

!!!!!! Själva bygget !!!!!!!

Dags att ta fram lödkolv och skruvmejsel

Nu är det äntligen dags att börja bygga ihop LTS-högtalarna!

Välkommen förresten alla läsare som hoppat över den tekniska biten av presentationen av LTS-högtalarna. Nu börjar det mera handgripliga!

Vi börjar med "innehållsförteckning" på högtalarna.

LTS-F1

2 st P21-LTS (bas)
2 st H534 (disk)
2 st Basreflexportar (DLS 3"-port)
2 st Anslutningspanel ANP 1
2 st Spolar 1,8 mH (1,4 mm tråd)
2 st Spolar 0,3 mH (0,8 mm tråd)
2 st Spolar 0,04 mH (0,8 mm tråd)
2 st Kondensatorer 6,8 μ F (100 V)
2 st Kondensatorer 4,7 μ F (100 V)
2 st Kondensatorer 3,3 μ F (100 V)
6 st Motstånd 3,3 Ω (9 W)
+
ca 3 m² MDF-spånplatta (19 mm, 22 mm i baffeln)
ca 3 meter Kabel EKUA
ca 55 liter Glasull
ca 3 meter tätlist

LTS-S1

2 st P21-LTS (bas)
2 st H534 (disk)
2 st Anslutningspanel ANP 1
2 st Spolar 1,8 mH (1,4 mm tråd)
2 st Spolar 0,3 mH (0,8 mm tråd)
2 st Spolar 0,04 mH (0,8 mm tråd)
2 st Kondensatorer 6,8 μ F (100 V)
2 st Kondensatorer 4,7 μ F (100 V)
2 st Kondensatorer 3,3 μ F (100 V)
6 st Motstånd 3,3 Ω (9 W)
+
ca 1,5 m² MDF-spånplatta (19 mm, 22 mm i baffeln)
ca 3 meter kabel EKUA
ca 40 liter Glasull
ca 3 meter tätlist

LTS-S2

4 st P21-LTS (bas)
2 st H534 (disk)
2 st Anslutningspanel ANP 1
2 st Spolar 0,9 mH (1,4 mm tråd)
2 st Spolar 0,3 mH (0,8 mm tråd)
2 st Kondensatorer 8,2 μ F (100 V)
4 st Kondensatorer 1 μ F (100 V)
2 st Kondensatorer 15 μ F (100 V)
4 st Motstånd 3,3 Ω (9 W)
4 st Motstånd 0,47 Ω (9 W)
+
ca 2,2 m² MDF-spånplatta (19 mm, 22 mm i baffeln)
ca 4 meter kabel EKUA
ca 80 liter Glasull
ca 4 meter tätlist

Linda av spolar för rätt värde

Spolar på 0,04 mH (40 μ H) är inte det lättaste att få tag på (eller 60 μ H för den som ger sig på softdome-diskant eller bygger S3). Den som köper delningsfilterkomponenter från HiFi-kit (*tel: 08 - 33 51 51, prata med Stefan, han känner till LTS-högtalaren*) kan dock köpa deras minsta spole på 0,15 mH (0,8 mm tråd) och avlinda den till rätt induktans. Avlinda 42 varv för att nå 0,06 mH. Avlinda 55 varv för att nå 0,04 mH, men se till så att ingen pratar med dig då du håller på att linda av. Det är lätt att tappa räkningen!

Snickeriet

Enklaste vägen till en god låda är att beställa hela lådan färdigsnickrad från någon duktig möbelsnickare. Välj helst en som har byggt högtalare tidigare och som förstår hur viktigt det är med täthet, stabilitet och precision i fräsningar. Låter man en snickare göra jobbet kan man ju dessutom ibland få den fanérad på tjuvigt sätt. Något som är svårt att göra snyggt själv, utan fanéress. Ungefärligt pris på färdigbyggda högtalare från en duktig möbelsnickare är ca 2 000:- per styck, kanske en eller två tusenlappar till i fanérat utförande. Priserna varierar dock en hel del över landet.

Att snickra själv är både roligt och tacksamt. Ett av de svårare momenten, nämligen att såga till bitarna, kan man dock normalt avvara. Istället för att själv såga till bitarna kan färdigsågade bitar beställas från din brädgård/snickare/byggvaruhus. Var noga med att upplysa om att precisionen skall vara hög. Ett tips är att såga alla 22,2 cm breda bitar i följd med samma inställning av sågbordet. Ställer man om sågen fram och tillbaka kan man lätt få avvikelser på halva millimetrar, vilket kostar trälim och finish, alldeles i onödan.

Priset på de uppsågade bitarna i MDF ligger runt 90:- per m². Det går dock alldeles utmärkt att använda vanlig spånskiva för den som tänkt ytbehandla med stenlack (se senare i texten). Stenlacken ställer nämligen mycket små krav på ytan eftersom den i sig är så skrovlig. Vanlig spånskiva är betydligt billigare än MDF, men väl så god som byggmaterial rent mekaniskt.

Använd rikligt med lim (vitlim för trä) och fixera bitarna noga under torkningen. Använder du vanlig spånskiva så kan du fixera med spik. Med MDF är sprickrisken påtaglig om man inte förborrat. Bästa spiksorten är sådana med väldigt litet koniskt huvud (vet inte vad de heter) som är lätta att slå in så att de inte sticker ut. Avser man att sten-spraya så är det lämpligt att slå in spikarna så att de är i plan med spånskiveytan. Mera avancerad ytbehandling (varning dock för pianolack och liknande, det är tillräckligt svårt att få god finish på vanlig mattlack) kräver nästan snickarbyggda lådor, eller välöverspacklade spikskallar.

(Om man låter en snickare bygga lådan så chipsar han den troligen, d v s fräser spår i fogytorna och trycker in chips-liknande träfiberbitar i spåren som styr bitarna mot varandra. Sen sätter man lådan i press medan limmet torkar. På så vis slipper man nästan helt ifrån spacklingsjobbet.)

Ytbehandling är ett roligt ämne. Något av det roligaste man kan ytbehandla med är "stenlack". Lack på burk som ser ut som sten! Bilderna på högtalaren (F1) i detta nummer är av högtalare utförda med stenlack. Ett svart

band (10,4 cm brett) har vidare av estetiska skäl mållats mellan diskant och baselement. Svart fälgfärg blev det, för det var vad jag hade hemma.

Stenlack kan man köpa i de flesta välsorterade färgaffärer. Den som är klok lägger dock en billig grundlack före stenlacken. Välj en grundlack i en kulör som motsvarar någon av nyanserna i stenlacken, då kommer du att spara in massor av stenlack (= pengar).

Filtret

Av ljudkvalitetsskäl bör man undvika att montera filtret på kretskort. I högtalare går strömmar om flera ampere och man gör bäst i att montera ihop komponenterna med riktig enkardelig koppartråd, eller då det är möjligt att nå, att löda ihop komponenterna utan kabel emellan.

Bästa metod är att såga till en bit masonit 15 * 25 cm för varje högtalare och limma filterkomponenterna mot masonitens blanka yta. Den exakta layouten (vilken komponent som sitter var på plattan) är inte så noga, men spolarna bör inte vara närmare varandra än 8 cm. I övrigt kan man limma komponenterna så att det blir så lätt som möjligt att löda ihop dem så att kopplingen stämmer med schemat. Använd helst PL 400, kontaktlim eller silikongummi och låt limmet torka ordentligt innan du hanterar filtret.

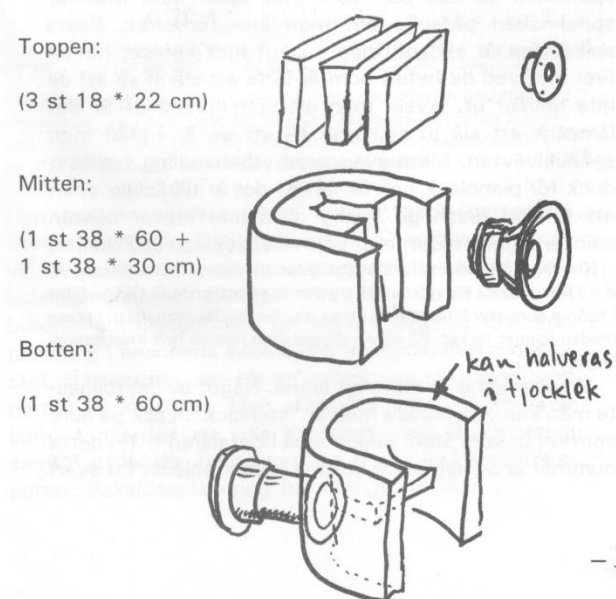
När filterplattan är färdiglimmad och -lödd (glöm inte de tre kablagen (EKUA) till anslutningspanel, baselement och diskantelement) så kan masonitplattan limmas (med trälim) mot högtalarlådans insida, rakt bakom baselementet förslagsvis. Om du har varit noga så är filtret perfekt skrammel-fritt.

Vill du vara riktigt noga så limmar du kablarna till element och anslutningspanel längs lådväggarna på väg till sina respektive mål. Då kan du helt slippa ifrån kabelskrammel från lådans inre.

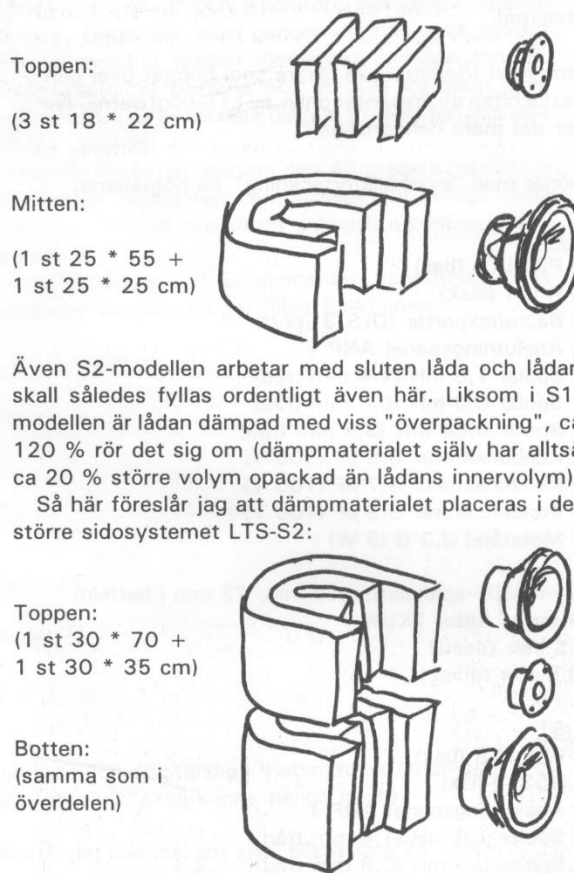
Monteringen

När lådan är ihopsnickrad och lackad, och alla komponenter är införskaffade skall det hela monteras ihop. Filtrets montering och inlimning i lådan beskrevs i det föregående och jag föreslår att man börjar med just detta. Därefter placeras man nogsamt in dämpmaterialet i lådan. Använd gummihandskar eller liknande om du inte gillar glasullskliande mellan fingrarna dagen efter.

Dämpmaterialet (ca 7-8 cm tjocka glasullsskivor) skall placeras på följande sätt i LTS-högtalarna. Modellen F1 först:



I den lite mindre S1-modellen, som ju arbetar med sluten låda skall fullnadsgraden vara högre. Det är inte alls lika kritiskt hur dämpmaterialet placeras i en sluten låda som i en basreflexlåda som arbetar fullregister (F1), men det skadar ju aldrig att vara noga. Så här kan dämpmaterialet placeras i S1:



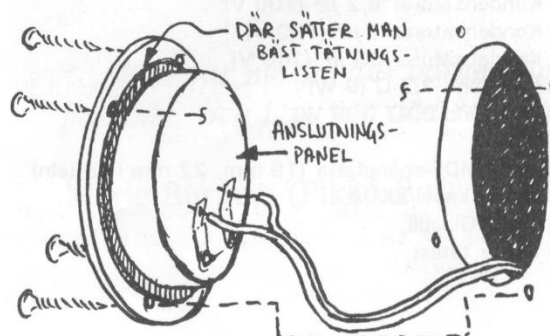
Även S2-modellen arbetar med sluten låda och lådan skall således fyllas ordentligt även här. Liksom i S1-modellen är lådan dämpad med viss "överpackning", ca 120 % rör det sig om (dämpmaterialet själv har alltså ca 20 % större volym opackad än lådans innervolym).

Så här föreslår jag att dämpmaterialet placeras i det större sidosystemet LTS-S2:

Obs! Baselementet är backventilerat! Se till så att det är fritt (2-4 cm) omedelbart bakom "utblåset".

Till sist skall element, anslutningspanel och basreflexport (endast F1) monteras. Element och anslutningspanel skruvas fast i lådan (glöm ej förborra), förslagsvis med gipsskruv eller liknande (till exempel "grabbers" 30 mm långa försinkade glesgångade variant, jag tror den är gjord för att skruva gipsskivor mot träreglar).

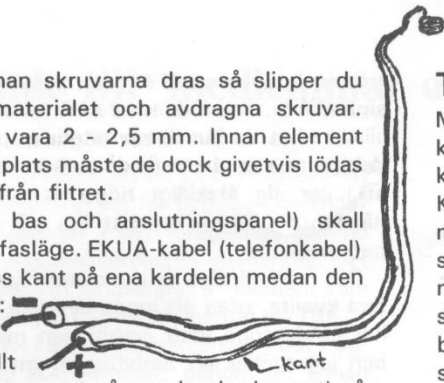
Innan element och anslutningspanel skruvas fast måste de dock förses med tätlist. Detta är viktigt både för att säkerställa att lådan blir fri från läckage och för att slippa skrammelljud vid höga ljudtryck. Tätlisten (självhäftande) skall fästas mot element och anslutningspanel innanför skruvhålen. Sätter man tätlisten utanför skruvhålen kommer lådan att läcka, garanterat:



Förborra alla hål innan skruvarna dras så slipper du både sprickor i lådmaterialet och avdragna skruvar. Lämplig borrhör brukar vara 2 - 2,5 mm. Innan element och panel skuvas på plats måste de dock givetvis lödas till respektive kabel från filtret.

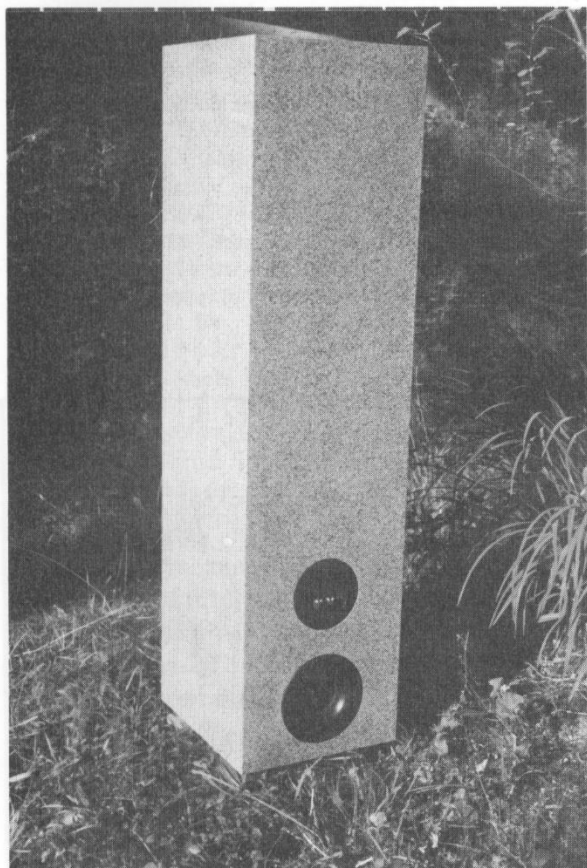
Alla tre (diskant, bas och anslutningspanel) skall lödas in med samma fasläge. EKUA-kabel (telefonkabel) har vanligtvis en vass kant på ena kardelen medan den andra är rundkantad:

Använder du den vassa till plus överallt (plus = rött, minus = svart på panel och element) så blir alltså allting rätt fasat.



Basreflexporten

När basreflexröret limmas på plats gör man klokt i att limma starkt, ty porten blir då ett utmärkt bärhantag. Enklarest är att limma det med kontaktlim eller PL 400. De tre delarna i porten (två ändstycken och ett rör) behöver inte limmas ihop då de har presspassform). Vill du experimentera med avstämningens frekvensen så väntar du med att limma röret i lådan tills du vet hur långt rör du vill använda. Med porten levereras ett rör som är tre decimeter långt. Med avsedd avstämning (28 Hz) så skall basreflexröret (exklusive ändbitar) kapas till en längd av 13 cm. Med längre rör blir avstämningen lägre och vice versa.



Så här skall högtalaren se ut bakifrån om allt vill sig väl

Sen behöver du bara placera högtalarna på rätt plats i lyssningsrummet, helst på mjuka fötter (SD-fötter förslagsvis) och så är allt färdigt och det är bara att börja spela *musik!*

Totalkostnaden

Med allt inräknat kostar ett par LTS-F1 strax över 4000 kronor, med snickarbyggd låda fortfarande under 7500 kronor paret om man hittar en ultrabillig snickare. Kontakter man en stockholmssnickare emellertid får man räkna med att han vill ha åtminstone 5000:- för att snickra lådorna. S1 kostar några hundralappar mindre, medan S2 kompletta kostar ett par tusen mer. Om man sen bedömer det som ett plus eller ett minus att man bygger dem själv får var och en avgöra. Själv har jag, sånär som på snickeriet, byggt ihop vårt (LTS) eget par LTS-F1 alldeles själv:



Oj vad han kan!

Plus-effekt: Glädjen att skapa

För den som aldrig byggt någon egen högtalare vill jag ge rådet att göra det nu. Det är både roligt och lärorikt. Några egentliga svårigheter finns inte även om en viss noggrannhet givetvis krävs. Själv byggde jag säkert 40 högtalare, alla förvisso egensinniga experimentella konstruktioner, under min "amatörtid" (före 1978). Jag har dock hunnit bli extremt trött på att bygga högtalare. Det är tur att man har en egen snickare, annars skulle jag nog inte stå ut med mitt jobb...

Det par LTS-F1 som LjudTekniska Sällskapet investerat i som referenshögtalare (kommer att visas på ett LTS-möte någon gång i höst) har medlemmen och styrelseledamoten Peter Pettersson förtjänstfullt snickrat ihop. Resten av jobbet (lackering och montering) har jag faktiskt gjort alldeles själv! Jag ville ju testa att högtalaren verkligen skulle vara lätt att bygga,

även för en elektronikkonstruktör utan identifierbar organisationsförmåga.

Hur det kan komma sig att det ändå lyckades och varifrån jag fick energin vet jag inte. Normalt är jag renons på energi nästan dygnet runt och dessutom tycker jag inte om att borra, skruva och få färg på fingrarna, och på fötterna. Att löda och skruva hatar jag också. Kanske var det trots allt lite, lite roligt ändå. Och som sagt, enkelt! LTS-högtalaren är nästan omöjlig att misslyckas med. ☺

Sist men inte minst:

Hur bra är LTS-högtalaren?

Det är naturligtvis i regel olämpligt att en konstruktör själv utvärderar sin konstruktion eftersom det är föga troligt att han tänker tycka illa om den.

Å andra sidan: Eftersom mitt vanliga arbete är att konstruera högtalare (såväl för psykoakustisk forskning, inspelningsstudior och privatpersoner) så konkurrerar jag ju med mig själv med LTS-högtalarna, och skulle ju helst säga att de är jättedåliga! Köp mina istället, de är mycket bättre! (fast dyrare)

Nu ligger det ju å andra sidan i min natur att göra saker som vissa tycker är olämpliga, och dessutom hoppas jag att de ovanstående båda motstridiga förutsättningarna gör att mina synpunkter kan betraktas som lika trovärdiga som de är ärligt menade, så här kommer en utvärdering i alla fall!

Jag vill dock bara i självbevaringsdriften nämna att alla jämförelser mot "branschens övriga högtalare" i kommande text inte inkluderar de högtalare mitt företag (Ino Audio-Animation) tillverkar!

Jo, så här bra:

Först en liten programförklaring: Min uppfattning om HiFi, vilket förhoppningsvis framgått i MoLt, är att en produkt kännetecknas av sina brister snarare än sina förtjänster. Det är alltså bättre att apparaten är bra på allt än att den är fenomenal på en enda punkt som kan marknadsföras (en sales point) så att apparaten kan beskrivas som bra i broschyrer och kan säljas med framgång, fast det egentligen är bristerna på alla andra punkter som köparen kommer att märka mest i längden och därför torde vara den intressantare informationen... (Den som skall utforma en säljbroschyr tycker givetvis precis tvärtom.)

Ambitionen med LTS-högtalaren har varit att göra en högtalare som kan allt, inga förbisedda områden. Dock inte en fullfjädrad monitor som nödvändigtvis är 100% ärlig mot inspelningarna (och i ärlighetens namn, hur många högtalare med beteckningen 'monitor' är sanna monitorer? Inte många).

LTS-högtalaren är en högtalare som i grunden gör allt bättre, och faktiskt även sannare, än huvuddelen av marknadens övriga högtalare, men som på varje punkt där perfektion inte kunnat uppnås av olika skäl, gör sina små fel på ett trevligt, musikvänligt sätt.

Även om en sann återgivning prioriterats högt vid framtagandet har alltså även hänsyn tagits till befintligt programmaterial och dagen möbleringsmode. Hög-

talaren är även gjord för den som vill kunna spela alla sina skivor. Även de med små fel och brister.

Att hitta en jämförbar högtalare på marknaden för dubbla priset är mycket svårt, och även om man sträcker sig åtskilligt högre upp i prisklasserna så hävdar sig F1:an mycket bra på varje enskild liten parameter.

Det märkvärdiga är dock inte någon utvald parameters kvalite, utan att ingen lämnats åt slumpen. Detta har åtminstone varit ambitionen med LTS-högtalaren och jag tycker att ambitionen, mycket tack vara ett tursamt konstruktionsarbete, uppfyllts med råge.

De allra flesta högtalare på marknaden har konstruerats med hänsyn tagen bara till en enstaka, eller i bästa fall några få, parametrar. I marknadens överflöd av högtalare höjer sig LTS-högtalaren skyhögt över mängden, allra främst då det gäller hur genomkontemplerad den är.

Bland byggsatser är LTS-högtalaren tämligen unik.

I **övrigt** hänvisar jag till en utförlig presentation av högtalarens mätdata på annan plats i detta nummer, eller eventuellt i nästa MoLt (om tid att sammanställa materialet till detta nummer inte räckte till).

Bygg väl!

ing Öhman

Leverantörer:

- **Spånplatta, glasull, spik, spackel, skruv och färg:** din lokala bygghandlare, brädgård eller dylikt. Specialicerade färghandlaren kan givetvis vara behjälplig också.
- **Baselement:** beställes via LTS (se vidstående sida).
- **Basreflexport:** DLS (031 - 84 00 60, Kurt eller David).
- **Diskantelement, filterkomponenter, tätlist, anslutningspanel m m:** HiFi Kit (08 - 33 95 97, Stefan).
- **EKUA-kabel (telefontråd):** ELFA, el- eller järnaffär.

Snickarhjälp

Peter Pettersson, som snickrat LTSs eget par F1-högtalare (de som varit med på bilderna i denna artikel) har efter moget övervägande, och mycket tjat från min sida, sagt sig vara villig att ta fram färdigsågade och färdigfrästa bitar till LTS-högtalarna. Den som vill kan även få köpa färdigsnickrade högtalarlådor.

Peter Pettersson kan kontaktas på:

Pe-Pe finsnickeri
dr Widerströmögata 48
129 54 Hägersten

Tel: 08 - 88 35 88

—Tonkurvemätningar på LTS-högtalaren—



I denna artikel redovisas de tonkurvemätningar som gjorts främst på högtalaren LTS-F1, som tillsammans med sina syskon S1 och S2 presenterades som byggprojekt i föregående nummer av Musik & Ljudteknik. Om inte annat så skall det väl framgå att begreppet tonkurva inte är helt okomplicerat...

Mätkurvor för S1 och S2

I artikeln i det följande redovisas i stort sätt bara tonkurvorna för huvudmodellen LTS-F1. Att därur få veta hur de andra två modellerna mäter är dock en lätt match.

Mätkurvorna för S1 är så gott som identiska med de redovisade med undantag av basens tonkurva under 80 Hz.

Vad gäller S2 är tonkurva rakt fram och i sida identiska med de för S1, så när som på att känsligheten är 6 dB högre. I övrigt så skiljer sig spridningen vertikalt, så tillvida att registret 500 - 2000 Hz har högre riktverkan hos LTS S2. Framförallt i efterklangsrika miljöer är detta en fördel hos S2-modellen, som förmår att behålla sin klarhet och tydlighet under sämre akustiska förutsättningar. Speciellt på röster kan det vara märkbart. Spridningsmönster liknande de som S2-modellen ger brukar förespråkas i kvalificerade hemmabiosystem. En ytterligare liten modifiering (i nästa nummer av MoL) kan dock optimera hemmabiobruket ytterligare.

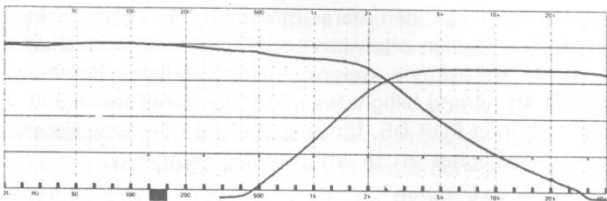
Känslighet på systemen

I förra numret av MoLt angavs en ungefärlig känslighet om 87 dB för F1 och S1, medan S2 angavs till 93 dB. Att mäta absolut känslighet är dock en betydligt osäkrare manöver än att mäta frekvensberoendet, alltså tonkurvan/frekvensgången. Temperatur, luftfuktighet med flera faktorer kan ge mätosäkerheter på över en dB om man inte utför en absolutnivåkalibrering före varje mättillfälle. När jag räknar fram och tillbaka kommer jag fram till att känsligheten nog bör ligga runt 1 dB lägre än angivet, d v s 86 dB för F1 och S1, 92 dB för S2. Även kompletterande mätningar gjorda helt nyligen antyder att 86 resp 92 dB nog är en god angivelse.

Nu spelar ju inte en enstaka dB någon större roll, så i mätredovisningarna i det följande använder jag de ursprungliga framräkta absolutgraderingarna, men den som är nogga skall veta att känsligheten i verkligheten kan vara någon dB lägre än vad som står på kurvorna. Detsamma gäller möjligen även mätningarna på NHT 1.5 och Carlsson OA 50 i föregående nummer.

Delningsfiltrets tonkurva

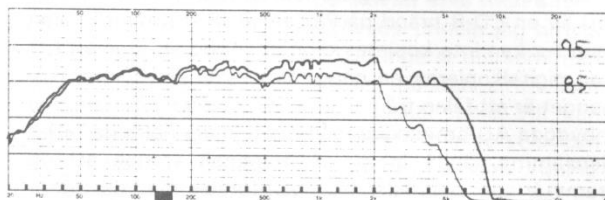
Mätning av tonkurvan i delningsfiltret ser ut på följande sätt:



Som synes ligger diskanten ca 6 dB dämpad medan basen har ett succesivt fall från 200 Hz upp till dryga 2 kHz där fallet inledningsvis sker med 12 dB/oktav vikt mot högre frekvenser sjunker till 6 dB/oktav. Helt i överensstämmelse med avsikterna. Intressantare än filtrets elektriska tonkurva är dock självfallet vad som kommer ut akustiskt ur respektive högtalarelement.

Baselementet med och utan filter

Här visas basens tonkurva med och utan delningsfilter, uppmätt på 50 cm avstånd:



Här kan man notera några avvikelser från en helt rät tonkurva. Om vi börjar nedifrån i frekvens så ser vi att tonkurvan på denna mätning faller under 50 Hz. Det beror på att vi är betydligt närmare baselementet än basreflexporten varför porten lågfrekventa bidrag inte kommer in med rätt styrka i mätningen.

Vidare kan vi se att de finns en liten svacka på någon dB runt 150 Hz. Den beror på att fasförhållandet mellan basreflexporten och baselementet börjar överstiga 120 grader, d v s de förstärker inte varandra längre. Orsaken är tvåfaldig, dels ökar portens akustiska branthet över ca 130 Hz, vilket ger ökad fasvridning (se senare separatmätning på porten). Även det längre avståndet till porten kommer in, vid vanlig lyssning på avstånd framför högtalaren är svackan avsevärt mindre.

Nästa detalj som kan vara intressant att kommentera är svackan vid ca 500 Hz. Den har nämnts även i originalartikeln och beror på att membranet börjar bryta upp. Svackan är det enda i högtalarens tonområde som ger avvikelser större är +/- 1,5 dB från en helt rät tonkurva vid lyssning på normalt avstånd.

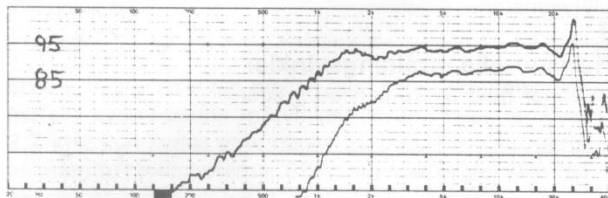
Går vi vidare uppåt i frekvens så ser vi att tonkurvan från delningen och däröver faller lite trappstegsformat. Avvikelse från en helt idealisk tonkurva är ca +/- 2,5 dB. När basen får hjälp av diskanten blir sammanlagda tonkurvefelet inom +/- 1,5 dB dock.

I övrigt ser man här och där lite "smågrus" på tonkurvan. Det har ingenting med själva högtalaren att göra, utan är uteslutande reflexer från träd, mark och husväggar som kommit med i mätningen. Mätningarna är gjorda utomhus med högtalaren lyft 1,5 meter över marken och ett antal meter ifrån ett hus som står på tomten. Mätomständigheterna kan alltså i stort sätt rubriceras som frifältsmässiga (ekofria) fast med små

störreflexer. Jag har här valt att inte presentera mätningarna i "reflex-rensad" form, utan istället berätta för den intelligenta läsaren vad som orsakar smågruset på mätningarna.

Mätningar på diskantelementet

Nästkommande mätkurvor gäller diskantelementet. Mätningen är även denna gjord utan respektive med filter, på ca 50 cm avstånd:

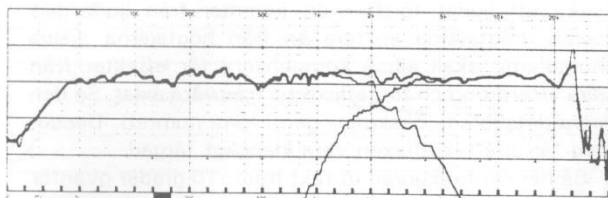


Denna kurva finns det väl egentligen inte så mycket att säga om. Den övre kurvan visar ett diskantelement som i stort sätt saknar avvikelser från en rät tonkurva inom det tänkta arbetsområdet (2,2 - 20 kHz). Enda avvikelsen är en liten svacka vid ca 2 kHz. Den beror inte på diskantelementet själv, utan är en effekt av högtalarens baffelstorlek, form och reflexion i baselementets kant (se även senare mätningar på diskantens närfältstonkurva).

Vad gäller diskantens tonkurva med delningsfiltret anbringat finns om möjligt ännu mindre att kommentera. Nivån har minskats från 92 dB till 86 i arbetsområdet (fast mätutrustningen vid tillfället tyckte att känsligheten efter filtret låg på ca 87 dB).

Samarbete runt delningen

Nästa mätning visar hur basens och diskantens ut signaler adderas runt delningsfrekvensen:



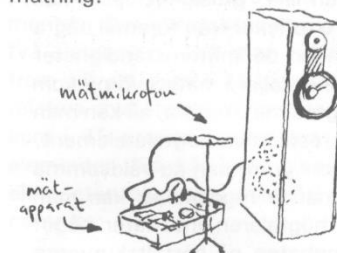
En absolut perfekt integrering mellan registren medför att nivån precis i delningen stiger med 6 dB när elementen samverkar med lika nivå (vid 2,2 kHz). När det skiljer 10 dB mellan basens och diskantens nivå (vid 1,6 kHz och vid 2,95 kHz) skall summan ligga 2,38 dB över den starkaste av dem, om integrationen är perfekt.

Som synes är fasskillnaden mellan registren mycket låg vid och omkring delningen i högtalaren. Mäter man riktigt noga så kan man dock se att summan vid 2,95 kHz ligger någon mindre än 2,38 dB över diskantens nivå dock. Detta är fullt avsiktligt och ger skraddarsydda vertikala spridningsegenskaper i överensstämmelse med de önskemål om fri höjdplacering av lyssnaren som framfördes i förra numret (se även senare mätningar på vertikal spridning).

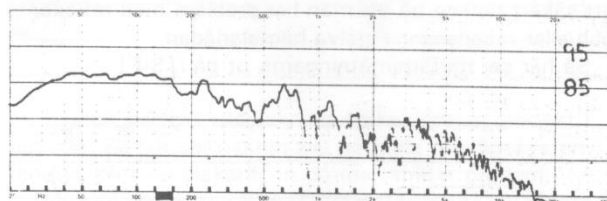
Vid föregående mätning var mätavståndet 50 cm, med mätmikrofonen placerad mitt framför/mellan bas- och diskantelementen.

Samarbete port - baselement

För att visa även basreflexportens bidrag på korrekt nivå har en kompletterande mätning gjorts med mikrofonen placerad på lika avstånd, fortfarande 50 cm, till basreflexport och baselement. På lådans geometri måste mikrofonen placeras vid sidan av lådan vid denna mätning:



Av denna orsak är tonkurvan över 150 Hz begränsad av spridningsegenskaperna hos baselementet. Så här ser kurvan ut:



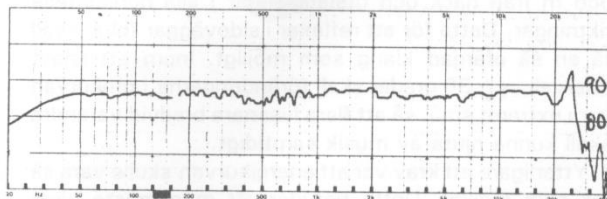
Som synes är tonkurvan exemplariskt rak och fin ned till 30 Hz (-3 dB) och med ett mjukt och fint fall ned till under 20 Hz. Enligt DIN-normen (-8 dB) är undre gränstrekvensen imponerande 19 Hz.

Över 170 Hz har jag lagt in mätkurvan tagen 50 cm mitt mellan/framför bas- och diskantelement så att man lätt kan se hur väl nivåerna överensstämmer. När golvreflexen kommer med kommer dock basnivån att ligga totalt sett lite för högt om högtalaren används i ett i övrigt väldämpat rum. Detta är orsaken till den något varma grundklang som kännetecknar LTS-högtalaren och gör den lämplig till spelning i normala akustiskt obehandlade vardagsrum.

Större mätavstånd ger exaktare tonkurva

50 cm är ett mätavstånd som, på en högtalare av LTS-F1's trots allt ganska rimliga storlek, är att betrakta som en nästan riktig fjärrfältsmätning med mätfel mindre än tonkurvefelen från en normal högtalare (basregistret undantaget givetvis).

Enmedan LTS-högtalaren är så osedvanligt tonkurvelinjär har jag dock kompletterat med en mätning gjord 89 cm från högtalaren. Då blir tonkurvan faktiskt ännu något rakare:



Frekvensområdet upp till 160 Hz har här mätts ekvidistant mellan port och baselement, medan registret över 160 Hz mätts ekvidistant mellan bas och diskant. Ännu en gång vill jag påpeka att de känslighetsangivelser som finns på mätkurvorna troligen är ca 1 dB för höga.

Fortfarande ligger tonkurvan inom $\pm 1,5$ dB med undantag av den lilla svackan vid 500 Hz på - 2 dB. Totalt sett är jämnheten t o m ännu högre än på 50 cm avstånd, speciellt i det höga diskantområdet.

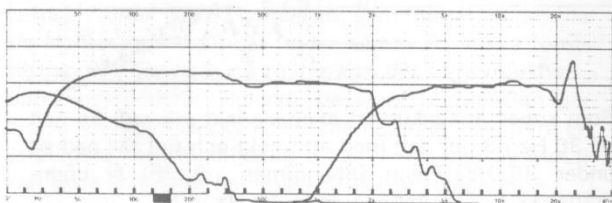
Närfältsmätningar

för att göra sig av med den lilla "grusighet" som kan finnas på mätkurvorna p g a reflexer från föremål några meter ifrån högtalaren under de mätomständigheter som varit för handen, alltså detaljer i mätkurvorna som egentligen inte har med högtalarna att göra, så kan man göra närfältsmätningar på respektive högtalarelement.

Om man i närfältsmätta tonkurvor kan se våldsamma kast, tvära språng eller liknande ruggigheter kan man vara nästan säker på att högtalaren inte låter något vidare. Kvaliteten och jämnheten på närfältskurvorna berättar mycket om huruvida högtalarelementen i sig har problem med svåra uppbyggnader, resonanser i anslutningstrådar, chassien eller liknande.

Finns det några ojämnheter under 200 Hz så är det ett säkert tecken på att man har problem med reflexer och/eller resonanser i själva högtalarlådan.

Så här ser närfältsmätningarna ut på ITS-F1:



Som synes är kurvorna nästan så nära idealet man kan komma. Den lilla svackan som i närfältsmätning på baselementet yttrar sig vid 450 Hz är orsakad av den försiktiga begynnande membranuppbyggnaden, alltså samma fenomen som syns som en minimal svacka vid 500 Hz i tonkurvan på avstånd från högtalaren. Även i närfältet kan man se den lilla vågigheten från baselementet över 2 kHz. Porten saknar som synes alla typer av elakartade resonanser. Diskantelementet saknar alla typer av oegentligheter.

Spridningsegenskaper

Nu när LTS-F1's kanske viktigaste tonkurva, den i riktning rakt fram, behandlats utförligt kommer vi till hur det låter i andra riktningar.

Det har lagts ned mycket stor omsorg på en grupp egenskaper i LTS-högtalaren, nämligen dess spridningsegenskaper, helt enkelt för att de spelar stor roll för hur högtalaren uppfattas när man använder den i ett vanligt lyssningsrum.

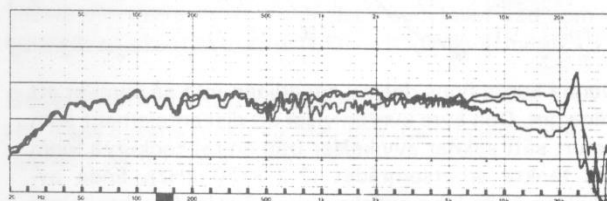
Ett av grundkraven var att tonkurvan skulle vara jämn och fri från hack och utsläckningar i alla horisontella riktningar. Detta för att reflexer i sidoväggar (bl a) skall få en så ofärgad klang som möjligt. Inom ett snävt intervall, ± 30 grader skall förändringarna i tonkurvan vara extremt små, så att flera lyssnare bredvid varandra skall kunna njuta av musik samtidigt.

Ytterligare ett krav var att energikurvan skulle vara så rak som möjligt. Detta betyder att man måste väga olika spridningsvinklar mot varandra. Om högtalaren (som hos LTS-F1) uppvisar lite bättre spridning i registret 2 - 5 kHz horisontellt är det bra om samma register har lite sämre spridning vertikalt. På så vis blir även den lite fördröjda efterklngen i lyssningsrummet

jämn och frekvensoberoende. Speciell hänsyn måste givetvis tas till vissa särskilt viktiga vertikala vinklar, framförallt 45 grader uppåt, dvs en strålningsvinkel som via studs i tak kommer att kunna nå lyssnarens öron mycket kort efter direktljudet. Ljud som stålar nedåt är en relativt sett mindre intressant, eftersom man i de flesta fall har ett soffbord eller liknande framför sig och troligen även en matta på golvet. Båda mildrar effekten av golvreflexen i det högre frekvensområdet. Det är dock ett absolut krav att ljudet ned mot golvet inte är starkare än det som går raka vägen till lyssnaren.

Horisontella strålningsvinklar

Vi börjar med 0, 30 och 60 grader:



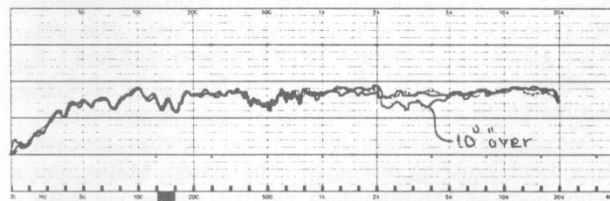
Skillnaderna mellan 0 och 30 grader är minimala. Verkligen trevligt, för alla i soffan. På 60-graderskurvan kan vi ana att spridningen mellan 2 och 5 kHz (inte oväntat) är något bättre än i registret över och under. Orsaken är givetvis att diskanten är synnerligen rundstrålade i sitt lägre register. Vissa begränsningar i den vertikala spridningen i detta register skulle således inte skada. Strax över till dessa mätningar.

Notera att ingen av de horisontella kurvorna uppvisar så mycket som en tillstympelse till utsläckningar.

Vertikalt då?

Vertikalt är kraven mera komplicerade än horisontellt. Dels skall vi ju ha en svacka i registret runt 3 kHz om vi ställer oss upp, för att på så vis "lura" vår hörsel att tycka att ljudet fortfarande kommer från ljudbilden bakom högtalarna snarare än från högtalarna själva (högtalarna skall alltså kompensera för effekter från våra ytteröron och för reflexerna från våra axlar. Se den mera detaljerade beskrivningen i förra numret). Dessutom får inte takreflexen vara klangligt färgad.

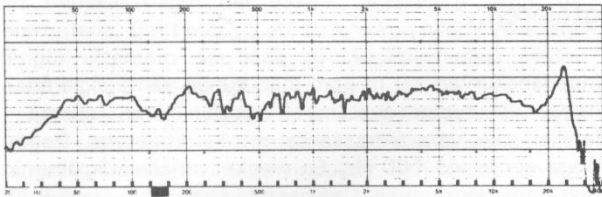
Så här ser tonkurvan ut rakt fram, 10 grader ovanför högtalarens mittaxel, samt (streckad) 10 grader under:



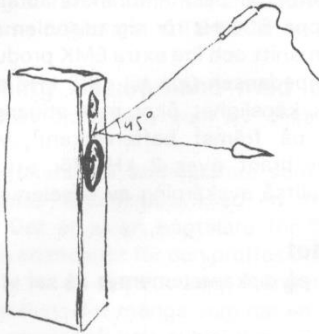
Som synes har vi en väl fungerande svacka centrerad runt 3 kHz (det går att göra ännu bättre höjdkorrektion i mera avancerade (och dyrare) högtalarkonstruktioner. Fenomenet/möjligheterna är dock helt utforskade i såväl hifi-branschen som bland psykoakustikforskare. Av outgrundlig anledning har sistnämndas studier, då det gäller ytteröronens värde i riktningssammanhang, i stort sett uteslutande inriktats på halvsfären över lyssnarens huvud. Så några för stående lyssnare fungerande höjdkorrektioner förekommer överhuvud-

taget inte på marknadens högtalare, annat än oavsiktligt då förstås... (Ino Audio's högtalare undantagna, givetvis!).

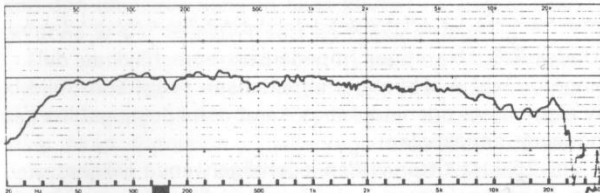
Så långt mycket bra således, men hur ser det ut i riktning mot taket? Jo, så här:



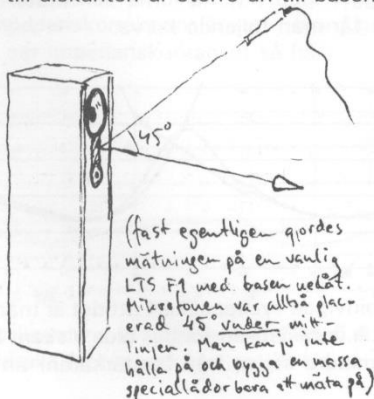
Som synes är skarven mellan bas- och diskantelement perfekt även i denna mätvinkel! Nivån i registret över 2,2 kHz kan synas vara något för hög, men det beror på mätomständigheterna. Eftersom mätningen skett på begränsat avstånd (ca 1 meter) blir diskantnivån till mikrofonen något högre än basnivån. Dessutom blir vinkeln till diskantelementet något mindre än 45 grader (vilket ju är vinkeln till mittpunkten mellan elementen):



Skulle man välja att använda sin högtalare uppåner (se förra numret) så skall givetvis takreflexen fortfarande sakna interferenser i delningsområdet om det skall låta bra. Så här ser det ut i vinkel 45 grader "nedåt":



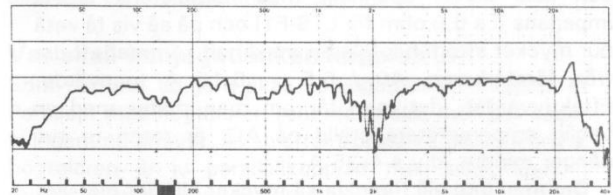
Som synes är samarbetet lika bra i denna vinkel som i vinkel uppåt. Av samma skäl som tidigare är dock inte den verkliga vinkeln till diskanten 45 grader, utan i detta fall något mer än 45 grader, samtidigt som avståndet till diskanten är större än till basen:



Hur det sett ut med normal elementplacering

Om man för skojs skull tänker sig att man flyttar ihop elementen så att de som hos en konventionell högtalare är så nära varandra som möjligt, d v s 16 cm istället för 24 cm, hur skulle tonkurvan upp i taket se ut då?

För att få svar på denna fråga har jag givetvis inte byggt en extra högtalare med 16 cm mellan högtalarelementen. Det intressanta är ju relativa avstånden till de två elementen. Om man räknar lite så kommer man fram till att man i 28 graders mätvinkel har samma relativa avstånd till elementen placerade 24 cm isär, som i 45 graders vinkel om det vore 16 cm mellan elementen. Så här hade alltså takreflexen klingat om elementen placerats med 16 cm avstånd centrum till centrum:



En nästan perfekt utsläckning (vilket inte är perfekt!) uppstår. Så här ser nästan alla normala tvåvägssystem (en bas plus en diskant) ut då man mäter på dem.

Den klurige läsaren tänker nu förstås att så här måste det ju se ut även från LTS-S2. Men det gör det faktiskt inte, trots att avståndet till basarna är ca 16 cm i båda riktningarna från diskanten.

En orsak är att baselementen avsiktligt inte arbetar i perfekt fas med diskanten. På så vis sker inte utsläckning mellan den ena respektive andra basen vid samma frekvens. Dippen blir betydligt mindre brant. Ett annat, viktigare skäl, är att baselementen faktiskt börjar interferera med varandra redan vid några hundra Hz! I 45 graders vinkel motarbetar de varandra nästan helt vid 750 Hz. Hos LTS-S2 är alltså hela mellanregisterområdet från 400 Hz och uppåt riktat. Det uppstår aldrig någon ensam, ravindjup dip vid en enskild frekvens, utan energin från taket är totalt sett betydligt lägre. Undantaget är dock diskantområdet där spridningen fortfarande är god från S2.

I nästa (troligen) nummer kommer därför ett par tips om vad man kan göra om man ytterligare önskar att förbättra återgivningen från sina S2-högtalare. Speciellt torde det kunna vara intressant för dem som vill använda dem i hembiosammanhang, och som inte har såpant väntak...

Ing Öhman



—ATB, vad är det? Automatisk tilläggsbanan?

—Impedansmätningar på LTS-högtalaren—

Här redovisas de impedanskurvemätningar som gjorts på högtalaren LTS-F1. Ett förslag på möjlig konjugatlänk presenteras även, samt en förklaring varför den normalt inte behövs alls och aldrig behöver sitta i själva högtalaren...

Impedansmätningar

Först lite generellt om impedansmätningar.

Som säkert alla vet berättar en impedanskurva hur mycket ström en högtalare drar vid olika frekvenser.

Om man vill förenkla det hela lite så kan man utgå ifrån det maximala spänningssvinget från den drivande förstärkaren (40 volt för en förstärkare på 100 watt) och dela denna spänning med högtalarens lägsta impedans (ca 6,5 ohm för LTS-F1) och på så vis få veta hur mycket ström högtalaren maximalt kommer att dra från förstärkaren. $40 / 6,5 = 6,15$ A toppvärde. Effektivvärdet (det man får om man mäter med en vanlig amperemätare ställd på AC) är roten ur två gånger mindre, d v s 4,35 A.

Om man inte vill förenkla så mycket blir det plötsligt komplicerat. Det är nämligen på det viset att en högtalare med mycket reaktiv impedans (tvärsprång) kan dra betydligt mera ström än så, förutsatt att man lyckas hitta den "rätta" testsignalen (även uppåtstående impedansstoppar medverkar till ökad maxström, trots att medelströmmen minskar). Att hitta den riktigt svåra testsignalen som får högtalaren att dra jätteströmmen är dock så svårt att man får hålla på flera timmar om man inte vet hur impedanskurvan ser ut. Det gör inte musik. Vet något om impedanskurvor alltså.

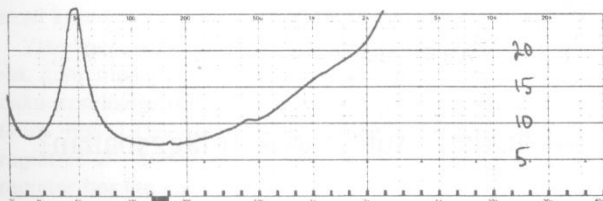
Mäter man på en verklig högtalare kopplad till en verklig förstärkare spelande verklig musik kan man konstatera att högtalaren inte drar mera ström än spänningen in till den delat med minimpedansen. Hur detta kan vara möjligt trots att man kan tillverka en mätsignal som får högtalaren att dra kanske två - tre ggr högre ström tänker jag inte gå in på här, men förklaringen innehåller såväl sannoliketskalkyler som lite filosofi. Musikinspelingsfilosofi...

Hur som helst är inte ens 3 ggr 6,15 A några enorma strömmar för dagens (transistor)förstärkare. NAD 208 kan t ex lämna 100 A om den behöver. De flesta kan leverera flera gånger mer än de behöver. På rimligt konstruerade högtalare är alltså egentligen inte impedanskurvan så speciellt intressant ur "musikinspelings-synpunkt".

Då den kan vara tekniskt intressant för den som, till skillnad från mig, är lagd åt det hållet, så kommer här mätningarna ändå. Några intressanta detaljer kan man kanske ändå kommentera.

Baselementet

Vi börjar nedifrån i frekvens, alltså basen först:



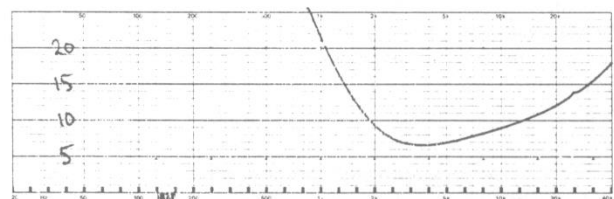
Impedanskurvan ser ut som man kunde vänta sig från ett basreflexsystem avstämt till ungefär 27 Hz. Tre små detaljer kan vara intressanta att kommentera. Den första ser vi vid 160 Hz. En mycket smalbandig liten topp i impedanskurvan. Jag har inte analyserat orsakerna till den eftersom det inte finns ett spår av tonkurvelen vid frekvensen i baselementets närfält. Möjligen kan den härröra från höjdresonansen i högtalarlådan (1/2 våglängd om ljudhastigheten i den dämpade lådan ligger på 309 m/s, vilket är rimligt). Knycken skulle också kunna bero på en liten resonans i baselementets upphängning eller anslutningstrådar.

Nästa effekt i impedanskurvan ser vi vid 450 - 500 Hz. Fenomenet beror på basmembranets första upp-brytning. Vid knappa 500 Hz rör sig talspolen mer än membranet i genomsnitt och lite extra EMK produceras.

Den stigande impedansen upp till ca 2 kHz antyder att baselementets känslighet ökar mot stigande frekvens (beroende på främst baffelverkan), varefter impedansen stiger brant över 2 kHz för att ge en elektrisk delning, alltså avskärning av baselementet.

Diskantelementet

Om vi sedan tittar på diskantelementet så ser vi denna kurva:

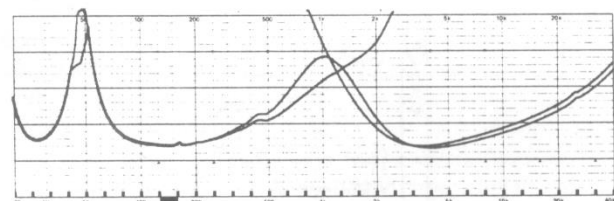


Under 2,5 kHz stiger impedansen som följd av delningen. Över 4 kHz stiger impedansen svagt som följd av elementets egeninduktans samt den i delningsfiltret ingående seriespolen.

Vid 26 kHz tittar vi den egentligen enda roligheten hos impedanskurvan, nämligen en liten knäcka som orsakas av lite ökad EMK från diskantens talspole vid aluminiummembranets HF-resonans.

Gemensam impedans

När man lägger ihop filterhalvorna och mäter på dem tillsammans får man följande kurva:



Den i ellära oinvigde tycker säkert att det är märkligt att sammanlagda impedansen för bas plus diskant är högre (d v s drar mindre ström från förstärkaren) än för bas

och diskant var för sig i registret 300 - 3000 Hz. Det beror på att fasskillnaden mellan bas- och diskantimpedans är så stor att de faktiskt hjälper varandra att leverera ström. Den ena ger ström under den del av perioden när den andra tar och vice versa.

Man kan även observera att impedansen över 3000 Hz minskar något när basens belastning läggs till diskantens. Det beror på att de inte kan hjälpa varandra längre eftersom de båda är induktiva (drar ström samtidigt på vågen).

Att basens inkoppling syns i impedanskurvan hela vägen upp till 40 kHz beror på att den använda delningsfilterspolen inte är rent induktiv. Seriekapacitansen till diskanten är däremot en förhållandevis ren kapacitans, sålunda syns inga effekter alls av diskantens inkoppling under ca 300 Hz.

En högtalares medelimpedans får inte vara lägre än den angivna nominella impedansen. Enligt gällande normer för högtalare får heller inte lägsta impedansen ligga lägre än 80% av nominell impedans. Hos en "äkta" 8 ohms högtalare får alltså impedansen inte vid någon frekvens över 20 Hz sjunka under 6,4 ohm.

LTS-högtalaren (F1 och S1) är någon så ovanligt som äkta 8 ohms högtalare! (LTS-S2 är en äkta 4 ohms)

Användning tillsammans med rörförstärkare (eller andra förstärkare som av olika skäl har dålig dämpfaktor)

LTS-högtalaren är en högtalare som säkert kommer att användas tillsammans med en mängd olika förstärkare. Det är ju en högtalare för "musikålskaren" snarare än en monitor för den professionella användaren som måste ha en absolut sann återgivning.

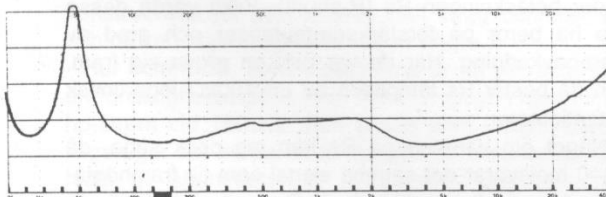
Troligen finns det många som har en egen favoritförstärkare, utvald på helt subjektiva grunder, som man inte vill byta ut bara för att man bytt högtalare.

Om man har en rörförstärkare som favorit så är det troligt att man kommer att få hörbara klangliga förändringar hos högtalaren, p g a impedanskurvan. Mest hörbar brukar nivåhöjningen vid 1 kHz bli. Subjektivt kan den upplevas som en ökad klarhet i klangen, men givetvis är det objektivt sett en tveklös färgning.

Den som vill använda rörförstärkare men vill eliminera klangförändringen i mellanregisterområdet måste bygga sig en konjugatlänk. Om förstärkaren dessutom uppvisar ökad distorsion i mellanregisterområdet då den belastas reaktivt så kommer man även att kunna glädja sig åt en distorsionsminskning när konjugatlänken adderas.

Parallellt över högtalare skall läggas en länk som består av tre seriekopplade komponenter; en kondensator på 15 uF, en spole på 1,6 mH (0,8-tråd) samt två motstånd på tillsammans 18,2 ohm (10 + 8,2).

Med impedanskorrektionslänken (konjugatlänken) applicerad ser impedanskurvan ut så här:



Som synes ligger nu impedansen mellan 6,4 ohm och 10 ohm vid alla frekvenser mellan 68 Hz och 15 kHz.

Om vi förmodar att förstärkarens dämpfaktor ligger på 4 (utimpedans 8/4 = 2 ohm) så kommer förstärkaren att ge tonkurvefelen hos högtalaren på mindre än 0,8 dB topp till topp om konjugatlänk används.

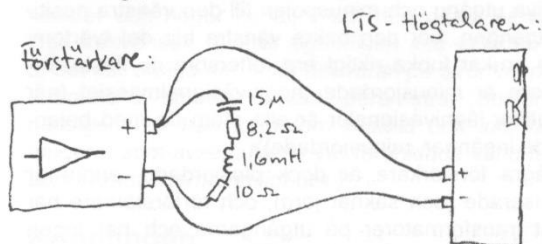
Även en förstärkare som nästan helt saknar dämpning (Nästan bara oemotkopplade triodförstärkare uppvisar utimpedanser över 20 Ω) kommer att ge tonkurvefel mindre än +/- 1 dB med konjugatlänk. Utan konjugatlänk blir tonkurvefelen med en sådan förstärkare 9,45 dB T-T.

Använder man en transistorförstärkare är vinsten med en konjugatlänk i regel ohörbar, men någon skada gör den sällan, annat än möjligen då i plånboken, om man tycker att 120:- för två kondensatorer, två spolar och fyra motstånd är svårt att bära. Nödvändig är den knappast. Ljudtekniska Sällskapetets eget par LTS-F1 saknar t ex konjugatlänk.

Var skall konjugatlänken kopplas in?

Som nämnts tidigare skall konjugatlänken kopplas in parallellt med högtalaren rent elektriskt, men det säger ju ingenting om var. Även effektförstärkaren som driver högtalaren är ju parallellkopplad med högtalaren. I princip kan konjugatlänken kopplas in var som helst längs högtalarkabeln och fortfarande satisfiera villkoret att vara parallellkopplad med högtalaren.

Och nu kommer något kul; en lämplig placering av konjugatlänken är direkt på utgången av förstärkaren som driver högtalaren! Det finns ju inget skäl att strömmen som passerar konjugatlänken skall gå fram och tillbaka genom högtalarkabeln. Länken finns ju där för förstärkarens skull, inte för högtalarens! Den kan givetvis placeras i högtalaren, men det är alltså inte alls nödvändigt, tvärtom:



Så kan det se ut om man vill använda konjugatlänk till sin LTS-F1. Det är alltså inte nödvändigt att konjugatlänken sitter i själva högtalaren, bara att den är anpassad till högtalaren.

Lycka till! /ing Öhman



P.S. Uttrycket "konjugatlänk" kommer av att en dylik utformas så att det matematiska uttrycket för länkens impedans så väl som möjligt beskriver konjugatet till hela eller en del av högtalarens, eller ett högtalarelement, impedans. Imaginärdelarna (reaktanserna) släcker sålunda ut varandra så att endast den frekvensoberoende realdelen återstår:

$(A+jB)(A-jB) = A^2+B^2$ Detta leder, om man räknar lite fram och åter, till att om seriekretsen $10 \Omega + 1 \text{ mH}$ parallellkopplas med $10 \Omega + 10 \mu\text{F}$ fås impedansen 10Ω rent resistiv!

Alltså:

$10-j/\omega 1E-3 \parallel 10+j\omega 1E-5 = 10$ Räkna själv så får ni se!

LTS-högtalaren förbättras dynamiskt!

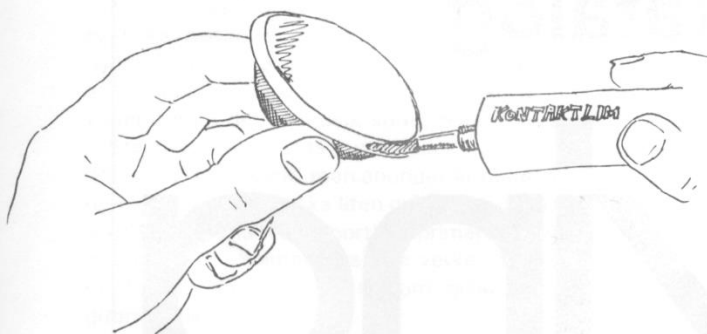
LTS-högtalaren har nu efter själva utvecklingsarbetet testats under lång tid, och en egenskap har utkristaliserat sig som ett dominerande problem, åtminstone om man vill kunna spela mycket starkt på sin LTS-högtalare: Mittdomen av PVC står inte emot de allra kraftigaste accelerationerna i frekvensregistret 100 - 600 Hz utan att deformeras och skapa onödigt distorsion. Problemet är dock enkelt att åtgärda. Tekniska sektionen har tagit fram en ny mittdome som det är enkelt att byta till. Hur det går till beskrivs i denna artikel.

Vid statiska ljudtryck över 100 dB kan alldeles onödigt distorsion alstras av mittdomen på P21-LTS. Vill man undvika detta så byter man helt enkelt domen till en styvare ersättare (även den i PVC) som tekniska sektionen tagit fram. Bytet är enkelt och sker i fyra moment:

1. Tag bort den originalmonterade mittdomen av mjuk PVC. Detta är mycket enkelt. Domen är limmad mot högtalarens koniska membran av polypropylen med ett vattenbaserat vinyllim. För att lossa mittdomen sticker man in en nål eller skalpell under kanten på domen och drar lite försiktigt. När väl domen börjar lossa är det mycket enkelt att dra loss den.

2. Tittar du nu noga på membranet så är det lätt att se var den gamla domen suttit. Det kommer inte att vara lika lätt att se när du skall limma fast den nya domen, så rita försiktigt en ring med en mjuk blyertspenna strax utanför den gamla limytan, så blir det mycket lättare att träffa rätt med den nya hårdare domen.

3. Tag den nya styvare mittdomen och förse dess kant med en sträng kontaktlim (märket Hermetite har jag kommit fram till är bäst till jobbet, men det är inte så kritiskt vilket man använder) hela vägen runt. Tänk på att limmet torkar snabbt så det är bra att inte ta alltför lång tid på sig:



4. Sätt sen den nya mittdomen på plats på membranet. Sikta noga (det har i och för sig inte så stor akustisk betydelse om domen hamnar lite snett, men det ser ju snyggare ut om den sitter i mitten). Tryck fast domen ordentligt och lägg sedan elementet (med magneten nedåt) att vila medan limmet torkar (någon timme eller så).

Observera alltså att man inte skall limma som man normalt gör med kontaktlim (lim på båda ytorna — torkning i 10 - 30 minuter — delarna sätts ihop och hugges omedelbart) utan här skall alltså kontaktlimmet

användas som om det vore vilket lim som helst. Delarna skall sättas ihop innan limsträngen på domen har torkat.

Sen är det bara att montera elementet på plats i lådan igen. Givetvis går det bra att byta dome med elementet på plats i lådan också, men lådan bör då läggas på rygg under arbetet så att inte gravitationen blir ens fiende.

Hur får man tag på den nya mittdomen?

Den ersättande mittdomen kommer att finnas att köpa på HiFi-kit electronics, 08 - 33 95 97, prata med Stefan. Priset blir 52:- per styck, och vill man ha hjälp med att få själva jobbet utfört så kan HiFi-kit utföra det för 202:- per högtalarelement.

Hur påverkas högtalarens övriga egenskaper?

Att dynamiken påverkas positivt och att distorsionen på mycket höga lyssningsnivåer minskar har väl framgått, det var ju själva syftet med förändringen, men alla som har arbetat med högtalare vet att även tonkurveegenskaper (alltså klang) oftast påverkas av materialbyte på rörliga delar av ett högtalarelement.

Det som händer med tonkurvan när man byter mittdome på P21-LTS är följande:

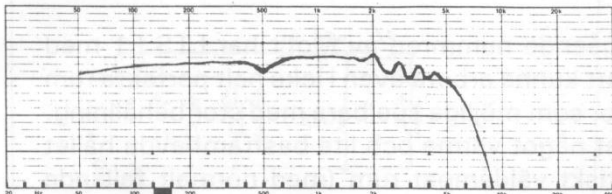
1. Dippen vid 500 Hz minskar! Det låter kanske märkligt att domen kan ha någon inverkan vid en så låg frekvens, alltså en frekvens långt under domens egenresonans, men det beror på att två saker sker runt 500 Hz. Dels har ju membranet sin första svacka i ljudnivå som följd av membranuppbyggnaden vid ca 500 Hz, men dessutom ligger resonansfrekvensen hos talspoleventilationen vid denna frekvens. Vid resonans ökar ljudtrycket under domen kraftigt och den gamla mjuka domen gav därför vika något, vilket den nya styvare domen inte gör. Den styvare mittdomen ökar alltså den membranyta som alstrar ljud i konstruktivt fasläge.

2. Eftersom den nya domen är styvare och mindre dämpad kommer registret över 6 kHz att öka lite i nivå. I den färdiga högtalaren är emellertid baselementet (med sitt effektiva delningsfilter) kraftigt dämpad i detta register.

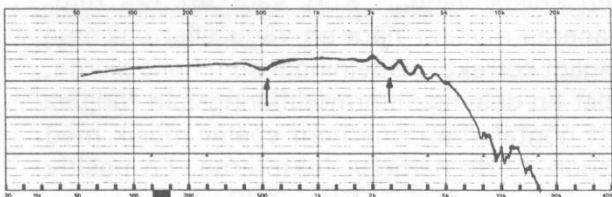
3. Den nya domens egenresonans ligger vid ca 2 500 Hz, alltså strax över delningsfrekvensen och synnerligen gynnsamt mitt emellan två små toppar i baselementets tonkurva. Den gamla domen hade sin resonans vid en lite lägre frekvens och var extremt kraftigt dämpad. Även den nya har god dämpning, men amplituden ökar med någon dryg dB vid ca 2500 Hz när man byter till den nya domen. Resultatet på den kompletta högtalaren

är att tonkurvan både runt 500 Hz och i delningsområdet blir ännu jämnare än den var från början!

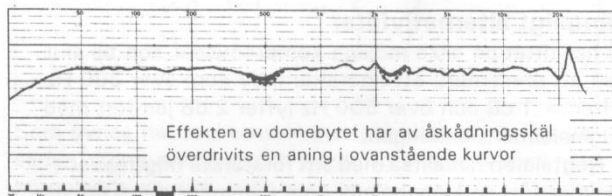
För att på bästa sätt visa vad som händer med tonkurvan visar jag här tre olika tonkurvor. Baselementet med originaldome, nya domen samt tonkurva för den kompletta högtalaren (före och efter domebytet):



Originalversion av baselement med mjuk dome



Nya versionen av baselement med styvare dome



Tonkurveförändringen på den kompletta högtalaren.
Före (streckad) / Efter (heldragen)

Effekten av domebytet har av åskådningsskäl överdrivits en aning i ovanstående kurvor

Byte till den nya mittdomen är alltså inte en kompromiss mellan motstridiga goda egenskaper, utan en entydig förbättring av alla egenskaper som påverkas av modifikationen.

Summering

Den som vill förbättra sin LTS-högtalare ur dynamisk synpunkt kan medels dome-byte göra så, utan att införa några försämringar vad avser några andra av högtalarens egenskaper. Alla P21-LTS som levereras från Norge fr o m årsskiftet har den nya styvare mittdomen monterad som standard. Modifikationen kostar en dryg hundralapp om man utför den själv, och det är enkelt. Risken att misslyckas är minimal. Skulle ändå olyckan vara framme så är det bara att direkt ta bort den nya domen och börja från början.

Mall

Den som önskar kan göra sig en mall som, ihopklistrad till en grund tratt med ett hål i spetsen lika stort som den nya domen, blir en bra "siktningshjälp" om man inte velat rita en blyertsring i konen.

Mallen bör man prova fram innan man utför själva domebytet. Den läggs sen på plats i högtalarelementets kon när nya domen skall monteras.

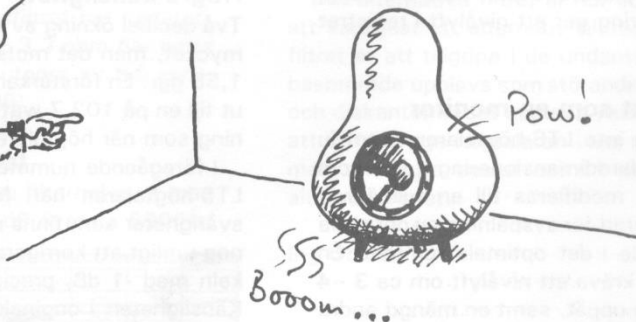
Blyertsring är dock både enklare och snabbare. Ritar man ringen några millimeter utanför domekanten är det också lätt att sudda när limmet torkat.

Lycka till!

/ing Öhman



—Jo, jag byggde min basmodul med rätt volym, men med form efter eget huvud.



Ett alternativt filter...

...för akustiskt goda rum, ger ljusare klang och 2 dB högre känslighet



Som det kunde läsas i de två föregående nummren av MoLt har LTS F1 med sidosystemssyskon utvecklats för att kunna arbeta även i icke helt perfekta rum och fortfarande göra så många skivor som möjliga spelbara med stor behållning. Klangbalanseringen blir därför åt det något varma och lite basframhävda hållet om högtalaren placeras i ett akustiskt väldämpat rum (med normalt fallande efterklangstid mot högre frekvenser) d v s ett rum med heltäckningsmatta, stoppade textilmöbler, gardiner och solida väggar. Kort sagt ett bra rum. Detsamma gäller om högtalarna placeras mycket nära en vägg eller om man uteslutande spelar den minoritet klangligt korrekta inspelningar som finns gjorda.

I denna artikel kommer att beskrivas hur man medelst en delningsfiltermodifiering kan förljusa högtalaren en smula om man tycker sig uppleva att högtalarna i ens hem spelar musik med aningen för mycket värme i klangen, t ex p g a någon av de nämnda faktorerna. En positiv bieffekt är att känsligheten, åtminstone över ungefär 400 Hz, därmed ökar 2 dB.

När LTS-högtalaren dimensionerades gjordes en mängd överväganden för att avgöra vilken klang högtalaren skulle få, eller rättare sagt, under vilka förutsättningar den skulle klinga så korrekt som möjligt. Dessa finns beskrivna i byggartikeln (två nummer sedan) och i någon mån i ingressen ovan. I de allra flesta fall är originaldimensioneringen den som fungerar bäst om högtalaren används under förutsättningar liknande de som skissats i byggartikeln, d v s högtalaren fritt placerad i ett "normalt" hårt 90-talsvardagsrum och med ett tvärsnitt av dagens förekommande inspelningar snurrande på skivtallriken.

Alla rum är olika

Men, givetvis är alla lyssningsrum olika, tillika hur folks placerar högtalarna i sina rum. Det finns därför fog för att erbjuda en alternativ filterdimensionering som är anpassad till de lyssningar som sker under mer ideala omständigheter än de som liknar ett ordinärt vardagsrum. Det alternativa delningsfilter som kommer att redovisas i det följande är även att rekommendera om man har sina högtalare placerade dikt mot en vägg, eftersom en sådan placering ger ett nivålyft i registret under 100 - 150 Hz.

Fortfarande inte tänkt som en monitor

Av tekniska orsaker kan inte LTS-högtalaren, som ju optimerats för sin standarddimensionering (den som visades i förra numret), modifieras till en fullfjädrad monitorhögtalare, optimerad för avspelning av optimala skivor, optimalt placerade i det optimala rummet. En sådan modifiering skulle kräva ett nivålyft om ca 3 - 4 dB i registret 200 Hz och uppåt, samt en mängd andra omkonstruktioner.

Eftersom originalfiltret till baselementet inte dämpar nämnvärt i registret under 300 Hz kan inga nivålyft av betydelse åstadkommas i det registret med enkla filterjusteringar. Detta har vi fått ta hänsyn till då möjliga alternativa filterdimensioneringar här diskuterats.

Lämpligt alternativfilter

Vi har tittat på olika möjliga kompromisser och till slut valt att presentera ett filteralternativ som över 300 Hz lyfter > 1 dB och över 500 Hz lyfter 2 dB jämfört med originaldimensioneringen.

Högtalaren har alltså med sitt förstärkta högfrekvensregister fått en klangbalans som påminner mera om en riktig monitor, men tonkurvan är å andra sidan lite krokigare än med originaldimensioneringen — frekvensregistret 100 - 400 Hz är aningen lite svagt jämfört med en högtalare som ursprungligt dimensionerats för monitorbruk i optimerad akustisk lokal.

Eftersom man i detta frekvensregister ofta hittar påtagliga energisugande väggresonanser i rum med gipsväggar kan man nog våga sig på gissningen att originaldimensioneringen passar bättre i de allra flesta rum med gipsväggar. Det modifierade filtret kan däremot passa bättre om man har ett rum med mycket solida väggar, t ex stenväggar, tjocka gardiner och heltäckningsmatta.

Högre känslighet — mindre förstärkare

Två decibel ökning av känsligheten låter kanske inte så mycket, men det motsvarar faktiskt en effektvinst på 1,58 ggr. En förstärkare på 65 watt måste alltså bytas ut till en på 102,7 watt för att ge samma ljudtrycksökning som när högtalarens känslighet ökas med 2 dB.

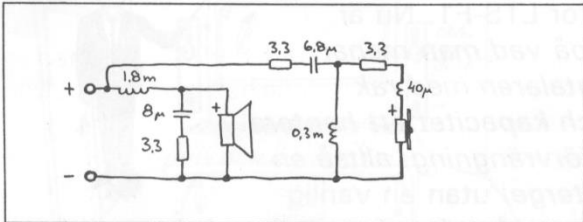
I föregående nummer diskuterades vilken känslighet LTS-högtalaren har. Med fortsatt reservation för de svårigheter som finns med att mäta absolutnivå är det nog rimligt att korrigera uppgifterna från ursprungskartikeln med -1 dB, precis som nämndes i förra numret. Känsligheten i originalutförande ligger alltså på ca 86 dB, medan LTS-F1 med alternativfiltret ligger på ungefär 88 dB @ 1 m ; 2,83 v.

Hur kan filtret ändras?

Vad vi skall göra med delningsfiltret för att åstadkomma den önskade känslighetsökningen över 300 Hz

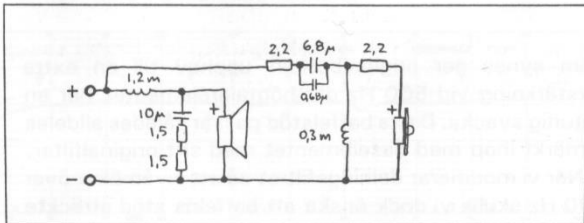
är alltså att minska basens dämpning mot högre frekvenser, dock utan att ändra brytfrekvensen vid 2,2 kHz. Ej heller får tonkurvas form uppåt i frekvens ändras, eftersom det isåfall skulle medföra färgåtgångsändringar, d v s oönskade ändringar i högtalarens spridning. Diskantfiltret skall minska sin dämpning med 2 dB över hela sitt registret.

Så här ser filtret ut i originalutförande:



I detta originalutförande känner vi igen filtret från föregående nummer.

I modifierat utförande ser filtret ut så här:



Som synes har reaktansen (motståndet) på de "bromsande" komponenterna, d v s de som ligger i serie med högtalarelementen, minskats.

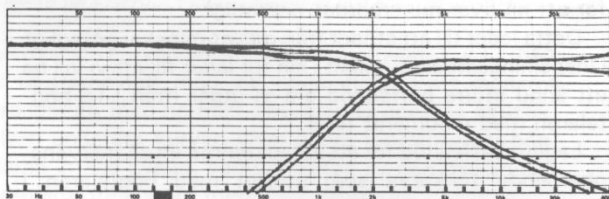
Basens seriespole på 1,8 mH har minskats till 1,2 mH. De båda motstånden på 3,3 ohm i diskantfiltret har båda minskats till 2,2 ohm samtidigt som reaktansen hos diskantens seriekondensator har minskats genom att kondensatorvärdet ökats från 6,8 uF till 7,5 uF (en kondensators reaktans är omvänt proportionell mot dess kapacitans, därav kapacitansökningen). 7,5 uF kan åstadkommas genom parallellkoppling av 6,8 och 0,68 uF (= 7,48 uF).

Diskantens seriespolen på 40 uH har tagits bort i det modifierade utförandet. Vill man nödvändigtvis behålla spolen så skall värdet minskas till knappt hälften, alltså ~15 uH, vilket är så lite att tonkurvepåverkan är mindre än 1 dB vid 20 kHz och mindre än 0,2 dB vid 10 kHz. Spolen kan därför helt utgå.

Även shunt-komponenterna i basfiltret har justerats för att ge önskad tonkurva. 8 uF + 3,3 ohm har bytts mot 10 uF + 3 ohm, där 3 ohm utgörs av två seriekopplade 1,5 ohms motstånd (9 W).

Tonkurvan med alternativfiltret

Så här ser tonkurvan från respektive filterhalva ut med original- resp alternativfiltret. + 2 dB över ca 500 Hz:



Impedansförändringar

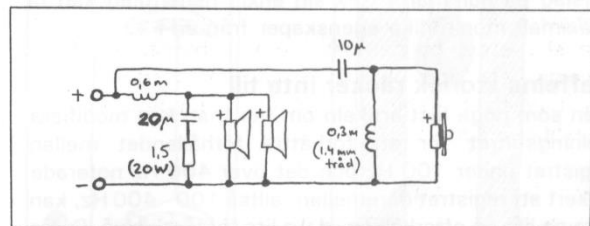
Givetvis ger det alternativa filtret en lite annorlunda impedanskurva. Impedansen vid högre frekvenser sjunker något, dock mindre än 1 ohm, så fortfarande är högtalaren lätt att driva för alla normala förstärkare.

För vem är det alternativa filtret intressant?

Svaret på frågan är: Filtret är intressant att prova för den som upplever, och störs av, att högtalaren klingar en aning för mörkt, bastungt och detaljfattigt. I de flesta "moderna" rum med högtalaren fritt placerad kommer LTS-F1 inte att vara störande mörk i klangen, speciellt inte om man spelar ett normalt utval av "moderna" inspelningar som ju ofta är ljusa i klangen.

Det alternativa filtret går att använda även till LTS-S1, men där är kanske inte poängen i så hög grad är att ändra förhållandet mellan det basstödda området (under 100 Hz) och det högre frekvensområdet. Högtalaren är ju avsedd att användas tillsammans med basmodul, så den balanseringen kan man ju justera med nivån på basmodulen. Snarare blir huvudpoängen att man får en möjlighet att öka känsligheten ett par dB, åtminstone över några hundra Hz.

LTS S2 har ju redan en mycket hög känslighet (92 dB) så där är troligen behovet av 2 dB extra minimalt. Skulle någon önska experimentera så kan man dock bygga ett +2dB-filter till S2 genom att halvera motstånds- och spolvärden i basfilterdelen jämfört med +2dB-versionen för F1, medan kondensatorvärdena skall dubbleras, alltså 0,6 mH, 1,5 Ω och 20 μF. Diskantfiltret består av endast 2 komponenter i sitt +2dB-utförande. Filtret i sin helhet kan alltså utformas på följande vis:



Observera att 0,3 mH spolen i diskantfiltret skall ha trådtjockleken 1,4 mm och inte 0,8 mm som i de övriga fallen! Det är även viktigt att diskantens seriekondensator på 10 uF är av hög kvalitet (får absolut inte vara av elektrolyttyp!) och håller god tolerans, helst +/- 5 % eller bättre.

Det alternativa filtret är hur som helst främst avsett att vara just ett alternativ till modellen F1. Alternativfiltret är att tillgripa i de undantagsfall då högtalarens basområde upplevs som störande framhävt eller mellan- och diskantområdet upplevs vara återhållna. Mitt råd är att alltid bygga högtalaren i sitt normalutförande innan man tar några beslut om att man hellre vill använda alternativfiltret.

Ing Öhman



Om filbyte:

—Man skall blinka först, sen kan man prova med ratt

LTS-F1 som monitor?

I detta nummer finns på annan plats en beskrivning av hur man med en enkel ändring av delningsfiltret kan, åtminstone på det klangliga planet, närma sig monitoregenskaper för LTS-F1. Nu är ju inte LTS-F1 en riktig monitor (*vilket ju beror på vad man menar med en riktig monitor förstås; jag menar en högtalaren med rak tonkurva 20 - 20 kHz, extremt låg distorsion och kapacitet att hantera transienteffekter på uppåt 1000 W med rimlig förvrängning, alltså en högtalare som inte ändrar några ljud den skall återge*) utan en vanlig hemhögtalare förjust musikspelning på rimliga nivåer hemma, men eftersom högtalaren ändå är betydligt ärligare i sin musikåtergivning än många vanliga högtalare ute på marknaden — inräknat många s k monitorer — så kan det kanske vara på sin plats med några ord om vad man kan göra för att få LTS-F1 att bli så mycket monitor som möjligt.



Låt mig dock ånyo få påpeka att LTS-F1 inte uppfyller rimliga krav på en monitor för användning i en professionell studio. Det gör inte många av de högtalare som brukar användas i dessa studior heller, men det lämnar jag för tillfället därhän. (*En bekant sade nyligen, möjligen var det P-A Almeflo på Sonic design, att det är lustigt att det är betydligt fler HiFi-högtalare som har beteckningen "monitor" än studiomonitorer.*)

Inriktningen på denna artikel är att komma med ett förslag på hur man i t ex sin enkla hemstudio kan få maximalt monitorlika egenskaper från en F1.

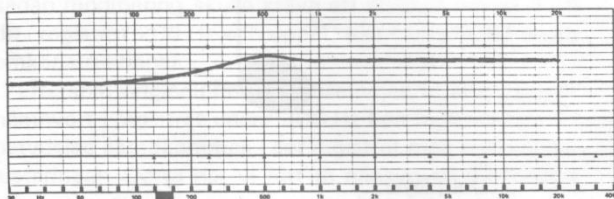
Baffelns storlek räcker inte till

Den som noga läst artikeln om hur man kan modifiera delningsfiltret för att förbättra förhållandet mellan registret under 100 Hz och det över 400 Hz noterade säkert att registret däremellan, alltså 100 - 400 Hz, kan hamna lite på efterkälken, d v s lite för lågt i nivå. Detta beror givetvis på att högtalaren helt optimerats för sitt ursprungliga syfte — att arbeta som en fristående högtalare i ett "normalt" vadagsrum. Ger man sig på att förändra högtalaren kommer lösningen att bli kompromissbetonad.

För hemstudioägaren med begränsad budget kan dock LTS-F1 te sig som ett ekonomiskt alternativ till en riktig monitor och då är det givetvis intressant att åstadkomma en mer studioanpassad kompromiss.

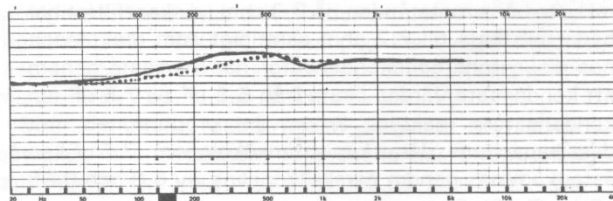
Vad som behövs är att öka känsligheten i registret 100 - 400 Hz. Detta kan ske på två sätt, antingen genom att ändra baselementet så att det bättre passar till monitorbruk eller också att ändra högtalarbaffeln så att den ger ett utökat stöd nedåt i frekvens.

En standard F1-baffel ger ett baffelstöd till ett 8" baselement som ser ut på ungefär detta vis:



Som synes ger originalbaffeln upphov till en extra förstärkning vid 500 Hz där högtalarelementet har en naturlig svacka. Detta baffelstöd passar således alldeles utmärkt ihop med baselementet med sitt originalfilter.

När vi modifierar delningsfiltret så att nivån ökar över 400 Hz skulle vi dock önska att baffelns stöd sträckte sig längre ned i frekvens, åtminstone ned till 200 Hz. Genom att t ex dubbla baffelbredden, d v s öka baffelns bredd till ca 6 dm kan baffelstödet se ut på detta vis istället:



Som synes får vi ett ökat stöd i registret 100 - 400 Hz, precis vad vi ville ha. Tyvärr betyder det att vi istället förlorar den kompensation för elementets naturliga svacka vid 500 Hz som den smalare baffeln gav. Ställer man egenskaperna mot varandra är dock nivåökningen i registret 100 - 400 Hz av större värde än problemet med 500 Hz svackan.

Golvreflex ersätts av ännu större baffel

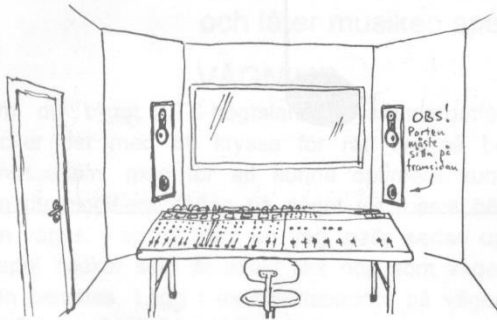
I en inspelningsstudio är emellertid ofta högtalaren placerad högre än vid normal hemmalyssning, av två skäl, för det första sitter man vanligen inte i en soffa när man arbetar i inspelningsstudion, utan på en högre stol. För det andra måste högtalarna komma upp en bit för att nå över mixerbordet ordentligt.

Detta leder till att stödet från golvet minskar påtagligt i inspelningsstudion, vilket i sin tur leder till att vi vill ha ett ännu större baffelstöd om vi utgår ifrån LTS-högtalaren med modifierat filter.

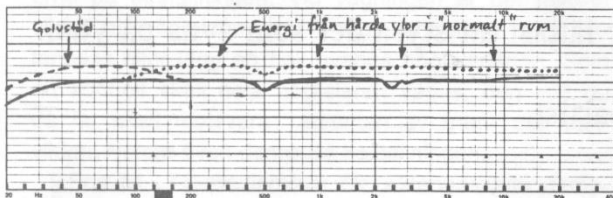
Lagom baffelstöd för att åstadkomma en så frekvensoberoende tonkurva som möjligt med högtalaren i studiomiljö, lyft från golvet (för att passa lyssning över

mixerbord) och med det mer ljus klingande filtret får vi faktiskt om vi fäller in högtalaren i väggen!

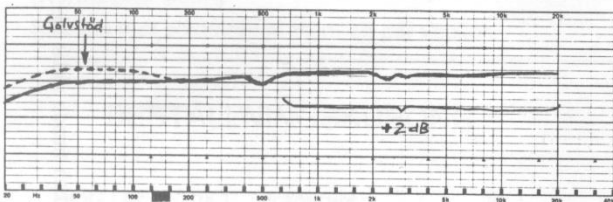
Så här kan det se ut i en enklare hemstudio (inte utan fel i lyssningen, bl a reflexioner från sidoväggarna):



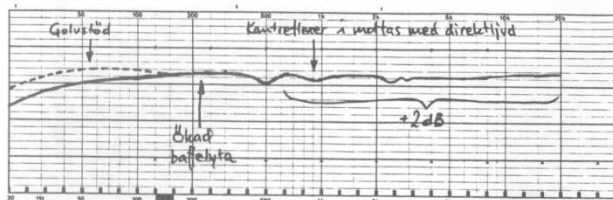
Väggen som högtalaren fälls in i bör självklart vara vinklad i tre sektioner; vänster högtalare - glasruta till inspelningsrummet - höger högtalare, så att högtalarna blir korrekt vinklade mot lyssnaren. Så här kan LTS-F1 systemet mäta i olika sammanhang:



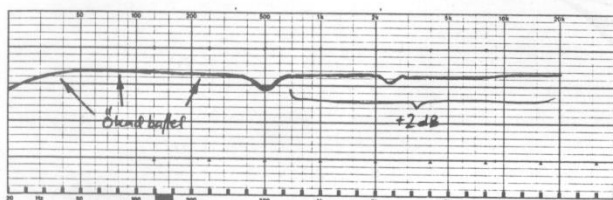
Tonkurva för en original LTS-F1 i ett "normalt" vardagsrum



Tonkurva för LTS-F1 "+2dB" i väldämpat vardagsrum



Tonkurva för LTS-F1 "+2dB" med baffelvingar i väldämpat rum



Tonkurva för LTS-F1 "+2dB" vägginfälld och lyft från golvet

Den översta kurvan visar alltså normalfallet; hur LTS-F1 ser ut (förenklat) med sitt originalfilter i ett modernt vardagsrum med normalt besvärande generös akustik.

Den understa kurvan visar andra extrempalet; högtalaren infälld i vägg, samt effekten av den mellan/dis-kant höjda tonkurvan med "+2 dB-filtret".

Som synes är kombinationen av +2 dB-filtret och den utökade baffeln väl fungerande i de två senare

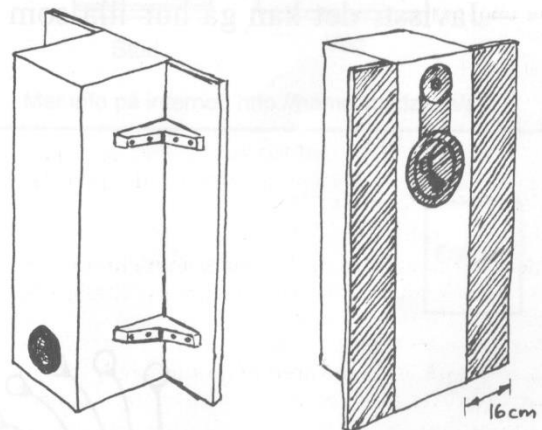
fallen, så när som på att svackan vid 500 Hz är större än hos en original LTS-F1. Möjligen skulle man kunna tänka sig ytterligare en dB mera nivå över 500 Hz, men å andra sidan ger ofta en infällning någon dB mindre förstärkning än man väntat sig, så registren har goda förutsättningar att bli bra balanserade mot varandra.

Infällda högtalare även för HiFi-bruk?

Om det går att fälla in F1 (eller S1) i väggen i hemstudio så borde väl i väggen infällda högtalare fungera även i det väldämpade vardagsrummet, om man byter till alternativfiltret?

Svaret är att det fungerar alldeles utmärkt, men man bör vara på det klara med att möjligheten till justeringar och akustiska ommöbleringar inte finns längre om man monterat högtalarna fast i rummet. Få vardagsrum har för övrigt sådan form att den vägg man utvalt för högtalarplaceringen har två sektioner som är vinklade ca 46 grader i förhållande till varandra, något som däremot är rimligt att bygga i hemstudio. Dessutom sitter man vanligtvis i soffan i vardagsrummet, varför golvstående högtalare blir rimligast höjdmässigt.

Är man ute efter en mera "monitorlik" klang i sitt väldämpade vardagsrum är det därför normalt bättre att nöja sig med "+2 dB-filtret, möjligen i kombination med att högtalaren förses med baffelvingar" (för den som har en förstående omgivning):



Summering

Genom att flytta en LTS-F1 från en normal vardagsrumsakustik till en väl kontrollerad studiomiljö där högtalaren lyfts från golvet och fälls in i väggen (eller möjligen förses med större baffel utan att lyftas från golvet) samt förses med "+2 dB-filtret" kan en riktigt god tonkurva uppnås.

I väldämpat vardagsrum får högtalaren stöd från rummet (golvet) upp till dryga 100 Hz, i hemstudio ger den "oändliga" baffeln ökat stöd upp till kanske 400 Hz (över ca 300 gav redan originalbaffeln bra stöd, vid 500 Hz t o m extra mycket). Filtermodifieringen som ökar nivån över 400 Hz med +2 dB passar således särdeles bra i det sammanhanget. Enda smolket i bågaren är att dippen vid 500 Hz ökar något eftersom högtalaren med originaldimensioneringen hade en baffel som avsiktligt hjälpte till lite extra vid just 500 Hz.

Högtalaren är fortfarande i studioversion inte någon riktig monitor, till det har den för högt Q i basregistret, för begränsad dynamisk kapacitet i mellanbasområdet och är för generellt förlåtande i sin karaktär, främst till

följd av sina mjuka och subjektivt trevliga kompresions- och distorsionsegenskaper.

Högtalaren är dock synnerligen överkomlig och det är svårt eller omöjligt att hitta några alternativa högtalare till den enkla hemstudion till liknande priser.

Originalt oftast bäst

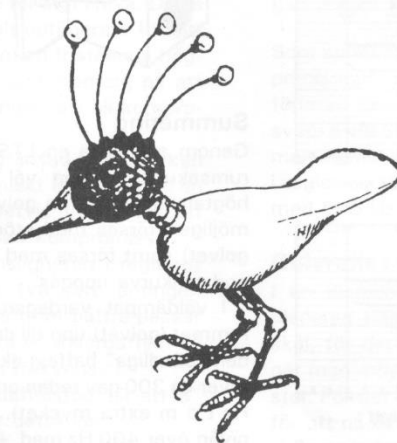
Jag vill dock en än gång påpeka att högtalaren optimerats för sin originaldimensionering, gjord för normala lyssnares normala musikspelningsbruk med normala inspelningar i det normala vardagsrummet.

Alla försök till anpassningar för andra förutsättningar blir kompromisser, även om de kan bli ganska lyckade om man försöker bolla klokt med de fysiska lagarna.

ing Öhman



- Jag har läst att man ärver anlag för tunnhårighet från sin mamma.
- Snart fixar man det där i provröret.
- Den perfekta människan... Fast det är lättast att styra det som syns på ytan.
- Man kan bli väldigt snygg, men folkpartist.
- Javisst, det kan gå hur illa som helst!



"Jag tog loss huvudet och tittade sådär lite på sned..."