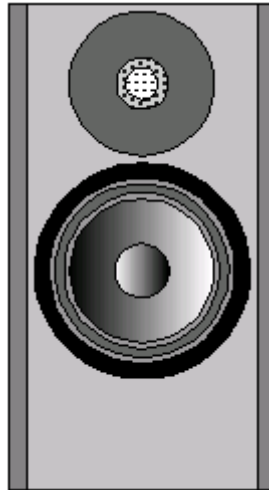


Ny liten högtalare

Byggbeskrivning och tankar kring konstruktionen av en liten basreflexhögtalare

Reviderade utgåvan nr 9 2011-02-19

© Gunnar Nordlund alias skrutten på faktiskt.se



Innehåll

NY LITEN HÖGTALARE.....	1
INNEHÅLL.....	1
REVISIONS HISTORIA.....	2
ANGÅENDE COPYRIGHT.....	2
TACK.....	2
FÖRKORTNINGAR.....	2
DATABLAD HÖGTALARELEMENT.....	2
INLEDNING.....	3
VÅGFRONTSCENTRA (VFC).....	3
AVSTÄMNING AV BASLÅDAN.....	4
EFFEKTEN AV BAFFELNS AVFASNING.....	5
AKUSTISKT CENTRUM (AC).....	5
DELNINGSFILTRET.....	6
<i>Basfiltret</i>	6
<i>Diskantfiltret</i>	7
FASNING AV BAS OCH DISKANT.....	8
SPRIDNINGSEGENSKAPER OCH SLUTRESULTAT.....	9
EXTRA LÄNK FÖR IMPEDANSUTJÄMNING.....	9
RITNINGAR.....	10
<i>Låda</i>	10
<i>Dämpmaterial</i>	13
<i>Basrör</i>	14
<i>Delningsfilter</i>	15
<i>Stycklista delningsfilter</i>	15
DÄMPNING AV PIPRESONANS.....	16

Revisions historia

Nummer	Datum	Orsak
1	2007-05-05	Första utgåvan
2	2007-05-05	Infört Revision historia och Innehållsförteckning. Rättat textmassan för att öka läsförståelsen. Minskat storlek på delningsfilterritningar. Lagt till sidnummer.
3	2007-06-26	Lagt till effekten av baffelns avfasning, rättat revisions datum
4	2007-07-13	Lagt in rubriken förkortningar, Redigerat text i avsnitten "Vågfrontscentra", "Effekten av baffelns avfasning" och "Akustiskt centrum".
5	2007-07-24	Adderat "Avstämning av baslådan" och "Extra länk för impedansutjämnning" samt "Lådritningar"
6	2007-07-31	Lagt till komplett filterschema och stycklista. Länkar till datablad högtalarelement har tillkommit. Lagt till ritningar med information om håltagning, basrör detaljritning, avfasning och placering av dämpmaterial. Dämpning av pipresonans har tillkommit.
7	2007-07-31	Diverse rättning och Copyright och Tack
8	2007-09-06	Uppdatering av text och diagram i avsnittet "Avstämning av baslådan". Korrigerat av ritningar, ändrat filter och basrörspacering. Bytt anslutnings terminal. OBS! Sänkning av diskant nivån i delningsfiltret med 0,5 dB se " Stycklista delningsfilter "
9	2011-02-19	Text om VFC och AC ändrad

Angående copyright

Eftersom jag lagt ner åtskilliga timmar på detta förbehåller jag mig copyrighten till både högtalaren och dokumentationen. Det skulle ju kännas rätt så surt att både tankearbete och fysiskt jobb som gjorts under en längre tid bara skulle snos framför näsan på en.

Alltså:

- Dokumentet får kopieras helt eller delvis för privat bruk.
- Högtalaren får endast tillverkas för privat bruk.

Tack

Till medlemmar på Faktiskt.se.

Tack för stöd under utvecklingsfasen till alla som bidragit. Speciellt tack till phon och paa som hjälpt till i stor grad till detta genom kloka kommentarer och alternativa synvinklar. Jag har lärt mig mycket.

Förkortningar

VFC = Vågfrontscentrum

AC = Akustiskt centrum

Datablad högtalarelement

<http://www.seas.no/Prestige%20Basser%20PDF/CA15RLY-H1216-08.pdf>

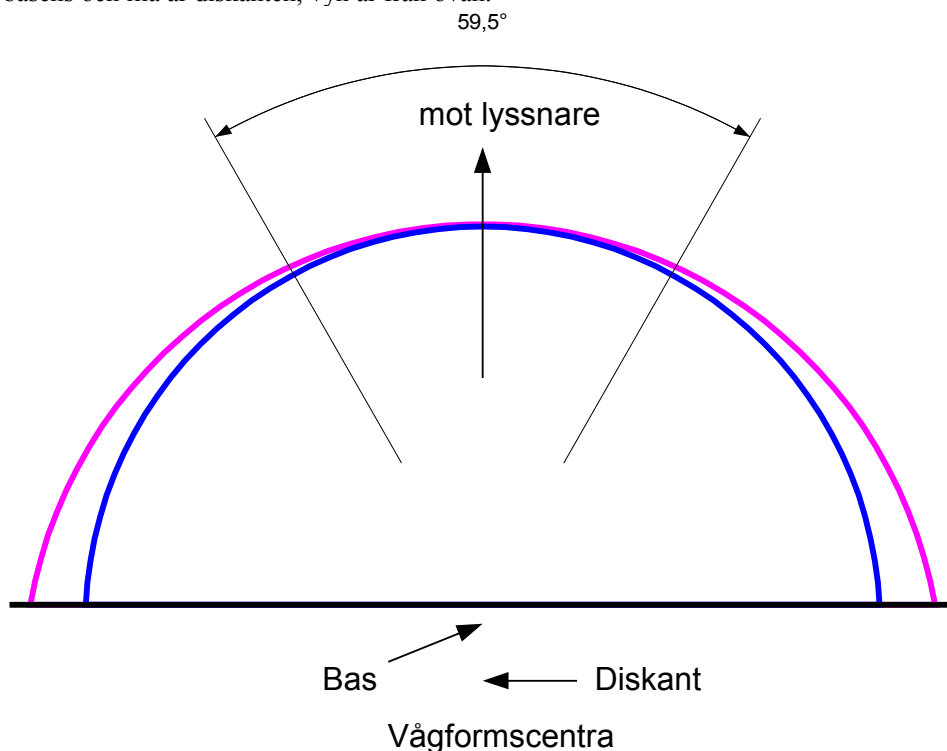
http://www.seas.no/Prestige%20Diskanter%20PDF/22TAF_GH1283.pdf

Inledning

Ska försöka mig på en liten kortfattad sammanfattning av hur design fasen så här långt har fungerat. Vilka element som valts och den processen lämnar jag i princip därhän men idén var att få ut ett någorlunda fullt ljud ur en liten låda. Självklart blir ett sådant bygge ljudtrycksbegränsat då en liten högtalare som regel inte kan pumpa särskilt mycket luft. Seas CA15 som fungerar som bas i denna konstruktion har inte lika snörrät frekvensgång som andra element men den har hygglig slaglängd, lämpliga parametrar och en låg rörlig massa. Den låga rörliga massan minskar reaktionskrafter som lådan utsätts för. Diskanten SEAS 22TAF/G:s membran är också lätt, diskanten har dessutom en mycket låg distorsion.

Vågfrontscentra (VFC)

Högtalarelement har olika VFC beroende på konstruktion av konen eller domen, detta är i DIY-byggen normalt ingenting som tas hänsyn till förutom ett fåtal fall. Problem nummer ett var alltså att få vågfronter från högtalarens bas och diskant att passa ihop inom en stor radie, detta lät sig inte göras till 100%. Inom en vinkel på ca 60 grader överensstämmer vågfronterna bra. Detta får anses som tillräckligt just i detta fall. Blå vågfront är basens och lila är diskanten, vyn är från ovan.



Om filtret görs rätt ges möjlighet att göra högtalaren faskoherent inom denna vinkel för att sedan bli sämre i mer extrema vinklar. Om jag inte minns fel så låg diskantens VFC ca 1,5 cm bakom basens vid montering försänkt på plan baffel. Att flytta fram diskanten ca 1,5 cm i förhållande till basen skulle göra att VFC från bas och diskant matchade, men så ger andra problem, dessutom skulle det se lustigt ut. VFC är inte samma sak som AC, VFC definierar vågens origo och ändras liksom AC beroende på frekvensen.

Avstämning av baslådan

Iden med denna högtalare var att den skulle kunna användas utan basmoduler. I verkligheten innebär det att utvivån blir begränsad eftersom luftpumpningskapaciteten hos ett 5" element är starkt begränsad. Jag tror att vi siktade runt 105 dB vid 40Hz. Med 18 cm 50 mm avloppsrör som port blir lådan avstämd till 41Hz och då kan man nå nära 105 vid 40Hz och däröver med talspolen fortfarande i magnetgapet.

Dessa rörlängder ger följande avstämningsfrekvenser (ca):

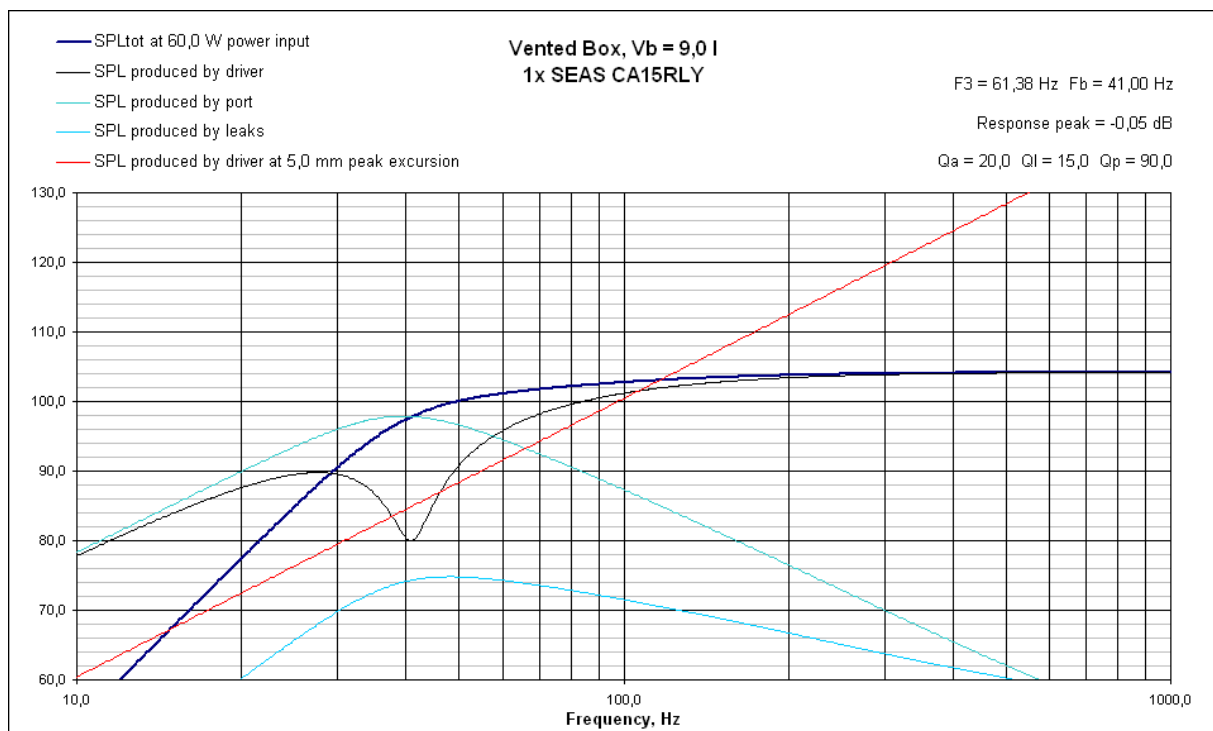
18 cm 41 Hz

17 cm 42 Hz

16 cm 43 Hz

15 cm 44 Hz

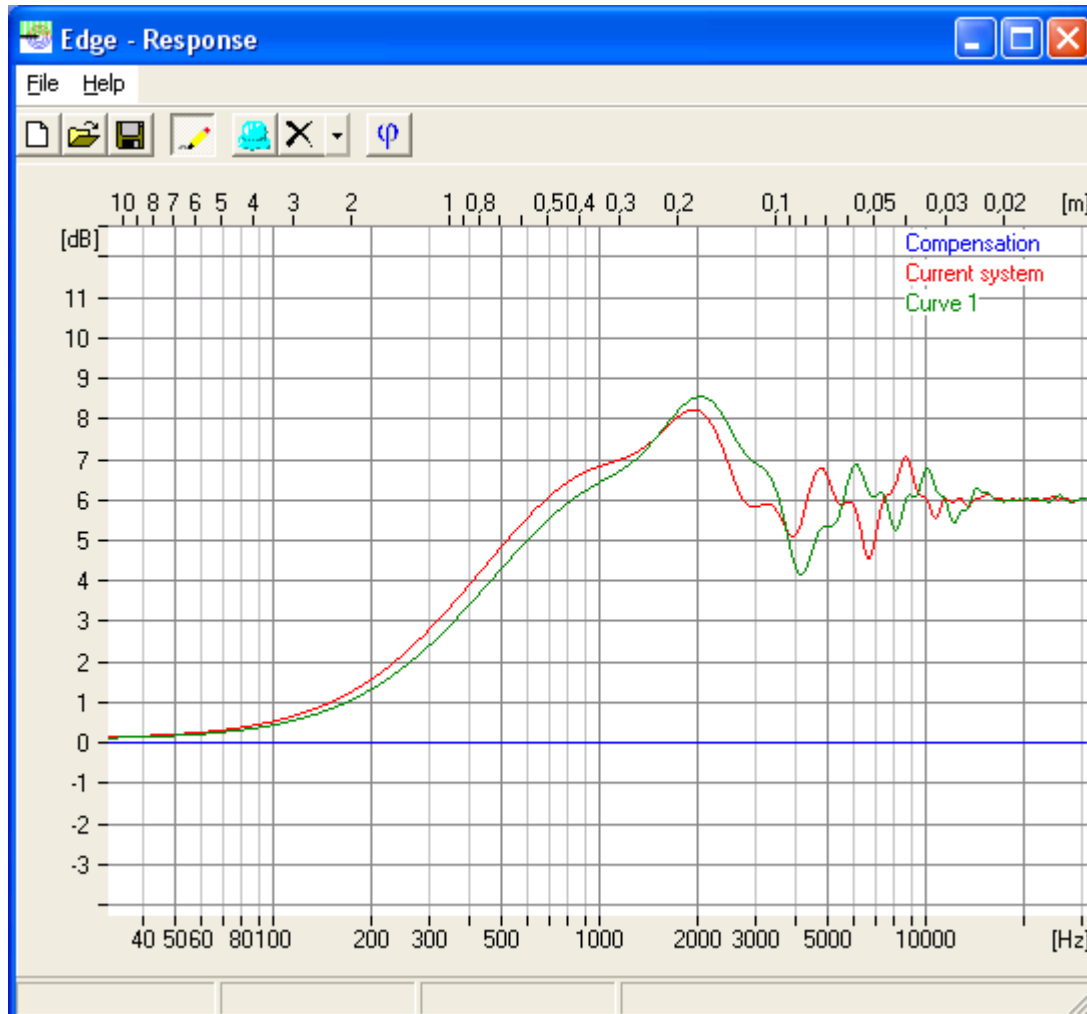
14 cm 45 Hz



Eftersom kurvan i basen faller försiktigt till att börja med kan man räkna med att basen gör sig hörd även ner till ca 30Hz om högtalaren står i ett vanligt rum. Kurvorna ovan kommer från en excel applikation som kan laddas ner från <http://home20.inet.tele.dk/kou/ubmodel.html>.

Effekten av baffelns avfasning

Det handlar om att diskantplaceringen ger olika löptider till alla lådans kanter, och att varje kant ger en liten reflex mot lyssningsposition som krusar kurvan i diskantområdet. Det gäller då att sätta baffelns mått så att krusningarna blir lagomt fasförskjutna i förhållande till varandra på så vis att det i stort tar ut varandra. Nedan är en enkel beräkning på hur kantreflexerna hos avfasningen tar ut varandra, inte helt perfekt men inte så tokigt heller. Beräkningen är gjord med programvaran Edge från <http://www.tolv.com/>.



Akustiskt centrum (AC)

Det akustiska centrum brukar estimeras som infästningen av spolbobinen i konen/domen. I de försök jag gjorde för att mäta detta glömde jag bort att en del av felen jag fick berodde på diskantelementets egen avrullning. Som synes av tabellen nedan så blir resultatet dock inte helt gålet ovan 2000Hz.

Tabell akustiskt centra vid olika frekvenser.

	1500	2000	2500	3000	3500
Seas 22TAFG		0,3	0	-0,03333	-0,51429
Seas CA15RLY	-3,16	-3,8	-3,9	-3,93333	-2,11429

OBS! Mätningarna är endast relativa.

Omräknat ligger då diskanten 102 grader före basen om delningsfrekvensen är 2500Hz..

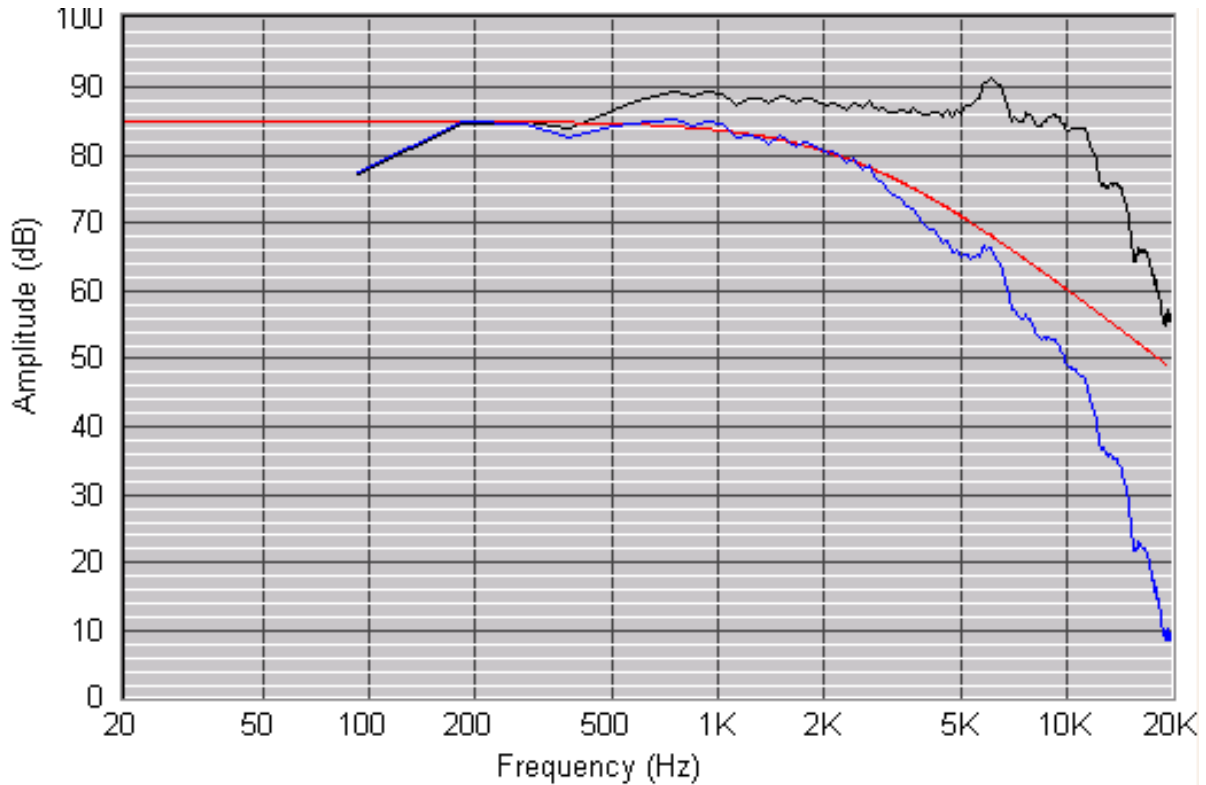
Delnings frekvensen är lagd i ett område där det akustiska centrum ligger relativt stilla för bägge elementen.

Delningsfiltret

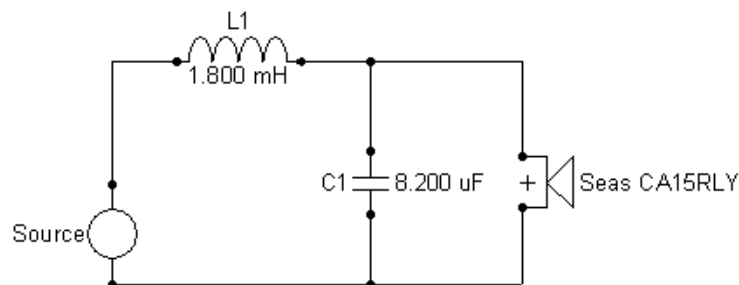
Förutom att dela av de två högtalarnas arbetsområden måste filtret justera nivåer mellan elementen hantera de 102 graderna fasskillnad och kompensera för baffelstöd d.v.s. fenomenet att man tappas nivå i området där högtalaren börjar bli rundstrålande (beroende på brist av baffelstöd). Innan jag sätter igång med simulering gissar jag filterflanken till ca 3:e ordning för bas om 4:e ordning används för diskant.

Basfiltret.

Vi börjar att titta på baffelstödet. När jag mätt högtalaren på 1 meters håll (=svart kurva nedan) syns tydligt effekten av baffelsteget som sänkningen med -4dB nedan ca 700 Hz. Eftersom det kan vara lämpligt att kompensera med 4dB så skapar jag en målfrekvenskurva i detta fall den röda kurvan som skall ansluta till

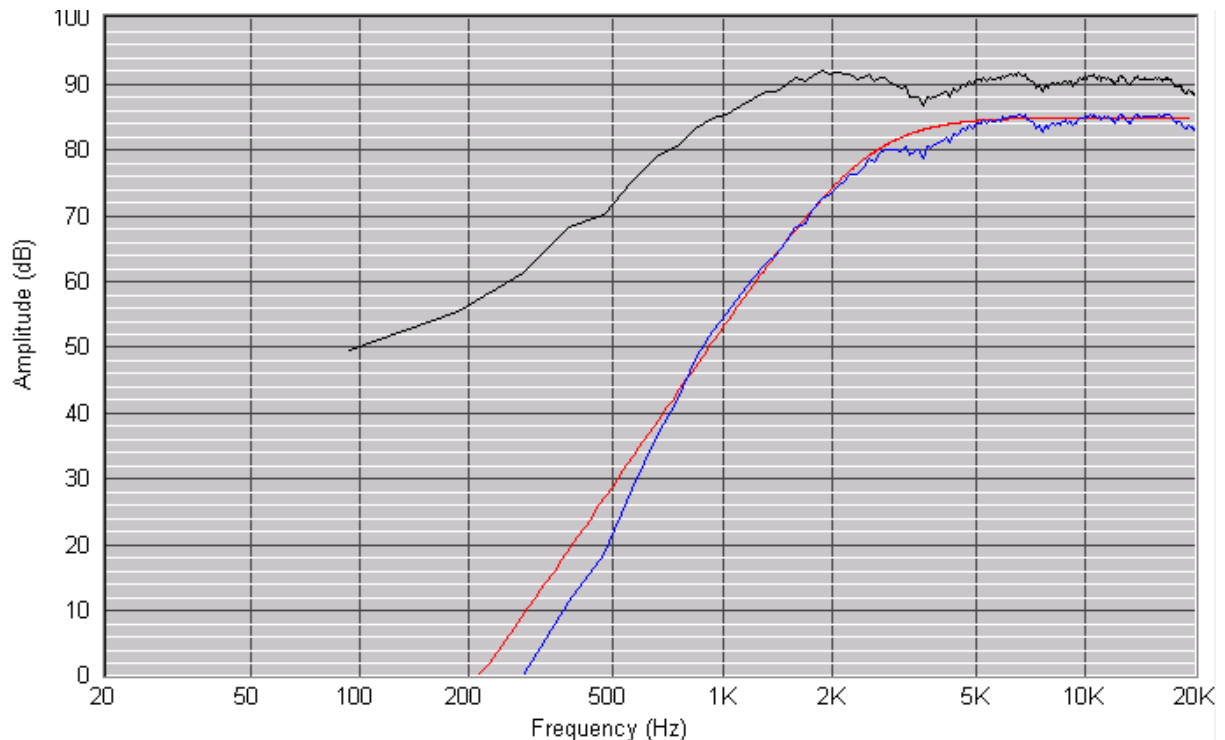


sänkningens nivå vid ca 300Hz. På grund av mätmetoden är lägre frekvenser än ca 200-300Hz mycket osäkra. Nu återstår att skapa ett filter som följer den röda kurvan som i detta fall motsvarar ett andra ordningens LR-filter (detta fast jag redan gissat på 3:e ordningen). Den blå kurvan som blev den slutgiltiga följer först en andra ordningens LR funktion för att sedan ovan delningen bli ett ca 3:e ordningens filter. Det färdiga basfiltret blir som nedan och ger basen ca 85 dB känslighet.

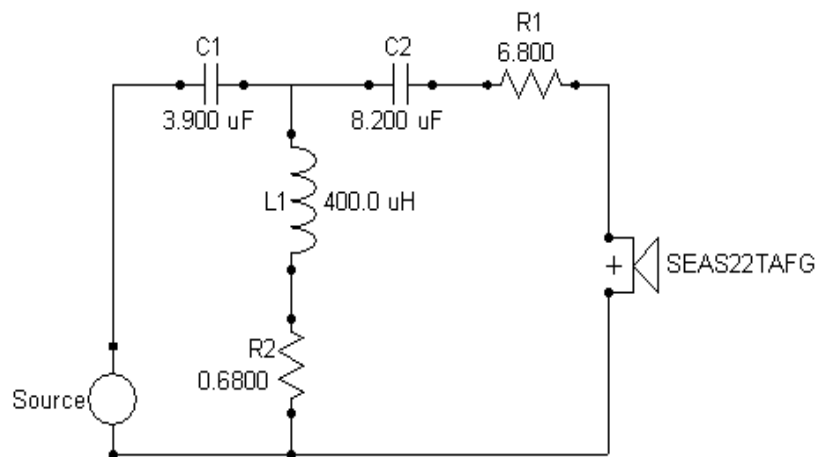


Diskantfiltret

Vi måste anpassa nivåerna till resultatet som basfiltret ger, detta görs enklast genom att införa en resistans (R1) i



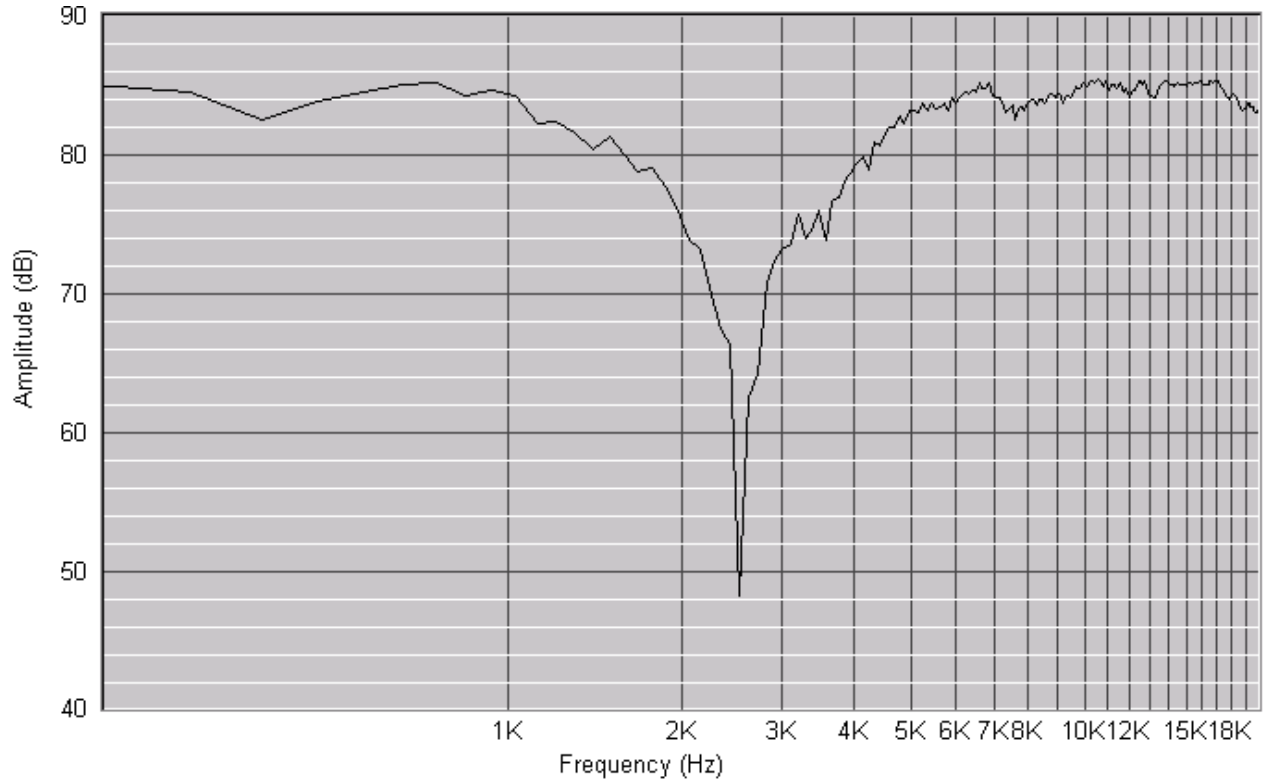
serie med diskanten. Hur stor den resistansen skall bli brukar jag låta mjukvaran Speaker workshop (i detta fall) räkna ut åt mig. Diskantens målkurva skall motsvara ett fjärde ordningens LR-filter som är dämpat med 5dB. Den svarta kurvan är diskanten ofiltrerad, röda kurva är målkurvan och den blå kurvan är det färdiga diskantfiltret. Svackan i filtret runt 3-4kHz motverkar att offaxis spridningen blir för hög i detta frekvens intervall. Svackan vid 3-4 kHz är en effekt av högtalarens baffel samt diskantfilteret. Filtrets slutgiltiga finjustering gör jag som regel med hjälp av R2.



Diskantfiltret är ett tredjeordningens elektriskt filter som med högtalare och låda inräknat ger en fjärdeordningens akustisk överföringsfunktion. **OBS!** Se stycklistan för nya värden 2007-09-06.

Fasning av bas och diskant

Nu kommer det finurliga att ske, bas och diskant filteret arbetar i fas genom delningsfrekvensen eftersom den högre fasvridningen i diskant filtret samt justeringen till blå kurva i basfiltret åter upp den fasskillnad på 102 grader som fanns mellan bas och diskant tidigare. Detta kan visas genom att en kraftig urfasning sker vid delningsfrekvensen när ett av högtalarelementen är felpolariserat. I detta fall blir urfasningen som nedanstående,

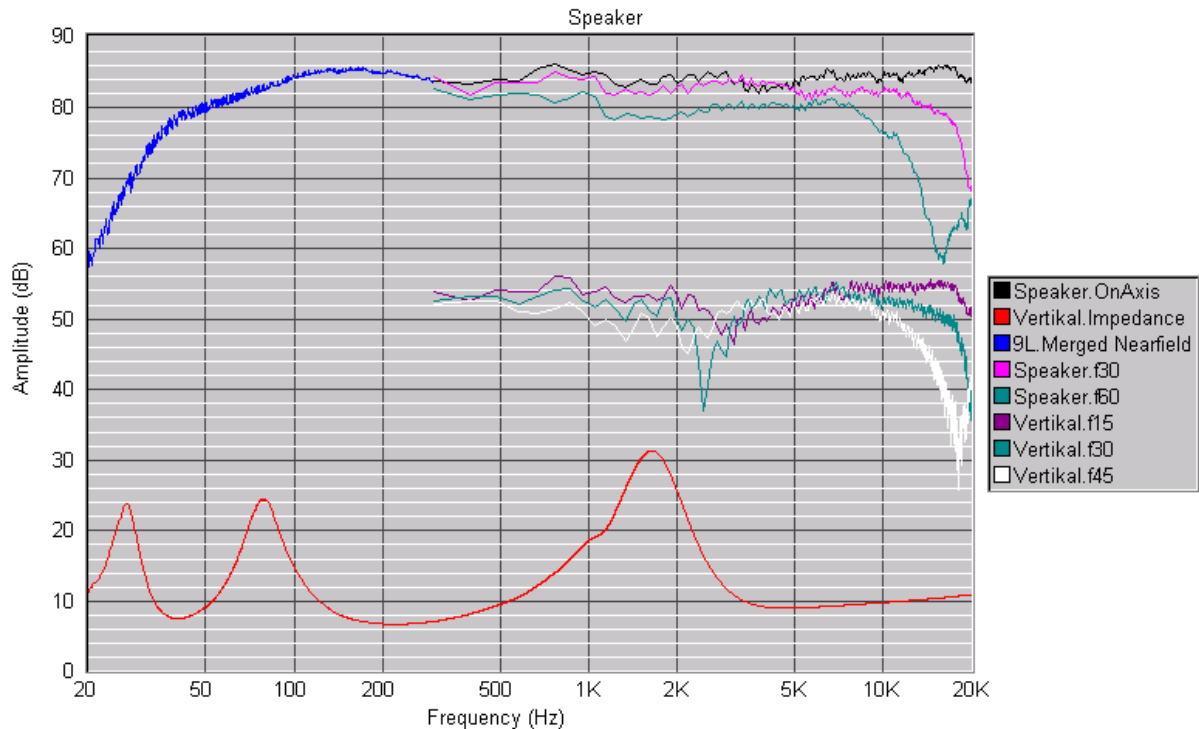


vilket innebär att elementen spelar hyffsat i fas samt att loobningen vid delningsfrekvensen är i den riktningen som mätmicken var placerad i vid uppmätning av bas och diskant elementen.

Spridningsegenskaper och slutresultat

Under hela proceduren med delningsfiltret tycker jag att man måste hålla reda på högtalarens spridningsegenskaper, jag hoppar dock över de vägningar som jag gjort mellan on och offaxis egenskaper (tillsvidare) av ren lathet.

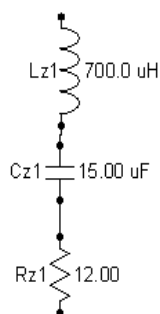
Men lite kortfattat så mäter jag upp elementen i olika riktningar som jag simulerer parallellt med direkt ljudet. På så sätt kan jag se till att viktigare riktningar i högtalarens utsända ljud kontrolleras. Det totala resultatet måste kontrolleras på den färdiga högtalaren vilket mätsammanställningen nedan visar.



Genom att lyssna och mäta om vart annat kan man få förståelse för vad som sker vid olika förändringar, detta gör det enklare att åtgärda upplevda fel vid lyssning.

Extra länk för impedansutjämning

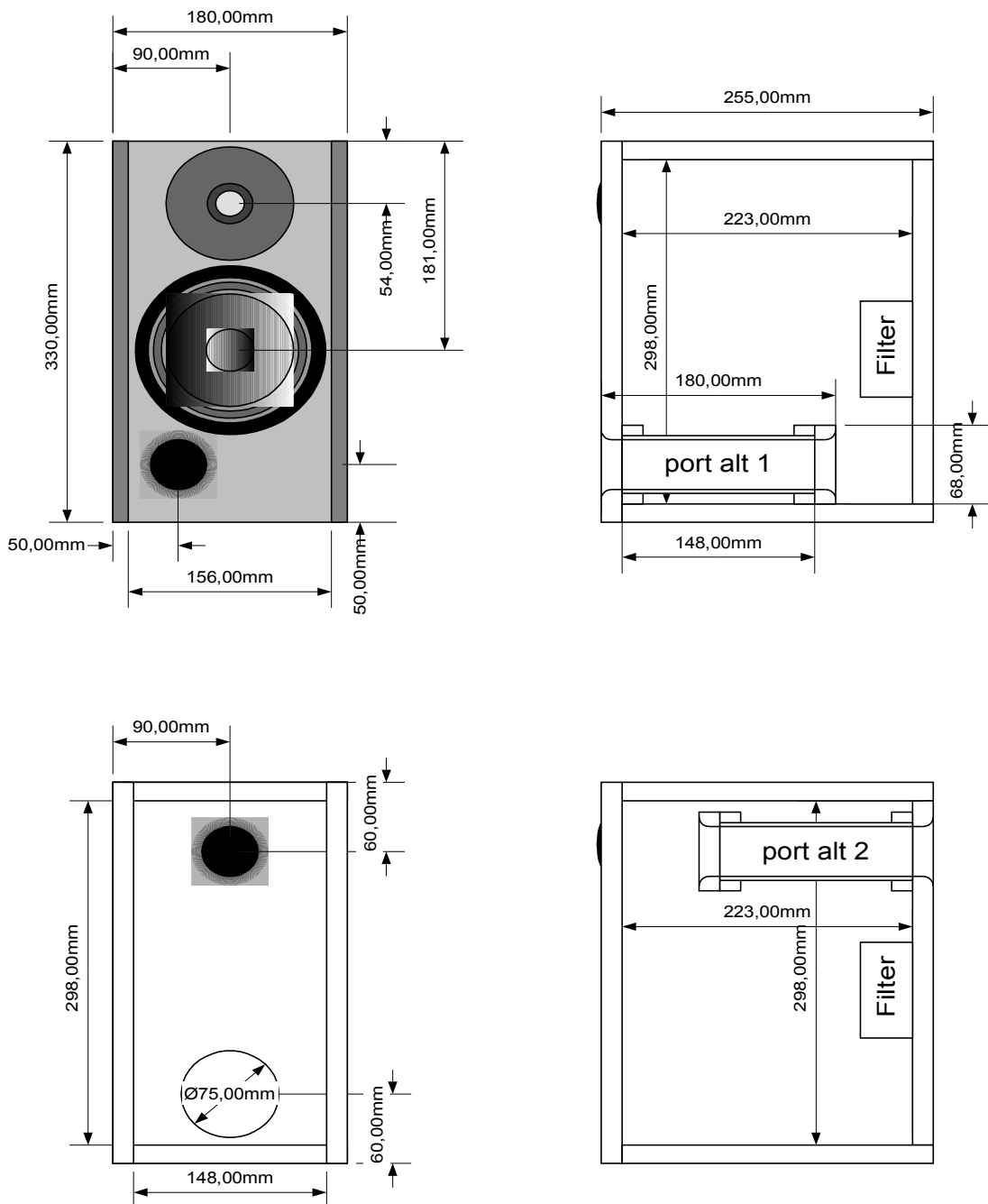
Om högtalaren skall drivas med en förstärkare som skulle trivas bättre med en jämnare impedanskurva bör en kompensationslänk för impedanstoppet mellan 1kHz och 2kHz kopplas in över högtalarens ingångsterminaler. Använd en spole med diam 0,8 tråd och en polyprop kondensator



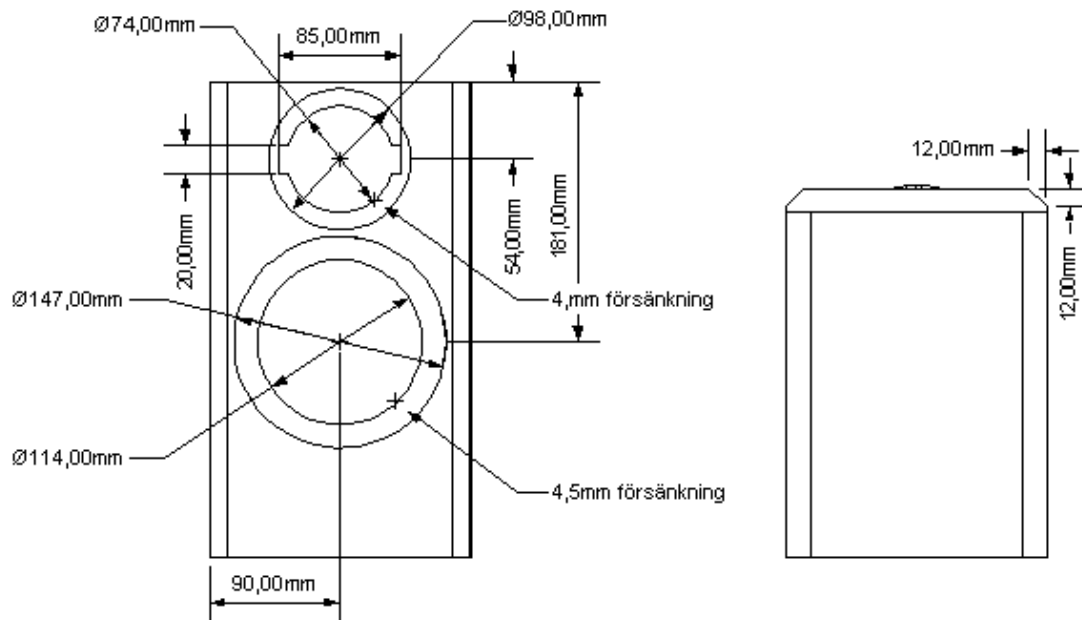
Ritningar

Ritningarna är består av tvåförslag en med porten framåt och en med porten bakåt. Den med porten bakåt motsvarar den testlåda som användes vid uppmätningar. Om man bygger versionen med porten framåt kan det vara ide att dämpa portens pipresonans. Lådan är byggd i 16 mm MDF och har inga stag. Det rekommenderade är att bygga med porten bakåt.

Låda



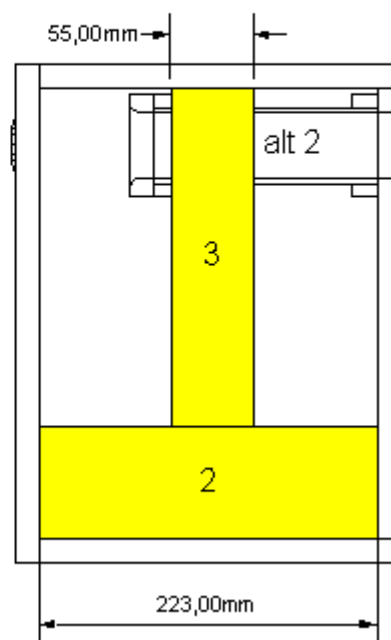
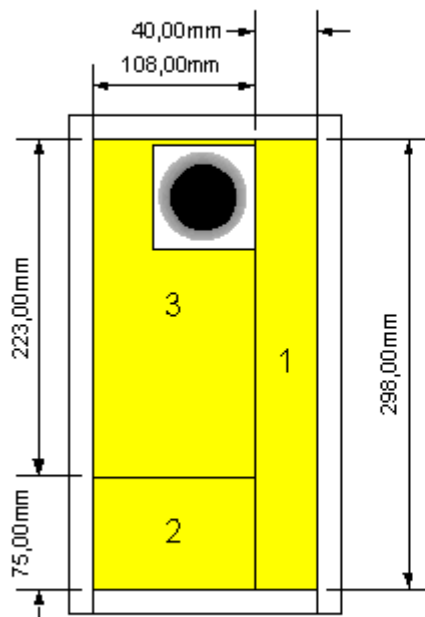
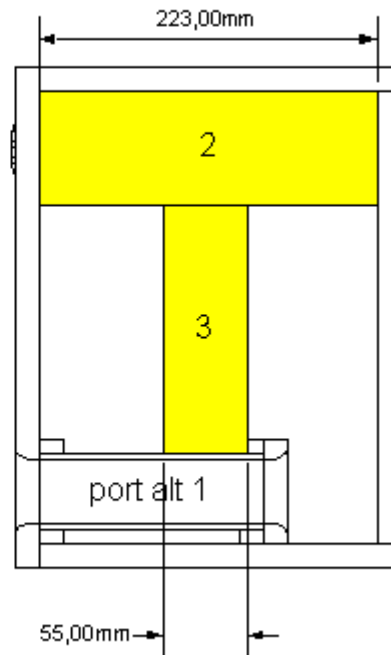
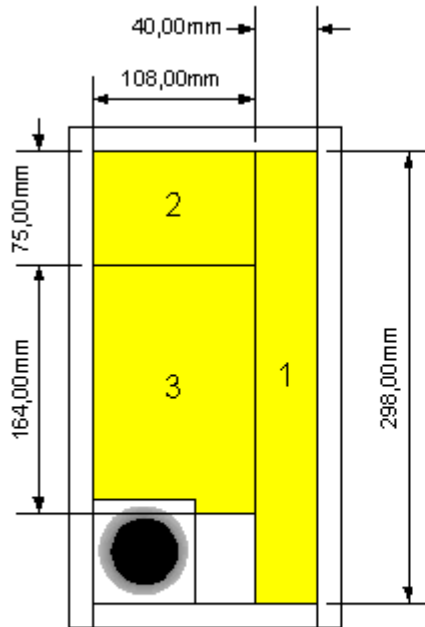
Högtalarelementen skall försänkas så att de ligger i plan med baffeln och kanten på baffelns långsidor ska fasas av. Se ritning nedan. En del problem kan säkert uppstå vid håltagningen. Jag gör själv alltid försänkningen innan håltagning.



Tätninglist från Hifi-kit rekommenderas vid montering av elementen.

Dämpmaterial

Lådan är dämpad med glasull detta kan ersättas med fårull om så önskas. Tre bitar läggs in i varje låda, löst och fluffigt. Totalt blir detta ca 60% dämpmaterial i lådan. Dämpmaterialet har två uppgifter dels att dämpa resonans i lådan samt att öka lådans volym genom isotermisering. Genom att göra bit 3 en aning bredare än på ritningen så kommer samtliga bitar att hållas på sin plats. Bit 1 har storleken 298x223x40mm, håll storleks angivelserna så gott det går ;).



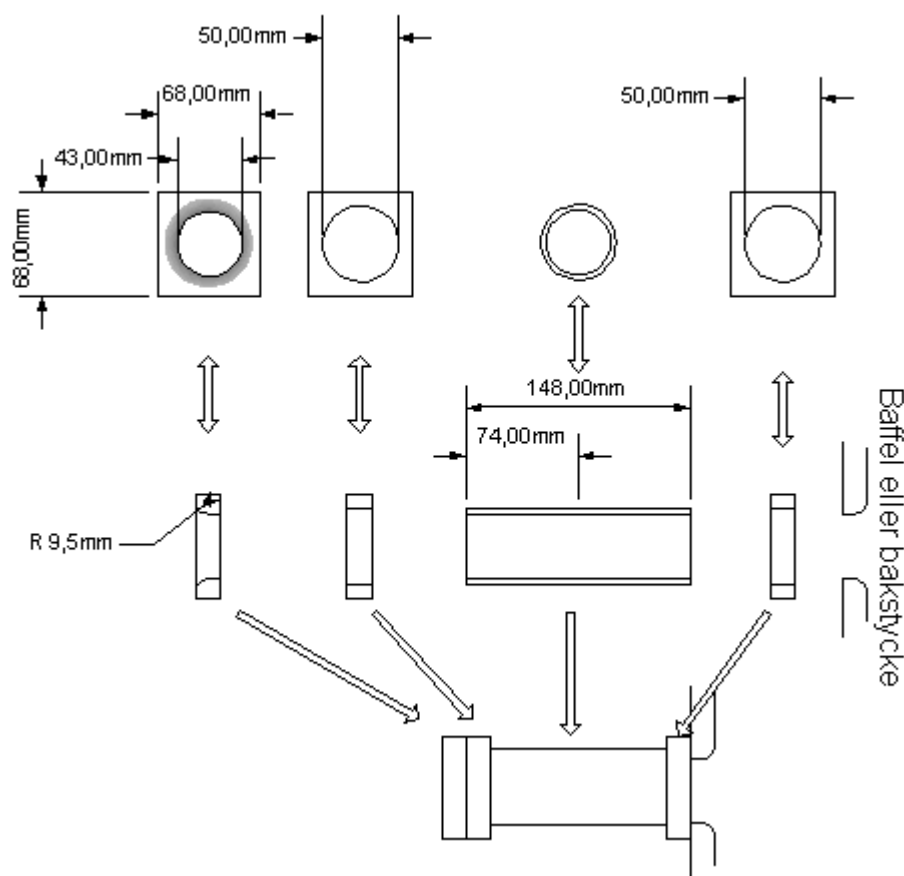
Basrör

Överst raden visar delarna framifrån, mellan raden visar delarna från sidan (i genomskärning) och nedersta raden sammanfogningen.

Ett bra sätt att göra detta är nog att:

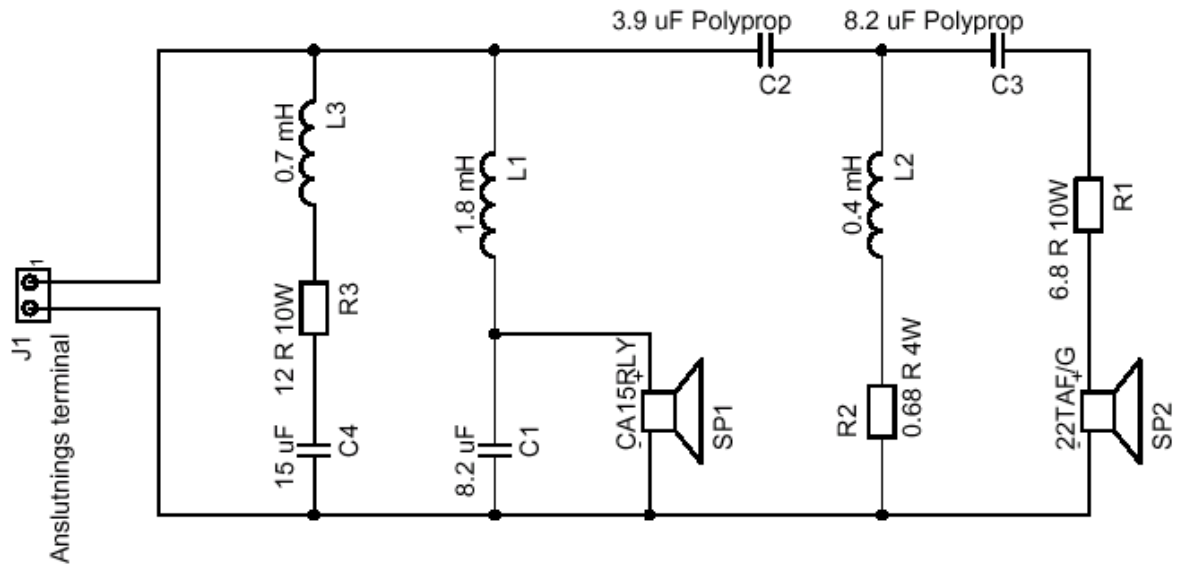
1. Gör delarna med 50 mm hål som skall gå utanpå röret (kolla passning) och delen med 43 mm hål fast gör 43 mm något hålet mindre (typ 35-40mm)
2. Limma ihop delarna.
3. Montera fast på röret.
4. Göra 43mm hålet så att det exakt matchar insidan av röret (kantfräs och putsning).
5. Fräsa radien i 43mm hålet

Arbeta sedan med andra änden på röret på samma sätt men mot baffel alternativt bakstycke.



Vill man snikbygga röret utan trattar så gör man ett 180 mm långt rör tar upp ett 50 mm stort hål i baffeln eller bakstycket och monterar röret direkt i det upptagna hålet. Sedan gör man en av bitarna med 50 mm hål ovan och monterar i andra änden av röret.

Delningsfilter



L3, R3 och C4 är en option för impedansutjämning.
Normalt så behöver dessa inte monteras

Stycklista delningsfilter

OBS!

* Ändrade komponenter 2007-09-06 som ger något jämnare frekvensgång genom att sänka diskanten med 0,5dB. ** Ändrad komponent så att högtalarkabeln lättare ska kunna anslutas.

Position	Värde	Leverantör	Artikelnummer
C1	8,2 uF	Hifi-kit	5026
C2	3,9 uF	Hifi-kit	5035
C3*	6,8 uF	Hifi-kit	5025
C4 (option)	15 uF	Hifi-kit	5028
J1**	Terminal ANP-1	Hifi-kit	5516
L1	1,8 mH	Hifi-kit	5168
L2	0,4 mH	Hifi-kit	5101
L3 (option)	0,7 mH (alt 0,6 mH)	Hifi-kit	5132
R1*	8,2 ohm	Hifi-kit	6031
R2*	0,39 ohm	Hifi-kit	6102
R3 (option)	12 ohm	Hifi-kit	6033
SP1	Seas CA15RLY	Hifi-kit	1449
SP2	Seas 22TAF/G	Hifi-kit	1425

Dämpning av pipresonans

(Ett extra special arrangemang.)

När röret monteras med mynningen framåt kan det vara ide att dämpa pipresonansen hos basreflexröret metoden som beskrivs nedan dämpar pipresonansen med ca 6 dB detta innebär att den kommer till att ligga ca 20dB under nyttsignalen. Denna modifiering kan utföras på vilken högtalare som helst som har problem med pipresonansen. Kan tilläggas att just denna högtalare egentligen inte har något anmärkningsvärt pipresonans problem.

Verktyg till modifieringen: Borrmaskin med monterad 6mm borrh, linjal och sax.

Mät upp mitten på röret och borra tre hål i mitten, vrid röret 1/3 varv mellan hålen.



Material till dämparen: Eltejp glasull och ett basrör med borrade hål. Ett hål av tre synligt.



Tejpa fast det 4 cm tjocka dämpmaterialet med eltejp enligt bild ovan så att höjden på dämpmaterialet nu är 1 cm.

Resultatet av modifieringen:

Nedan en mätning av baspartens funktion som avslöjar pipresonansen vid ca 800 Hz, den röda kurva ett odämpat rör den svarta kurvan är ovanstående dämpade rör.

