

Projektuppgift, stereoförstärkare

- 2.1-system
 - Stereohögtalare för låga till höga frekvenser
 - Subbas för frekvenser under 100 Hz (3dB)
 - Ljud från vänster och höger ska båda ut i subbas
- Möjlighet ställa in volym, balans, bas, diskant, samt loudness
 - Loudness: ljudnivåstyrd höjning av bas och diskant
- Justera för ofullkomligheter hos subbashögtalaren
 - Jämn frekvensgång, ändra förstärkning och fas
- Känslighet: standard line-ingång
- Frekvensomfång 20 Hz – 20 kHz
 - Subwoofer 20 Hz – 100 Hz

Projektuppgift, krav fysiskt utseende

- 16x5 cm kretskort (halvt europakort) förförstärkarsteg
 - Anpassas till befintligt “moderkort”
 - Systemet består av 3 klass D förstärkarsteg + 1 förförstärkarsteg
 - Fördefinierade placeringar av stift
- Fördefinierade inspänningar och förväntade utspänningar
 - Effektförstärkaren matas med $\pm 35V$
 - Signal in och ut, potentiometrar, spänningsmatning



Projektuppgift, krav genomförandet

- Grupp om 3 personer var
- Simulering av delsystem innan layout
- Stegvis montering och testning
- Skriftlig teknisk rapport

Systemöversikt

- Insignal – stereo , linjenivå
- Justering volym, balans, bas, diskant, loudness av/på
- HP-filter för resp vänster- och höger kanal
- Mixer för att blanda vänster och höger kanal till sub-bas
- LP-filter för sub-bas (< 100 Hz)
- Filtrering (equalizer) för sub-bas
 - trimma förstärkning och möjlighet att vända fas

Egna möjliga extra finesser

- Förbered plats för kontakter (signal in och ut alternativ väg)
- Lägg till annan signalhantering
 - Filtrering
 - Justering gränshfrekvenser
- Möjliggör extern styrning
- Acceptera varierande spänningsmatning
- Förberedd plats på PCB kostar inget (storlek dock begränsad)
 - Komponenter för finesser ingår inte i projektet

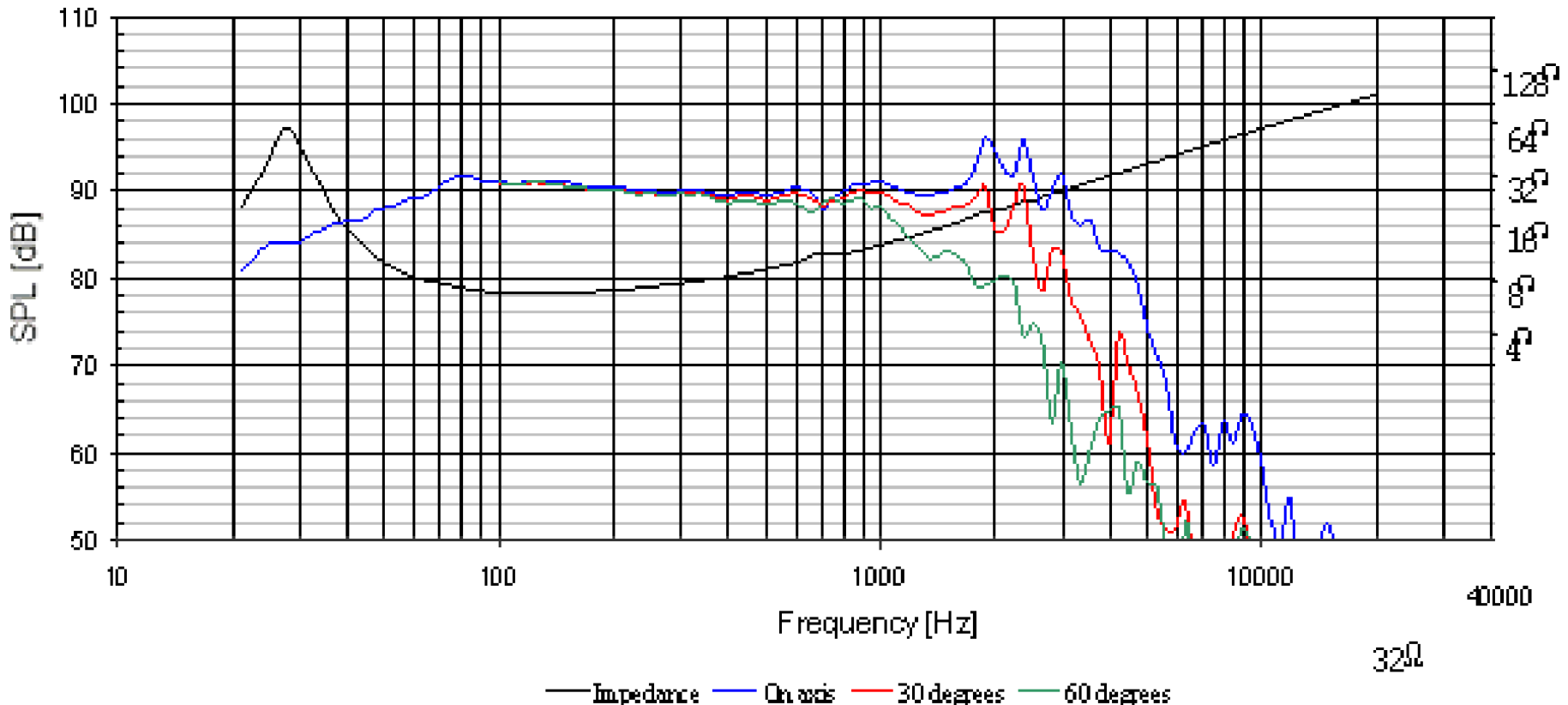
Thor subbashögtalare

- Exempel på design och beräkningar
 - www.linkwitzlab.com
- Lådan i labbet skiljer sig lite mot Thor
 - Annat högtalarelement
 - Peerless SLS 830669
 - Annan volym
 - 40 liter



Exempel på högtalarkarakteristik (12" högtalare i subbasen)

- Dålig återgivning vid låga och höga frekvenser (< 70 Hz, > 3 kHz)

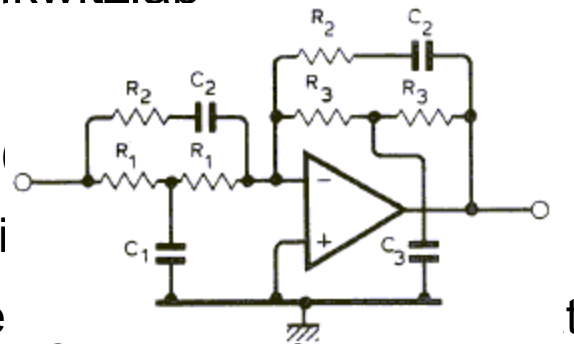


Monterad bashögtalare i slutna låda

- Motsvarar subbashögtalaren Thor från linkwitzlab
 - <http://www.linkwitzlab.com/thor-intro.htm>
 - Annat element än på webbsidan, liknande låda
- Ta hänsyn till lådans egenskaper när elektrisk modell över högtalaren beräknas
 - Lådmaterial (styv 20 mm MDF-skiva), 40 liter volym
 - Ta med högtalarelementets egenskaper (från databladet för Peerless SLS 12" subwoofer)
 - $F_s = 28$ Hz (resonansfrekvens), $Q_{total} = 0.47$ (ingen topp vid resonans)
 - Använd excel-blad från linkwitzlab (closedbox1.xls)
 - F_b (total resonansfrekvens) höjd jämfört med elementet pga lådan
 - Q_t ökar (en liten topp vid resonansfrekvensen)

Equalizer design

- Högtalarens egenskaper
 - $F_b > 50 \text{ Hz}$, $Q_t > 1$
- Vill få bättre bas i totala drivsteget
 - $F_p = 20 \text{ Hz}$, $Q_p = 0.7$
- Använd equalizer enligt linkwitzlab
 - pz_eql.xls
 - Mata in högtalarens data
 - Beräkna värden för equali
 - Jämför om standardvärde
 - Om inte, ändra önskade egenskaper lite, ändra M, ändra standardvärden



Övergång mellan subbas och stereo

- Gräns mellan de två överlappar
 - I gränshfrekvensen bidrar alla tre högtalarna till ljudet
 - Övergång mellan signalerna (LP respektive HP) måste justeras
 - Ljudtryck från två stereohögtalare läggs ihop, med dubbel högtalaryta
 - Effekt proportionellt mot ytan i kvadrat
 - Olika högtalare har olika verkningsgrad

Blanda kanaler

- Vänster och höger kanal delar samma subbas
 - Signaler från höger och vänster måste läggas ihop
 - Byggs som adderande inverterande krets, som även kan filtrera bort allt för låga frekvenser (< 10 Hz)
- Kan även lägga till justering av förstärkning
 - Justerbar resistans i återkopplingen

Vända fas

- Bygel väljer 0 eller 180 grader fasvridning
- Vill inte behöva bygla om många olika signaler
- Lösning: blanda inverterande och icke-inverterande förstärkare
 - Låt inverterande förstärkare jämföra $(U_{ut}-U_{in})/2$ mot 0V (enkel inverterande förstärkare)
 - Icke-inverterande genom att låta jämförelsen följa insignalen
 - Insignal \sim referens => ingen ström genom återkoppling => utsignalen följer insignalen
 - Räcker med en två-pinnars bygel/switch!

Volym, balans, bas, diskant

- Går att bygga diskret hantering av respektive funktion
 - Komplicerat
 - Dyrt (många komponenter)
- Standardfunktion
 - Finns färdiga kretslösningar
 - Här: LM1036
 - Styr volym, balans, bas, diskant mha DC spänning
 - Generera DC-spänning mha potentiometrar

Känslighet

- Insignalen måste vara “lagom”
 - För stor insignal genererar klippning
 - Kan förstöras i signalvägen innan den når volymkontrollen
 - För liten signal klarar inte generera tillräckligt stor utsignal
 - Signalen kan drunkna i bakgrundsbruset
- Känslighet för högtalare = ljudtryck vid 1 W elektrisk signal (2.83 V för 8 ohm last vid 1 m avstånd), dvs ett mått på effektivitet
- Ingångskänslighet för förstärkaren = inspänning som ger utsignal av maximal amplitud (utan klippning)

Känslighetsnivåer

- Line-in / line-out
 - 1.228 VRMS för professionell utrustning
 - +4 dBu (0 dBu = V motsvarande 1 mW över 600 Ohm = 0.7746 VRMS)
 - 0.316 VRMS för konsumentutrustning (motsvarar ca 1 Vpp)
 - -10 dBV (0 dBV = 1 VRMS)
 - Inimpedans ~ 10 kOhm
 - Utimpedans ~ 100 - 200 Ohm
- Skivspelare
 - 3.5 mV
- Mikrofon
 - Varierar mycket beroende på typ (1.5 mV - 70 mV)
 - Kräver ofta högimpediv ingång (500 kOhm eller mer)

Typ av simuleringar att göra

- För frekvensberoende kretsar (filter)
 - Skapa modell av kretsen
 - Driv lämplig insignal
 - Analysera bode-plot
 - Testa känslighet för komponentvariationer
 - Kontrollera effektutveckling (val av komponenter)
 - Kontrollera storlekar och montering

Resurser för val av komponenter

- se.farnell.com
 - Bra att leta komponenter och datablad
- www.elfa.se
 - Inköp görs från dom (pga statliga upphandlingsregler)
- Mycket mer information kan ofta fås från respektive tillverkare
 - Datablad
 - Spicemodeller
 - Bibliotek för PCB layout
- “Standardkretsar” finns att föreslå
 - TL081, 7815, OP07, 741