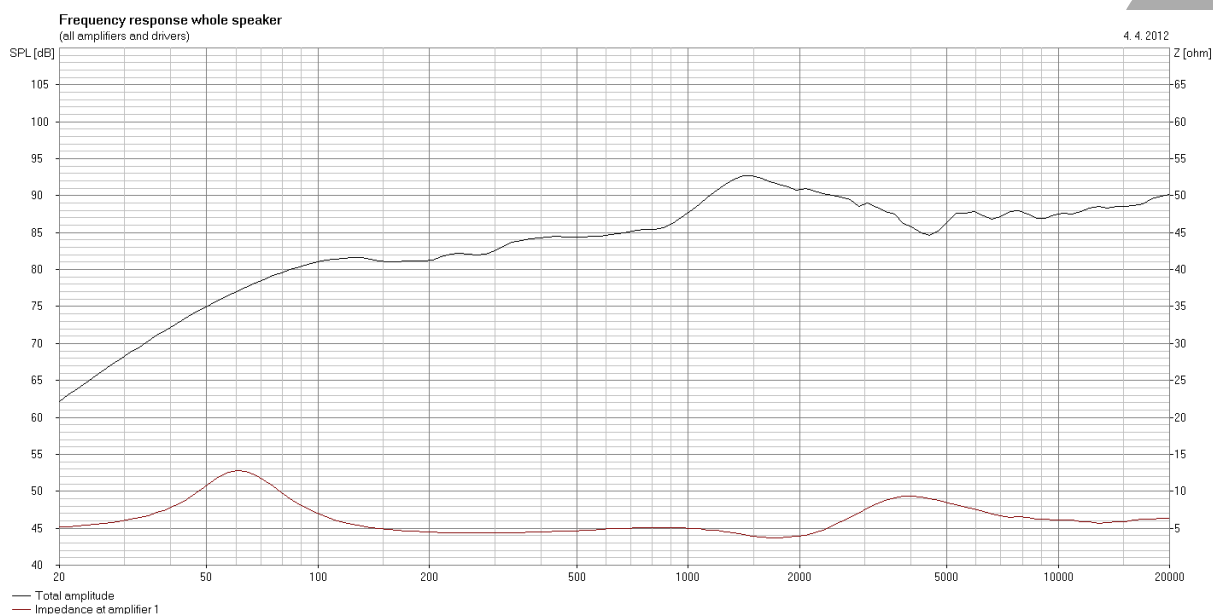
Obr. 2.2: frekvenčná a impedančná charakteristika

Problém je, že zatiaľ máme nulové odpory cievok, takže teraz musíme zameniť dané cievky za nejaké najpodobnejšie reálne cievky s čo najmenšou impedanciou. Tento program obsahuje aj výber súčiastok, takže vyberieme najpodobnejšie a dostaneme:



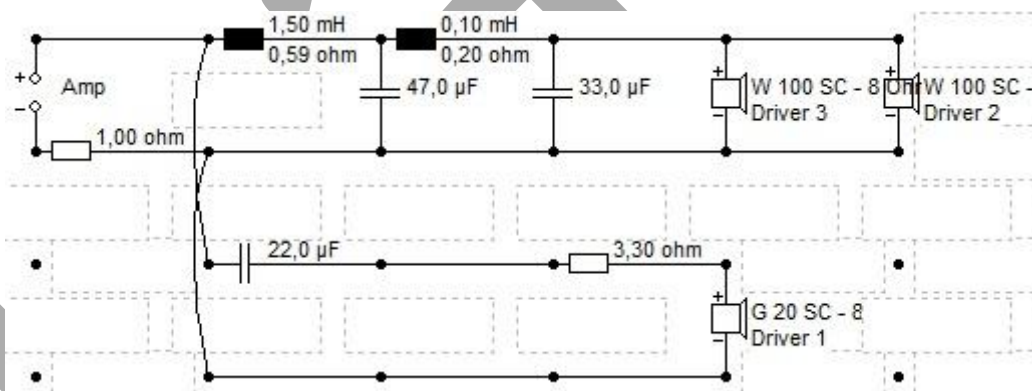
Obr. 2.3: návrh výhybk

Centrový reprobox Visaton



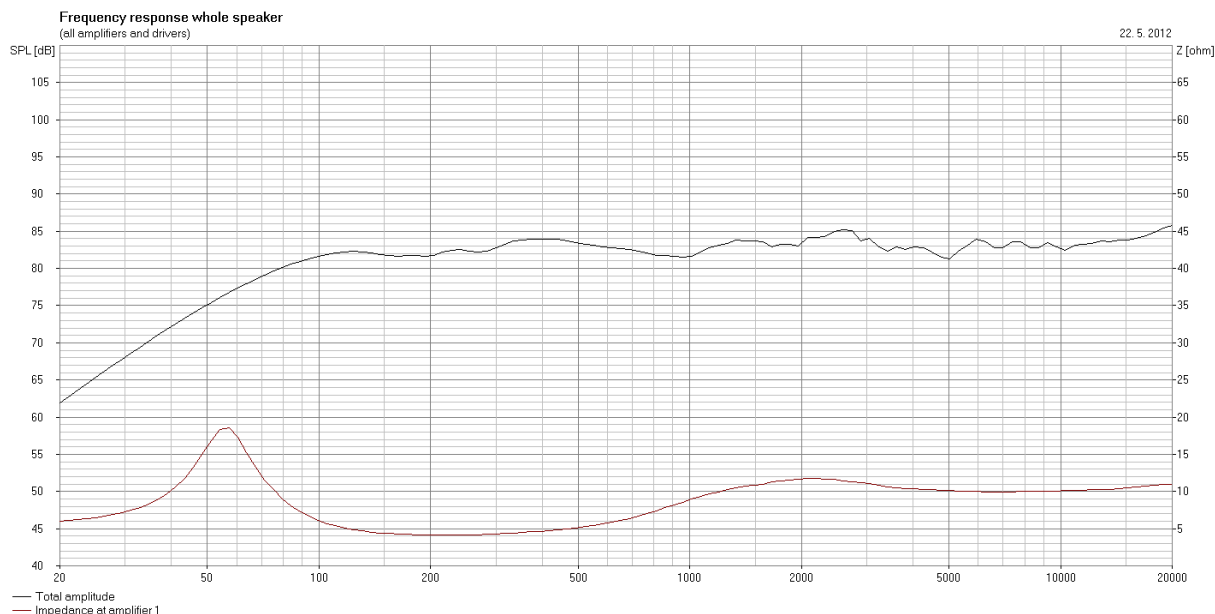
Obr. 2.4: frekvenčná a impedančná charakteristika

Vidíme, že priebeh nieje taký lineárny, ako by sme chceli a preto spustíme v programe funkciu samo naladenia. Nastavíme aby výsledná impedancia neklesla pod 4 ohm, z dôvodu ochrany zosilňovača. Následne to ešte trochu ručne doladíme a dostaneme konečnú výhybku:



Obr. 2.5: návrh výhybky

Centrový reprobox Visaton

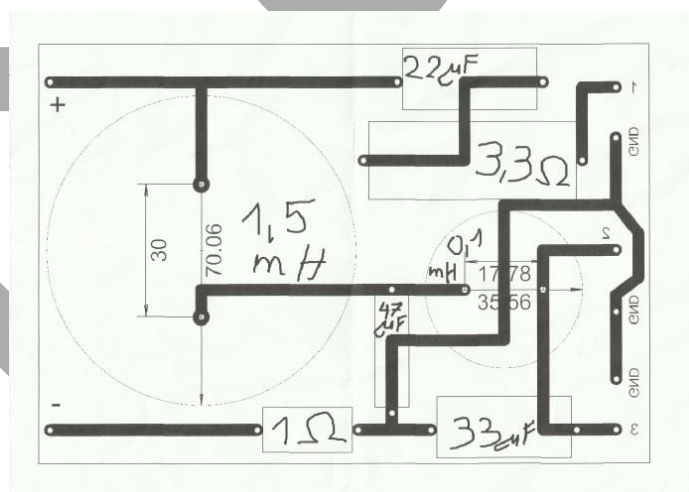


Obr. 2.6: frekvenčná a impedančná charakteristika

Vidíme ako veľmi je užitočné používať takýto program, keďže naše vypočítané hodnoty sú len veľmi orientačné a nakoniec sa môžu dosť zmeniť. Niektoré súčiastky bolo dokonca dobré dať preč, čím sme pri výškovom reproduktore dosiahli len útlm prvého rádu a zase niektoré pridať, čím sme pri stredobasoch urobili útlm až o 24 dB/oct. Citlivosť bolo nakoniec nutné znížiť pri výškovom reproduktore a nie pri stredobasoch, čomu sám celkom nechápem. Plus sme na koniec obvodu ešte pridalí jeden odpor aby sme zdvihli celkovú menovitú impedanciu na 4 ohm.

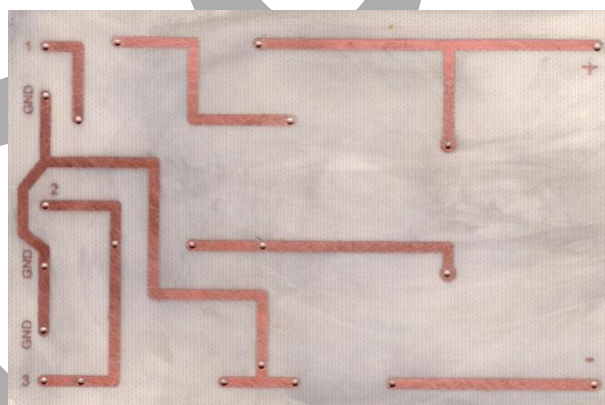
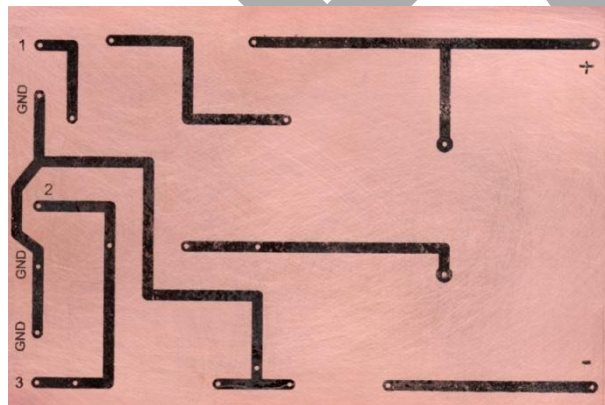
Dokumentácia a fotogaléria zo stavby

Návrh plošáku:

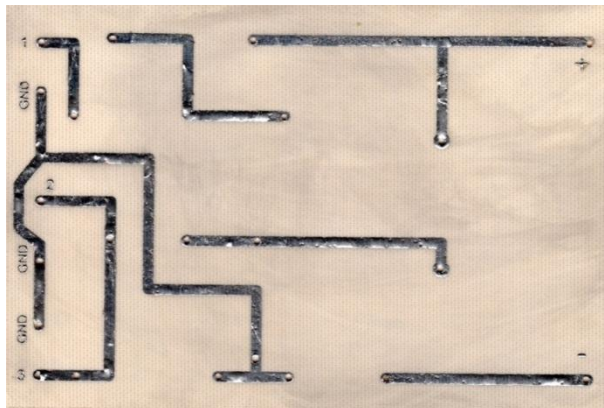


Centrový reprobox Visaton

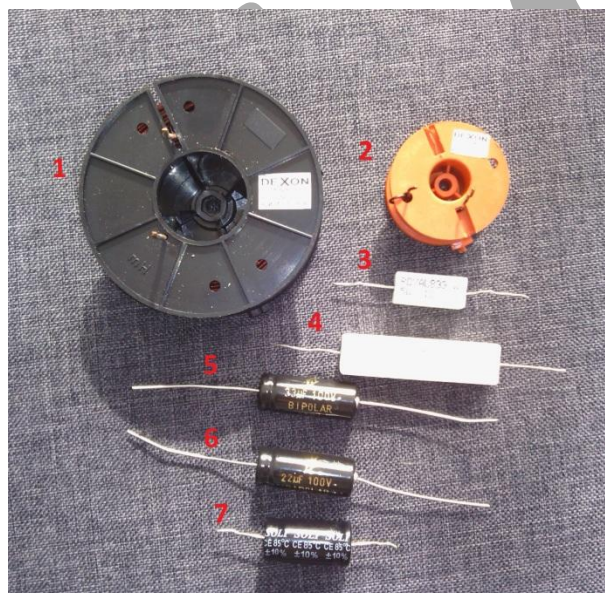
Leptanie plošáku:



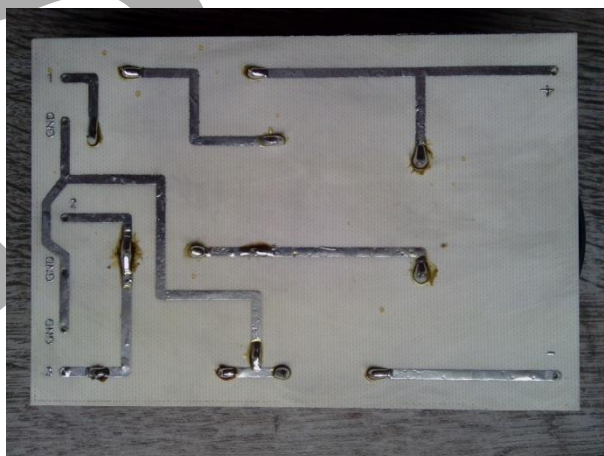
Centrový reprobox Visaton



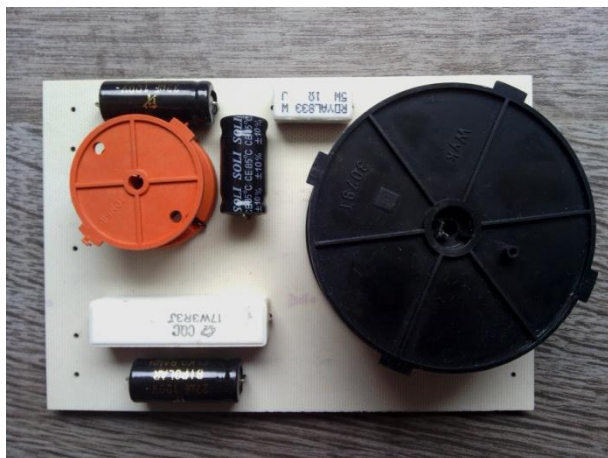
Súčiastky:



Hotová výhybka:



Centrový reprobox Visaton



Návrh ozvučnice:

Materiál: 12 mm DTD

Predná a zadná doska 320 x 130 (2x)

Bočná doska 130 x 125 (2x)

Horná a dolná doska 320 x 125 (2x)

