

## 5:6 Högtalare.

I kapitlet om stereo nämndes högtalare. Vad är en högtalare för någonting ?

Uppenbarligen är det en apparat som förmår att alstra ljudvågor, och inte hur som helst, utan den återger ljud som presenteras i form av elektriska signaler.

Hur fungerar en högtalare, och vilka krav skall man ställa på en bra högtalare ?

För att förstå lite mer behöver vi en repetition av hur den mänskliga hörseln fungerar.

### Hörseln – ett imponerande organ

Örat registrerar ljudvågor. Ljudvågor fortplantar sig i luften med en hastighet på 340 m/s.

Den lägsta frekvensen som vi uppfattar som ljud är 20 perioder per sekund, eller 20 Hz. Den högsta är för en ung människa 20.000 Hz, eller 20 kHz. Flickor har som regel bättre hörsel än pojkar. Förmågan att höra höga frekvenser avtar med åldern, och sjunker till cirka 12 kHz vid 50-årsåldern.

När vi talar om tonhöjd i musikaliska sammanhang talar vi ofta om oktaver. En oktav innehåller 8 toner (8 = okta), och i fysikalisk mening är en oktav lika med att man dubblar frekvensen om man går upp en oktav. Människan kan höra 10 oktaver:

20-40 Hz

40-80 Hz

80-160 Hz

160-320 Hz

320-640 Hz

640-1280 Hz eller 1,28 kHz

1,28-2,56 kHz

2,56-5,12 kHz

5,12-10,24 kHz

10,24-20,48 kHz

Minst sagt imponerande !

En annan sak som imponerar är den variation i ljudintensitet som människan kan uppfatta.

Ljudintensitet, eller ljudstyrka, mäts i decibel, och förkortas med dB.

Det starkaste ljudet som människan kan uthärda, dvs som ligger på smärtgränsen, är 120 dB starkare än det svagaste vi kan höra. Det betyder att det är 1000.000.000.000 ggr starkare än det svagaste ljudet. En enastående variation i ljudtryck.

### Hur fungerar en högtalare ?

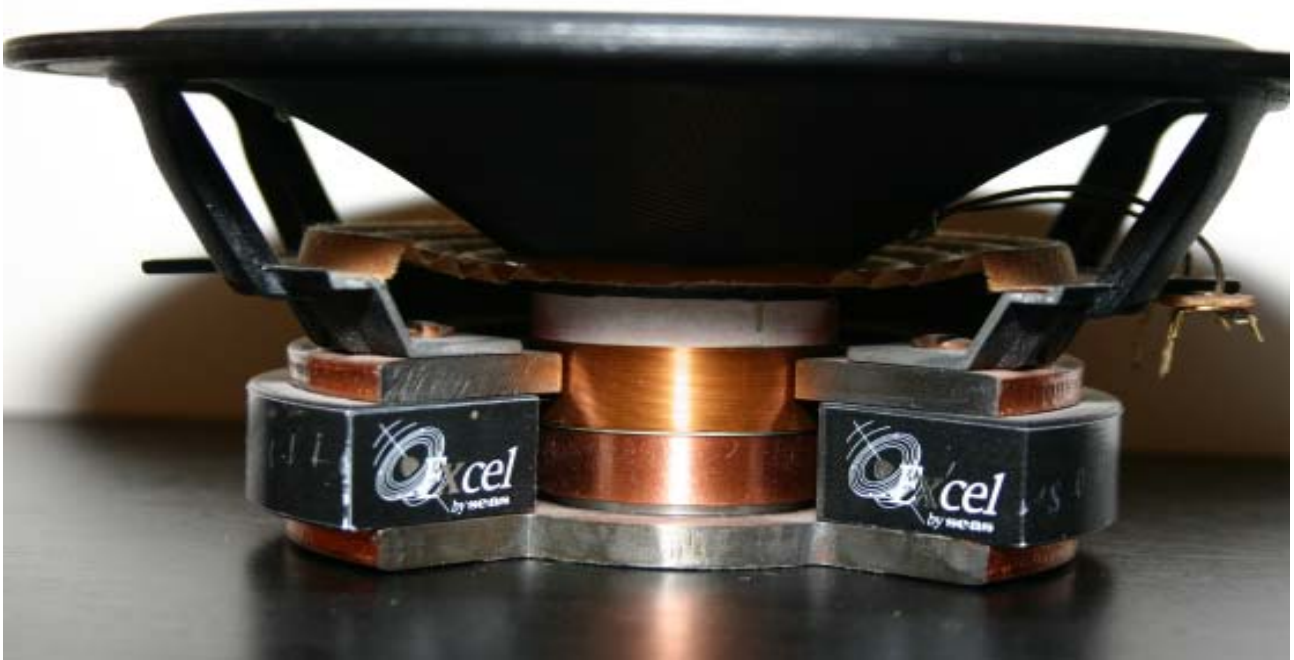
En högtalare är en anordning som omvandlar



*Bashögtalare. Notera den runda veckade ringen ovanför magneten, som gör att talspolen kommer att röra sig rakt i magnetfältet.*

elektriska signaler till ljudvågor, dvs förtätningar och förtunningar i luften i takt med den musik eller de ljud som skall återges. Hur kan detta ske?

Det vanligaste är att man har en spole som är lättroilig fram och tillbaka, och som befinner sig i ett homogent magnetfält. Till spolen kopplas den

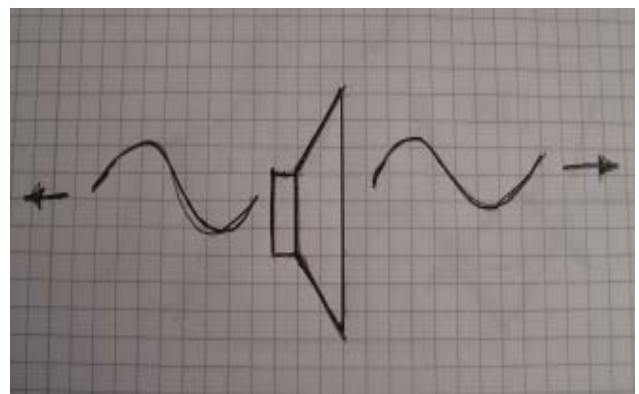


Här visas en högtalare i genomskärning. Talspolen består av två sektioner, och det gäller att få till ett homogent magnetfält så att talspolens rörelse blir linjär.

signal man skall lyssna på, och den måste vara kraftig för att det skall bli några rörelser av. Därför används en effektförstärkare, som måste kunna prestera en uteffekt på några Watt och uppåt. Spolen är kopplad till en kon av papp eller plast. Hela systemet är elastiskt upphängd i en rund ram av gummi så att det kan röra sig fram och åter. Signalen från effektförstärkaren gör att spolen rör sig, och i och med att spolen är fästad vid konen, så kommer den också att röra sig fram och åter i takt med musiken.

### **Bashögtalaren, för de låga frekvenserna**

När man vill återge låga frekvenser så kan man inte använda ett högtalarelement utan vidare. Vi har ett problem, som har att göra med konrörelsen som går fram och åter. När konen rör sig framåt blir det en tryckökning på framsidan och en motsvarande tryckminskning på baksidan av konen. Vid låga frekvenser är konrörelsen stor och följaktligen blir tryckvariationerna stora. Detta är nödvändigt eftersom stora mängder luft skall sättas i rörelse vid låga frekvenser. De båda ljudvågorna från högtalarens framsida och baksida är i motfas, och om ingenting görs, kommer



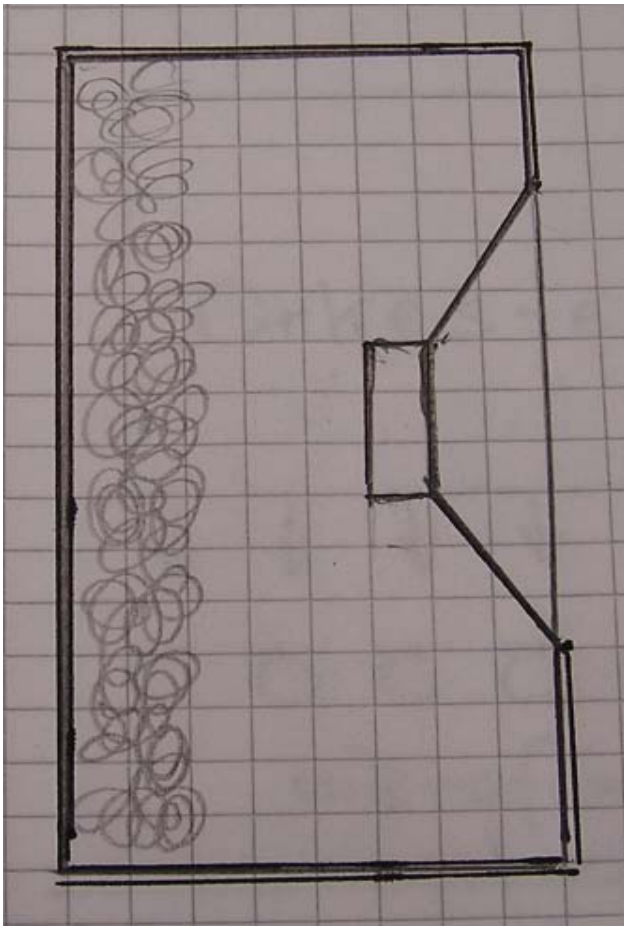
Framåt är det tryckmax. bakåt ett min. När vågorna träffar varandra tar max ut min så resultatet blir noll.

de att släcka ut varandra när de träffas. Resultatet blir en dålig basåtergivning.

Det här vill man ju inte ska inträffa om man investerat i en stor och dyr högtalare. Hur avhjälpa problemet ?

**Svar:** man måste separera de båda ljudvågorna åt, t.ex. genom att sätta högtalaren på en stor platta så att framvågen och bakvågen inte träffar varandra. För att det hela skall bli mer hanterligt

viker man ihop plattan så den får formen av en låda. Den kan vara sluten eller ha en tunnel. Finessen är att "bakvågen" inte kommer i kontakt med "framvågen", och basåtergivningen blir bättre.



*Problemet löses genom att man placerar högtalaren i en låda. Här kan fram- och bakvågorna inte träffa varandra. Basåtergivningen förbättras. På baksidan av lådan monterar dämpmaterial.*

Det är med andra ord en låda med ett eller flera högtalarelement som är placerat i den som populärt kallas för en högtalare.

En bashögtalare kan arbeta med frekvenser upp till c:a 3 kHz.

Bashögtalare kallas på engelska **woofer**.

## Diskanthögtalaren - det lilla elementet för de höga frekvenserna

En bashögtalare är bra på att sätta stora mängder luft i rörelse, när den återger låga frekvenser. Däremot är den dålig på att återge höga frekvenser. Varför ?

**Svar:** den stora konen har inte den lätttrörlighet som de höga (snabba) frekvenserna kräver. Den är ju fysiskt stor eftersom den skall pumpa stora mängder luft när frekvensen är låg. Högre frekvenser kan den med andra ord inte hantera på grund av sin tröghet.



*Diskanthögtalare. Lägg märke till den lilla sfäriska konen. Magneten och talspolen sitter på baksidan av frontplattan.*

Vi behöver ett komplement för högre frekvenser, och högtalartypen kallas för en diskant högtalare. Höga frekvenser kräver ett lätttrörligt litet högtalarelement som hänger med i svängarna – en diskant högtalare.

En diskant högtalare arbetar typiskt med frekvenser från c:a 3 kHz och uppåt.

Diskant högtalare kallas på engelska för **tweeter**.

## Övriga högtalartyper

En **mellanregisterhögtalare** används i en del system. Den arbetar då i frekvensområdet 200-300 Hz och upp till 3-4 kHz. Man låter här med andra ord bashögtalaren enbart arbeta med de allra lägsta frekvenserna.



En **breddbandshögtalare** hanterar hela frekvensområdet. För att de högsta frekvenserna skall återges kompletteras den stora konen med en liten som hanterar de högsta frekvenserna. Båda konerna är mekaniskt förbundna med samma talspole. Eftersom en breddbandshögtalare är en kompromiss mellan många krav är de sällan större än 8 tum i diameter.

En **subwoofer** är en bashögtalare för de allra lägsta frekvenserna. Den har ofta en inbyggd effektförstärkare med ett lågpasfilter så att enbart frekvenser från 20 upp till cirka 100Hz förstärks. Subwoofern arbetar med andra ord med de två lägsta oktaverna.

## Delningsfilter

Vi har i kapitlet om passiva komponenter läst om två stycken som har ett elektriskt motstånd som beror på en pålagd växelspannings frekvens. Dessa har vi stor nytta av nu när vi vill påföra bashögtalaren enbart låga frekvenser och diskant-högtalaren enbart höga frekvenser. På laborationen om passiva komponenter gjorde du en teoretisk laboration.

Delningsfilter kan bli mycket komplexa. Det filter som rekommenderas till bas- och diskant-högtalarna som du sett på bild tidigare ser ut så här. Filtret dämpar bl.a. vissa resonanser i högtalarna.

## Högtalare. Laboration.

Vi skall göra några praktiska övningar. Du behöver:

- \* en enkel högtalare monterad i en låda
- \* en tongenerator med förstärkare
- \* en CD eller annan musikkälla samt musik med lite bas.

### Försök 1:

1. Anslut högtalaren till tongeneratoren. Sätt vågformen på sinus, och justera ljudnivån så den blir lite svarage än vid normalt tal.
2. Öka frekvensen tills du inte kan höra någonting längre, och registrera vid vilken frekvens detta inträffade.
3. Sänk nu frekvensen tills du inte kan höra någonting längre. Rör inte nivå-ratten! (Level). Vid vilken frekvens blev det tyst?  
Vrid nu upp nivå-ratten (Level) så du hör bastonen. Förklara vad som hände.

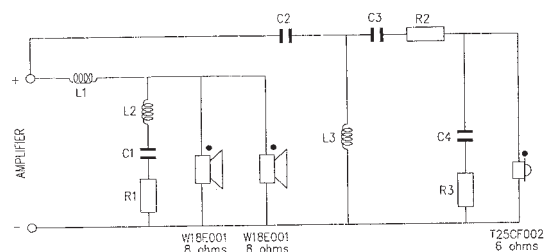
### Försök 2:

4. Anslut CD-n så du kan höra musik. Ta av frontpanelen och skruva av högtalarelementet. Var försiktig så du inte kör skruvmejseln genom membranet. Det finns kraftiga magnetfält runt högtalaren.
5. Lyft ur högtalaren från lådan, och sätt på musiken. Hur är basåtergivningen?  
Med musiken på: sätt tillbaka högtalaren i lådan. Vad händer?

**Skriv en redogörelse** där du beskriver vad du gjort i de båda försöken och varför det blev som det blev.



*Högklassigt delningsfilter monterat på ett kretskort. Notera stora dimensioner på spolar och kondensatorer.*



*Så här ser kopplings-schemat ut för delningsfiltret här bredvid. Två bas/mellan registerhögtalare arbetar parallellt mot en diskant-högtalare.*