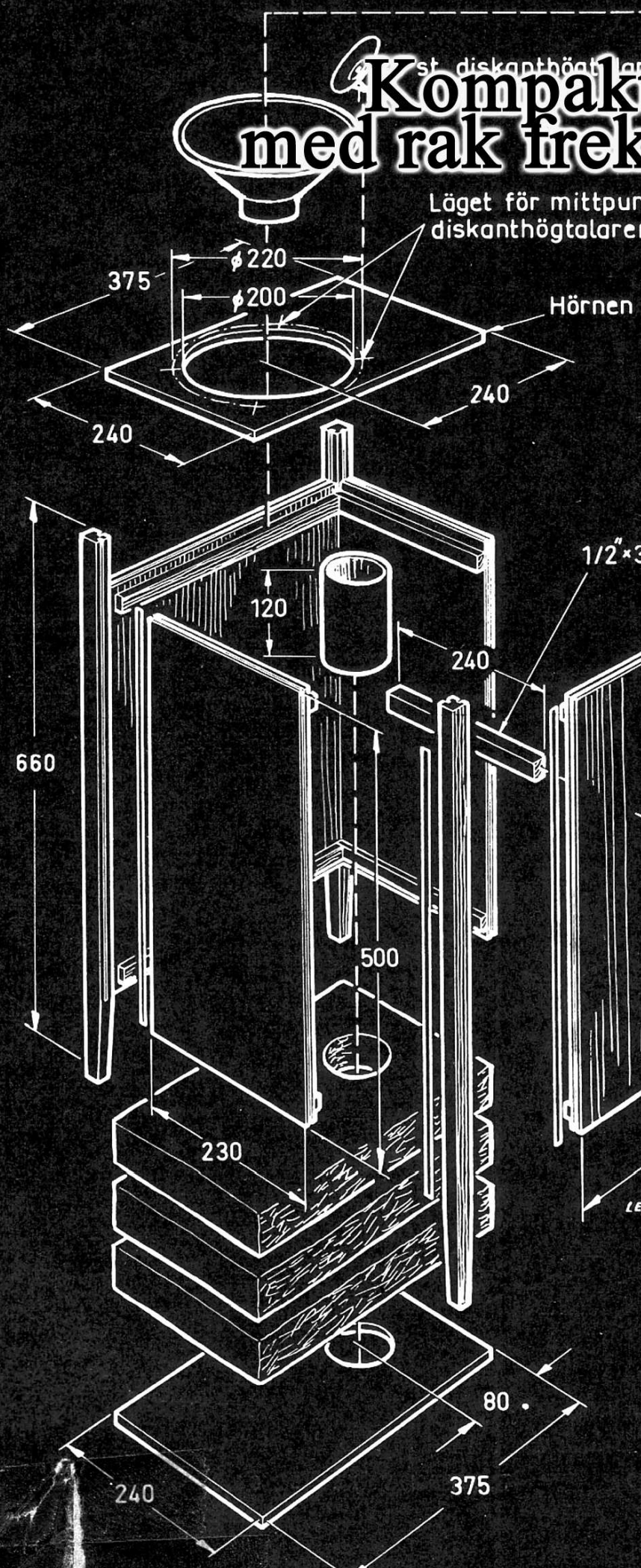


Kompakt högtalare med rak frekvenskurva



Syftet med den högtalarkonstruktion som skall beskrivas i denna artikel har varit att få fram en bra högtalare till den transformatorlösa förstärkare, som först presenterades av *Jon Idestam-Almquist* i RADIO och TELEVISION nr 9/62. Denna förstärkare utmärks ju av synnerligen förnämliga data, trots att konstruktionen är både billig och enkel; den är med andra ord en önskekonstruktion för en vän av välljud.

För att lösa högtalarproblemet på bästa sätt gjorde Idestam-Almquist en del försök med olika typer av lådor till en 8 1/2" höghögtryck bredbandshögtalare. Han kom därvid fram till att en uppåtriktad montering av högtalaren gav bästa resultat, något som ju tidigare *Stig Carlsson* tillämpat i sin med rätta berömda högtalarkonstruktion »kolboxen». Experimentet resulterade till slut i en högtalare som delvis bygger på samma idéer som de som ligger till grund för »kolboxen», och som beträffande dimensioneringen även baserar sig på *Stig Carlssons* patent¹. Till skillnad från förebilden finns det emellertid inte något separat bashögtalarelement i den nya lådan, ett enda högtalarelement får sköta om såväl mellanregister som basregister. Glädjande nog har kvalitetsskillnaden visat sig förvånansvärt liten.

Mätningar och experiment på den nya högtalaren skedde i samarbete med *Stig*

¹ Den konstruktion som här presenteras är i vissa delar patentskyddad och får därför inte utnyttjas i kommersiellt syfte. Däremot är det tillåtet enligt gällande patentlag att för eget bruk bygga och utnyttja patentskyddad anordning.

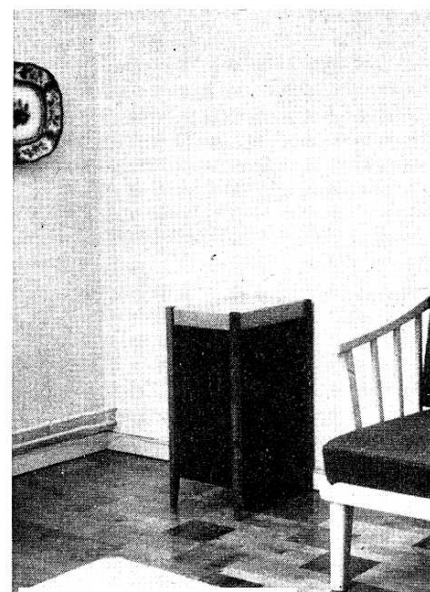
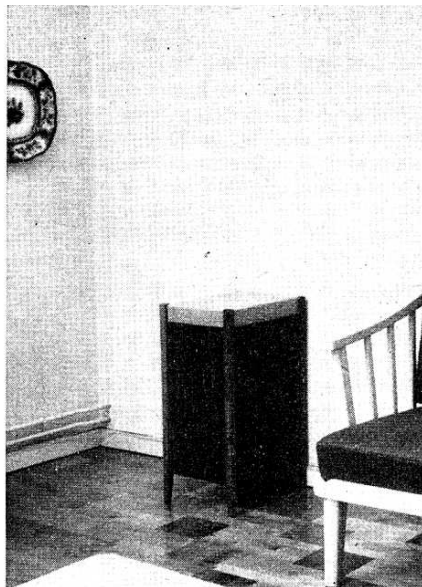


Fig 1

Den färdiga kompakthögtalaren i hemmiljö.

Fig 1

Den färdiga kompakthögtalaren i hemmiljö.



Stig Carlssons »kolbox»
i modifierat och förenklat
utförande beskrives
i denna artikel.

ULF ROSENBERG - Utdrag från tidskriften 'RADIO & TELEVISION' nr# 4 1964

Kompakt högtalare med jämn frekvenskurva

Carlsson. Efter någon tid blev förf. inkopplad på projektet, dels för att delta i det fortsatta måtarbetet, dels för att ge lådan en form som lämpade sig för hembygge. Högtalaren skulle dessutom ha en »husmorsvänlig» apparition. Resultatet blev så

småningom den konstruktion som här presenteras.

God transientåtergivning fordras

Innan jag går in på de principer och idéer som ligger till grund för kolboxpatenten

vill jag först nämna något om vikten av god transientåtergivning när det gäller musik.

Man talar ofta om klangfärg i musiksammanhang. Rent fysikaliskt menas då en tons eller klangs spektrala sammansättning. Den moderna musiken har ofta laborerat med och ibland t.o.m. renodlat detta element. Det som huvudsakligen hjälper oss att identifiera klangen från t.ex. ett instrument är emellertid tonens insvängningsförlopp.

Följande experiment tycker jag är belysande. Jag spelade in en lång ton (utan vibrato) från respektive tvärflöjt, blockflöjt och fiol på band, varefter själva tonsansatserna klipptes bort. När bandet sedan spelades upp, kunde ingen säga vilket instrument som var vilket, trots att det bland de tillfrågade fanns flera musiker. Detta visar hur viktigt det är att en högtalare har goda transientegenskaper, något som emellertid sällan nämns i högtalarreklamerna.

Rundstrålning önskvärd

För att bästa möjliga återgivning skall erhållas av en transient, bör högtalaren vara rundstrålade till sin karaktär, vilket är speciellt viktigt i diskantregistret. Ett spritt diskantfält får dessutom högtalaren att »låta lika» på alla platser i ett rum.

Enligt »kolboxprincipen» placeras högtalarelementen på sådant sätt, att man får stark spridning av utstrålningen. Diskant-högtalare bör ha liten kondiameter, detta för att goda rundstrålade egenskaper skall erhållas; ju mindre högtalarelementets diameter är i förhållande till den utstrål-

Fig 2

Om en högtalare A placeras i närheten av en reflekterande vägg förstärkes återgivningen av ljudvågor för vilka $a \ll \lambda$.

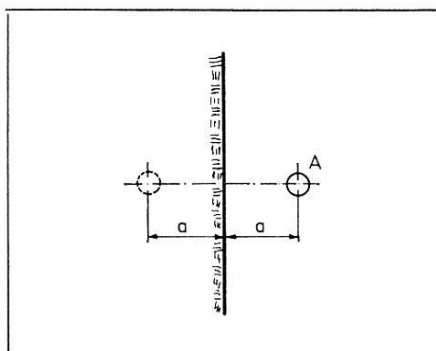
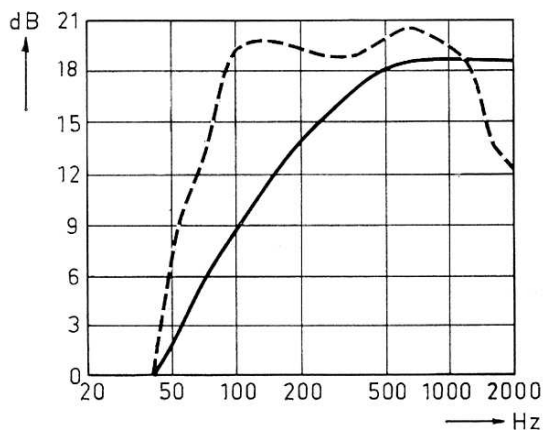


Fig 3

Om dämpningen bakom bashögtalarelementet tas bort ändras frekvenskurvan. Den heldragna kurvan avser högtalaren i slutgiltigt skick, streckad kurva avser högtalaren utan dämpning bakom bashögtalarelementet. Båda mätningarna utförda i ekofritt rum. Det använda mättrummet är tyvärr inte helt invändningsfritt under 100 Hz, varför mätningarna i det området får ses som relativmätningar. Observera att den för basreflexlådor karakteristiska puckeln under lådans avstämning-frekvens (≈ 45 Hz) inte har kommit med.



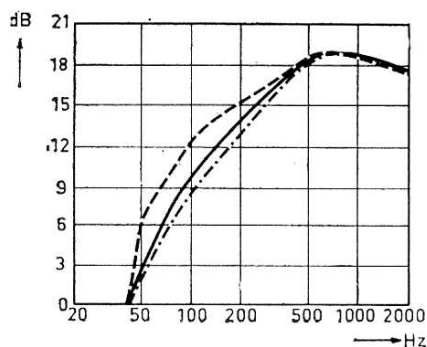


Fig 4

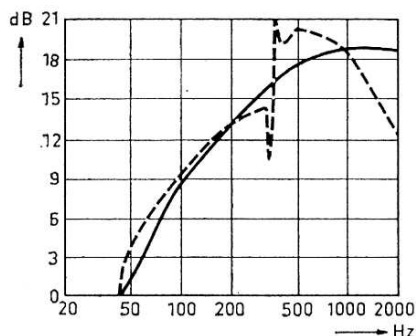


Fig 5

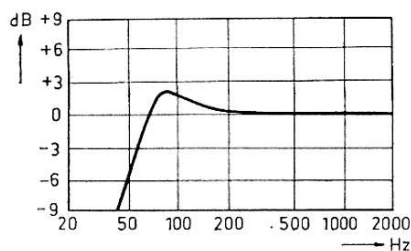


Fig 6

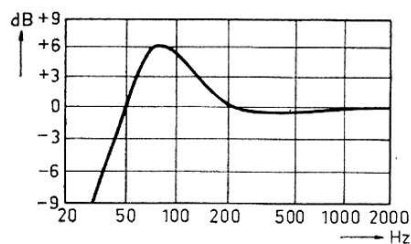


Fig 7

Fig 4

Frekvenskurvor upptagna i ekofritt rum för varierande mängd dämpmaterial bakom bas-högtalarelementet. Streckad kurva: 33 g dämpmaterial; heldragen kurva: 38 g dämpmaterial; streckprickad kurva: 53 g dämpmaterial. (Samma anmärkning om mätområdet gäller som i fig. 3.)

Fig 5

Om dämpmaterialet i lådans botten tas bort ändras frekvenskurvan. Den heldragna kurvan avser högtalaren i slutgiltigt skick, den streckade kurvan utan »bottendämpning». Båda mätningarna utförda i ekofritt rum. (Samma anmärkning gäller beträffande mätområdet som i fig. 3.)

Fig 6

Beräknad frekvenskurva för högtalare av godtycklig typ, uppmätt i ekofritt rum.

Fig 7

Beräknad frekvenskurva för den i fig. 6 angivna högtalaren, placerad på ca 20 cm avstånd från en reflekterande vägg.

Fig 8

Beräknad frekvenskurva för den i fig. 6 angivna högtalaren ställd på golvet intill en reflekterande vägg, så att membranet kommer ca 20 cm från väggen och ca 40 cm från golvet. Den utpräglade resonansstoppen vid ca 80 Hz kommer att medföra att basen blir entonig; lådan kommer att låta »boomig».

Fig 9

Beräknad frekvenskurva för den i fig. 6 angivna högtalaren, placerad symmetriskt i ett hörn med reflekterande väggar så att membranet kommer ca 30 cm från såväl de båda väggarna som golvet. Som jämförelse visas (streckad) även frekvenskurvan i fig. 6.

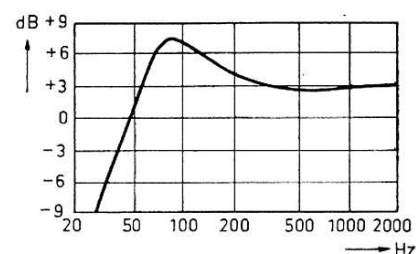


Fig 8

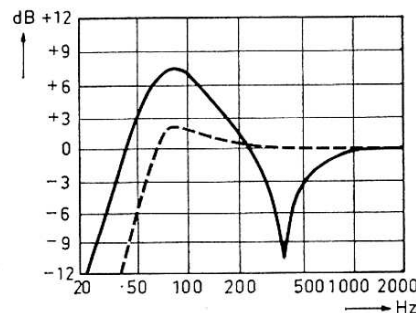


Fig 9

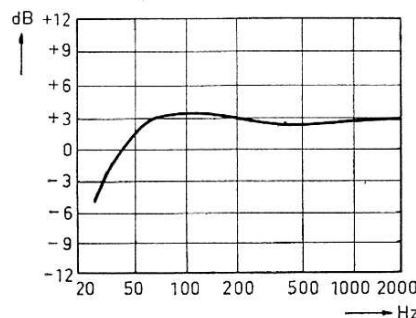


Fig 10

Beräknad frekvenskurva för den i fig. 6 angivna högtalaren placerad invid en reflekterande vägg ca 1 meter från närmaste rumshörn och så att membranet kommer ca 20 cm från den bakomvarande väggen och ca 60 cm från golvet.

lade ljudvåglängden desto bättre ljudspridning erhålles. Diskantstrålarna bör placeras relativt långt från reflekterande ytor, vilket bidrar till att ytterligare diffusera ljudfältet i diskanten.

Bashöjning måste undvikas

Det visar sig att ett stort antal högtalare på marknaden har egenskapen att de höjer basregistret ca 5 dB när de placeras i närheten av reflekterande väggar. De flesta lyssnare har kanske vant sig vid detta, och uppfattar det endast som en »fin och fyl-

lig» basåtergivning, en parallell till den tidigare hi-fi-epokens vassa och »lyfta» diskant, vilken dock var tröttsamt att höra.

Att man får bashöjning i många högtalare när de används i ordinära lyssningsrum hänger samman med att högtalarfabrikanterna i allmänhet utgått från högtalarmätningar som utförts i döddämpade rum. Dessa mätningar tillgår vanligen så att den högtalare som skall mätas placeras i det döddämpade rummet, varefter man tar upp en frekvenskurva i en — eller i bästa fall — ett par riktningar. Det rum,

som högtalaren sedan skall användas i, är emellertid — tyvärr eller tack och lov, beroende på hur man ser det — inte döddämpande, varför den frekvenskurva för högtalaren som gäller vid avlyssning är en helt annan än den som erhålles i det döddämpade rummet. Jag skall försöka att i korta drag förklara varför så är fallet.

Vid låga frekvenser kan de flesta högtalare betraktas som rundstrålade vågalstrare. Om en sådan placeras i närheten av en reflekterande vägg, erhålles en reflekterad våg som ligger i fas med den

som utgår från vågalstraren, denna får alltså en ljudande spegelbild. Även denna våg kommer naturligtvis att påverka den totala utstrålningen; om det blir förstärkning eller försvagning beror på den utstrålade frekvensen och på avståndet vågalstrare-spegelbild. Vid låga frekvenser blir det en förstärkning som ger den ovan nämnda lyftningen i basen. Om flera mot varandra vinkelräta reflekterande plan finns i närheten, blir baslyftet större, ca 2,5 dB per plan. Det blir även större och går högre upp i mellanregistret ju närmare högtalaren placeras dessa plan.

Det är självklart viktigt att denna baslyftning som uppstår p.g.a. reflexionen från väggarna på något sätt kompenseras.

Nytt mätförfarande

För att få in de här nämnda faktorerna i högtalarmätningarna och för att så mycket som möjligt få med inverkan av golv och väggar som påverkar högtalaren vid normal rumsplacering, har Stig Carlsson utarbetat en mätmetod, enligt vilken högtalaren placeras i ett rum, där tre intill varandra gränsande väggar är reflekterande, medan de motstående väggarna är döddämpade. Genom att ta upp frekvenskurvor i ett stort antal mätpunkter i rummet, med högtalaren uppställd i det reflekterande hörnet, och sedan tillämpa ett integrationsförfarande, erhåller man ett mått på den totalt utstrålade energin från högtalaren, då denna placeras på ett sätt som svarar mot de driftförhållanden som högtalaren skall arbeta under. Mätmetoden ger mätvärden, som betydligt bättre svarar mot det intryck som erhålles vid normal avlyssning, än vad gängse metoder för högtalarmätning ger.

Liten basreflexlåda

För att få fram en högtalkonstruktion som under de nyss antydda mätbetingelserna ger en så rak frekvenskurva i basområdet som möjligt har den i Stig Carlssons »kolbox» patenterade konstruktionsfinessen för bassystemet utnyttjats i den här beskrivna högtalaren. Den högtalarlåda som användes är sålunda en påfallande liten basreflexlåda, vars båda toppar i basområdet dämpas i önskvärd utsträckning, genom en noggrant utprovad mängd dämpmaterial omedelbart bakom konen, se fig. 2. Lådan kommer på detta sätt att erhålla en frekvenskurva, som — mätt i ekofritt rum — är nivåsenkt i basen. Basnivåsenkningen hos högtalaren har gjorts så stor, att den precis kompenseras av den baslyftning som erhålles vid normal placering av högtalaren i ett rum.

Basreflexlådan ger bashögtalarmembranet god koppling till luften och ger därmed låg distorsion i basregistret. Lådan har en volym på endast drygt 40 liter, vilket ger en lägre verkningsgrad vid lådans avstämningsfrekvens än vad som erhålles med stor lådvolum. Den valda lådvolymin ger rätt verkningsgrad för rak frekvenskurva vid den tänkta rumsplaceringen.

Basreflexlådan har dämpats på ett sådant sätt att inga stående vågor erhållits inuti denna. Hur olika dämpningar påverkar tredje tydligast framgå av kurvorna i fig. 3, 4 och 5. Högtalaren har konstruerats så, att den ger rak frekvenskurva när den placeras mot en vägg, inte närmare något hörn än ca 70 cm. Denna placering ger nämligen den mjukaste och luftigaste diskantåtergivningen. Vid hörnplacering kommer basen att lyftas närmare 3 dB. Se fig. 6—10.

Ytterligare en sak måste beaktas i detta sammanhang:

Om vi utformar en högtalare så, att den består av en rundstrålade vågalstrare placerad i en av väggarna i en låda får vi från vågalstraren en vågrörelse i luften som fortplantar sig åt alla håll, alltså även längs utsidan av den lådvägg i vilken högtalaren är anbringad. När en våg når kanten på lådväggen, expanderar den och ger upphov till en störning. Vi erhåller då en våg, som återvänder längs lådväggen mot vågalstraren. Denna återvändande våg är, märk väl, fasviden 180° i förhållande till den från vågalstraren utgående vågen. Den interferens som därvid uppstår mellan utgående och återvändande våg ger en effekt av samma karaktär som den som erhålles då en högtalare monteras i en öppen baffel: man får ojämn frekvensgång. För att neutralisera denna effekt, bör bashögtalarelementet monteras på en så liten lådvägg som möjligt, så att högtalkonens yta är stor i förhållande till lådväggen.

Högtalarlådan

Lådan, se fig. 11, är tillverkad av 16 mm lamellträ, vilket är lätt att arbeta med och dessutom ger lådan god stabilitet. Andra utformningar kan naturligtvis tänkas, förutsatt att inte lådans huvudmått ändras. Nödvändiga verktyg är i stort sett såg, hyvel, borr, skruvmejsel, men dessutom krävs tillgång till sågbord med fräsklinga, eller nothyvel. Har man inte tillgång till sådana anordningar finns ju alltid möjligheten att beställa trävirket tillskuret hos en snickare.

Första åtgärden sedan virket kapats till är att bestämma hur man vill ha basreflexlådans tunnel anordnad. I prototypen har den gjorts av pertinaxrör, 12 cm långt och med en invändig diameter på 77 mm. Det är emellertid inget som hindrar att den utföres fyrkantig och i trä, av ett styvt papprör eller på något annat sätt, förutsatt att tvärsnittsyten och tunnellängden inte ändras. Nästa åtgärd blir att ta upp hålen för bashögtalarelementet och tunneln.

När detta gjorts är det dags att bestämma hur man skall göra fogarna i lådan. Det blir snyggast om man plöjer spår i benen och i lamellträskivornas kanter och sedan lägger i lösa lister, s.k. fjädrar, och limmar, men man kan naturligtvis även spika eller skruva samt limma. I så fall får man förstås räkna med att måla lådan — den bör göra sig utmärkt vitmålad.

Metoden med spår rekommenderas emellertid, då man i alla fall behöver sådana i benens övre ändar för att skjuta ned det trädnät i som skyddar högtalarna.

Fasningen av benen nedtill är en detalj som kan uteslutas, men lådan ser betydligt lättare ut med fasade ben. Benen tillverkas av massivt virke i samma träslag som det faner man valt.

Efter dessa arbetsoperationer är det dags att fanera. De flesta kanske tycker att detta arbete låter avskräckande svårt, men så är inte fallet — det är faktiskt lättare än att lägga på självklistrande plast. För faneringen bör man skaffa fanerstycken som är *större* än de trätytor som skall faneras. Tänk på att ådringen hos underlagets trä och hos faneret skall ligga vinkelrätt mot varandra. Man stryker ut kontaktlim både på ytan som skall faneras och på själva faneret. Kontaktlimmet appliceras bäst med en tandad spackel. De limbestruckna ytorna får sedan torka i 20—40 minuter, varefter det är dags för själva faneringen. Man lägger då skivan med limsidan upp på ett stadigt underlag, varefter fanerstycket siktas in mot underlaget med limsidan nedåt. Man börjar sedan stryka fast faneret längs en sida, som är vinkelrät mot fiberriktningen i faneret. Man håller hela tiden upp den motsatta änden av faneret, det gäller att undvika luftblåsor i limfogen, och gnider fast det mot underlaget från det håll där man börjat.

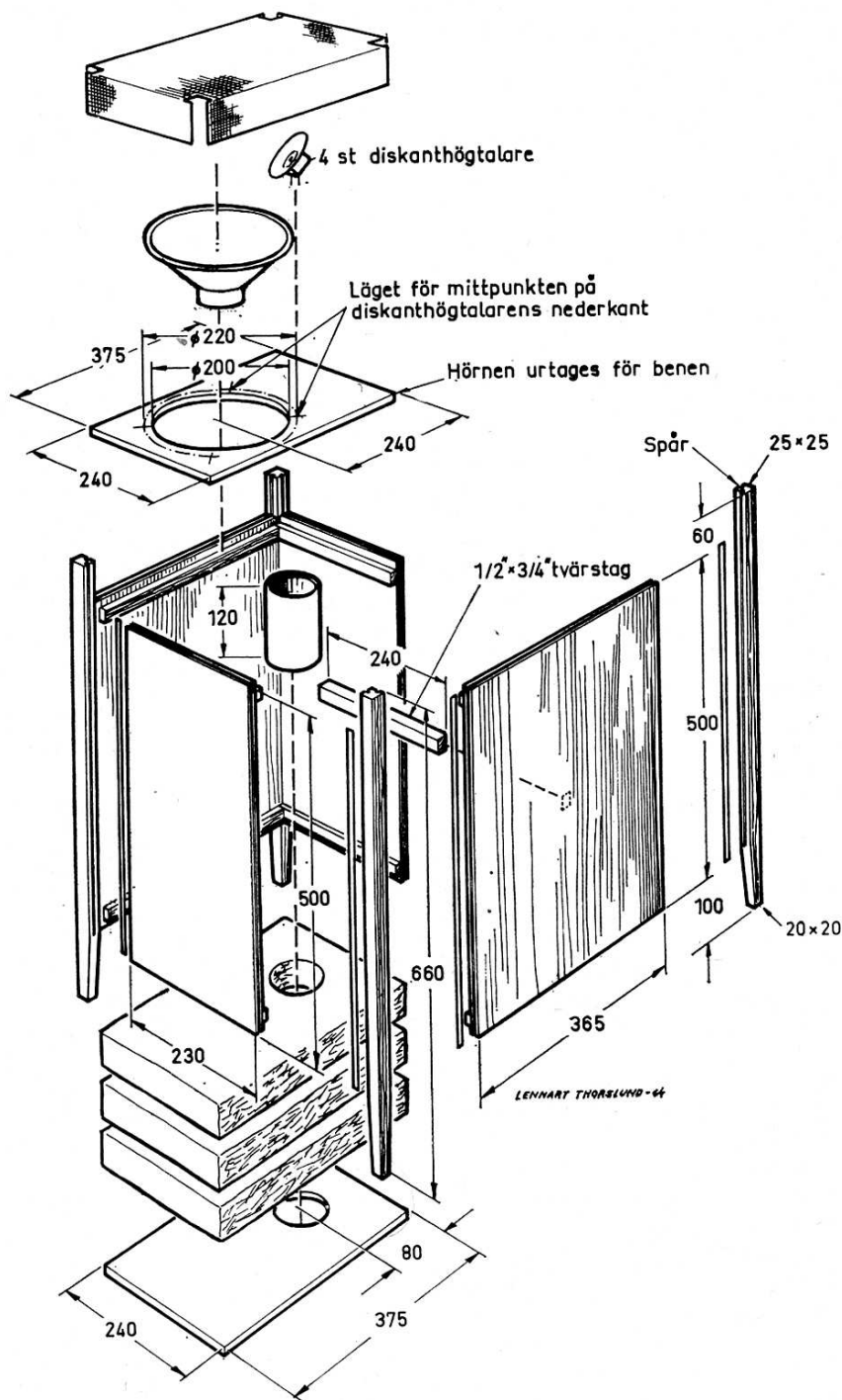
Till hjälp vid faststrykningen bör man ta en träklots, som fasats längs en kant. Med denna kant gnider man ned faneret, hela tiden i fiberriktningen, då det annars är lätt att spräcka detta. När man har fått fast faneret över hela ytan, får limmet hårdna, varefter det är dags att skära kanten rena, vilket kan göras med en kniv eller en fanersåg. Det gäller att vara försiktig så att inte faneret spräcks, skär helst bort lite för lite och slipa ned resten med sandpapper, eller hyvla kanten med en skarp putshyvel.

Om man mot förmodan skulle misslyckas kan man skära i en ny bit faner på ett skadat ställe. Om en luftblåsa uppstått eller om faneret släppt någonstans, kan faneret skäras upp med ett rakblad och sedan pressas fast med ett strykjärn, som bör ha högst +150° temperatur.

När arbetet fortskridit så långt är det dags att börja hopfogningen. Enklarest att använda är de moderna vinylhartslimmen. Dessa är så starka att man t.o.m. kan limma bitarna kant i kant. Svårigheten är bara att få limfogen att inte glida.

För dem som inte har limknektar kan en anordning enligt fig. 12 rekommenderas. Börja lämpligen med att limma fast benen vid de stora sidostyckena. Därefter monteras hela lådan färdig i ett svep. Vid detta arbete bör man helst ha någon till hjälp, åtminstone om man inte är van. Om man använder vinylhartslim bör man inte glömma att torka bort allt överflödigt lim med en fuktig trasa så snart tvingar och

Måttskiss för högtalarlådan. Bottenplattan kan skruvas fast mot lister på lådväggarna så som visas i fig. men man kan också förse väggarna och bottenplatta med spår och limma fast bottenplattan mot väggarna.



Stycklista

Diskanthögtalarelement: 4 st. Peerless diskant-
högtalarelement MT20HFC, 8 ohm eller
MT20HFC, 16 ohm.

Sista momentet före ytbehandlingen blir att borra och försänka alla skruvhål som

Fig 12

Enkel limknekt, bra att ha vid hopfogningen av lådan. Kilarna spännes lämpligen ihop med tvingar.

Fig 13

Bild av lådans inre. Bilden visar hur tvärstaget och dämpmaterialet i botten är monterat. Hål är upptaget i dämpmaterialet för basreflex-tunneln.

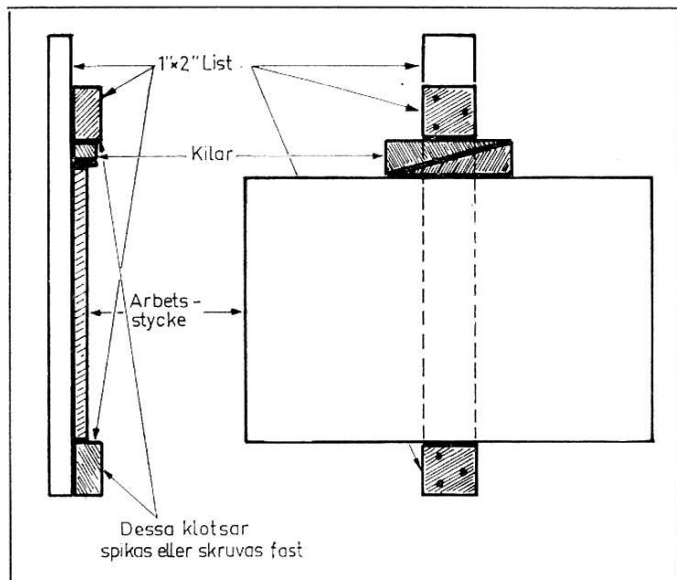


Fig 12

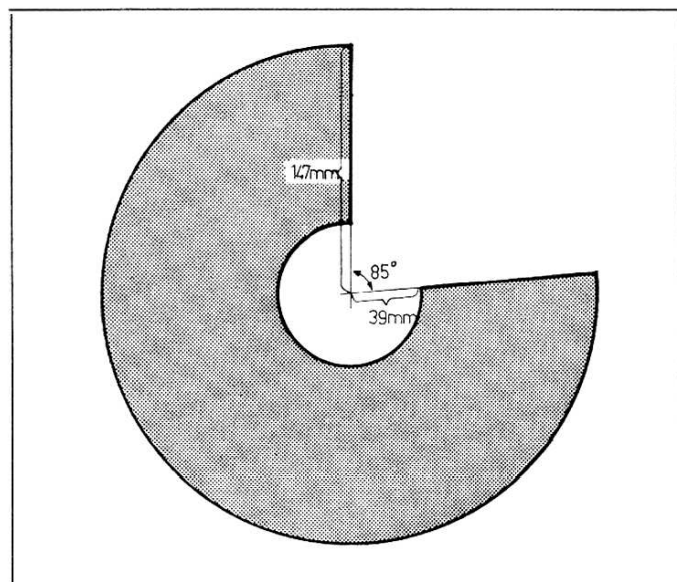


Fig 14

Fig 14

Mall för tillskärning av glasullskonen på bashögtalarelementets baksida.

Fig 15

Här har dämpmaterialet anbringats bakom bashögtalarelementets korg. T.h. transformatorn Tr1 för diskant-högtalarenheten och drosseln Dr1 för bashögtalarenheten. Tänk på att skruvarna som håller drosseln inte får vara av magnetiskt material, då i så fall drosselns induktans ändras.

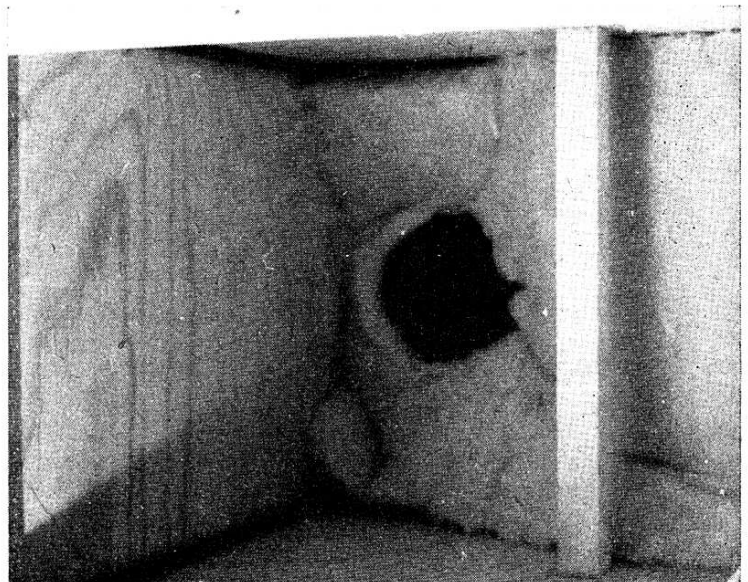


Fig 13

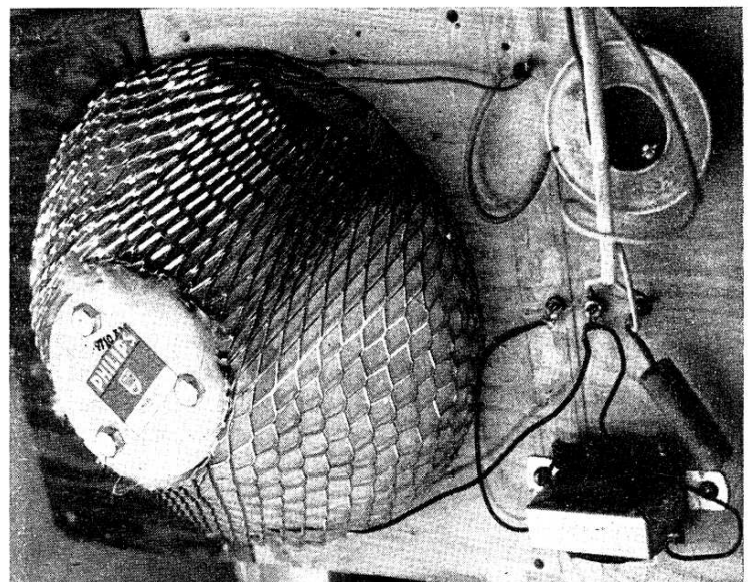


Fig 15

behövs för de återstående monteringsarbetena.

Ytbehandling

Ytbehandlingen kan göras efter vars och ens smak. En snygg ytbehandling får man

om man efter avputsningen av benen (man bör inte slipa på faneret) stryker alla ytorna flödigt med en blandning av 1 del terpentin och 2 delar kokt linolja. Lådan får sedan stå och »dra» i omkring en halvtimme, och partier som efter en stund even-

tuellt ser torra ut, oljas ytterligare. Efter en halvtimme slipar man i oljan med ett fint sandpapper, omkring 5 min. på varje yta. Därefter torkas ytorna rena med trasor som inte luddar. Efter ytterligare några dagar kan ytorna gnidas upp med linne-

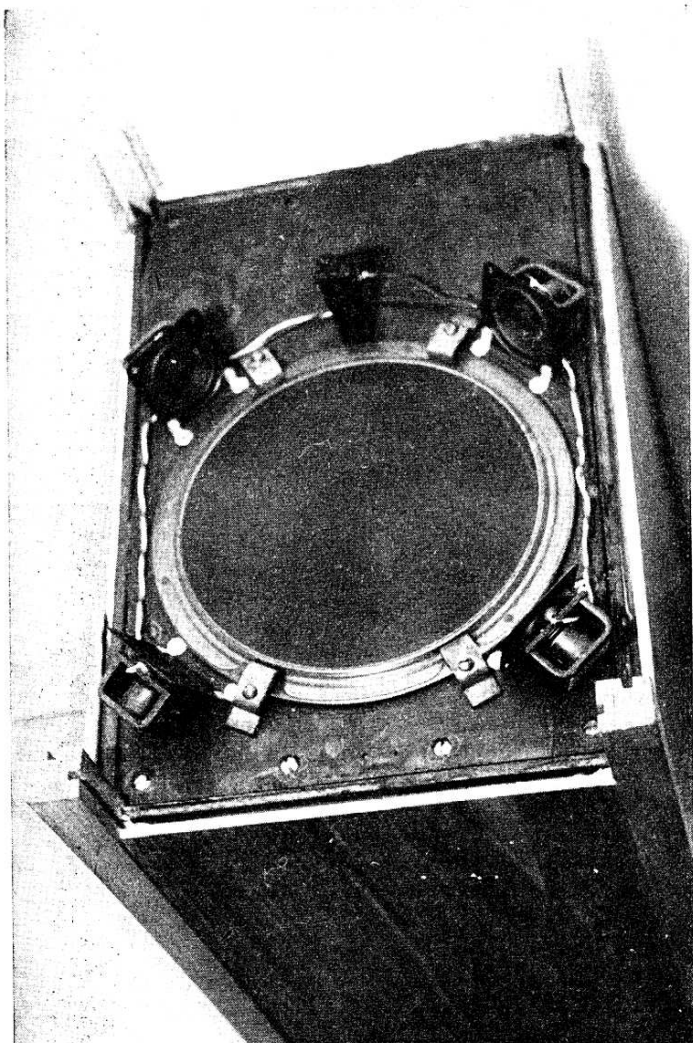


Fig 16

Högtalarlådans överstycke med högtalarelementen monterade. Diskant-högtalarelementen har monterats med hjälp av lödöron som bockats till. Observera det lilla trästödet mellan de två bakre diskant-högtalarelementen, det utnyttjas som stöd för skyddsgallret. Lägg en bit skumplast mellan trästödet och gallret.

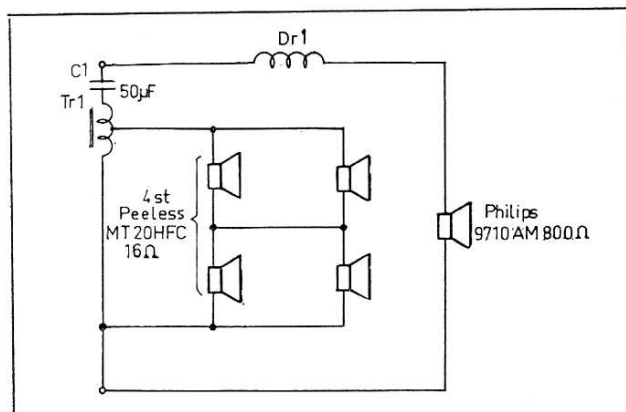


Fig 17

Kopplingsschema för inkoppling av ett 800 ohms bashögtalarelement, Philips 9710AM, samt fyra 16 ohms diskant-högtalarelement, Peerless MT20HFC. Tr1=anpassningstransformator 1000 ohm: 16 ohm. Primärinduktans 50 mH, likströmsresistans < 20 ohm. Dr1=50 mH drossel, resistans < 30 ohm, C1=50 nF, 600 V.

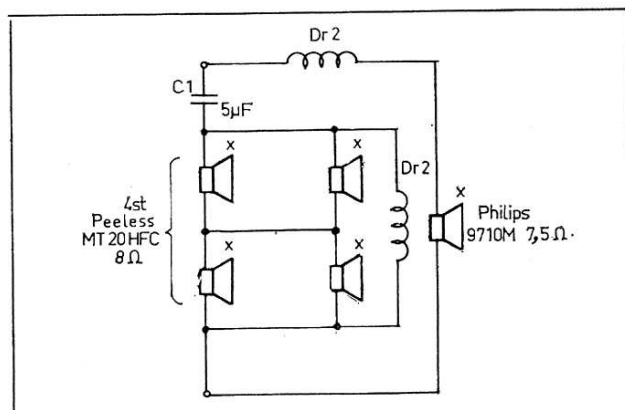


Fig 18

Kopplingsschema för inkoppling av ett 8 ohms bashögtalarelement, Philips 9710M, samt 4 st. 8 ohms diskant-högtalarelement, Peerless MT20HFC. Dr2=0,5 mH, C1=5 µF.

trasor eller hårda borstar, eventuellt också bonas med bonvax eller möbelpolityr, allt efter tycke och smak.

Så återstår endast de avslutande monteringsarna. Det är nu dags att sätta basreflextunneln på plats; den bör gå så styvt i sitt hål att den sitter stadigt när den skjuts in på plats. Eventuellt får den fästas med lim.

Montera därefter in en anslutningskontakt av önskat utförande i lådans botten. Det bör vara ett kontaktdon som tål de spänningar som förekommer vid det höghögmiga slutsteget. Tänk på att berörings-skydda alla spänningsförande kontaktpunkter. Lägg därefter in dämpmaterialet i botten på lådan. Det utgöres av 3 stycken 5 cm tjocka skivor glasull (Gullhögens fabrikat), som skärs till något större än lådans bottenmått och med hål för basreflextunneln. Skivorna packas hårt mot bottenplattan. Av samma material tillverkas den kon av dämpmaterial som är pla-

cerad omedelbart bakom högtalarkorgen, se fig. 15. Konen skärs till efter den form som visas i fig. 14. Det gäller sedan att ta bort så mycket material att hela konen väger 38 gram. Se till att materialet blir jämntjockt, så att det inte blir avsevärt tunnare eller tjockare någonstans. I modellhögtalaren har dämpkonen placerats inuti en korg av sträckmetall. Det har emellertid visat sig att denna kan slopas, om den i stället ersättes med en kon av glest nylontyg som sys ihop och träcklas fast vid glasullen. Detta utförande är betydligt enklare.

Dämpkonen nubbas fast i högtalaröppningen, se fig. 15, lämpligen med ett bomullsband som skydd mellan glasullen och skallarna på nubben. Innan den stora högtalaren monteras sveps den in i ett stycke tunt tyg, så att detta skyddar högtalaren helt och hållet — både fram- och baksidan. Ett idealiskt tyg för ändamålet skall man

kunna blåsa igenom; det får däremot inte släppa igenom vatten. Tunn, svart nylonchiffong är utmärkt.

Hur bas- och diskant-högtalarelementen sedan monteras och kopplas torde bäst framgå av fig. 16, 17 och 18.

Sista arbetsmomentet på lådan blir att tillverka den nätkorg som anbringas över högtalarna. Se fig. 19. Man säger då lämpligen till en träskiva som har samma mått som korgen skall ha invändigt. Den bit av nätet som skall bockas spännes med hjälp av tvingar fast mellan träplattan och en plankstump. Sedan bockas trådnätet upp över träplattan med hjälp av ytterligare en brädbit och en klubba eller en hammare. Likadant gör man med de övriga sidorna. När detta arbete är gjort är det endast att klippa till nätet med en tång eller en plåtsax, så att det kläms fast när det skjutes ned i spåren på högtalarlådans. Nätkorgen kan sedan kläs med tyg av typ skollinne i lämplig färg. Man bör härvid se

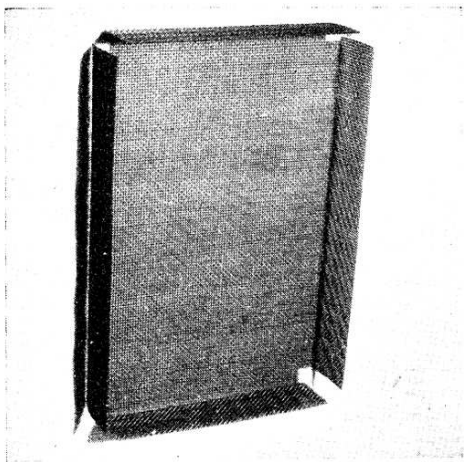


Fig 19
Trådnätet som skyddar högtalarens översida.

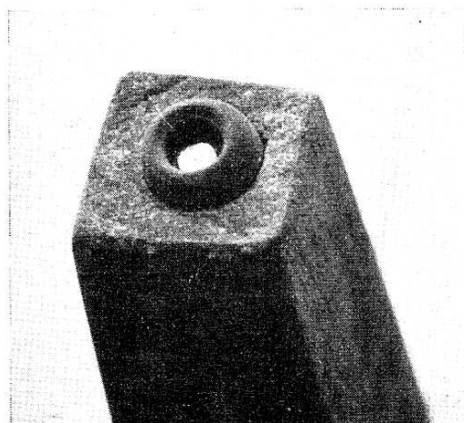


Fig 20
Närbild av änden på ett ben. Av bilden framgår hur en vanlig gummiföt borras in i benet. Hålet för försänkningen borras så djupt att själva benet befinner sig ett par millimeter från golvet.

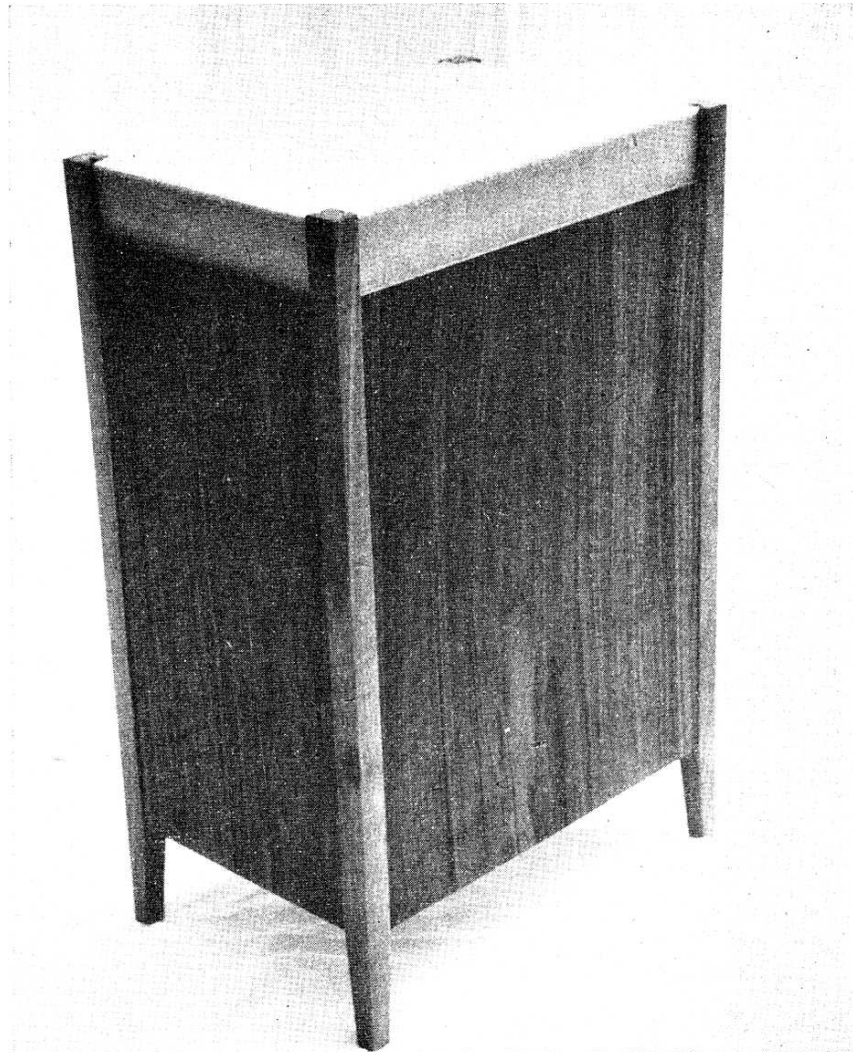


Fig 21
Den färdiga högtalaren.

till att tyget spänns fast ordentligt, annars blir det snart veck och rynkor på det.

Högtalarens placering

Slutligen några råd om lyssnarrummet och högtalarplaceringen. Högtalaren låter bäst

om den placeras på ett hårt golv och mot en hård vägg i ett rum vars övriga väggar är dämpade, alltså i en miljö som liknar mättrumets. I ett rum där alla väggar är hårt dämpade och som innehåller många stoppade möbler, mjuka mattor och bok-

hyllor, kommer högtalaren inte till sin rätt.

Till sist ett gott råd om ni har grannar som kan bli störda: Ställ högtalaren på gummifötter, så att den kommer att stå fjädrande på underlaget, se fig. 20. Metoden är mycket effektiv och lämpar sig f.ö. även för TV-apparater!

Litteraturhänvisningar

CARLSSON, S: *Svenskt patent 176 417. Ljudåtergivningsapparat, omfattande en förstärkare och en högtalare, jämte högtalare för en dylik ljudåtergivningsapparat.* CARLSSON, S: *Det outnyttjade musikmediet.* Musik och ljudteknik 1962, september, nr 3.

BRANDQVIST, L; STENSSON, K: *Hi-fi handboken.* Kap. 9. Stockholm 1960. Nordisk Rotogravyr.

STENSSON, K: *Stig Carlssons kolbox.* RADIO och TELEVISION 1959, nr 4, s. 46.

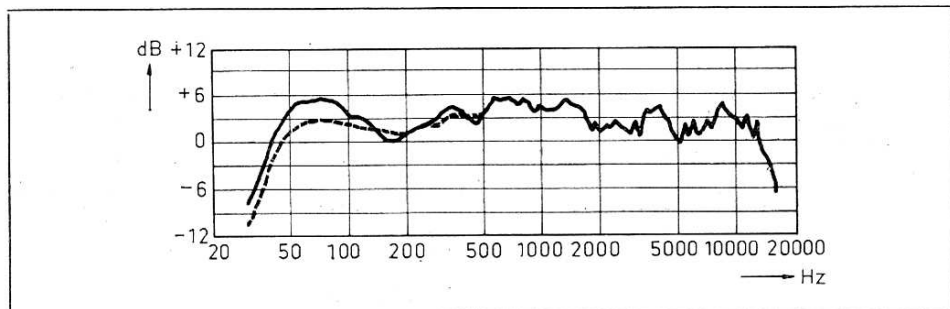


Fig 22
Frekvenskurva baserad på integrationsmätningar för den färdiga högtalaren. Mätningarna har utförts i ett rum, konstruerat för mätning av högtalaren placerad i ett hörn. Den uppmätta kurvan har därför korrigerats (streckad kurva) för att gälla för det fall att högtalaren placeras på optimalt sätt. Se texten.