

Basrefleks kabinettet

Hvordan virker en basrefleks?

Denne kabinet type er den mest populære da den typisk giver mere oplevelse af bas og en større belastbarhed. Inden du læser denne artikel vil jeg anbefale at læse artiklen om lukket kabinet først, da dette system har de samme dynamikker plus nogle nye, og er du i gang med at lave et 3vejs system er det god chance for at du vil drage stor nytte i læse den artikel til at give din mellemtone en volume som giver dig den lyd du gerne vil havde.

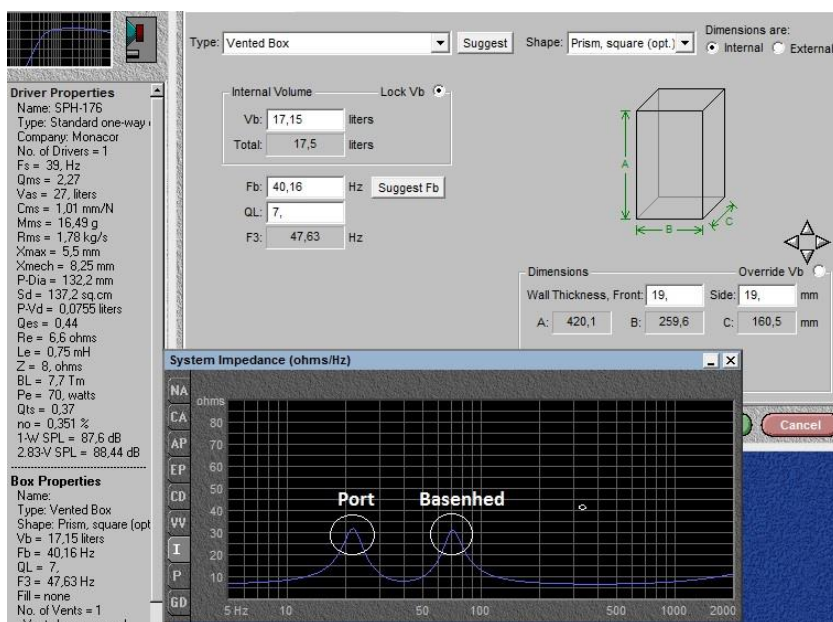


I basrefleks kabinettet har man det man kalder en port, som typisk er et rør men som sagtens også kan være firkantet eller havde en anden form. Det vigtige er at den har en beregnet brede og længde i forhold til hvilken basenhed du har valgt at arbejde med, samt hvor mange af dem skal der være i en ønsket kabinet volume. Det er nemlig ikke et spørgsmål om at lave den så lang eller så bred som muligt, der er tale om et balance punkt hvor denne symbiose virker på en bestemt måde. Man kreere 2 resonanser, en opstår ligesom ved lukket kabinet imellem volumen af luft eller nærmere dens fjedre styrke (compliance) og basenheden. Den anden resonans forekommer imellem kabinet volumen og røret, og det er dyden at få disse 2 til at arbejde sammen. I billedet nederst på siden vises impedans forholdet i et typisk basrefleks kabinet, hvor impedans peaket viser hvor der er en resonans.

Røret virker ligesom når man blæser luft henover en flaskes munding, og du kan frembringe en resonans som en slags fløjte. Derfor er det også vigtigt at enderne af porten er en 5-7cm fri af vægge eller dæmpemateriale, da luften skal kunne strømme forbi enden på indersiden, og strømme frit ind og ud på ydersiden. Dermed virker porten (basrefleks røret) som en ekstra basenhed igennem at virke som et luftstempel. Siden porten er der, er der en hul i kabinettet i forbindelse med trykket inde i kabinettet, og det resulterende tryk vil

have samme funktion overfor bassens resonans frekvens som et lukket kabinet, og dermed forholdende som Q_{tc} giver over for impuls responsen og dermed kan give lyden en given personlighed og bestemt retning i designet med hensyn til om hvor vidt det lyder stramt eller mudret.

Generelt kræver basrefleks en Q_{ts} der er lavere end 0,5 fra højttalerenheden, i det basrefleks kabinettet ikke på samme måde som det lukkede kan assistere basenhedens bevægelse.



Hvor skal porten skal resonere?

Her kommer det an på hvad du går efter, om du vil havde super effektivitet, eller dybest mulig gengivelse eller en god afbalanceret og lineær gengivelse.

Hvis du ser ude til venstre kan du se 3 forskellige typer kabinetter med den samme basenhed SPH-176, og nedenfor finder du et eksempel mere med SPH-220HQ.

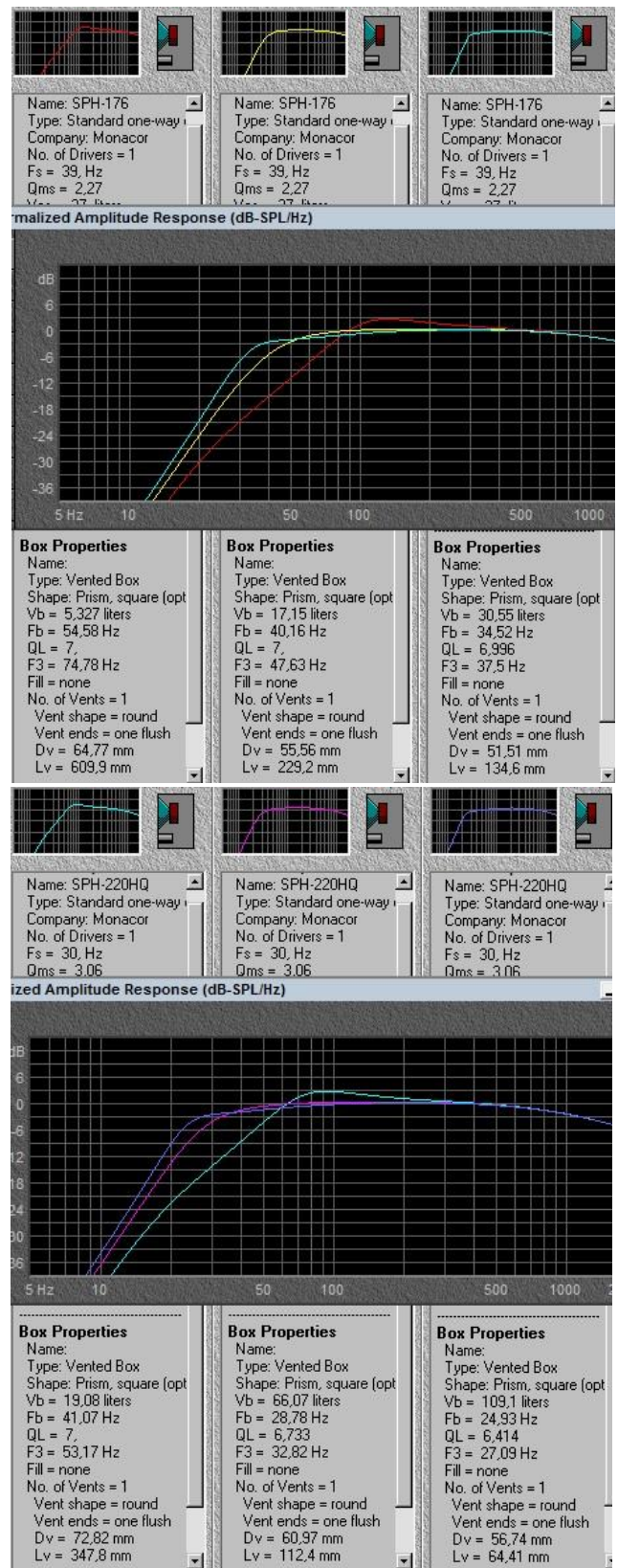
Det første eksempel startende fra venstre er et højeffektivt kabinet, ofte valgt til PA. Her kan du pukke det giver i følsomhed men på bekostning af dybde. Fordelen her ud over at det spiller højere er at kabinettet skal være lille, men til gengæld skal der en bredere og længere port til, grundet det øgede pres inden i kabinettet.

Det midterste eksempel viser det mest brugte forhold som er for at opnå lineær frekvensgang, og er dermed anset som det mest Hi-fi rigtige design, og det som du får når du bruger vores speakercalc software.

Eksemplet helt til højre viser muligheden for at kreere dybere bas med selv samme enhed, til gengæld er kabinettet blevet ca. dobbelt så stort men porten mindre.

Man kan sige man har en mængde energi som man kan flytte lidt rundt på, men ikke vinde eller tabe blot finde ud af hvilke kompromis der passer sig bedst. Dermed samme forhold som lukket kabinet

Det jeg vil vise med det er at der tale om et godt balance punkt der får understøttet frekvensgangen flot og naturligt, uden sjove pukler og knæ, der vil give lyden en unaturlig karakteristisk. Basenhedens egen resonans frekvens (Fs) vil blive ændret grundet trykket inde kabinettet. I det kabinettet bliver eks. mindre vil basenhedens resonansfrekvens stige og portens understøttelse som forlænger dybden skal således følge med op, for at lave denne naturlige forlængelse.



Beregning af port og kabinet

Den tunings frekvens man ønsker er et sammenspil imellem længde og brede, og de 2 følges ad således at hvis du øger din diameter skal du øge din længde for at opnå en given kabinet resonans.

Så hvorfor kan vi ikke bare lave porten super smal, så skal røret heller ikke være så langt?

Billedet til højre viser hvordan luft hastigheden stiger igennem røret jo smallere den er. Der kan blive så meget pres på luften igennem porten at den begynder lave hvisle lyde, altså vindstøj grundet det store pres. Derfor er det vigtigt vi finder en minimums diameter på porten, som tager højde for hvor meget luft den givne basenhed producere. Derfor skal vi bruge hvor stort arealet er på bassens membran som er T&S data sd fra producenten, derudover skal vide hvor langt kan membranen bevæge sig som er Xmax.

Lad os beregne portens minimale diameter som kaldes Dv, og for at komme i gang skal vi finde ud af hvor meget luft vores

basenhed giver, som er værdien Vd. For at finde denne værdi skal vi bruge data fra basenhedens specifikationer (TS parametre), Xmax som er slaglængden i mm og SD som er membranens areal i cm² og til sidst Qts som er enhedens evne til at falde til ro.

$$Vd = \frac{X_{max} \times SD(0,8 - Q_{ts})}{1000} \quad \text{lad os prøve den i praksis med SPH-176} \quad \frac{5,5 \times 140(0,8 - 0,37)}{10000} = 0,033$$

Nu har vi data til beregne minimums arealet der skal til for at lede luften igennem porten med minimal chance for vindstøj, med formlen $SV_{min} = 20 \times F_s \times Vd$ resultatet vil komme ud som kvadrat centimeter cm². Fs som er basenhedens resonansfrekvens har vi fundet i dataen til at være 39Hz.

$$\text{Lad os beregne } SV_{min} \quad 20 \times 39 \times 0,033 = 25,8 \text{ cm}^2$$

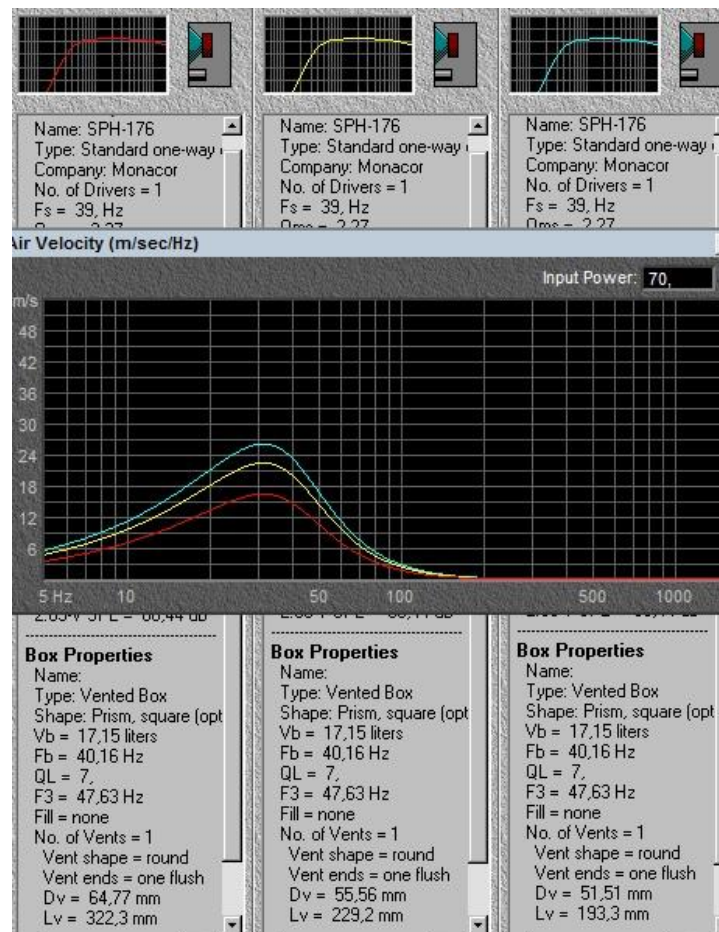
Vores basrefleksrør er opgivet med denne data, men vi skal bruge diameteren Dv til videre beregning

$$\text{dermed bruger vi den geometriske formel her } D = \left(\sqrt{\frac{SV_{min}}{\pi}} \right) \times 2$$

$$\text{Således bliver Dv som er vores minimum diameter } \left(\sqrt{\frac{25,8}{\pi}} \right) \times 2 = 5,7 \text{ cm}$$

Nu hvor vi har fundet vores minimum diameter, skal vi havde fundet længden på røret som kommer til afgøre vores resonans frekvens i samarbejde med kabinet volumen og basenhedens karakteristik.

Basenhedens karakteristik kan aflæses i dens TS parametre opgivet fra fabrikken og endnu bedre er



selvfølgelig at måle selv hvis man har måleudstyret. Med dataen VAS of Qts kan vi finde volumen som kaldes Vb. Formlen jeg bruger $Vb = 17,6 \times VAS \times Qts^{3,15}$ er en jeg selv har justeret til således den kompensere for gennemsnitlig lækage (QL på 7) og dæmpemateriale på alle sider, og vigtigst af alt er den lavet til at være lineær i frekvensgang og repræsenterer det midterste eksempel på foregående side, med en anelse mere drej hen imod dybere gengivelse. Denne regne metode er hvad du får når du bruger vores speakercalc software som kan downloades gratis.

Minimums diameteren er en anelse på den sikre side og konservativ, så findes der et basrefleksrør som til vores eksempel har jeg fundet MBR-50 som har en indvendig diameter på 5,1cm og som efter erfaring virker ganske fint.

Men før vi kan beregne længden skal vi have fundet volumen og resonans frekvensen på kabinettet.

Lad os beregne for SPH-176 $17,6 \times 27ltr \times 0,37^{3,15} = 20,7 ltr$ skal kabinettet være.

Port resonansen for SPH-176 kan vi finde med denne formel $Fb = \frac{0,42 \times Fs}{Qts^{0,95}}$

Dermed $\frac{0,42 \times 39}{0,37^{0,95}} = 42 \text{ Hz}$ og dermed vores tunningfrekvens.

Den sidste data vi skal bruge til vores formel er k, som kaldes korrektions faktoren. Den er et udtryk for modstanden ved mundingerne af porten, som vil have en effekt på hvor langt røret optræder overfor den vandring af luft der er i røret. Modstanden opstår grundet turbulens, og turbulens kan reduceres ved at have bløde former på kanten, derfor bruges Trompet formet rør. En trompet formet port kan holde resonans frekvensen (Fs) mere konstant ved høje lydstyrker, det skyldes jo mere tryk der kommer på luften vil der opstå flere turbulenser ved udmundingen og kreere modstand som vil resultere i at resonansfrekvensen bliver højere, og dermed et gradient tab af dybbas. Disse turbulenser bliver kraftigt reduceret ved afrunding af kanter, og derfor virker trompet formen. Jo mere trompet form der er betyder ikke jo bedre, der er undersøgelser der har vist at en moderat trompet form virker bedst og hvis man kan lave den er på indersiden mindre end den er på ydersiden giver det en anelse bedre resultat. (eksempel vist til højere)



Ved et traditionel rør er $k = 0,614$

Med trompet form på en side $K = 0,732$

Med trompet form på begge sider $k = 0,85$

Så har vi endelig data til at beregne vores længde således

$$\text{Port længde} = \left(\frac{23563 \times \text{port diameter}^2 \times \text{Antal porte}}{\text{Kabinet volume} \times \text{Tunningfrekvens}^2} \right) - (k \times \text{port diameter})$$

$$= \left(\frac{23563 \times 5,1^2 \times 1}{20,7 \times 42^2} \right) - (0,614 \times 5,1) = 11,87\text{cm}$$

Vi har nu fundet vores kabinet og port størrelse.

Kabinet 20,7 liter

Port 5,1cm i diameter og 12cm lang

Port placering og dæmpning

Med hensyn til fase kan man reelt placere porten hvor som helst, det skyldes at porten spiller så dybe lyde at bølgelængden er så lang at den vil være i fase indenfor meter klassen, så det skal virkelig være et monster af et kabinet før det betyder noget.

Du må helst ikke kunne se membranen fra bassen igennem røret grundet pibe resonanser.

Pibe resonanser er lyde fra bagsiden af basenheden der har fundet vej ud igennem røret. Derfor er dette problem stigende med delefrekvensen i delefilteret, dermed hvis du deler ved 300Hz er der mindre chance for pibe resonanser end hvis du har delt ved 800Hz. Det er her dæmpematerialet kommer ind i billedet for at dæmpe disse refleksioner inde i kabinettet, og derfor sådan noget som MDM-40 er effektivt da den variere i tykkelse grundet æggebakke formen, og dermed vil være effektiv overfor mange forskellige bølgelængder og samtidig optager mindre kabinet volume. Hvis delefrekvensen bliver lagt under 100Hz begynder den bølgelængde nu at være så lav at dæmpematerialet er for tyndt til at have en effekt overfor disse lange lydølger, og under 50Hz har det simpelthen ingen effekt, derfor behøves en subwoofer ikke at havde dæmpemateriale.

Jo tykkere et rør du bruger jo større chance for pibe resonanser er der også, derfor er det en god ide at holde sig tæt til formlen for port størrelser.

Pas på membran vandringen!

Ja jeg ved godt jeg sagde tidligere at basrefleks hjalp til at sænke membran vandringen, og dermed lavere forvrængning, og det gør den nu stadig. Men grundet portens tuning kan der opstå meget lavfrekvent membran vandring, dette er bedst fjernet hvis du har et subsonic filter du kan aktivere på din forstærker, eller hvis du bruger et aktivt filter aktivere du et højpas filter på bassen der deler eksempelvis der hvor bas responsen har tabt 8dB. Men generelt er dette problem mest hvis citronen er presset for at tune ekstra lavt i forhold til bassens formåen, og holder du dig til ovenstående design forskrift er det yderst sjældent at man vil støde på problemet, og sker det er et subsonic filter pillen imod det.

Konklusion

Basrefleks er der generelt godt med gang i, da den hæver niveauet i bassen, og generelt ikke dæmper så meget på enheden i forhold til et lukket kabinet der er designet med en Q_{tc} på 0,7 og derunder. Det gør også at dens impuls respons ikke er slet så god som det lukkede kabinet, så nogle audio-purister vil sige at responsen ikke er præcis nok, men min personlige mening er at aflastningen fra porten der resultere i mere dynamik, som så resultere i en større musik oplevelse for pengene. Kampen imellem valget af disse 2 systemer er nærmere en klarlæggelse af hvad man søger, og dermed har de lige ret til en plads i blandt godt Hi-Fi.