

Electro-Voice

CROSSOVER PRÍRUČKA

Guenter J. Krauss, TELEX Communications Inc., EVI Audio GmbH

Prezentované v Straubingu na Hausmesse 26.-28.1.2001, Copyright: EVI Audio GmbH 1999-2001, V5.3.2001

Nastavenie ekvalizéra a crossoveru pre viacpásmové systémy s analógovými crossovermi bola vždy časovo náročná a únavná úloha pre ich obmedzenú flexibilitu.

Naopak digitálny procesor Electro - Voice Dx38 ponúka mimoriadnu flexibilitu a zvukovú kvalitu.

Avšak nastavovanie takejto náročnej jednotky prináša viac komplexných činností pri nastavovaní množstva parametrov, ktoré sú prístupné.

V predošlom materiáli [1] bolo ukázané, že vo väčšine prípadov je nutné poznať akustické prenosové vlastnosti reprosystému, inak ekvalizáciu a funkcie crossoveru nie je možné nastaviť správne.

Len ohraničený počet zákazníkov má prístup k bezdozvukovej komore a drahým meracím zariadeniam.

Merania reproduktorových systémov v reálnych miestnostiach často trpia rôznymi odrazovými problémami, obzvlášť na nízkych frekvenciách, problémami od hluku okolia, od obmedzeného rozlíšenie meracích prístrojov a od ceny meracieho zariadenia.

Ale so softwarom Electro-Voice RACE (Real-time Acoustic Cluster Editor), napísaným Michaelom Aumerom je teraz možné zobrazenie kmitočtovej charakteristiky v osi systému, v spojení s crossoverom, ekvalizérom a výkonovým zosilňovačom na PC v reálnom čase.

Naviac program zobrazí kmitočtovú charakteristiku v osi závislú na pozícii a šírenie tlaku (SPL) nízkych frekvencií vo vertikálnej rovine reproduktorového clusteru vrátane ekvalizácie, crossoveru a výkonových zosilňovačov.

Nastavenia parametrov na kontroleri Dx38 môže byť robené a zobrazené na PC a počúvané v reálnom čase.

Nastavenie crossoverových a ekvalizérových funkcií môže byť robené priamym spôsobom s RACE softwarom, čo je významnou výhodou v porovnaní s praktikami skúška-omyl.

Mnoho zákazníkov len zriedkavo robí nastavenie aktívnych viacpásmových systémov.

Táto príručka bola napísaná za účelom podať akúsi zhustenú "kuchársku knižku" na nastavenie reproduktorových systémov bez nejakých zložitých matematík.

RACE Software sa dodáva s každou jednotkou Dx38 a môže byť voľne stiahnutý z www.electrovoice.com alebo www.sbl.sk.

Distribútor :

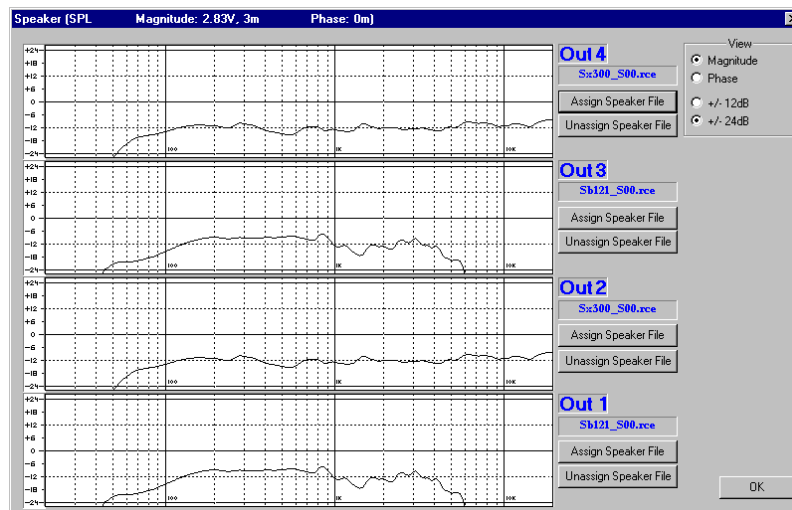
SBL Acoustics s.r.o., Istropolis, Trnavské myto 1, 831 04 Bratislava, Tel.: 02 / 50228 721, Fax: 02 / 50228 722

1 Tridsať minútová kuchárka pre použitie RACE na vytvorenie Vašich osobných crossoverových presetov.

1.1 Appetizer – Aktívny 2-pásmový systém s Sx300 a Sb121

Náš appetizer bude použitý na aktívny 2-pásmový systém s Sx300 a Sb121 a najprv chceme dosiahnuť lineárny priebeh frekvenčnej charakteristiky v rozsahu 50Hz-20kHz. Niektoré EQ spice môžu byť pridané neskôr.

Naštartujeme RACE software. Program sa ponúka Stereo 2-pásmový mód. Natiahneme Sb121 file (Sb121_S00) a Sx300 file (Sx300_S00) do speaker menu. Použijeme predvolené (default) zosilňovače, ale môžeme tiež natiahnuť (load) zosilňovače série P-Series alebo Q-Series. Ale to je nutné len keď použijeme rôzne zosilňovače napr. Q66 pre Sb121 a Q44 pre Sx300.

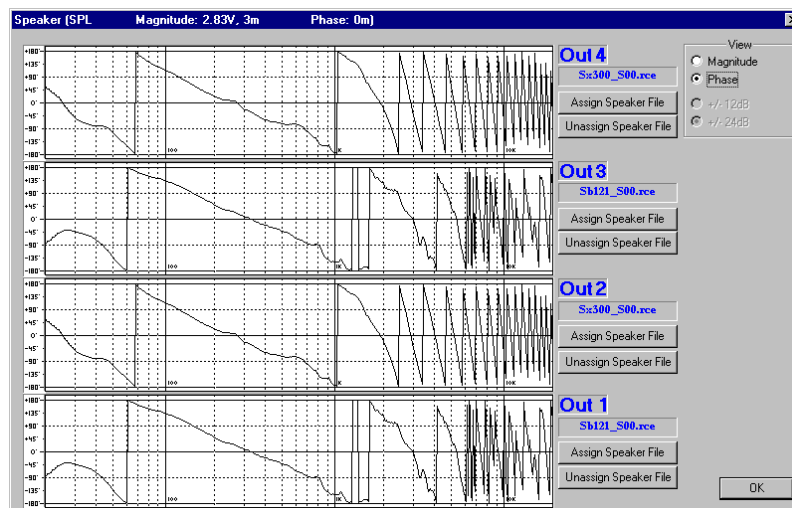


Obr. 1 Frekvenčný priebeh Sb121 a Sx300

Vizuálna kontrola našich komponentov ukazuje, že obidve reprosústavy sú schopné dodať dostatočný tlak okolo plánovanej 100Hz deliacej frekvencie, čiže by sme nemali očakávať žiadne problémy.

Z obr. [2] vieme, že fázový priebeh komponentov by mal byť zhodný v blízkosti deliacej frekvencie, takže sa pozrieme na fázový priebeh našich komponentov.

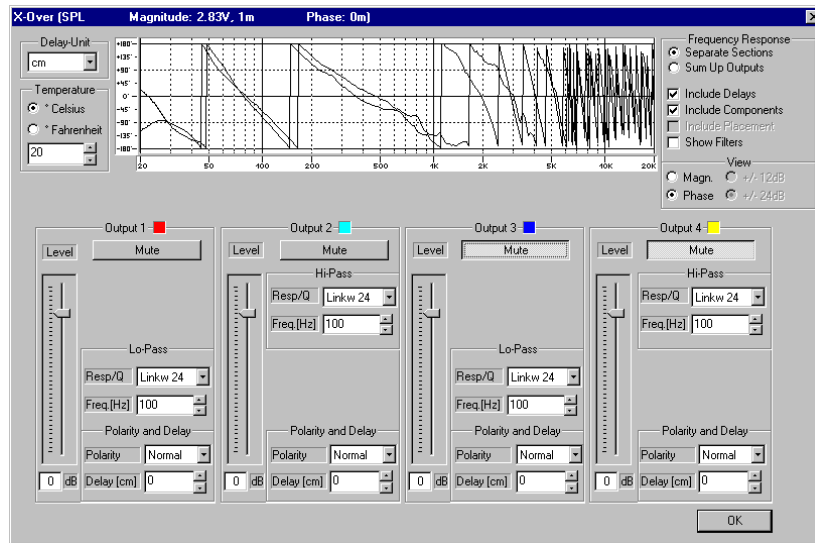
Klikneme na “View Phase” a obr.2 sa objaví na obrazovke.



Obr. 2 Fázový priebeh Sb121 (1,3) a Sx300 (2,4) na úrovni prednej steny

Fázové priebehy okolo 100Hz nie sú veľmi rozdielne; teda umiestnenie obidvoch sústav v jednej akustickej rovine bude celkom ľahké.

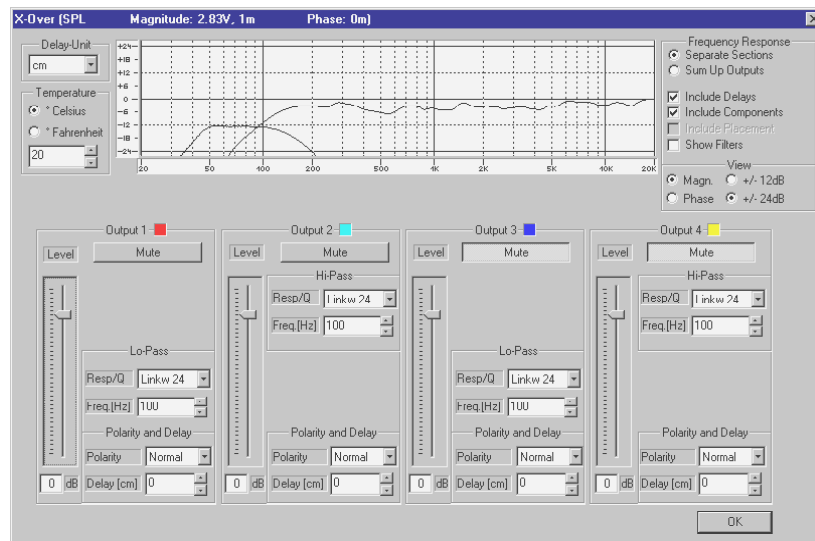
Ak teraz otvoríme x-over menu, je tu aplikovaný populárny Linkwitz-Riley 24dB/Oct. filter. Teraz zamutujeme kanály 3 a 4, aby sme zabránili nesprávnym výsledkom pri pridávaní ďalších výstupov. “Sum” vždy sčítava všetky kanály, avšak my teraz chceme vidieť jednu stranu stereo setupu.



Obr. 3 Fázový priebeh Sb121 a Sx300 s použitím Linkwitz-Riley 24dB/Oct. crossover

V obr. 3 vidíme fázový priebeh Sb121 a Sx300 s použitím Linkwitz-Riley 24dB/Oct. crossoveru.

Kliknutím na tlačítko "L" (alebo "View Magn.") sa vrátíme na frekvenčný priebeh našich komponentov vrátane aktívneho crossoveru.



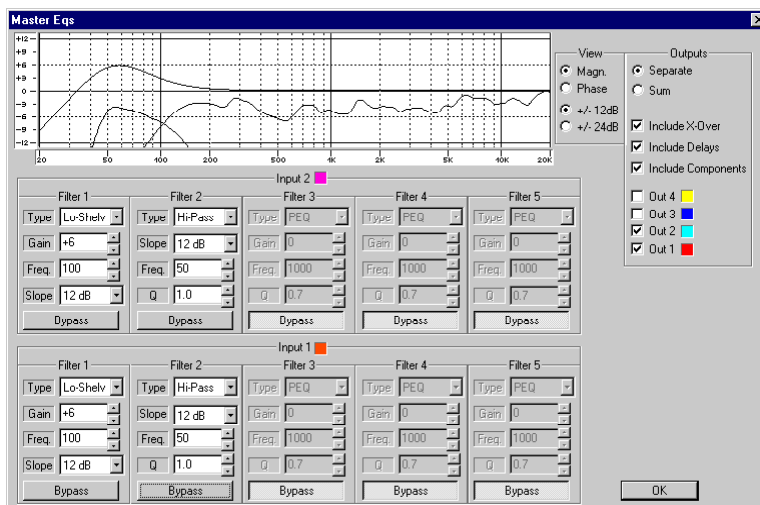
Obr. 4 Frekvenčný priebeh Sb121 a Sx300 s použitím Linkwitz-Riley 24dB/Oct. crossoveru

Akustický výstup od 50Hz – 100Hz basového boxu bol trochu zdvihnutý, aby sa dosiahol lineárny frekvenčný priebeh systému. Chceme použiť celkovú ekvalizáciu, aby sme predišli fázovým problémom, tak klikneme do “Master Eq” menu.

Na prvý pohľad nevidíme nič, zaškrtneme políčka pri výstupoch Out 1 a Out 2, aby sme videli náš výstup. Teraz ekvalizujeme spodnú časť priebehu pomocou 12dB/Oct. low shelving eq na 100Hz and nastavíme gain na 6dB. Pre ochranu reproduktorov proti brumu a preťažaniu na nízkych frekvenciách pridáme high-pass filter s 12dB/Oct. strmostou na 50Hz a Q=1.

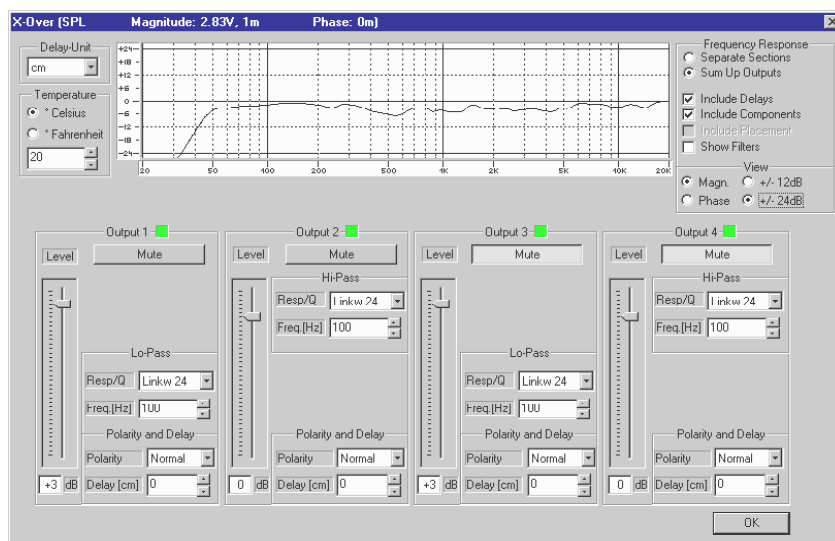
Výsledný frekvenčný priebeh nášho systému môžeme vidieť na obr. 5, horná krivka zobrazuje len elektrický priebeh našich eq filtrov, takže vidíme koľko pridaných dBs posielame z koncových zosilňovačov do našich boxov.

Dolné krivky zobrazujú frekvenčný priebeh našich boxov kombinovaný s crossovermi, 100Hz/12dB/Oct. shelving ekvalizáciou a 50Hz/12dB/Oct. Q=1 high-pass (Lo-Cut) filtrom.



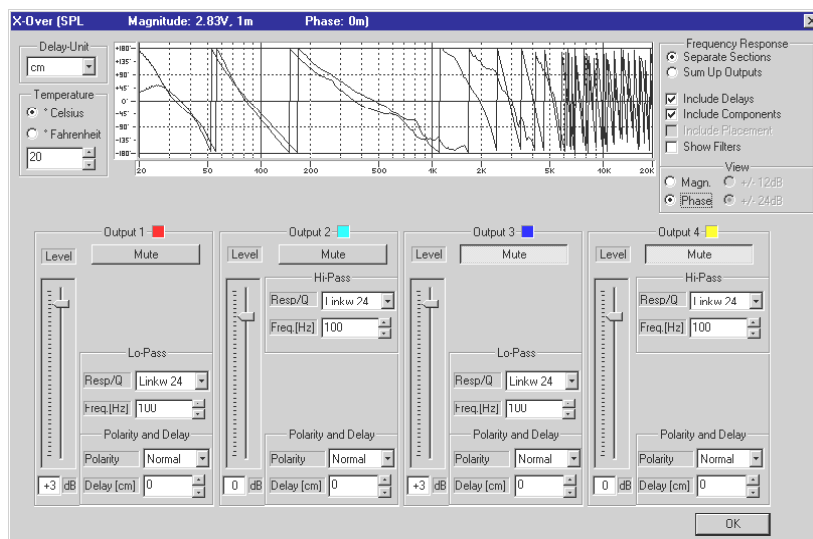
Obr. 5 Eq a Lo-Cut frekvenčný priebeh (horná krivka), akustický priebeh (dolné krivky)

Teraz sa vrátíme do X-Over menu a klikneme na “Sum Up Outputs”, pretože do našich uší dostávame sumu akustického výstupu reproduktív Sb121 a Sx300. Úroveň pre Sb121 bola zdvihnutá o 3dB pre zlepšenie priebehu príslušného akustického výstupu. Výsledok je vidno na obr.6.



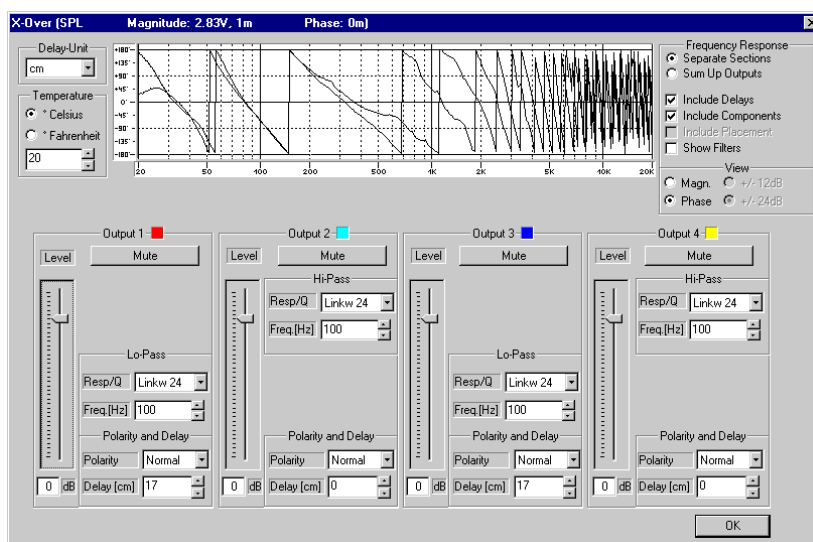
Obr. 6 Výstup 1 (Sb121) a výstup 2 (Sx300) sčítaný spolu

Môžeme teraz jemne doladiť nastavenie pozícií reproduktorov do “jednej akustickej roviny” a klikneme na tlačítka “Show Phase” a “Show separate chanel”. Obr.7 zobrazí krivky bez zrovnania fázy.



Obr.7 Fázový priebeh bez doladenia v blízkosti deliacej frekvencie

Pridaním delay **500us** alebo **17cm** ku basovému výstupu perfektne zladí fázu na 100Hz deliacej frekvencii ako je vidno na obr. 8.

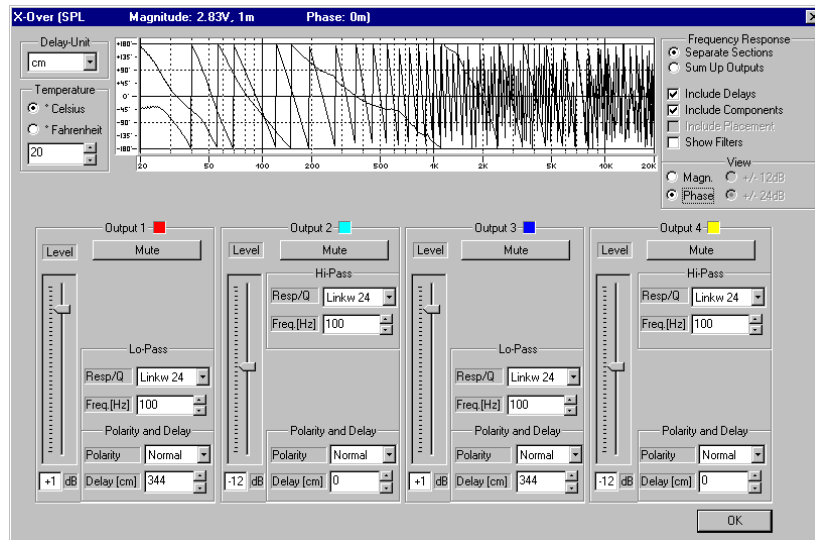


Obr. 8 17cm delay pridaný ku basovému výstupu

Jednoduchou metódou môžeme skontrolovať, či naše nastavenie bolo vykonané správne. Invertujte (obráťte) polaritu jedného výstupu (basového alebo stredovýškového). Ak sa v priebehu sumovaného výstupu objaví "hlboká jama", nastavenie bolo vykonané správne. Vráťte polaritu na pôvodné nastavenie.

Treba byť trochu opatrný pretože "jama" sa objaví znovu ak sa pridá náhodne "jedna alebo viac vlnových dĺžok" počas nastavovacieho procesu. V našom príklade, ak nastavíme delay na 3.44m zasa by sme videli akúsi "jamu" v súčtovom priebehu, keď invertujeme (zmeníme polaritu) jeden kanál.

Ale kliknutie späť do "Show Phase" a "Separate Channels" okamžite odkryje, že niečo musí byť zlé. Stále máme rovnakú "relatívnu" fázu na deliacej frekvencii, ale v blízkosti má fázová krivka basového reproduktora príliš strmý sklon a sme približne 3.27m vzdialení od správnej pozície. Obr. 7 zobrazuje toto nesprávne nastavenie.

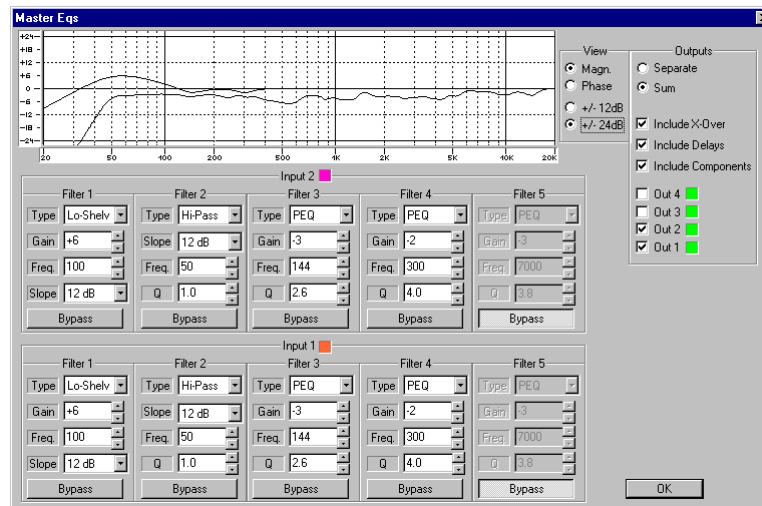


Obr. 9 Nesprávne nastavenie crossoveru so stále perfektným priebehom na 100Hz crossover f.

Náš appetizer je takmer pripravený, avšak my môžeme zrealizovať ďalšie jemné doladenie, aby nášmu zákazníkovi poskytli maximum. Urobíme to v "Master Eq" sekcii. Akékoľvek ďalšie úpravy takto nezmenia fázové pomery medzi Sb121 a Sx300.

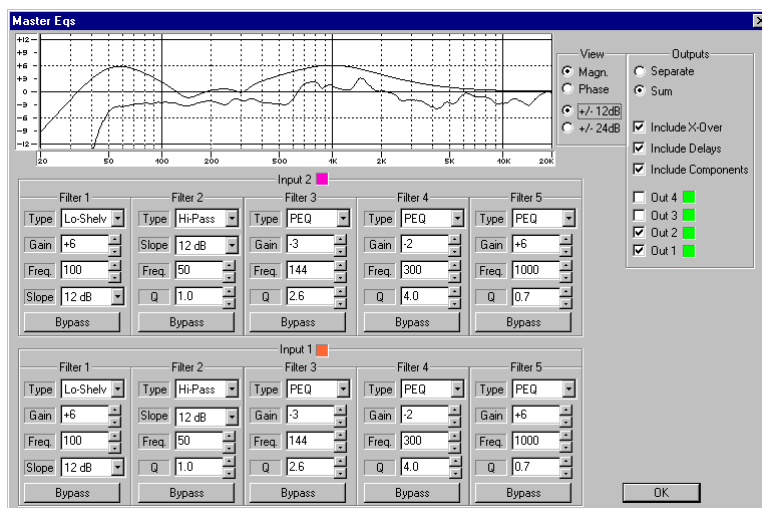
Ak by sme jemné doladenie urobili v "Channel Eq", treba vždy skontrolovať nastavenie delay, pretože fázové pomery sa budú meniť s každou zmenou v "Channel Eq". Toto môže v komplexnejších systémoch zabráť pomerne veľa času.

Máme k dispozícii 3 ďalšie EQ v "Master eq sekcii" a môžeme ich použiť na vyrovnanie špičiek na 144Hz a 300Hz ako je vidno na obr.10. Zostávajúce EQ v "Master eq sekcii" môžu byť použité na osobné nastavenie podľa požiadaviek klienta.



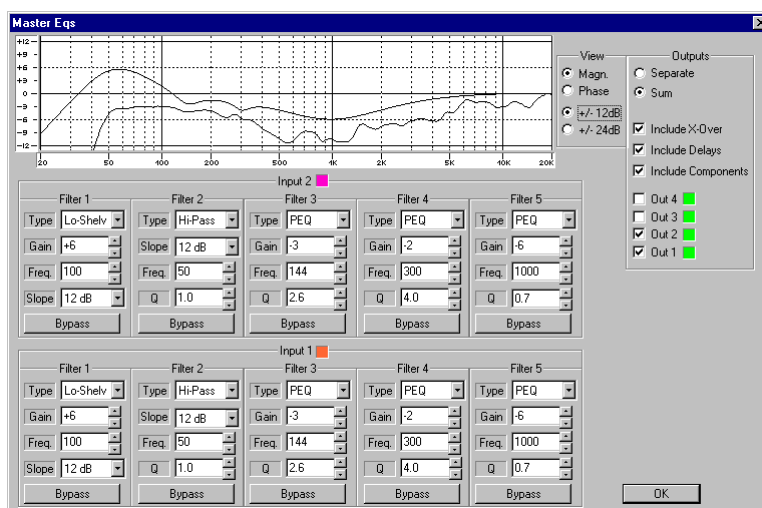
Obr. 10 Jemné špičky a 144Hz a 300Hz - vyrovnané

Filter 5 v Master Eqs je teraz nastavený na 1kHz a Q=0,7. Filter pôsobí veľmi podobne ako bežná regulácia výšky - basy. Obr. 11 ukazuje na 1kHz "hrb" 6dB, ktorý urobí systém viac agresívny avšak veľmi dobrý pre zrozumiteľnosť reči. Normálne by sme sa takémuto extrémnemu "hrbu" mali vyhnúť, tu je zobrazený len pre ukážku.



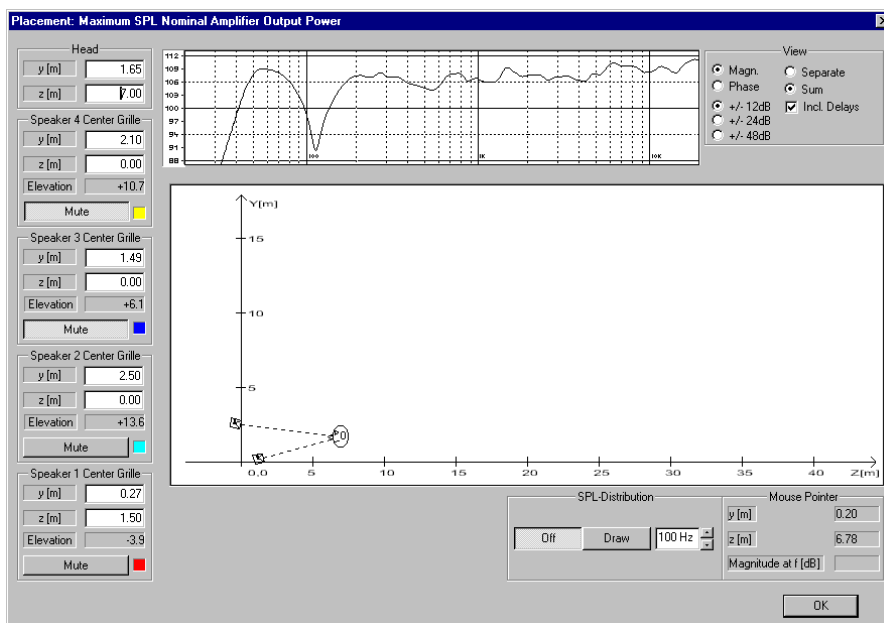
Obr. 11 Extrémny hrb na 1kHz, systém dobrý pre zrozumiteľnosť reči, avšak mierne agresívny

Teraz nastavíme regulátor zisku (gain) filtra č.5 na -6dB. Systém teraz znie viac "priateľsky" vokály sú značne "vzadu". Toto je extrém len pre ukážku a normálne by nemal byť použitý. Obr.12 ukazuje nastavenie EQ a výsledný frevenčný priebeh.



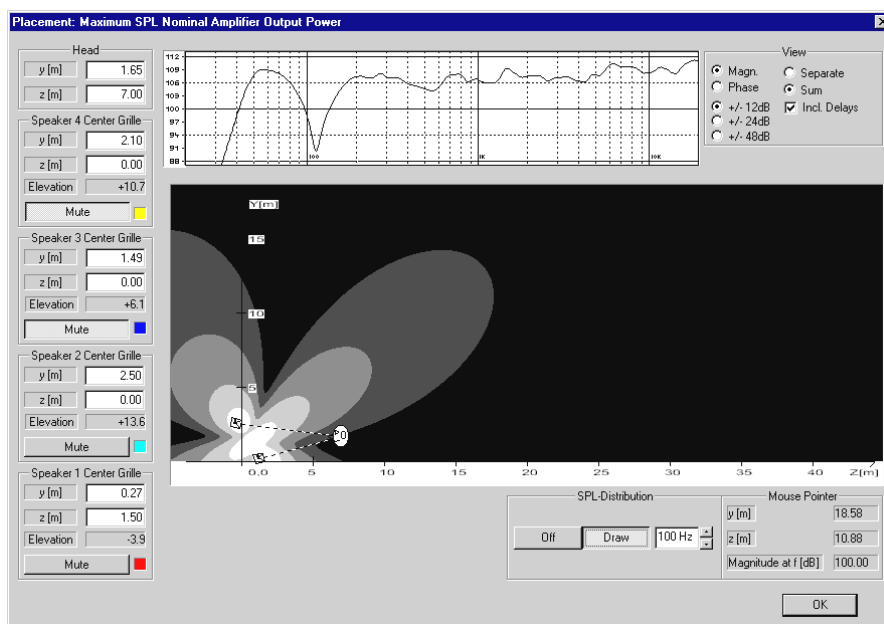
Obr. 12 Extrémne potlačenie na 1kHz pre ľudí, ktorí nemajú radi lyriku

O týždeň neskôr zavolá náš zákazník a po niekoľkých milých slovách povie, že potrebuje viac tlaku na basoch. Pozrieme do nášho presetu a stále si myslíme, že všetko je O.K. Skočíme do auta a prideme do klubu nášho zákazníka. Inštaláčna firma umiestnila sústavy Sb121 na prednú hranu javiska a Sx300-ky do najvýhodnejšej montážnej polohy, asi 1,5m dozadu a do výšky 2,5m. Keď zapneme laptop, zobrazíme náš preset vrátane umiestnenia sústav, uvidíme situáciu ako je na Obr.13. Máme vyslovenú diery v okolí 100Hz a vo výške zákazníkových uší.



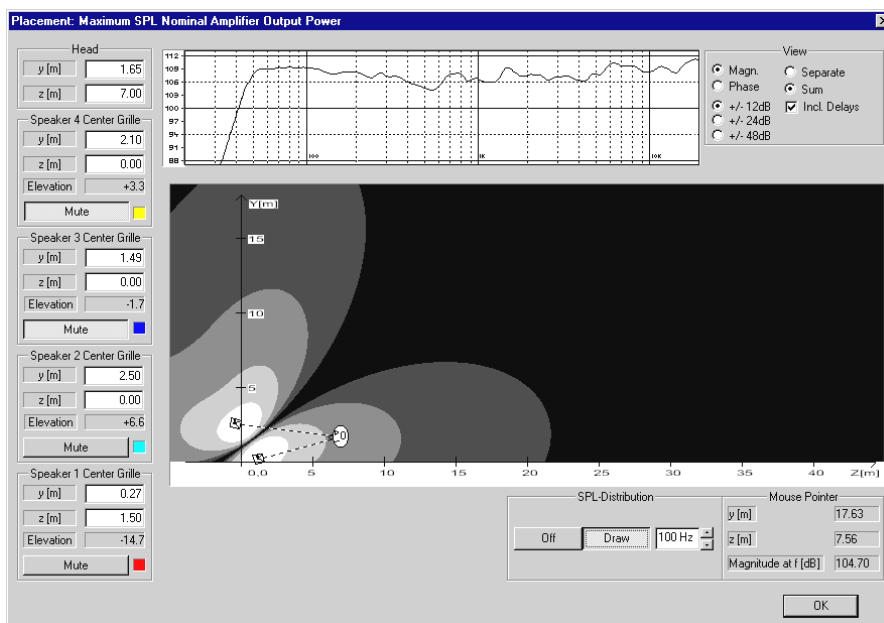
Obr. 13 Diera vo frekvenčnom priebehu v dôsledku posunu reprosústav a následného vzniku interferencií

Vzdialenosť ku uchu zákazníka je približne polovica vlnovej dĺžky 100Hz a v dôsledku montážnej polohy signál prichádza v protifáze do tohoto bodu. A keď stlačíme tlačítko "Draw", zobrazíme šírenie SPL na 100Hz vo vertikálnej rovine (bez odrazov). Obr. 14 ukazuje, energia je smerovaná do stropu a nie na zákazníka.



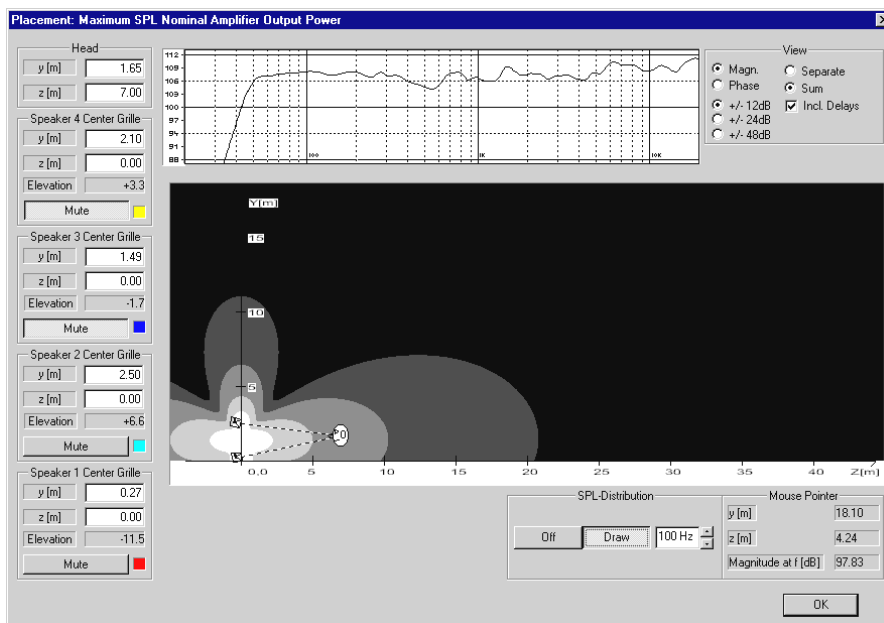
Obr. 14 Smerom hore otočené vyžarovanie na 100Hz v dôsledku nevhodného umiestnenia reprosústav

Teraz máme diskusiu so zákazníkom o zmene umiestnenia reprosústav do optimálnej polohy. Avšak vďaka možnostiam DX38 a RACE máme možnosti zlepšiť situáciu. "Posunieme" Sb121 dozadu 1.5m zvýšením hodnoty delay na 1.67m a máme podstatne zlepšenú situáciu na Obr. 15. Diera na 100Hz zmizla a vyžarovanie smeruje na nášho zákazníka.



Obr. 15 Hlavný lalok na 100Hz sa znížil pridaním hodnoty 1.5m delay pre Sb121

Optimálna fyzická poloha sústav v tej istej vertikálnej rovine by bola lepšia ako je možné vidieť na Obr. 16, pretože pridaním delay ku sústave sa nemení pôvodný bod vzniku zvukovej vlny. Avšak zlepšenie na Obr. 15 plne uspokojí nášho zákazníka.



Obr. 16 Optimálna poloha bez pridania delay

Či sú takéto nepravidelnosti počuteľné alebo nie, to závisí vo veľkej miere od akustiky priestoru. Vo vonkajšom priestore a vo veľkých dobre zatlmenej priestoroch môžu byť takéto nepravidelnosti veľmi nepríjemné. V malých alebo v priestoroch s veľkým dozvukom je často dominantným zvuk prvých odrazov a dozvuk a vzdialenosti medzi reprosústavami nemajú veľký vplyv.

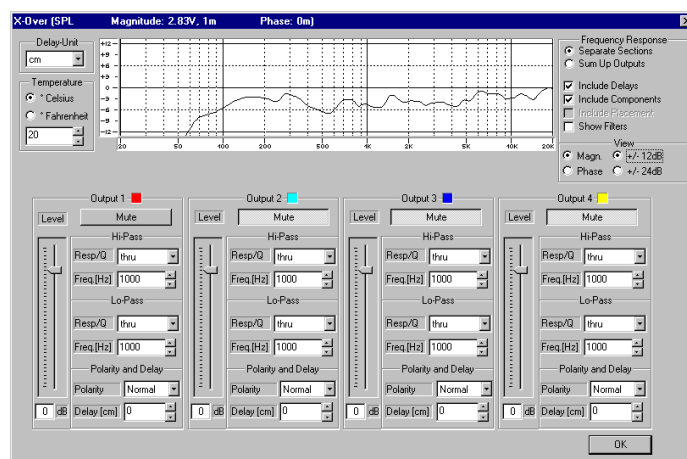
1.2 Dezert – Použitie Dx38 ako výkonného Equalizéra

The Dx38 so všetkými funkciami filtrov, zabudovaným delay, limitermi a kompresormi spolu s RACE softwarom ponúkajú extrémne výkonný digitálny signálový procesorový systém pre univerzálne použitie. Ako plne programovateľná 2-In-4-out jednotka s voľne konfigurovateľnými výstupnými cestami môže napájať maximálne 4 rôzne reproduktorové zóny s nezávislým nastavením parametrov a rôzne predvolby (presety) môžu byť pohodlne vyvolané priamo z jednotky alebo pomocou externých kontaktov.

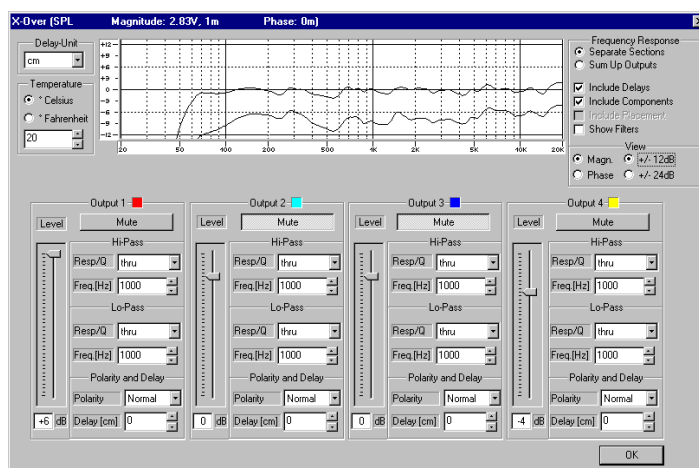
Typický príklad by bol malý klub, kde Dx38 môže napájať stereo systém pre umelca, stropné reproduktory v zadnej časti a malé reproduktory v kúpeľni. Každá zóna môže mať svoju ekvalizáciu, delay pre stropné reproduktory, limitáciu hlasitosti pre stropné reproduktory a kúpeľňu a je možné vytvoriť rôzne predvolby pre rôzne príležitosti.

Pri použití konvenčných equalizerov, limiterov, delay-ových jednotiek a kompresorov by sa zvýšili náklady, vzrástli by požiadavky na výšku racku, bolo by komplikovanejšie nastavenie a obsluha, pričom by sme nedosiahli zvukové možnosti DX38.

Ako príklad teraz ukážeme neekvalizovaný frekvenčný priebeh Sx300, ktorý je veľmi dobrý. Pre niektoré aplikácie je možné ho zlepšiť ekvalizáciou pre dosiahnutie širšieho frekvenčného rozsahu a zvýšenie odolnosti voči spätnej väzbe. Otvoríme RACE program a zvolíme "full-edit 2-In-4" mód a natiahneme náš Sx300_S00 file.



Pridáme niektoré ekvalizácie na nízkych frekvenciách, high-pass filter pre odstránenie neželaných brumov a vyrovnáme frekvenčný priebeh použitím rôznych shelving a parametrických EQ. Výsledný frekvenčný priebeh je extrémne rovný a nízkofrekvenčný bod "cut-off" bol posunutý asi o 1/2 oktávy. Pre názornosť je ekvalizovaná (horná) a neekvalizovaná (dolná) krivka posunutá o cca 10dB.



2 Ciele

Nikdy nekončiaca debata o kvalite rôznych zvukových systémov a rôznych názoroch na ekvalizáciu ukazuje, že neexistuje univerzálna metóda na nastavenie zvukového systému. Každý dobrý zvukový systém musí splniť najskôr niektoré základné požiadavky na frekvenčný priebeh, skreslenie, maximálny dosiahnuteľný SPL a pokrytie divákov a potom môže vždy byť jemne naladený na zvukárov vkus.

2.1 Frekvenčný priebeh, Maximum SPL, Skreslenie

Systémy pre živú hudbu by mali vytvárať SPL približne 100 dB (špička) na poslucháčovom uchu a mali by mať použiteľný frekvenčný priebeh od približne 40Hz do 15kHz, aby bol zvuk uspokojivý a realistický. Toto neznamena, že -3dB okraje majú byť po 40 Hz a 15kHz za účelom dobrého zvuku, ale -10dB bod by mal byť iekde medzi 40Hz a 80Hz respektíve 10kHz a 15kHz. Nerovnomernosť úrovne vo frekvenčnom priebehu by mala byť relatívne malá, stredové pásmo +- 3dB alebo lepšie, čo nie je jednoduché dosiahnuť u komponentov s vysokým SPL. Linearita je extrémne kritická v oblasti vokálov, povedzme medzi 500Hz a 2kHz kde rozdiel aj 1dB je počuteľný.

Niekedy býva špeciálna požiadavka na podstatne nižšiu frekvenciu pre niektoré disco a kiná, ktorú môžu splniť len špeciálne nízkofrekvenčné subwoofery. Na javisku vyžarovanie veľmi nízkych frekvencií môže priniesť problémy s brumom, preťaženie reproduktorov a spätnou väzbou. Frekvencie značne nad 12kHz -15kHz nemôžu byť vyžarované dostatočne hlasito na hociakú veľkú vzdialenosť kvôli útlmu vo vzduchu a difrakčnému efektu tvorenému rozdielnymi teplotami prostredia.

100dB maximum SPL na mieste poslucháča a 30m vzdialenosť od zvukového systému znamená, že systém musí byť schopný maximálneho tlaku približne 130dB SPL. Skreslenie by malo byť dostatočne nízke, špeciálne vo vokálnej oblasti. Avšak aj najlepšie reproduktorové komponenty s vysokou citlivosťou produkujú 10% THD a viac pri takýchto vysokých úrovniach. Ak maximálne dosiahnuteľný SPL nie je dostatočný, jednoducho sa použije podstatne viac reprosústav alebo niektorý druh distribuovaného systému s delay-ovanými reprosústavami.

2.2 Vyžarovacie charakteristiky

Zvukový systém by mal pokryť celé hľadisko čo najlepšie. Pre vertikálne usporiadanie reprosústav aj s nerovnakými drivermi nie je náročné mať prijateľný horizontálny rozptyl. Ale z dôvodu vždy existujúcej vertikálnej interferencie [2] môže byť oblasť vnútri auditória, kde zvuk bude trvale zlý, nehudobný v strednom pásme pri chodení zľava doprava. Koaxiálne systémy sú menej citlivé na tento efekt [1], [2] hlavne v kritickej vokálnej oblasti v porovnaní so systémami skladanými na seba pre veľké aplikácie.

Fyzická veľkosť typických koaxiálnych systémov ich niekedy neumožňuje používať v stredných a malých aplikáciách a treba použiť vertikálne ukladané komponenty s nerovnakými drivermi napr. typickú výkonnú 2-pásmovú sústavu. Za účelom zabrániť problémom s vertikálnymi interferenciami v strednom pásme s taký sústavami je často najlepšie voliť deliacu frekvenciu medzi komponentami tak vysoko ako je možné, povedzme niekde medzi 2kHz a 3kHz.

Naviac, skreslenie tlakových driverov stúpa rapídne v oblasti hraničných kmitočtov driveru a zvukovodu, takže zvyšovanie deliacej frekvencie tak vysoko ako je možné znižuje vnímateľné skreslenie systému a podstatne zvyšuje spoľahlivosť tlakového driveru.

3 Vizuálna kontrola frekvenčného priebehu komponentov

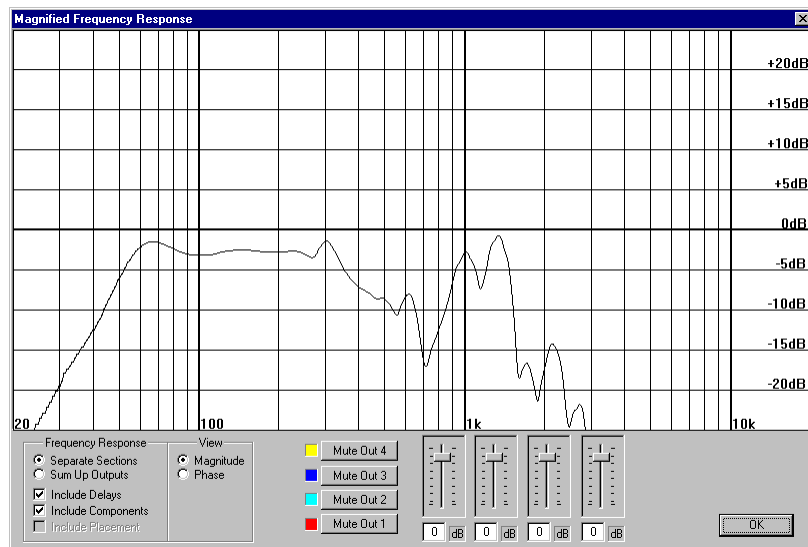
Skôr ako začneme navrhovať crossover mali by sme si pozrieť základné frekvenčné priebehy reproduktorov, aby sme vedeli, ktorá časť frekvenčného priebehu môže byť použitá pre požadovanú aplikáciu.

Ako základný fakt si treba uvedomiť, že nie je veľa možností pri voľbe deliacej frekvencie (crossover point) vzhľadom na mechanické vlastnosti reproduktorov a základné pravidlá akustiky

Nasleduje veľmi krátky prehľad chovania sa typických profesionálnych komponentov a môže byť použitý ako základná príručka.

3.1 Veľkoformátové basové sústavy

Obr. 17 zobrazuje frekvenčný priebeh typickej vysoko kvalitnej veľkoformátovej basovej sústavy osadenej s dvoma 18" reproduktormi. Akustický tlak (SPL) pri 2.83V je približne 98dB a -3dB bod je okolo 50Hz. Pod 50Hz frekvenčný priebeh sústavy padá s poklesom cca 24dB/Oct. Nad 300Hz frekvenčný priebeh začína byť veľmi nerovnomerný, čo je typické pre vysoko výkonné subs (basové sústavy). Frekvenčný priebeh vnútri použiteľného rozsahu je vynikajúci a potrebuje iba veľmi miernu ekvalizáciu. Sústava môže byť spoľahlivo použitá až do 200Hz, avšak deliaca frekvencia (crossover point) medzi basovými a stredobasovými sústavami sa najčastejšie používa medzi 80Hz-150Hz. Pokles 24dB/Oct. pod 50 Hz nemôže byť ekvalizovaný, pretože príliš veľký výkon zosilňovača by spôsobil reproduktorom mechanické a tepelné problémy bez podstatného zvýšenia akustického tlaku.



Obr. 17 Frekvenčný priebeh kvalitnej sústavy s dvoma 18" reproduktormi

PREDPIS 1

VEĽKOFORMÁTOVÉ BASOVÉ SÚSTAVY POTREBUJÚ LEN MIERNU EKVALIZÁCIU NA NÍZKYCH FREKVENCIÁCH.

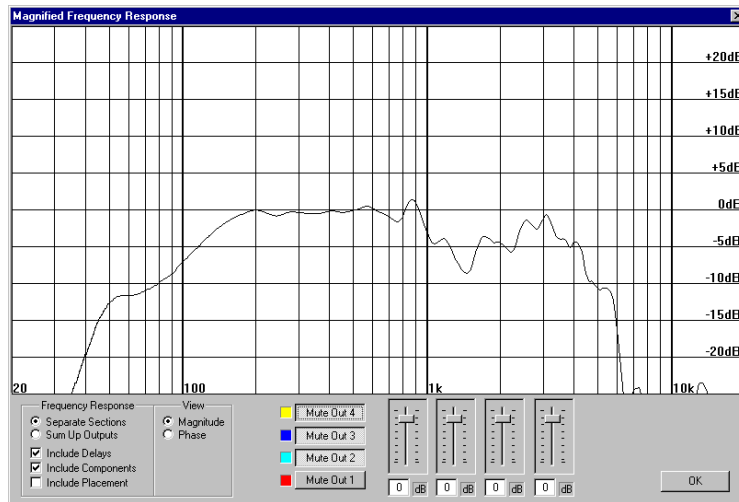
PREDPIS 2

DELIACE "CROSSOVER" FREKVENCIE PRE STREDO-BASOVÉ SÚSTAVY BY MALI BYŤ MEDZI 80HZ A 150HZ.

3.2 Maloformátové basové sústavy a širokopásmové sústavy

Obr. 18 zobrazuje frekvenčný priebeh typickej maloformátovej basovej sústavy osadenej s 12" reproduktorom. Frekvenčný priebeh tejto sústavy klesá pozvoľne pod 200Hz cca 8dB/okt. a ďalší pokles je od 50Hz. Frekvenčný priebeh je vynikajúci do 3kHz a potom rapidne klesá. Sústava môže byť použitá ako basová, pretože plynulý pokles ku nižším frekvenciám môže byť ľahko ekvalizovaný.

Sústava môže byť tiež použitá ako vysokokvalitná stredobasová v malých aktívnych 2-pásmových systémoch vďaka svojej vynikajúcej linearite na stredovom pásme. SPL okolo 500Hz je cca 100dB/2.83V/1m

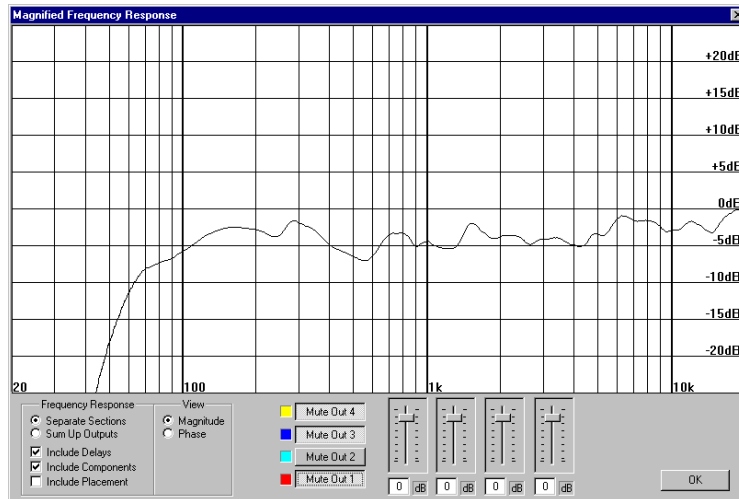


Obr. 18 Frekvenčný priebeh 12" maloformátovej basovej sústavy

**PREDPIS 3
MALOFORMÁTOVÉ BASOVÉ SÚSTAVY S ROVNOMERNÝM POKLESOM MÔŽU BYŤ
EKVALIZOVANÉ PRE ROZŠÍRENÝ BASOVÝ ROZSAH.**

Na obr. 19 je zobrazený frekvenčný priebeh veľmi populárnej 12" 2-pásmovej sústavy. Pokles na nízkych frekvenciách je so strmoušou cca 12dB/Oct. a rapídne klesá pod 30Hz. SPL na vysokých frekvenciách je vynikajúci, linearita v strednom pásme je dobrá.

Sústava môže byť použitá bez väčšej prídavnej ekvalizácie ako stredovýškový komponent v typickom malom 2-pásmovom systéme s vhodnou basovou sústavou. Deliacu frekvenciu (crossover point) je vhodné zvoliť okolo 100Hz. SPL je cca 96dB/2.83V/1m. Takéto komponenty sú vynikajúce pre malé priestory, ale nie pre stredné alebo veľké priestory.



Obr. 19 Frekvenčný priebeh 12" 2-pásmovej "full-range" sústavy so strednou citlivosťou

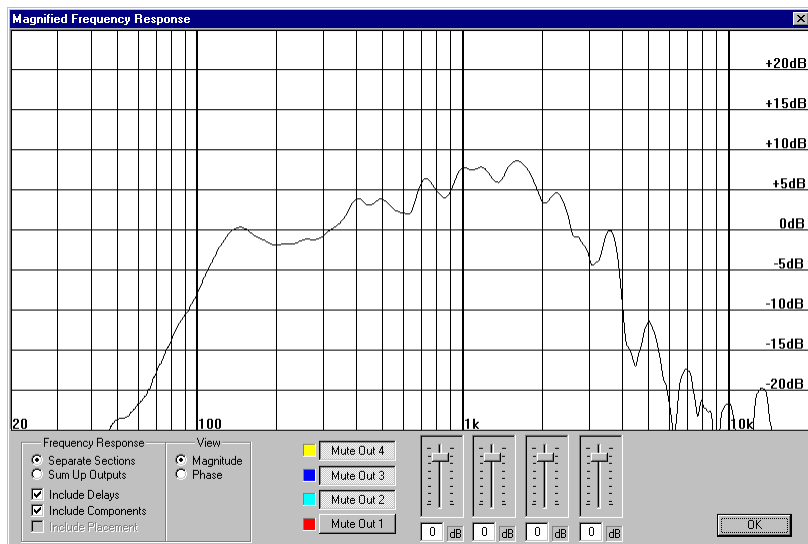
**PREDPIS 4
DELIACE FREKVENCIE MEDZI NORMÁLNymi "FULL-RANGE" SÚSTAVAMI A BASOVÝMI
SÚSTAVAMI BY MALI BYŤ MEDZI 80HZ AND 120HZ.**

3.3 Stredobasové sústavy so zvukovodom (hornom)

Dobré priamo vyžarujúce sústavy môžu dosiahnuť v strednom pásme citlivosť cca 100dB/2.83V/1m. Maximálny SPL neprekročí 120dB/2.83V/1m, čo je spôsobené tepelným indukovaným výkonom a mechanickými obmedzeniami reproduktora.

Pre stredné a veľké koncertné aplikácie preto citlivosť má byť rádovo vyššia, inak sa uspokojivý SPL na veľké vzdialenosti nemôže dosiahnuť. Kombinácia kónického reproduktora so zvukovodom je jedno z najlepších riešení pre zvýšenie citlivosti v strednom-pásme a pre vyššie frekvencie. Profesionálne komponenty so zvukovodmi dosahujú v strednom pásme citlivosť 110dB/2.83V/1m a viac s dobre definovanými smerovými charakteristikami.

Obr. 20 zobrazuje frekvenčný priebeh typickej stredne-veľkej stredobasovej sústavy so zvukovodom. SPL v strednom pásme je cca 108dB/2.83V/1m, viac ako 10dB vyšší ako SPL klasickej priamovytvárajúcej 2-pásmovej sústavy.



Obr. 20 Stredne veľká stredobasová sústava so zvukovodom

Strmý pokles pod 150Hz a nad 3kHz je typický pre takýto vysoko účinný reproduktor a je treba byť opatrný a nesklúšať veľké ekvalizácie mimo oblastí s postupným poklesom. Sústava môže byť ekvalizovaná medzi 150Hz a 2kHz. Oblasť medzi 1kHz a 2kHz je u tejto sústavy mimoriadne dobrá a deliaca frekvencia medzi 1.5kHz a 2kHz bude davať výborné výsledky. Vrchol na 150Hz môže byť vyrovnaný s parametrickým Eq.

PREDPIS 5

VYSOKO ÚČINNÉ STREDOBASOVÉ SÚSTAVY SO ZVUKOVODOM OBYČAJNE MÔŽU BYŤ POUŽITÉ MEDZI 120HZ - 200HZ A 800HZ – 2KHZ, HRANIČNÉ FREKVencie ZÁVISIA NA ROZMEROCH SÚSTAVY A KVALITE JEJ KOMPONENTOV.

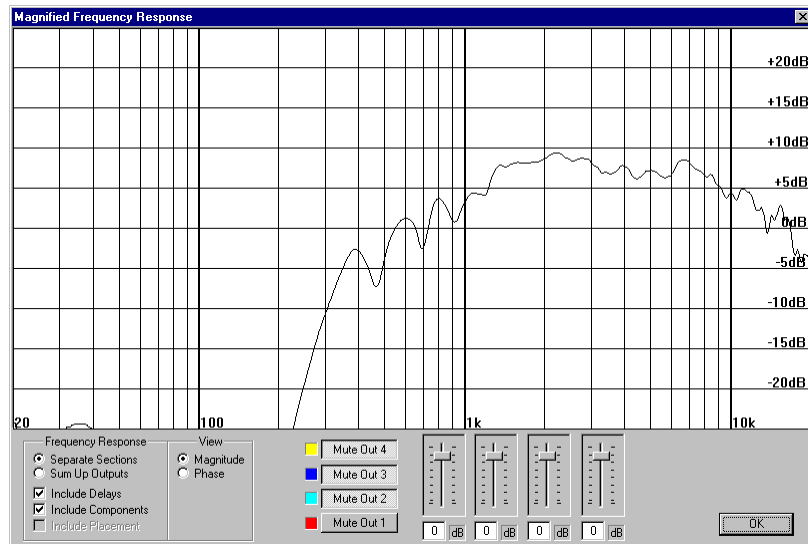
3.4 2" a 1" Tlakové drivery so zvukovodmi

Vysokovýkoné 10", 12" a 15" kónické reproduktory nemôžu reprodukovat' frekvencie s rozumným SPL nad 2kHz - 3kHz, čo je spôsobené fyzikálnymi príčinami. Hmotnosť cievky a membrány je príliš vysoká a rozmery membrány z princípu vedú k zužovaniu vyzarovacej charakteristiky. Pre prenášanie frekvencií nad 1kHz-3kHz by sa mal použiť tlakový driver so zvukovodom.

Membrána a cievka tlakových driverov sú ľahšie ako diely u ekvivalentných kónických reproduktorov

V porovnaní s kónickými reproduktormi sú tlakové drivery jemné a krehké jednotky a môžu ľahko byť budené do úplnej (a drahej) deštrukcie nízkou frekvenciou dokonca pri nízkom výkone. Preto deliaca frekvencia crossovera a nastavenia ekvalizéra a limitera by mali byť vybrané s mimoriadnou starostlivosťou.

Typický vysokovýkonný tlakový driver má cievku priemeru 4" a priemer výstupu k zvukovodu 1.3" až 2". Obr.21 zobrazuje frekvenčný priebeh takejto jednotky.



Obr. 21 Frekvenčný priebeh "2" driveru s "constant directivity" hornom koaxiálne osadeným v stredo-basovom zvukovode

Pod 1.2kHz frekvenčný priebeh má pokles v závislosti na veľkosti hornu a rezonančnej frekvencii tlakového driveru. Vlnky, ktoré môžeme vidieť v priebehu pochádzajú od odrazov vnútri stredobasového zvukovodu a nemôžu byť ekvalizované. To nie je veľký problém, pretože kombinácia zvukovod-driver nikdy nemôže byť použitá spľahivo až na takú nízku frekvenciu s výnimkou nízkoúrovňových systémov.

Sústava dosahuje maximálny SPL 109dB/2.83V/1m na cca 2kHz, má mierny pokles až do 10kHz a nad 10 kHz je tento pokles strmší. Tento priebeh je typický pre 2" tlakový driver s hornom a môže byť ekvalizovaný bez väčších problémov.

PREDPIS 6

DELIACA FREKVENCIA PRE 2" TLAKOVÉ DRIVERY SO ZVUKOVODOM BY NEMALA BYŤ VOLENÁ POD 1KHZ. POKIAĽ MOŽNO DELIACA FREKVENCIA CROSSOVERU BY MALA BYŤ ZVOLENÁ OKOLO 1.5KHZ-2KHZ AK STREDOBASOVÁ SÚSTAVA JE SCHOPNÁ REPRODUKOVÁŤ FREKVENCIE DO 1.5KHZ-2KHZ.

1" tlakové drivery sa v princípe správajú tak ako ich väčší bratia, ale často majú podstatne väčší výkon v oblasti 10kHz až 15kHz. Avšak z dôvodu ich menšej cievky nemôžu prijať rovnaký výkon ako 2" drivery a mali by sa používať ako supertweeters alebo v systémoch v ktorých nie sú budené na extrémne úrovne.

PREDPIS 7:

DELIACA FREKVENCIA PRE 1" TLAKOVÉ DRIVERY BY NEMALA BYŤ NIKDY ZVOLENÁ POD 2KHZ. POKIAĽ MOŽNO DELIACA FREKVENCIA BY MALA BYŤ OKOLO 2.5KHZ, AK STREDOBASOVÁ SÚSTAVA JE SCHOPNÁ REPRODUKOVÁŤ FREKVENCIE DO 2.5KHZ.

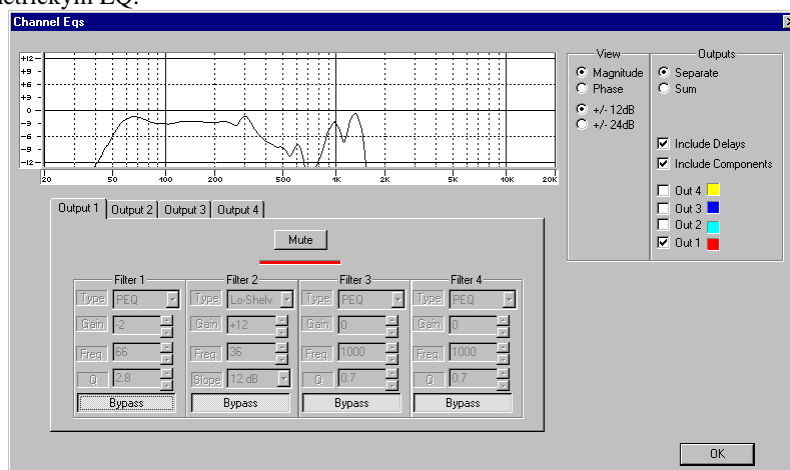
1" DRIVERY SÚ SKVELÉ PRE SUPERVÝŠKOVÉ APLIKÁCIE ALEBO V MALÝCH AŽ STREDNÝCH ŠIROKOPÁSMOVÝCH SÚSTAVÁCH

4 Ekvalizácia komponentov

Ekvalizácia lineárnych systémov je linearizácia amplitúdy a fázového priebehu. U reproduktorových systémov obyčajne nepoznáme podrobne podstatu niektorej nerovnomernosti priebehu a perfektnú ekvalizáciu dosiahnuť je veľmi náročné. Napriek tomu nejaké pravidlá empiricky existujú ako vyrovnať vyslovené nerovnomernosti.

4.1 Veľkoformátové basové sústavy

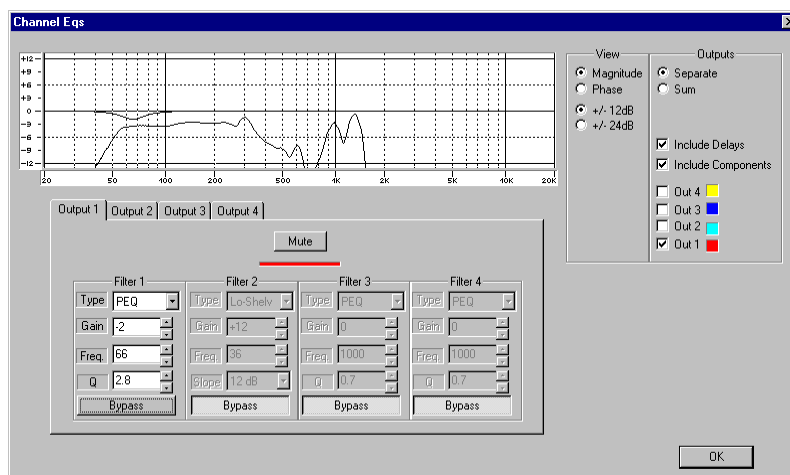
Obr. 22 zobrazuje neupravený frekvenčný priebeh veľkoformátovej basovej sústavy, ktorá má miernu špičku na 66Hz. Samostatná špička vo frekvenčnom priebehu vždy signalizuje existenciu nejakého druhu rezonancie a môže byť ekvalizovaná parametrickým EQ.



Obr. 22 Neupravený frekvenčný priebeh veľkoformátovej basovej sústavy. Mierna špička na 66Hz

Jednou z veľkých výhod softwaru RACE je, že frekvenčný priebeh reproduktorov a frekvenčný priebeh ekvalizérov môže byť zobrazený súčasne v grafoch, takže je ľahko vidieť aký má nastavovanie vplyv. Software môže ovládať Dx38 v reálnom čase, teda máme okamžitú informáciu o akustickom výsledku nastavovania.

Obr. 23 zobrazuje ako môže byť špička ekvalizovaná na našom príklade. Horná krivka je frekvenčný priebeh parametrických eq (PEQ), dolná zobrazuje výsledný ekvalizovaný frekvenčný priebeh sústavy, kde špička na 66Hz bola odstránená. Nebudeme ekvalizovať vyššie frekvencie, pretože oblasť nad 200Hz by nemala byť použitá pri veľkoformátových basových sústavách a bude odrezaná crossoverom, sekciou "low-pass".



Obr. 23 Ekvalizovaný rozsah. Horná krivka zobrazuje len eq

PREDPIS 8

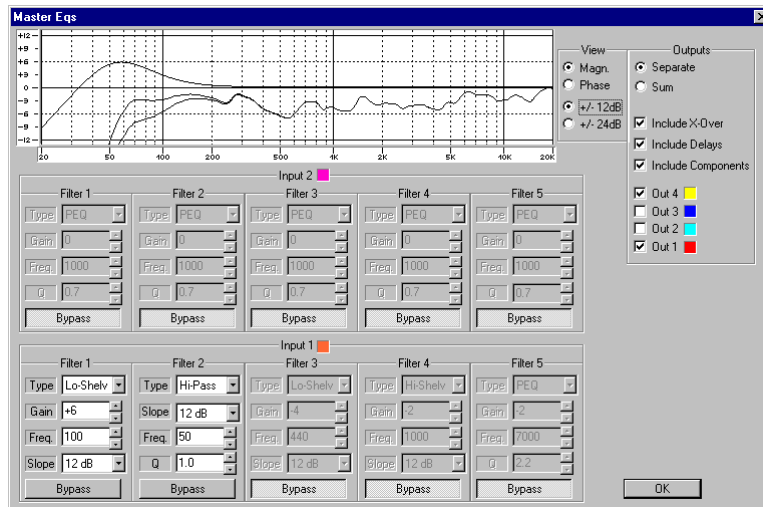
VYSLOVENE IZOLOVANÉ ŠPIČKY VO FREKVENČNOM PRIEBEHU MÔŽU BYŤ ODSTRÁNENÉ PARAMETRICKÝM EQ.

4.2 Maloformátové basové sústavy a širokopásmové sústavy

Vysokoúčinné maloformátové basové širokopásmové sústavy môžu často získať rozšírením frekvenčného priebehu na nízkych frekvenciách miernou ekvalizáciou. Ale toto má zmysel len ak sústava javí postupný pokles na nízkych frekvenciách. Sústavy s strmým poklesom 24dB/oktávu alebo miestnymi strmými jamami ako u veľkých basových reproduktorov a niektorých basových zvučkovodov by nemali byť dvíhané na nízkych frekvenciách, pretože pokles je príliš rýchly a prídavná ekvalizácia len zahrieva cievky, ale nepridá významne SPL.

Nízkofrekvenčné eq by mali byť vždy kombinované s vhodným hornopriepustným filtrom za účelom zabrániť prebudeniu reproduktora na nízkych frekvenciách. Ekvalizér so strmost'ou 12dB/Oct.(shelving EQ) kombinovaný s s

hornopriepustným filtrom 12dB/Oct. pracuje celkom dobre v mnohých prípadoch. Shelving EQ by mal byť nastavený okolo 100Hz s zosilnením od 6dB - 12dB. Hornopriepustný filter s 12dB/Oct. strmostťou mal byť nastavený niekde medzi 40Hz-60Hz s Q od 0.7 - 1.

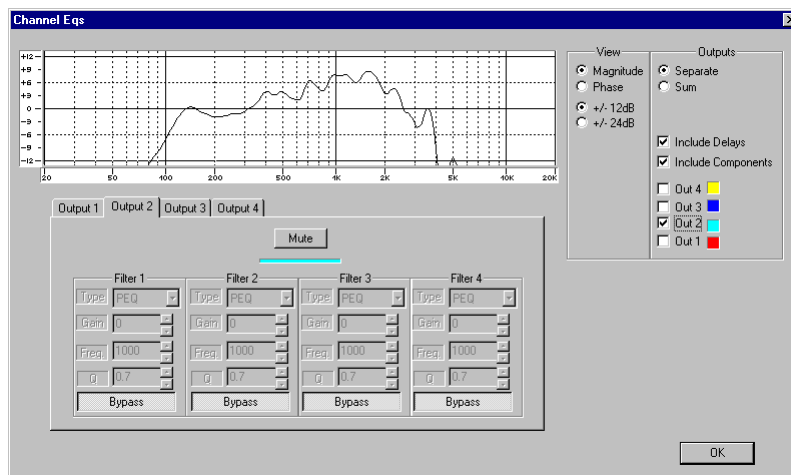


Obr. 24 Ekvalizácia na nízkych frekvenciách s 12dB/Oct. shelving eq a 12dB/Oct. hornopriepustným filtrom

Obr. 24 zobrazuje takúto kombináciu filtrov aplikovanú na typickú vysoko kvalitnú 2-pásmovú sústavu. Spodná krivka je neekvalizovaný priebeh, horná krivka je "shelving eq" kombinovaný s hornopriepustným filtrom. Krivka medzitým zobrazuje ekvalizovaný priebeh. Je aplikovaný len malý zdvih a pritom sa podstatne zvýšila ochrana pred neželaným nízkofrekvenčným signálom.

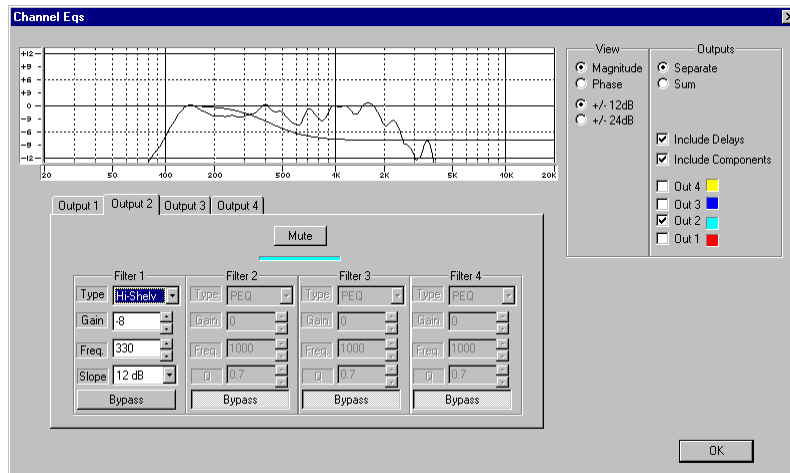
4.3 Stredobasové sústavy so zvukovodom

Stredobasový zvukovod zobrazený na Obr. 25 zobrazuje postupný pokles od 1.5kHz nadol k 200Hz, sledovaný miernou špičkou okolo 150Hz. Nad 2kHz je tam strmý pokles. Ekvalizácia tohoto poklesu nemá príliš veľký zmysel, pretože vyzarovacia charakteristika sa rýchlo zužuje a z daného komponentu nie je možné získať nad 2kHz podstatne vyšší SPL.



Obr. 25 Neupravený frekvenčný priebeh stredobasového zvukovodu

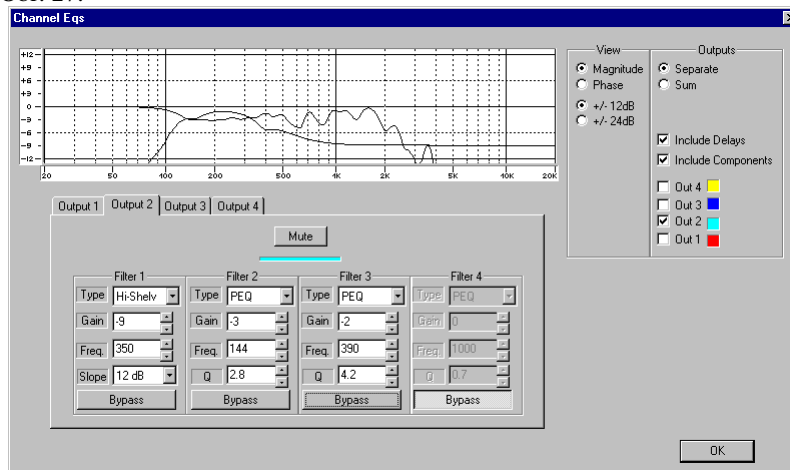
Ekvalizácia postupného poklesu môže byť veľmi účinne realizovaná s 12dB/Oct. "shelving eqs". Pre našu ukážku použijeme 12dB/Oct. "high-shelving" filter a nastavíme parametre tak, aby sme dosiahli požadovanú linearizáciu. To je zobrazené na Obr. 26.



Obr. 26 Filter 1 "High-shelving eq", 8dB potlačenie, 330Hz, 12dB/Oct. strmost'

**PREDPIS 9
POSTUPNÝ POKLES MÔŽE BYŤ VEĽMI ÚČINNE EKVALIZOVANÝ S 12DB/OCT. "SHELVING EQS".**

Teraz odstránime špičku na 150Hz a špičku na 400Hz použitím parametrických ekvalizérov.
To je zobrazené na Obr. 27.

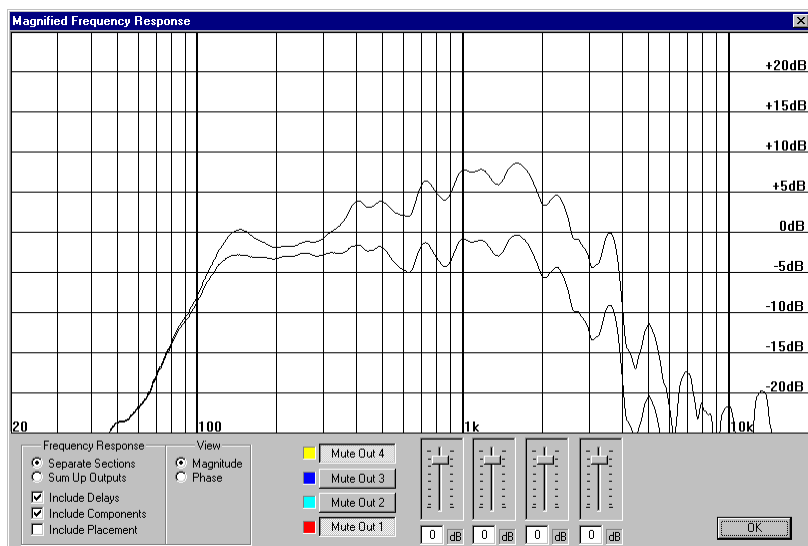


Obr. 27 Filter 2 a Filter 3 boli použité na odstránenie podstatných špičiek

Ešte stále môžeme vidieť mierne zvlnenie nad 500Hz, ale toto vyzerá viacmenej periodické a výslovný vrchol neexistuje. Normálne je najlepšie sa nedotýkať takých "periodicit" s Eq, pretože mierne "jamky" vo frekvenčnom priebehu nie sú veľmi počuteľné a takáto zvlnenie charakteristiky často vzniká vo zvukovode od vln pri pohybe dopredu a dozadu vytvaraním efektu hrebeňových filtrov alebo zmesou rôznych mechanizmov.

**PREDPIS 10
LOKÁLNE "DIERY" VO FREKVENČNOM PRIEBEHU BY NAMALI BYŤ EKVALIZOVANÉ.**

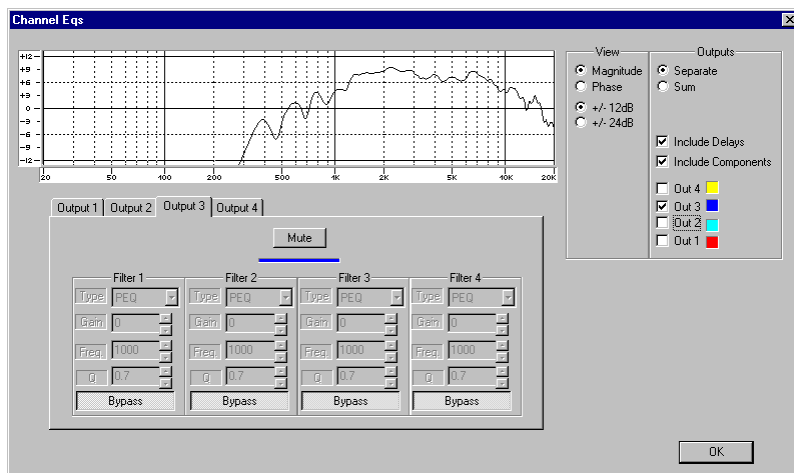
Obr. 28 zobrazuje výsledok našej ekvalizácie. Pre porovnanie horná krivka zobrazuje neekvalizovaný priebeh.



Obr. 28 Ekvalizovaný a neekvalizovaný (horný) priebeh

4.4 2" a 1" Tlakové drivery so zvukovodom

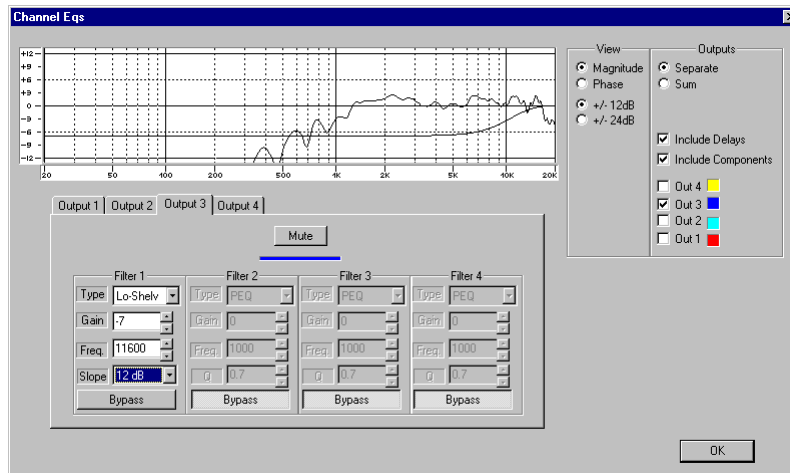
Ekvalizácia tlakových driverov so zvukovodom je veľmi podobná k tej akú sme robili pre stredobasový zvukovod. Obr.29 zobrazuje nespracovaný frekvenčný priebeh typickej vysokovýkonnej kombinácie zvukovod-driver. Zostava má postupný pokles medzi 2kHz a 10kHz a trochu strmý pokles nad 10kHz. Pod 1kHz môžeme vidieť periodicity vzniknuté odrazmi, presnejšie typ hrebeňového foltra, nemôže byť ekvalizovaný, ale táto oblasť driveru nebude používaná vzhľadom na už spomenuté skreslenie a problémy s preťažením.



Obr. 29 Neupravený frekvenčný priebeh 2" driveru so zvukovodom

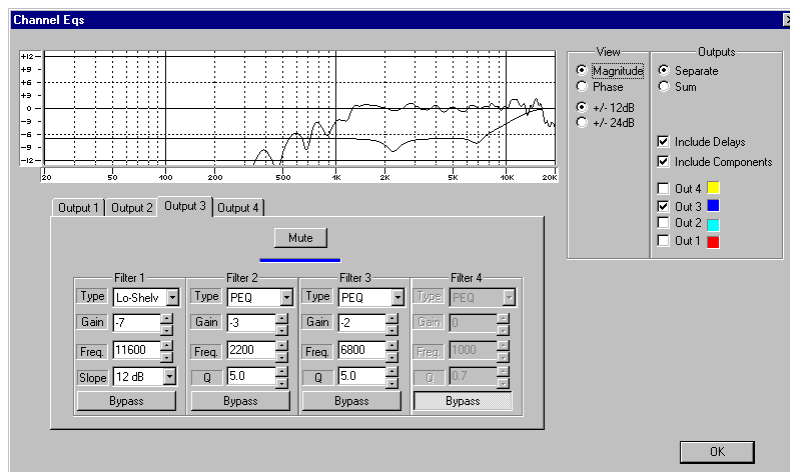
Pre túto kombináciu driver-zvukovod jednoduchý spôsob základnej linearizácie je použitie 12dB/Oct. "low-shelving eq", kde parametre boli nastavené na 11600Hz a 7dB útlm (-7dB). Ako obr. 30 zobrazuje, linearizácia je pozoruhodne dobrá a potrebujeme len jemné doladenie zostávajúcich špičiek.

Použitie "low-shelving" EQ s útlmom 12dB/oktávu funguje pre skoro všetky kombinácie tlakový driver-zvukovod. V tom prípade, kde pokles vysokých frekvencií nemôže byť kompenzovaný touto jednoduchou metódou, môže sa pridať ďalší "shelving" alebo parametrický EQ za účelom opraviť pokles kompletne. Všetko toto znie dosť zložito, ale hranie sa s RACE softwarom prináša okamžité nápady na postup v porovnaní s praktikami "skúška-a-omyl", prípadne merací analyzátor a nastavovanie ekvalizácie.



Obr. 30 Driver-Horn kombinácia linearizovaná s 12dB/Oct. low-shelving eq

Zostávajúce mierne špičky na 2.2kHz a 7kHz môžu byť teraz odstránené s parametrickým EQ. Výsledok vidno na Obr. 31.



Obr. 31 Horná krivka: Ekvalizovaný driver-horn, dolná krivka: len EQ

5 Funkcie Crossovera

Veľká rozmanitosť funkcií pre realizáciu crossoveru pre reproduktory bola uverejnená od začiatku storočia a existuje nikdy nekončiaca diskusia ktorý crossover je najlepší a prečo by mal byť vybraný.

Siegfried H. Linkwitz začiatkom 70-tych rokov uverejnil článok [2] o význame -6dB crossover bodu z hľadiska linearity sumovaného priebehu. Navyše ukázal v jeho článku, že vertikálna vyžarovacia charakteristika nerovnakých driverov závisí silne na type funkcie crossovera a že je najlepšie použiť len tie crossovery, ktoré udržiavajú situáciu vo fáze medzi príslušným výstupmi. Veľmi zjednodušene povedané, že vzduchové čiastočky prichádzajúce von z príslušných meničov sa by mali pohybovať úplne synchronizovane v blízkosti deliacej frekvencie.

5.1 Preferované prenosové funkcie Crossovera

Z dôvodov publikovaných v [2], preferovaná funkcia crossovera je 24dB/Oct. Linkwitz-Riley. V [1] bolo ukázané, že pre niektoré aplikácie môže byť zaujímavou alternatívou 12dB/Oct. Butterworth s relatívne vyšším akustickým výstupom v okolí deliacej frekvencie, avšak za cenu zvlneného frekvenčného priebehu.

PREDPIS 11

POUŽÍVAJTE LEN 24DB/OCT. LINKWITZ-RILEY CROSSOVER, ŠPECIÁLNE V OBLASTI STREDOV.

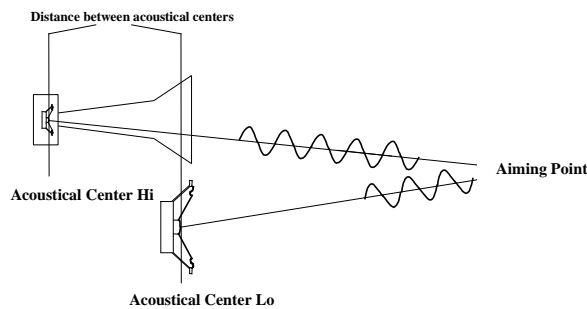
PREDPIS 12

24DB/OCT. BUTTERWORTH ALEBO 12DB/OCT. BUTTERWORTH CROSSOVER MÔŽE BYŤ POUŽITÝ PRE NÍZKOFREKVENČNÉ CROSSOVERY KDE ZÁKAZNÍK POŽADUJE VYŠŠÍ AKUSTICKÝ VÝSTUP V OBLASTI DELIACEJ FREKVENCIE. POLARITA BASOVÉHO KANÁLA BY MALA BYŤ INVERTOVANÁ PRI POŽITÍ 12DB/OCT. BUTTERWORTH CROSSOVERA.

5.2 Nastavenie “akustickej roviny”

Obr. 32 zobrazuje a zjednodušenú škicu typického 2-pásmového systému. Nízko- a vysokofrekvenčný driver nevyžarujú v jednej rovine a nie sú rovnaké. Rôzne vzdialenosti k cieľu spôsobujú rôzne časy príchodu pre vrchol a nízka frekvencia a vytvára hrebeňový filter vo frekvenčnom priebehu. Škica zobrazuje rozdiel približne 3.5 periódy na danej frekvencii, ktorý sa rovná fázovému posuvu od $3.5 \times 360^\circ = 1260^\circ$. V cieľovom bode dochádza k úplnému potlačeniu danej frekvencie. Detailný opis týchto problémov môžete nájsť v [1] a [2].

Vlastný fázový posuv meničov a fázový posuv od filtrov spôsobuje, že situácia je ešte viac zložitá.



Obr. 32 Simplified sketch of a 2-Way System

Avšak RACE môže zobrazovať fázovú charakteristiku reproduktorov, filtrov, crossoverov, výkonových zosilňovačov a vzdialenosti a máme mimoriadne výkonný prístroj na ľahké vyriešenie problému akustickej roviny.

Zo [2] pre nastavenie akustickej roviny a nastavovanie úrovní môžu byť prijaté nasledovné závery:

Zvukový výstup meničov by mal byť vo fáze na deliacej (x-over) frekvencii za účelom zabránenia nakloneniu vyžarovacej charakteristiky.

Fázový rozdiel medzi vysokými a nízkymi frekvenciami by mal byť konštantný pre všetky frekvencie, aby symetria vyžarovania bola dodržaná nad i pod deliacou (x-over) frekvenciou.

Pre najlepšiu linearitu frekvenčného priebehu by mal byť zvukový výstup na vysokých a nízkych frekvenciách o 6dB nižší na x-over frekvencii za účelom vyhnúť sa špičkám.

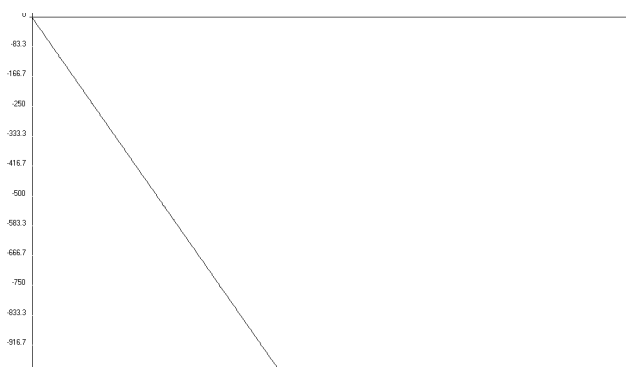
Len Linkwitz-Riley a Butterworth crossovery spĺňajú kritériá 1 and 2.

Len Linkwitz-Riley crossovery spĺňajú kritériá 1, 2 and 3.

Príručka: Rôzne prezentácie fázového priebehu lineárnych systémov

Fázový priebeh lineárnych systémov môže byť zobrazený rôznym spôsobom. Dole sú ukázané 3 rôzne grafy, ktoré sú celkom ekvivalentné a ukazujú celkový fázový posun delay-ového filtra s $333\mu\text{s}$ dobou oneskorenia, ktorá zodpovedá cestovnej vzdialenosti zvuku vo vzduchu cca 11.5cm.

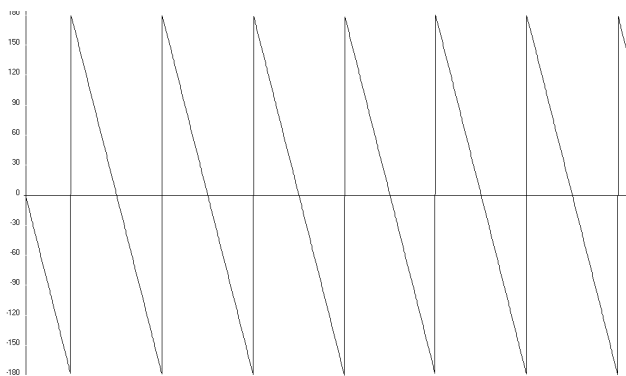
Na Obr. 33 je vertikálna os lineárne označená v stupňoch od 0° do -1000° , horizontálna os má lineárne frekvenčné odstupňovanie od 20Hz do 20kHz. Fázový priebeh nášho delay filtra je zobrazený ako priamka. Tento obrázok zobrazuje termín "Linear Phase", čím sa myslí frekvenčne nezávislý delay filter.



Obr. 33 Fáza filtra s $333\mu\text{s}$ delay time na papieri s linear-linear frekvenčným priebehom

Obr. 33 zobrazuje fázu od 0° po -1000° . Ak chceme rozšíriť graf do -10.000° y-os grafu by bola 10 krát dlhšia a nemohli by sme ju vytlačiť na papier s tým istým rozlíšením.

Za účelom mať použiteľnú formu upravíme krivku tak, aby po dosiahnutí -180° štartovala zasa a cyklus skončí na 0° . Obr. 34 zobrazuje takýto graf, os Y teraz označená od $+180^\circ$ do -180° , vodorovná os je ale lineárna.

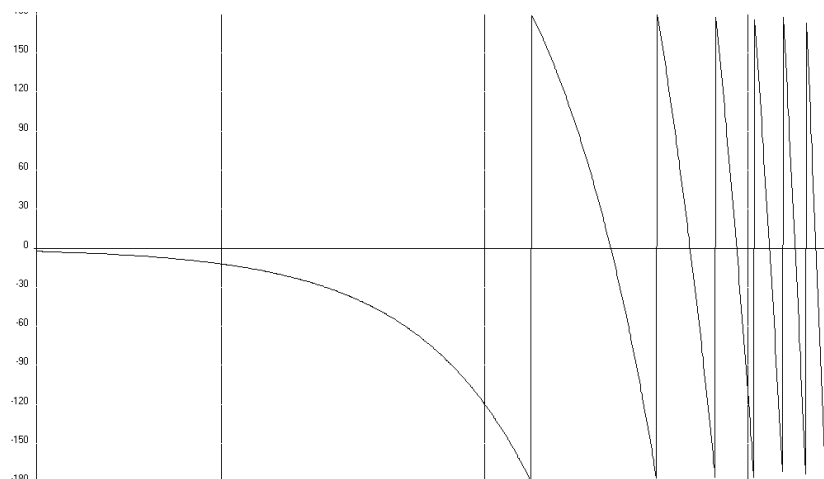


Obr. 34 Fáza filtra s $333\mu\text{s}$ delay time "zabalená dokola" (wrapped around)

Obr. 34 zobrazuje presne to isté ako obr. 33 ale má podstatnú výhodu v tom, že môže zobraziť veľké množstvo fázových posunov bez požiadavky na ultra dlhý papier. Dlhé oneskorenia by sa ukázali ako nízky odstup "zubov píly", krátke oneskorenia ako široký pílových zubov. Zvislá čiara zuba píly neznázorňuje "fázové skoky", ale je to spojenie medzi zhodnými $+180^\circ$ a -180° bodmi na kruhu.

Lineárna frekvenčná os nie je veľmi vhodná pre vyjadrenie frekvenčného priebehu zvukových systémov, pretože zvukový rozsah je približne 8 oktáv široký a logaritmické rozloženie na frekvenčnej osi sa do určitej miery blíži tomu ako pracuje ľudský ušný bubienok.

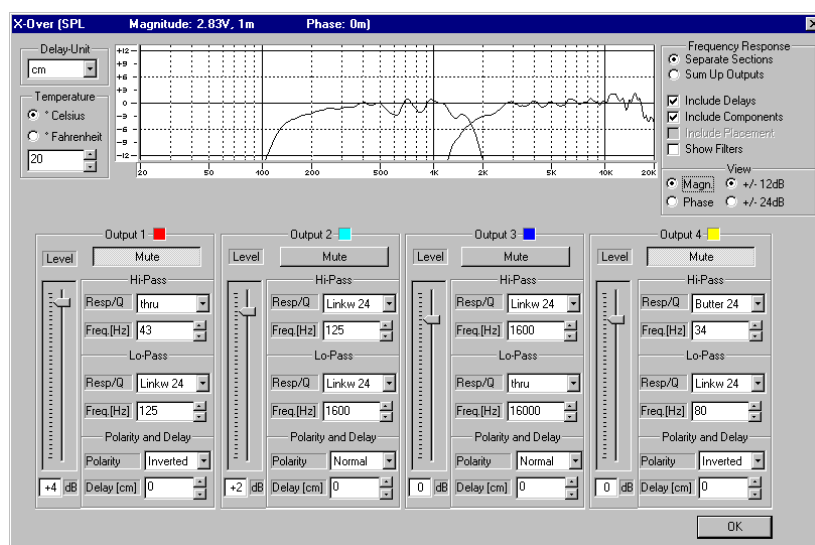
V Obr. 35 frekvenčné osi boli upravené na bežne používanú 20Hz - 20kHz logaritmickú stupnicu, kde teraz zobrazíme fázovú krivku $333\mu\text{s}$ delay filtra. Fázová krivka teraz vyzerá "nelineárne", ale obr. 35 zobrazuje presne tú istú fázu ako obr. 34 a obr. 33. To je vyjadrenie fázy ktoré je najviac bežne používané, ale je dosť náročné vidieť či my máme čistý delay (oneskorenie) alebo akési fázové minimum typický pre eq filter alebo kombináciu oboch.



Obr. 35 Fáza filtra s 333µs delay time na “bežnom” papieri pre frekvenčný priebeh

Nastavovanie pre prispôbenie fázového priebehu

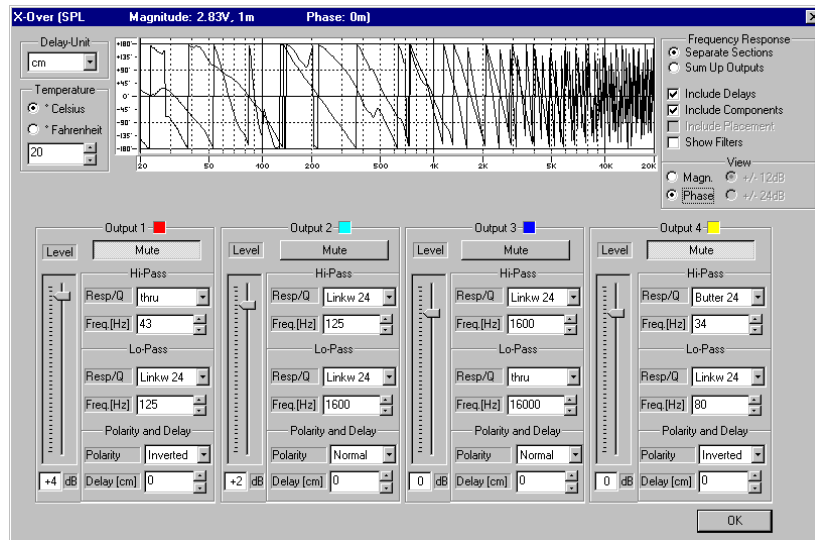
Obr. 36 zobrazuje frekvenčný priebeh už ekvalizovaného stredobasového a výškového zvukovodu. Bol aplikovaný Linkwitz-Riley crossover 1600Hz 24dB/Oct.



Obr. 36 Stredobasový a výškový zvukovod s Linkwitz-Riley crossoverom 1600Hz, 24dB/Oct.

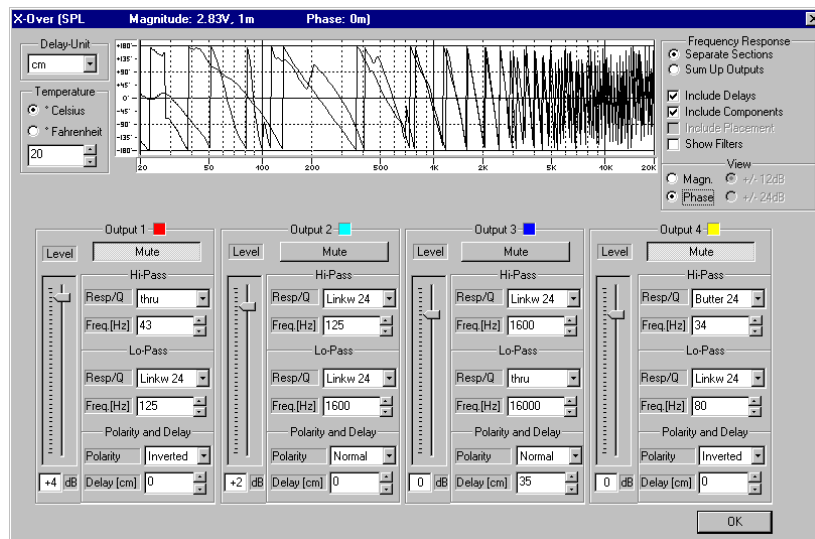
Tlakový driver je koaxiálne namontovaný vnútri stredobasového zvukovodu, takže zvukové centrá, ktoré sú uložené približne na vrchlíku membrány nie sú v tej istej vertikálnej rovine. Klikneme na fázové zobrazenie a na obr. 37. vidíme rôzny fázový priebeh oboch komponentov.

Okolo 1600Hz fázové priebehy nie sú zosúladené a môžeme vidieť, že sklon fázy stredobasového zvukovodu je strmší, ako by sme očakávali, pretože 12" driver je uložený za tlakový driverom.



Obr. 37 fázový priebeh komponentov

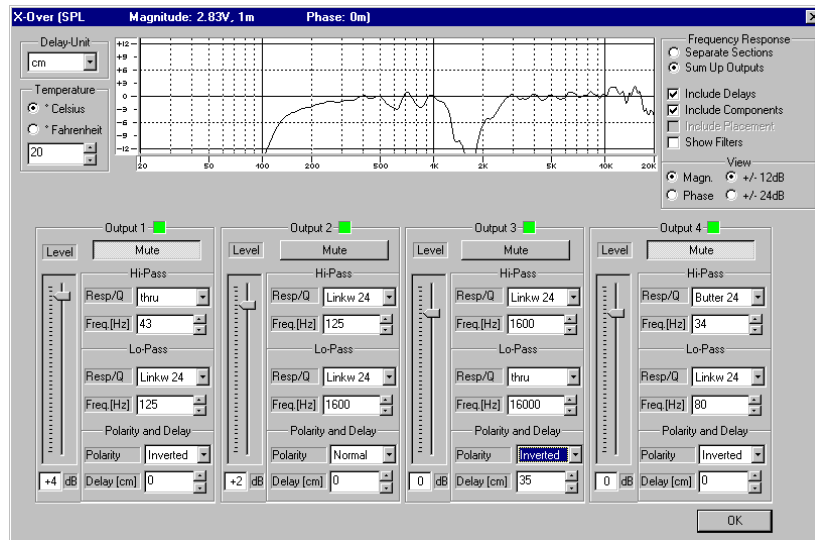
Teraz pridáme 35cm delay tlakovému driveru a fázový priebeh oboch komponentov je teraz perfektne zosúladený v blízkosti 1600Hz deliacej frekvencie. Nastavenie delay nie je také komplikované, ako sa zdá. Obr. 38 zobrazuje zosúladený fázový priebeh medzi 1kHz a 2kHz.



Obr. 38 Zosúladený fázový priebeh okolo 1600Hz, použitý delay 35cm

Kontrola úrovne pre správne nastavenie

V [2] bola publikovaná jednoduchá metóda ako skontrolovať, či bolo nastavenie urobené správne. Pozrite na priebeh sumárneho výstupu a skúste zmeniť polaritu jedného kanálu. Ak sa objaví hlboká jama, nastavenie bolo vykonané správne. Táto kontrola s jedným invertovaným kanálom je zobrazená na Obr. 39. potvrdzuje, že naše nastavenie bolo vykonané správne.

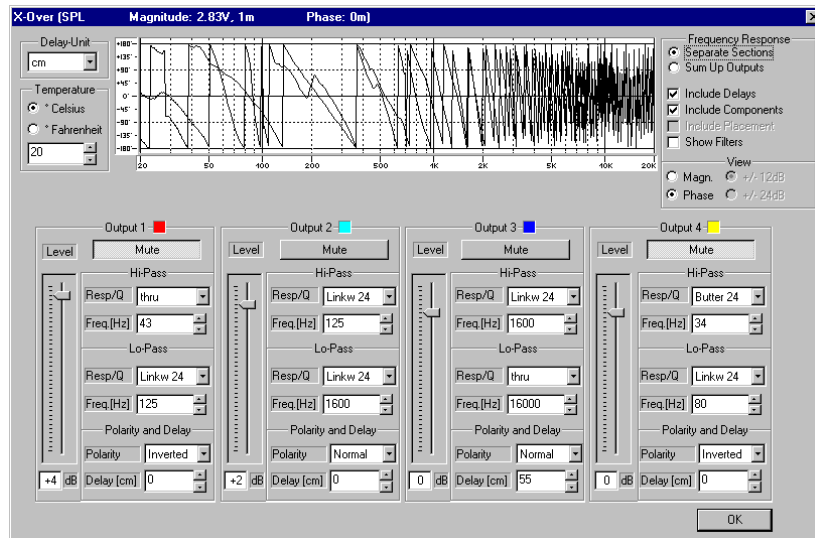


Obr. 39 Kontrola úrovne s invertovanou polaritou jedného kanálu

Tu treba byť trochu opatrný, lebo "jama" sa objaví aj vtedy, ak sme omylom počas nastavovania pridali jednu alebo viac vlnových dĺžok. V našom prípade, ak nastavíme delay na 55cm mali by sme v sumárnom frekvenčnom priebehu, keď invertujeme jeden kanál znovu vidieť "jamu"..

Avšak kliknutím naspäť na "View Phase" a "Separate Sections" okamžite odhalíme, že niečo musí byť hybné. Stále máme rovnakú "relatívnu" fázu v deliacej frekvencii, avšak v jej blízkosti fázová krivka tlakového drivera ná teraz oveľa strmší priebeh a sme približne 22cm od správnej pozície.

Obr. 40 zobrazuje toto chybné nastavenie.



Obr. 40 Chybné nastavenie pre tlakový driver, avšak "Vo fáze" na 1600Hz

6 Nastavenie kompresora a limitera

Dx38 je vybavený kompresorom a limiterom v každom výstupnom kanály. Limity sú používané hlavne pre ochranu reproduktorov, pričom kompresory sú používané hlavne nastavenie dynamického chovania sa systému ďaleko pred dosiahnutím klip úrovne, čo tiež pomáha chrániť reproduktory, avšak uplatňuje sa tu nábehový čas kompresora.

6.1 Nastavenie úrovne

Dx38 je jednotka kalibrovaná na zisk /gain/ v dB jednotkách. Nastavenie vstupných a výstupných úrovní na "0" znamená, že zisk Dx38 je "0dB", alebo 1V na vstupe bude generovať 1V na výstupe, za predpokladu, že nie je použitý žiadny interný filter.

Prah kompresora a limitera sa vzťahuje na vnútorný digitálny prenosový reťazec a je kalibrovaný voči výstupnej úrovni v "0" pozícii.

Príklad 1: Nastavme otočný regulátor výstupnej úrovne úplne doprava (v zmysle hodinových ručičiek), na "0" pozíciu a prah limitera na 1.55V. Maximálna výstupná úroveň bude 1.55V

Príklad 2: Nastavme otočný regulátor výstupnej úrovne na "-6" a threshold znovu na 1.55V. Interné napätie je utlmené na výstupe o 6dB a maximálne napätie na výstupe bude 0.775V.

Príklad 3: Máme výkonový zosilňovač s údajom výrobcu "vstupná citlivosť = 0dBu pre plný výkon". Nastavme otočný regulátor výstupnej úrovne úplne doprava (v zmysle hodinových ručičiek), a threshold na "0dBu" a výkonový zosilňovač nebude nikdy prebudený, pretože maximálna výstupná úroveň daného výstupu Dx38 bude 0dBu (=0.775V).

Príklad 4: Máme výkonový zosilňovač s údajom výrobcu "vstupná citlivosť 2.6V pre plný výkon". "Nastavme otočný regulátor výstupnej úrovne úplne doprava (v zmysle hodinových ručičiek) a threshold na "2.45V" a výkonový zosilňovač bude vždy mierne pod clipom, pretože maximálna výstupná úroveň daného výstupu Dx38 bude 2.45V.

Upozornenie : Niekedy sa udáva úroveň threshold (prah) vo Voltochh (čomu je ľahko porozumieť), v dBu (čo nie je už každému jasné) a v dB (čomu nikto nerozumie, lebo sa tým myslí "dB pred interným clippingom" alebo dB pred približne 8.7V eff). Takže zostaňme s Voltami alebo s dBu, ale nastavenie dB pre kompresor a limiter ignorujeme.

6.2 Limiter Release Time (časová konštanta limitera, dobehový čas limitera)

Firemne nastavená časová konštanta limitera 100ms je optimalizovaná pre ochranu reproduktorov a pre všeobecné použitie. Ak by mal byť limiter použitý pre limitovanie výstupu na nižšiu hodnotu, potom by mala byť zvolená hodnota časovej konštanty približne od 500ms do 1s, aby sa zabránilo "pumpovaniu". Pri použití mikrofónov treba opatrnosť, lebo pomalá zmena úrovne môže viesť k vzniku spätnej väzby. Dvíhaním regulátora hlasitosti sa nezvyšuje hlasitosť mikrofónu pokiaľ limiter pracuje, avšak o sekundu, keď ubehne časová konštanta limitera, hlasitosť sa zvýši, začína spätná väzba, znížime úroveň, zase nie je dostatočná hlasitosť, znovu dvíhame úroveň atď., atď.

6.3 Compressor Attack, Release Time and Compression Ratio

Nábehový a dobehový čas kompresora (compressor Attack Time a Release Time) by mal byť nastavený podľa ucha a skúsenosti.

Kompresný pomer (Compression Ratio) 1/1 znamená, že kompresor nie je "v akcii", 1/8 znamená, že zmena úrovne 8dB (nad prahovú hodnotu "threshold") bude redukovaná na 1dB zmenu na výstupe, 1/2 a 1/4 sú medzi týmito hodnotami.

Kompresný pomer 1/8 je blízky funkcii limitera, avšak kompresor umožní signálu prekročiť nastavenú hodnotu threshold, čím signál zo subjektívneho pohľadu často znie pekne, avšak hrozí nebezpečie krátkodobého preťaženia reproduktorov.

6.4 Kombinácia kompresora a limitera

Kombinácia kompresora a limitera môže viesť k problému s niektorými signálmi, pretože limiter okamžite zachytí prekmitnutie kompresora a máme dva zviazané a komplikované zariadenia na redukciu úrovne. Napriek tomu v systémoch určených hlavne na prenos kombinácia kompresora a limitera je pekným nástrojom pre kontrolu dynamického chovania sa zvukového systému.

7 Zoznam predpisov

PREDPIS 1

VELKOFORMÁTOVÉ BASOVÉ SÚSTAVY POTREBUJÚ LEN MIERNU EKVALIZÁCIU NA NÍZKYCH FREKVENCIÁCH.

PREDPIS 2

DELIACE "CROSSOVER" FREKVENCIE PRE STREDO-BASOVÉ SÚSTAVY BY MALI BYŤ MEDZI 80HZ A 150HZ.

PREDPIS 3

MALOFORMÁTOVÉ BASOVÉ SÚSTAVY S ROVNOMERNÝM POKLESOM MÔŽU BYŤ EKVALIZOVANÉ PRE ROZŠÍRENÝ BASOVÝ ROZSAH.

PREDPIS 4

DELIACE FREKVENCIE MEDZI NORMÁLNymi "FULL-RANGE" SÚSTAVAMI A BASOVÝMI SÚSTAVAMI BY MALI BYŤ MEDZI 80HZ AND 120HZ.

PREDPIS 5

VYSOKO ÚČINNÉ STREDOBASOVÉ SÚSTAVY SO ZVUKOVODOM OBYČAJNE MÔŽU BYŤ POUŽITÉ MEDZI 120HZ - 200HZ A 800HZ – 2KHZ, HRANIČNÉ FREKVENCIE ZÁVISIA NA ROZMEROCH SÚSTAVY A KVALITE JEJ KOMPONENTOV.

PREDPIS 6

DELIACA FREKVENCIA PRE 2" TLAKOVÉ DRIVERY BY NIKDY NEMALA BYŤ VOLENÁ POD 1KHZ. POKIAĽ MOŽNO DELIACA FREKVENCIA CROSSOVERU BY MALA BYŤ ZVOLENÁ OKOLO 1.5KHZ-2KHZ AK STREDOBASOVÁ SÚSTAVA JE SCHOPNÁ REPRODUKOVÁŤ FREKVENCIE DO 1.5KHZ-2KHZ.

PREDPIS 7:

DELIACA FREKVENCIA PRE 1" TLAKOVÉ DRIVERY SO ZVUKOVODOM BY NEMALA BYŤ NIKDY ZVOLENÁ POD 2KHZ. POKIAĽ MOŽNO DELIACA FREKVENCIA BY MALA BYŤ OKOLO 2.5KHZ, AK STREDOBASOVÁ SÚSTAVA JE SCHOPNÁ REPRODUKOVÁŤ FREKVENCIE DO 2.5KHZ. 1" DRIVERY SÚ SKVELÉ PRE SUPERVÝŠKOVÉ APLIKÁCIE ALEBO V MALÝCH AŽ STREDNÝCH ŠIROKOPÁSMOVÝCH SÚSTAVÁCH

PREDPIS 8

VYSLOVENE IZOLOVANÉ ŠPIČKY VO FREKVENČNOM PRIEBEHU MÔŽU BYŤ ODSTRÁNENÉ PARAMETRICKÝM EQ.

PREDPIS 9

POSTUPNÝ POKLES MÔŽE BYŤ VEEMI ÚČINNE EKVALIZOVANÝ S 12DB/OCT. "SHELVING EQS".

PREDPIS 10

LOKÁLNE "DIERY" VO FREKVENČNOM PRIEBEHU BY NAMALI BYŤ EKVALIZOVANÉ.

PREDPIS 11

POUŽÍVAJTE LEN 24DB/OCT. LINKWITZ-RILEY CROSSOVER, ŠPECIÁLNE V OBLASTI STREDOV.

PREDPIS 12

24DB/OCT. BUTTERWORTH ALEBO 12DB/OCT. BUTTERWORTH CROSSOVER MÔŽE BYŤ POUŽITÝ PRE NÍZKOFREKVENČNÉ CROSSOVERY KDE ZÁKAZNÍK POŽADUJE VYŠŠÍ AKUSTICKÝ VÝSTUP V OBLASTI DELIACEJ FREKVENCIE. POLARITA BASOVÉHO KANÁLA BY MALA BYŤ INVERTOVANÁ PRI POŽITÍ 12DB/OCT. BUTTERWORTH CROSSOVERA.

8 Appendix

8.1 Representation of Frequency and Phase Response of Speaker Components inside RACE

8.2 Representation of Frequency and Phase Response of Amplifiers inside RACE

9 Bibliography

[1] Krauss, Guenter J., "Design of Active Crossover Transfer Functions for Digital Sound System Processors",
21. Tonmeistertagung, 24.11. – 27.11.2000, Hannover, Germany

[2] Linkwitz, Siegfried H., „Active Crossover Networks for Noncoincident Drivers“, JAES, Jan./Feb. 1976

1	Tridsať minútová kuchárka pre použitie RACE na vytvorenie Vašich osobných crossoverových Preset-ov	2
1.1	Appetizer – Aktívny 2-pásmový system s Sx300 a Sb121	2
1.2	Dezert – Použitie Dx38 ako výkonného Equalizéra	10
2	Ciele - Design Targets	11
2.1	Frekvenčný priebeh, Maximum SPL, Skreslenie.....	11
2.2	Vyžarovacie charakteristiky	11
3	Vizuálna kontrola frekvenčného priebehu komponentov.....	11
3.1	Veľkoformátové basové sústavy.....	12
3.2	Maloformátové basové sústavy a širokopásmové sústavy.....	12
3.3	Stredobasové sústavy so zvukovodom (hornom).....	13
3.4	2” a 1” Tlakové drivery so zvukovodmi	14
4	Ekvalizácia komponentov	15
4.1	Veľkoformátové basové sústavy.....	15
4.2	Maloformátové basové sústavy a širokopásmové sústavy.....	16
4.3	Stredobasové sústavy so zvukovodom.....	17
4.4	2” a 1” Tlakové drivery so zvukovodom	19
5	Funkcie Crossover-a	20
5.1	Preferované prenosové funkcie Crossover-a.....	20
5.2	“Equal Acoustical Plane” Nastavenie	21
	Príručka: Rôzne prezentácie fázového priebehu lineárnych systémov	22
	Nastavovanie pre prispôsobenie fázového priebehu.....	23
	Kontrola úrovne pre správne nastavenie.....	24
6	Nastavenie kompresora a limitera.....	25
6.1	Nastavenie úrovne.....	26
6.2	Limiter Release Time.....	26
6.3	Compressor Attack, Release Time and Compression Ratio	26
6.4	Combination of Compressors and Limiters	26
7	Zoznam predpisov	26

8	Appendix	28
8.1	Representation of Frequency and Phase Response of Speaker Components inside RACE.....	28
8.2	Representation of Frequency and Phase Response of Amplifiers inside RACE.....	28
9	Bibliography.....	28