

**Sidohögtalare för surround:**

# HYPERSIDA

Surroundljud kräver flera högtalare med olika egenskaper. Vi inleder här en serie byggen av alla de högtalare som behövs för surround.

Elektronikvärldens egen benämning på surroundljud är hyper stereo, hystereo. Därför kallar vi systemet för Hyper, och i detta första avsnitt bygger vi de främre sidohögtalarna, Hyper Sida.

Av Olle Mirsch



Många anser att den stora hifi-trend som pågått så framgångsrikt nu i många år, under denna höst kommer att ersättas av en stor satsning på surroundljud. Att surroundljudet har väckt mycket stor uppmärksamhet under senaste tiden, syns bl.a. på en mängd informerande artiklar både i denna och i många andra facktidningar världen över.

Samtidigt är det lite svårt för en gammal ljudentusiast att acceptera att den ena tekniken nödvändigtvis måste ersätta den andra. Visserligen används surroundtekniken i huvudsak för att åstadkomma effektljud vid visning av videofilmer, men det är ju ingenting i systemet som säger att det inte också skulle kunna återge ljud med hög kvalitet, särskilt i samband med musikfilmer och naturligtvis också utan någon bild alls.

För den som vill installera en surroundanläggning blir det en hel del utrustning som ska få plats framför sittplatserna i vardagsrummet. Först en TV, en video, elektroniken för surround och sedan också alla erforderliga högtalare. Har man kvar ett intresse för ljudåtergivning i hifi-klass, är det tämligen givet att surroundanläggningen måste ge neutralt och musikaliskt ljud så att man kan använda den till både det ena och det andra.

Konstruktionsbeskrivningen i denna och några följande artiklar inriktar sig alltså på bra högtalare som man kan bygga själv. Högtalarna ska tekniskt och utseendemässigt anpassas till en surroundanläggning och till varandra, men ljudkvaliteten ska också uppfylla höga krav för den som mest är intresserad av att lyssna till musik.

**Flera högtalare**

Antalet högtalare i ett surroundsystem kan variera. Normalt används dock fem högtalare tillsammans med Dolby Pro Logic: Ett par normalstereohögtalare, en mitthögtalare och ett par mindre, snett bakom lyssningsplatsen.

I det här avsnittet börjar vi med ett par vanliga stereohögtalare, och ska de låta bra, gäller gamla hederliga regler för dimensioneringen av dem. Vi vill alltså ha ett så brett register som möjligt, med god effekttålighet, linjär tonkurva och lägsta möjliga distorsion.

*Hyper Sida är egentligen av vanlig stereohögtalare som också kan användas som sådan. Men den är också anpassad till resten av Hyper-systemet som maximalt kan innehålla sex ljudalstrare.*

*Det mest speciella med Hyper Sida är att stativet också fungerar som basreflexrör med öppningen nedåt golvet.*

Med tanke på att det är en hel del apparatersom ska få plats i rummet, och att det mesta också ska finnas rakt framför tittaren, har jag valt en tämligen komprimerad konstruktion som inte tar alltför stort utrymme, men ändå går bra ner i basområdet. Den minnesgodas läsaren kanske erinrar sig från tidigare artiklar om högtalar-konstruktioner att det kan gå bra att nå djupa bastoner även med en rätt begränsad låda. Men då får man inte använda sig av ett alltför stort baselement.

Efter mycket letande i olika element-specifikationer, bestämde jag mig för ett 7-tums element från danska Peerless. Det är en effekttålig konstruktion ur företagets sk CC-line, i huvudsak avsedd för basreflex-lådor, och enligt alla dimensionerings-formler ska den ge optimalt resultat i en låda på 18 liters nettovolym. Elementet har en praktisk och elegant pressning av korgkanten, vilket frestar till att använda den utan döljande skyddsty.

I "motorn" har den en aluminiumring kring magneten, vilket håller distorsionerna nere. Membrankanten är av gummi och själva membranet av polypropylen, så man kan förvänta sig en betydligt längre livstid med denna kombination än med den förut mera vanliga kombinationen pappersmembran och skumplastkant.

Diskantelementet är bredstrålande av kupolmembrantyp. Frontplattan är skålformad vilket bidrar till en bredare strålningssektor än för andra kupoldiskanter.

## Inget brus i röret

Om man vill nå låga toner, måste avstämning-frekvensen göras låg, och det är inte så lätt i en liten låda. Ju mindre lådan är, ju större måste röret vara för att komma tillräckligt långt ner i frekvens. Många fabrikanter brukar lösa problemet genom att göra röret smalt, för då behöver det inte heller vara så långt. Men har man ett för smalt rör, uppstår i stället störande blåsljud, eftersom lufthastigheten blir mycket större i ett smalt rör än i ett brett.

Nå, alltså bör man sträva efter att använda ett långt, brett rör. Men då uppstår nästa problem. Genom att detta rör utgör en ganska stor volym så minskar det därigenom baskammarens volym. Och den var ju inte så stor från början.

Den som vill räkna på det här kan utgå ifrån formeln:

$$f = 160 \cdot \frac{d}{\sqrt{V \cdot (l + d)}}$$

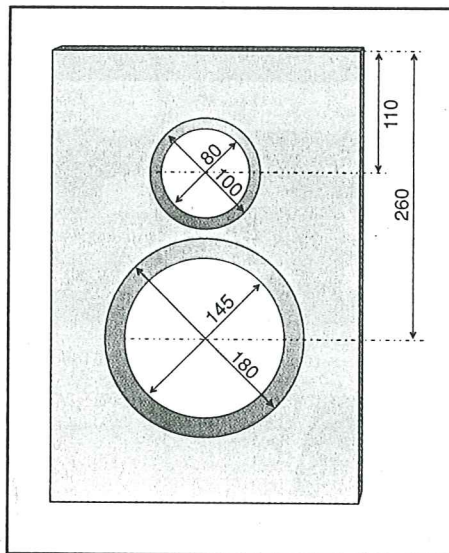
$f$  = resonansfrekvens (Hz)

$d$  = rördiameter (cm)

$V$  = lådans volym (liter)

$l$  = rörlängd (cm)

För att vara alldeles säker på att få ett "tyst" rör, har jag valt en rörarea på 50 cm<sup>2</sup>, vilket motsvarar 8 cm diameter hos ett runt rör. Och för att få en resonansfrekvens på 43 Hz, vilket var ett lämpligt mål, blir röret 40 cm långt. Varsågod och kontrollera!



**Håltagning för elementen i frontbaffeln. Vid den inre cirkeln görs ett genomgående hål, och vid den yttre en nedfräsning för elementkanten. Nedfräsningen kan ersättas av en tilläggsskiva med samma tjocklek som elementkanten.**

Tar man med rörets väggar, har det en bruttovolym på 3 liter, samtidigt som längden är 40 cm. Det är alltså inte så lätt att placera inuti lådan – men det är ju faktiskt inte nödvändigt heller!

I denna konstruktion bildar basröret den stolpe som lyfter upp lådan från golvetens nivå.

Det är inte heller runt, utan rektangulärt med måtten 83 x 60 mm invändigt. Att rörmynningen därmed riktas mot golvet är en fördel, för det minskar också eventuella störljud, tex baselementets "bakljud", vilka kan förstärkas genom rörets resonanser i området omkring 500 - 1 000 Hz.

## 2-vägs hellre än 3-vägs

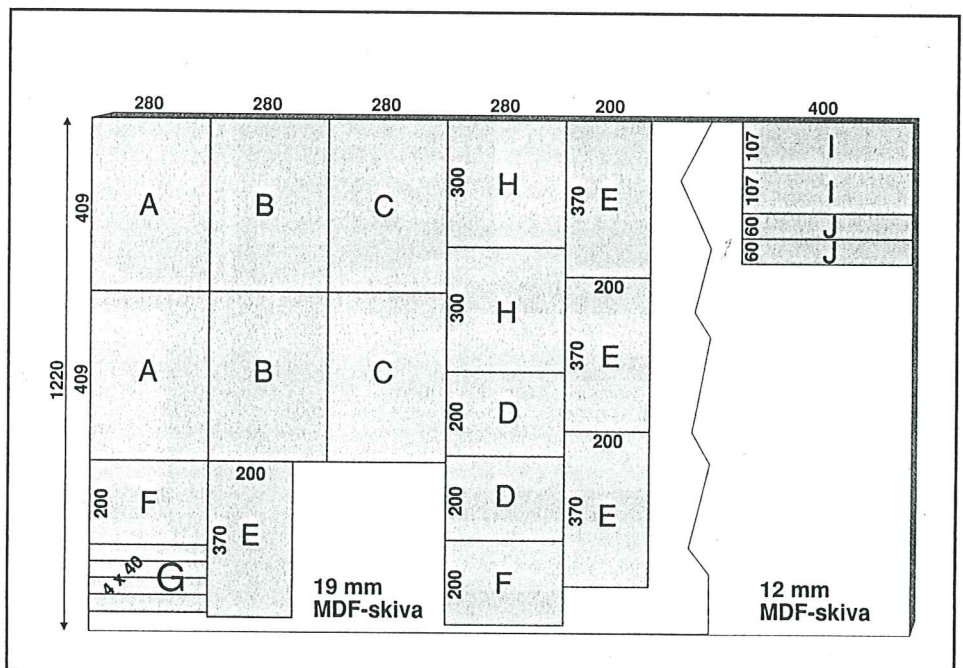
Eftersom den valda lådan är tämligen liten, och även baselementet är litet, finns det inget skäl att göra en 3-vägs konstruktion. Ju flera element man väljer, desto mer komplicerat blir delningsfiltret, och i detta fall fungerar basen fint ända upp över 3 000 Hz. Det är därför inget större problem att koppla ihop bas och diskant över ett filter som har en delningsfrekvens på t ex 2 500 Hz.

För att få en helt fasren delning mellan elementen, bör man enligt gällande dimensioneringsregler välja ett filter av första ordningen. Filterflankerna sjunker då med 6 dB per oktav. I princip innebär det 2 komponenter, en spole till basen och en kondensator till diskanten. Det blir både enkelt och billigt.

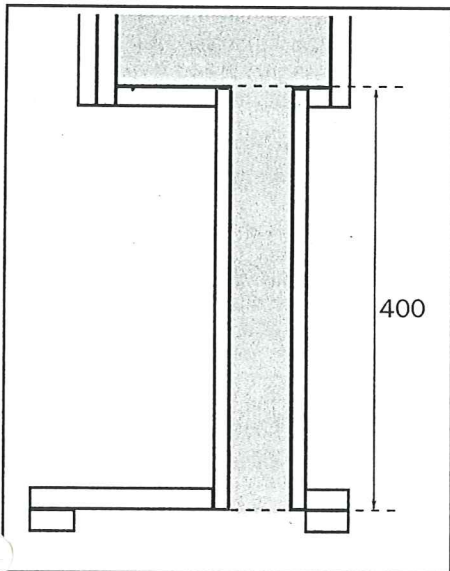
Men med ett 6dB-filter får man ett stort överlappningsområde, det vill säga att basen och diskanten har ett brett frekvensband där bägge är verksamma. Det finns risk för att basens övre ände inte blir effektivt avklippt, så distorsionen kring 4 000 Hz kan bli onödigt stor. Diskantens resonansfrekvens vid 1 000 Hz måste också vara rejält dämpad, annars blir det distorsion även här.

Därför har jag gjort ett andra ordningens delningsfilter, med flanker på 12 dB per oktav. Det skulle innebära 4 komponenter, men i detta fall blir det faktiskt mer än så. Dels tillkommer det några komponenter för konjugatlänkarna, vilka har till uppgift att utjämna impedansen i elementen, dels ingår också en spänningsdelare för diskanten, annars skulle den bli för dominerande.

Att plana ut elementens impedanskurvor är av stor fördel. Dels blir delningsfiltret korrektare, när det får arbeta med en konstant impedans, dels blir hela högtala-



**Sågschema för lådsidorna, 19 mm MDF, och det utvändiga basröret i 12 mm MDF. Mått i mm.**



**Basröret mynnar nedtill under fotplattan. Röret är limmat med epoxylim mot fotplattan, vilket ger tillräcklig styrka. Man bör dock indvika att sitta på högtalaren. Tycker man att det blir för vekt så kan man ju förstärka med t ex en list både uppe och nere.**

**Observera också att frontplattan höjs upp från golvet av sidostyckena så att ljudet kan passera ut.**

**Inne i lådan kommer röret upp baktill längst ned. Även här är det limmat med epoxylim jäms med bottenplattan. Se till så att dämpmaterialet inte täpper till öppningen!**

rens impedanskurva tämligen linjär, vilket är en stor fördel för förstärkaren. Belastningen är konstant för alla frekvenser. Ytterligare en fördel är att fasförskjutningen inom filterkretsen förblir liten, när impedansen är konstant.

## Inga elementskydd

Som synes av bilderna saknar högtalarna helt elementskydd. Det här med tyg eller annat skyddande material framför högtalarna kan man ha olika uppfattningar om. Naturligtvis är det rent praktiskt att ha något skydd framför elementen så att de inte skadas av t ex nyfikna barnafingrar. Men man kan tro att tyget har en negativ inverkan på ljudet, vilket bl a gör att många som vill testa en högtalare noggrant alltid börjar med att avlägsna tygfronten. Beroende på hur konstruktören inkorporerat tygfronten i konstruktionen, kan det här bli alldeles galet.

Det är inte tyget som sådant som är något problem, vilket de flesta tror. Ett modernt tunt högtalartyg kan som mest åstadkomma en dämpning på 2 dB uppe vid 20 000 Hz. Vid lägre frekvenser förekommer ingen dämpning. Däremot har oftast den ram som tyget är spänt på, en inre kant kringelementen. Vid denna kant uppstår en rejäl kantreflektion (diffraktion), vilken

resulterar i interferenser och oregelbundenheter i området kring 10 000 Hz. Frekvensvariationerna kan uppgå till 8 dB. Nå, är det inte bra då att ta bort tygramen innan man börjar spela?

Jo det är det, i alla fall där elementen är snyggt infällda i framplanet, och tygramen ligger ovanpå det hela, med sina reflekterande kanter. Men om elementen är monterade utan infällning, och tygramens tjocklek är anpassad till tjockleken hos elementkanterna, då finns det inga reflekterande kanter när tyget sitter på. Tar man bort tyget, så frilägger man skarpa kanter kring elementen, och där har vi diffraktionsproblem igen; troligen hörbara för skärpta öron.

Det är alltså inte tyget som vållar något problem, utan den ram som tyget är spänt på, och ramens funktion måste man ha klar för sig när man ska testa en högtalare. I Hyper Sida har jag tagit bort både ramen och tyget. Elementen är infällda helt i plan med baffelytan, och dessutom är kanterna rejält avrundade, för att minska kantreflexerna så mycket som möjligt.

För den som trots allt vill ha ett skydd framför elementen, rekommenderar jag att inte fälla in elementen och sedan välja en hårdfiberskiva som tygram. Hålen i denna skiva anpassas till elementens storlek och fasas av så att tjockleken stämmer överens med elementkanterna.

## Själva lådbygget

Det är givet att man måste ha en viss snickerivana när man ska bygga lådorna. Men trots det snygga utseendet, är det här ändå ett rätt enkelt bygge.

Materialet är genomgående 19 mm MDF-skiva, med undantag för rörstolpen som är gjord i 12 mm av samma material. Stolpens långsidor får då måtten 400 x 107 mm, och kortsidorna blir 400 x 60 mm. Det ger ett inre mått på 83 x 60 mm. Givetvis kan även stolpen göras av 19 mm material, men den ser då möjligen lite klumpigare ut.

MDF, vilket betyder **Medium Density Fibre-board**, är ett utmärkt material för högtalare. De flest mer påkostade högtalare är gjorda i MDF. Enligt grossisten är MDF "en tät, jämn skiva som är mycket lätt att bearbeta, tillverkad av en blandning av irländska barrträd och syntetiska hartser. Den är stark, tät och hårdig, med

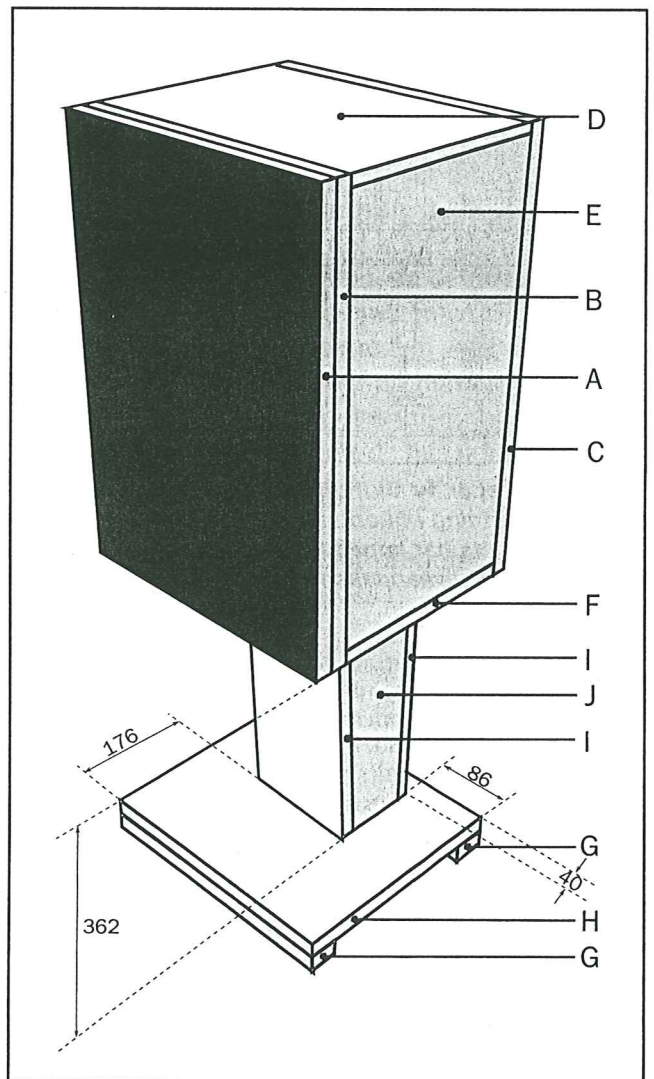
homogen volymvikt rakt igenom". Frånsett att MDF tillverkas i flera länder än Irland, är beskrivningen korrekt. En högtalare i MDF, med tillräcklig tjocklek förstås, blir tung och stabil, med låga materialresonanser.

Det är en ren fröjd att sätta hyveln till lådan och forma de runda kanterna både på själva lådan och på fotplattan. Materialet rivs inte upp, utan låter sig väl formas av såväl hyveln som den efterföljande slipningen.

Man kan naturligtvis säga till alla skivorna själv, men det enklaste är att lämna sågschemat till ett väl sorterat byggvaruhus, och få alla skivorna helt färdigskurna. Det går år lite mer än en halv skiva till ett par högtalare. Därtill kommer materialet för rörstolpen.

När man väl fått sina skivor från brädgården, limmar man ihop dem kant mot kant, på det sätt som visas i figuren. Vanligt vitt trälim är bäst. Har man tillgång till riktiga limknektar, är det bra, annars tycker jag att det går utmärkt att använda spik av typ dyckert för att hålla ihop sidorna medan limmet torkar. Huvudena kan slås ner och senare spacklas över.

Rundningarna på lådans fram- och bak-



**Placeringen av de utsågade lådsidorna (se sågschema) och måtten för fotplattan.**

## Fyra konstruktioner

I systemet Hyper kommer det att ingå fyra olika konstruktioner. Den första, i det här numret av Elektronikvärlden, är **Hyper Sida**, som egentligen är ett par helt vanliga stereohögtalare. På dem ska man ställa samma krav som på vanliga stereohögtalare, och det mest speciella med dem är att de är utseendemässigt anpassade till resten av systemet.

Dessutom är nästa del av systemet, **Hyper Mitt**, klangligt anpassad till sidohögtalarna. I övrigt ställs det ytterligare några krav på mitthögtalaren i ett hystereo- eller surroundsystem. Eftersom mitthögtalaren oftast hamnar alldeles intill en TV så får den inte ha något störande magnetfält omkring sig. Det kan annars ge bestående missfärgning av TV-bilden. Mitthögtalaren behöver inte heller återge bas under 100 Hz, utan den tas i regel hand om i sidohögtalarna i stället.

**Hyper Bak** är gjord att användas som bakhögtalare i systemet. På den kan man ställa ganska blygsamma klangliga krav. Den behöver heller inte återge frekvenser

under 100 Hz eller över 7 kHz. Däremot är spridningen viktig. Högtalarna ska ge ett diffust ljudfält i hela rummet, och det kan uppnås genom en kombination av högtalarens egna egenskaper och placeringen.

**Hyper Bas**, slutligen, är till för att komplettera systemet om man vill kunna återge de allra mest omtumlande baseffekterna. Den ska alltså återge lågbasen och ingenting annat.

Man kan bygga hela systemet, eller nöja sig med delar av det. Om man redan har ett par bra stereohögtalare, så behöver man inte bygga Hyper Sida. Man får då inget enhetligt utseende på sina högtalare och det finns en viss risk att Hyper Mitt kan låta lite annorlunda än sidohögtalarna.

Men man kan låta bli Hyper Mitt också. I de flesta surroundavkodare kan man arbeta också utan mitthögtalare och återge mittljudet som ett fantomljud, precis som i vanlig stereo. (Det får man nästan alltid göra om man har en enklare

avkodare av typ Dolby Surround. I Dolby Pro Logic finns däremot alltid en utgång för mitthögtalare.)

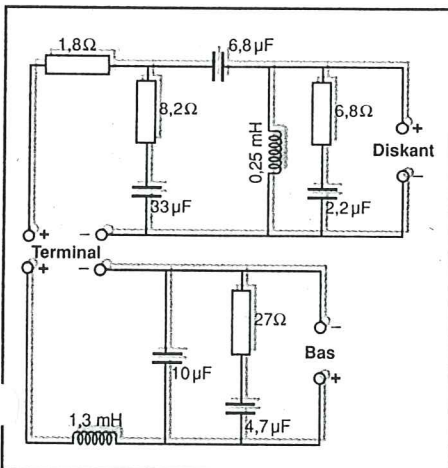
Utän mitthögtalare försvinner problemen med att sido- och mitthögtalarna kan låta olika, men i gengäld kan mittljuden, framför allt dialogen, bli sämre centrerad till TV-rutan, och den kan också bli mindre tydlig än med en riktig mitthögtalare.

Nöjer man sig med detta läge och har ett par bra stereohögtalare så räcker det alltså med att bygga Hyper Bak för att komplettera till surroundljud.

Och Hyper Bas är också valbar: Hyper Sida klarar också mycket djup bas, men vill man återge hela basregistret med full verkan så behövs den. Och Hyper Bas kan man förstås också använda till komplettera ett befintligt stereo- eller hystereo-system med.

Hyper är alltså mer än ett system; det är ett helt smörgåsbord av ljudalstrare som kan kombineras fritt.

BH



**Delningsfiltret är av andra ordningen med 12 dB lutning i filterflankerna.**

**Dessutom finns här impedansutjämning och nivåanpassning av diskanten.**

kant, samt på fotplattan går väldigt lätt att göra med en hyvel. Stor hjälp kan man ha av en rundningsmall som man tillverkar i styv kartong, annars hånder det lätt att man tar av för mycket. Mallen ska ha radien 38 mm för lådans framkant och för fotplattan, och 19 mm för lådans bakkant.

Sedan putsas alla kanter och rundningar för hand eller med en bandslipmaskin. Det lönar sig att lägga ner extra arbete på slipmomentet, för alla ojämheter kommer fram särskilt tydligt vid lackningen.

### Elementen ska fällas in

Om man vill ha elementen utan skydd, bör de fällas in i plan med baffelytan. Här har man stor nytta av en överhandsfräs. Då kan

man också fräsa ner ett dekorspår runt både fram- och baksidan, som jag gjort på de avfotograferade prototyperna. Ett enklare sätt att skapa en infällning är att komplettera baffeln med ytterligare en tunn hårdfiberskiva med samma tjocklek som elementkanterna. Eller att förse högtalaren med en tygskiva på det sätt som beskrevs tidigare.

Rörstolpen limmas ihop, varefter man rundar av stolpens kanter i önskad utsträckning. Sedan tar man upp hål i både lådan och fotplattan, lagom stora för att stolpen ska kunna trängas in och senare limmas fast. Inuti lådan ska stolpen mynna omdelbart framför baksidans insida.

Det behövs också ett hål på lådans baksida med storleken 75 x 95 mm för anslutningsterminalen.

Lådans ytbehandling kan göras på

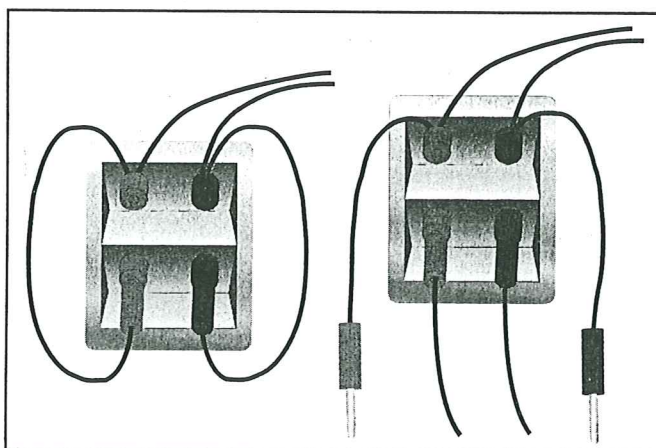
många olika sätt. Elegantast blir det om man lämnar lådorna till en lackerarverkstad. Mina prototyper har jag målat i en halvmatt svart akrylatfärg. Sidorna är klädda med självhäftande vinylfolie av ett slag som man lätt hittar i färgaffärerna.

Innan vi lämnar själva lådan, ska jag nämna en viktig sak. Basenergin som strömmar ut ur basrörets mynning kräver en viss höjd mellan plattan och golvet. Räkna med 25 mm fritt spelrum under bottenplattan. Har du heltäckningsmatta bör du öka detta ytterligare något. Det betyder att du får förse plattan med någon form av möbeltassar eller lämpligt formade klotsar.

### Färdigkopplat delningsfilter

Om man köper en färdig komponentsats levereras delningsfiltret färdigkopplat och monterat direkt på anslutningsterminalen. Det betyder att monteringen av komponenterna blir mycket enkel. Man behöver bara hålla reda på polariteten vid anslutningen av elementen. På basen är pluspolen rödmärkt, på diskanten är den märkt med vit färg.

Om monteringen är inte mycket mera att säga. Elementen ska sitta tätt mot lådan, och man kan därför använda fönstertätninglist under elementkanterna. Av de två dämpmattor-



**För att prova verkan av biwiring kan man koppla på detta vis. Till vänster drivs bas och diskant av samma högtalarkabel, till höger av separata kablar som möts först vid förstärkaren.**

na placeras den större direkt mot bakväggen. Den något kortare mattan placeras framför den bakre, men så att den inte hindrar luftströmmen genom bashålet.

Terminalen, som också ska tätas, har dubbla anslutningskontakter, vilket gör det möjligt att använda sk biwiring-anslutning.

**Biwiring?** Skulle det betyda att man får ett bättre ljud om man använder dubbla kablar från förstärkaren? Nej, kära läsare, det tror jag inte, men jag tror inte heller att man får ett sämre ljud med biwiring. Men för att viska få en gemensam uppfattning i denna kluriga fråga, inbjuder jag dig härmed till ett test.

Jag föreslår att du, när dina Hyper Sida är helt klara, inbjuder goda vänner och bekanta till ett lyssningstest hemma hos dig, där du låter dem lyssna till olika slags musik med dels en-kabelanslutning, dels två-kabelanslutning. Anslutningen kan du göra som bilden visar. Medan dina vänner sitter och lyssnar, får du fumla med kablarna bakom högtalarna, men de får inte veta vilken slags anslutning som du gör i varje enskilt fall.

Efter varje musikavsnitt lossar du anslutningen till det undre terminalparet. Sedan kan du slå ett kast med en vanlig speltärning. Blir det ett udda tal, ansluter du med en kabel, för jämna tal ansluter du dubbel kabel. Du får föra protokoll över vilka anslutningar som du gjort och dina vänner, som inte får se tärningen, för protokoll över den skillnad i lyssningsintryck som de tycker sig höra.

Det här testet kan du naturligtvis göra också med andra högtalare som har möjlighet till biwiring, men det viktiga är att lyssnarna inte vet vilken slags anslutning som för tillfället gäller. Skicka gärna dina protokoll och synpunkter direkt till mig eller till tidningens redaktion!

EV

## Komponentlista

Det går att köpa en färdig komponentsats till högtalarna. Satsen för ett par **Hyper Sida** innehåller följande delar:

- 2 st bas Peerless 180 WR 33/102 PPB AL/4
- 2 st diskant Peerless 100 DT 26/72 SF WA/6
- 2 st kompletta delningsfilter med anslutningsterminaler
- 24 st monteringskruvar
- 2 st dämpmattor 25 x 38 cm
- 2 st dämpmattor 25 x 33 cm

Priset för detta är 2 413 kronor inklusive moms och porto. Komponent-satsen kan beställas från **Mirsch Audio AB, Jakobsbergsgatan 3 A, 724 61 VÄSTERÅS.**

## Hyper Sida mätt och lyssnad

Hyper Sida går mycket djupt i basen. Den hänger med ända ned mot 40 Hz eller så. Vid de allra lägsta frekvenserna tenderar dock återgivningen att bli lite lös och bullrig, men det går fortfarande att få kraftiga ljudtryck ända ned i infraområdet.

Även högre upp i registren är basen lite gladare och spelvilligare än inspelningarna, och den återges något för stor och något för yvig. Musik av modernt studiosnitt låter mycket övertygande, liksom i än högre grad ljudeffekter från videofilm.

Med en extra bashögtalare får man visserligen ännu häftigare ljudeffekter, men Hyper Sida räcker långt.

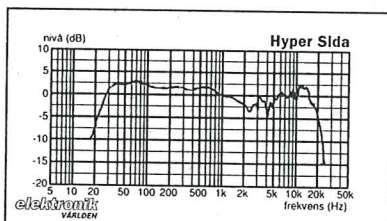
På musik med akustiskt ursprung kan man också notera att basen är aningen lös, men den blir knappast någonsin störande. Överlag är klangbalansen neutral och njutbar, med dragning åt det varma, mjuka hållet.

Det innebär att ljudet aldrig känns ansträngt och skrälligt, ens med besvärliga manskörer eller inspirerade operasopraner. Hela tiden är det musikaliskt och levande.

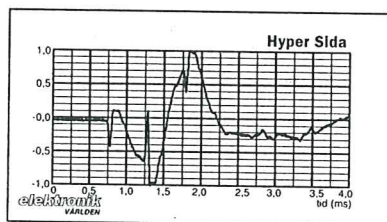
Och återgivningen är godkänt rumslig och detaljerad. Jämfört med bättre återgivare kan man dock sakna något i detaljerna, och därmed även en del i ljudbildens utsträckning åt alla håll.

De här anmärkningarna väger mycket lätt om det ska återges film ljud eller elektriskt alstrad popmusik, men kan bli relevanta om man spelar krävande akustisk musik.

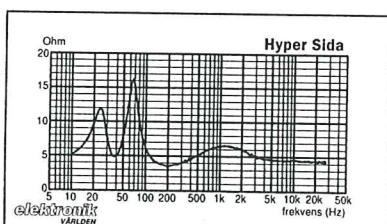
Bertil Hellsten



*Frekvensgången hos Hyper Sida är jämn över registren, med återgivning långt ned mot 30 Hz.*



*Återgivningen av fyrkantvåg visar inte så stora likheter med originalet, vilket kan bero på fasvridning i delningsfiltret och att elementen inte är löptidskorrigerade.*



*Impedansen ligger som lägst på 3,5 ohm runt 200 Hz och visar basresonansen vid omkring 40 Hz.*

# Pre- nu- me- re- ra

En del läser tidningar framifrån, andra bakifrån. En del köper tidningar i affären, en del prenumererar för att inte missa något nummer.

En del prenumererar för att det är billigare, andra för att de har tidningen nästan en vecka tidigare.

Varför prenumererar inte du också?

Fyll bara i prenumerationskupongen som finns i denna tidning, eller ring till vår prenumerationsavdelning, telefon **021-10 34 40**, så tjänar även du tid och pengar.

Faxa in kupongen på tel **021-15 55 25** går också bra.

**elektronik**  
Audio • Video • Datorer • Kommunikation VÄRLDEN

Mitthögtalare för surround:

# H Y P E R M I T T

I vår serie byggen av högtalare för hystereo kommer här mitthögtalaren Hyper Mitt. Den är klangligt anpassad till sidohögtalarna Hyper Sida som vi inledde med i förra numret.

Av Olle Mirsch  
Foto Anders Albinsson

S om framgått av tidigare artiklar i ämnet surroundljud, erbjuder Dolby ProLogic ett flertal olika möjligheter när det gäller val av högtalare.

Tvåsidohögtalare, precis som i en vanlig stereoanläggning, är grunden. Surroundljudet uppstår i bakhögtalarna, vilka ger spektakulära rumseffekterna. Men så brukar man också rekommendera en mitthögtalare, för att ge centrala ljud som t ex dialoger en så nära anknytning som möjligt till TV-rutan. Här ska beskrivas hur man själv bygger en centerhögtalare till sitt surroundsystem.

Har man ett par sidohögtalare placerade på var sin sida om TV:n, och dessa återger bildens ljud t ex i form av rösten från en nyhetsuppläsare, så är det lätt att konstatera att ljudet tycks komma rakt ut från TV-rutan, åtminstone om man sitter mitt framför TV:n och därmed symmetriskt i förhållande till högtalarna. Man får en fantombild av ljudet, vilken uppstår genom att de bägge högtalarna återger exakt samma ljudsignal.

Men om man förflyttar sig lite åt sidan kan det börja hända saker. Troligen går ljudet också åt samma håll, och tappar därmed kontakten med bilden, vilket natur-



ligtvis beror på att man hamnar närmare den ena högtalaren, vars ljud då kommer att dominera. Detta gäller speciellt om högtalarna är mycket direktstrålande, så att de har en högre intensitet rakt fram än åt sidorna.

Har man däremot högtalare som är mera bredstrålande (förr talade man mycket om direktstrålande eller rundstrålande högtalare), så är det mycket möjligt att bibehålla en god ljud balans mellan högtalarna även när man flyttar sig åt ena sidan. Detta kan ytterligare underlättas om man vrider högtalarna så att deras huvudriktningar korsar varandra vid en punkt mitt framför den centrala lyssningsplatsen.

Bredstrålande högtalare minskar alltså behovet av en mitthögtalare, då ljudkällor som inspelats centralt i ljudbilden ändå blir tämligen väl centrerade. Men för att få bästa möjliga centrering när man använder Pro Logic, så har man fördel av att ändå använda en mitthögtalare.

## Pro Logic med mittkanal

Nu utgår vi från att vi har gjort vårt val. En separat mitthögtalare ska det vara. Den håller mittljudet på plats, och man kan

därför också flytta ut sidohögtalarna lite extra långt åt sidorna och på så sätt öka stereobreddnen.

Mitthögtalaren ska placeras så nära TV-rutan som möjligt. Helst bör högtalarnas akustiska centra hamna på samma höjd, och dessutom på samma höjd som bilden. Eftersom just den punkten är upptagen av TV-rutan får man kompromissa.

Bästa kompromiss beror också på hur högt man placerar sidohögtalarna. Har man byggt Hyper Sida i förra numret av Elektronikvärlden, så passar det bäst att placera

Hyper Mitt under TV:n, lite riktad uppåt. Men det kan vara lämpligare att placera den ovanpå om sidohögtalarna är högre, eller om den allmänna möbleringen inte ger något val.

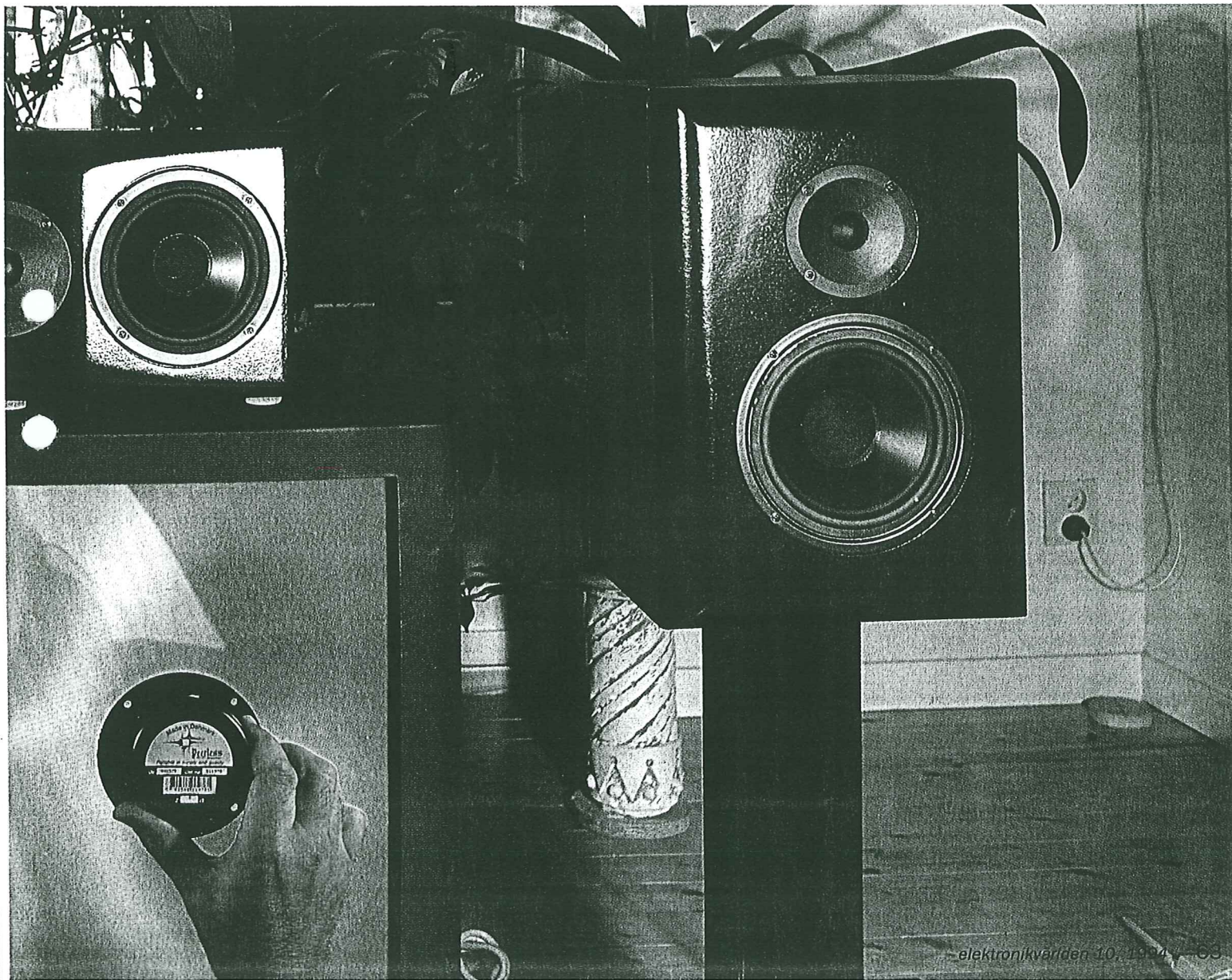
Högtalarens uppbyggnad måste vara symmetrisk, och man inser därför lätt att det räcker inte med två element – en diskant och en bas. Dessa skulle i så fall behöva placeras ovanpå varandra. Lådan blir då långsträckt på höjden, vilket gör den svårplacerad.

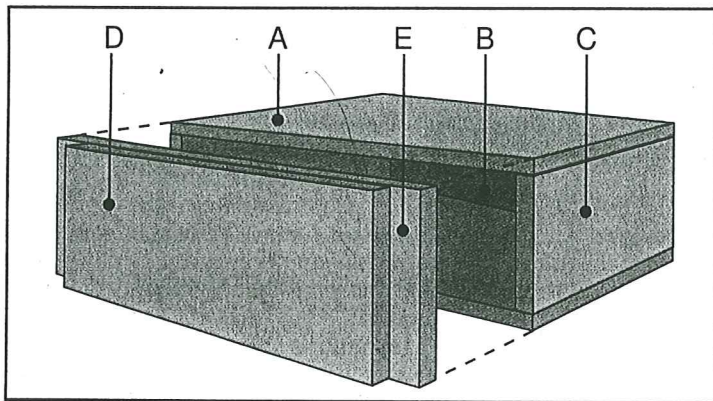
En naturlig lösning är att välja två bas-

**Mitthögtalaren kan placeras ovanpå TV:n, men ljudmässigt är det ofta bättre att placera den under, riktad snett uppåt.**

**För att högtalaren inte ska störa TV-bilden används magnetiskt skärmade element i konstruktionen. De båda elementen i bilden visar skillnaden. Ett oskärmat element ger kraftiga färgstörningar, som dessutom inte försvinner när man tar bort det. För att avmagnetisera TV:n måste man då ta till en defluxer för bandspelare, t ex. Det räcker inte med den inbyggda avmagnetiseringsfunktion som finns i de flesta TV-apparater, och som aktiveras när man slår av den med strömbrytaren. Den funktionen är bara till för att ta bort den svaga magnetisering man kan få från jordmagnetiska fältet.**

**Man ser också av bilden att även den skärmade högtalaren ger ett visst störfält. Därför kan man behöva flytta Hyper Mitt lite framåt eller bakåt om den ger färgningar i bildens överkant. Detta gäller för övrigt även alla kommersiella mitthögtalare vi har provat. Skärmningen är alltså inte total.**





Placeringen av de utsågade lådsidorna.



Avfasning av lådfronten, snett uppifrån (ovan) och rakt uppifrån (nedan).

element och placera diskanten mitt emellan. Det är förresten inte helt rätt att tala om "baselement", eftersom låga bastoner under 100 Hz normalt inte distribueras till mitthögtalaren. Den egentliga basen återges i regel av sidosystemen. Men jag fortsätter att tala om bas och diskant, det är naturligt för ett 2-vägsystem.

Om man placerar alla element i en plan yta, finns det risk för att de två baselementen, vilka ju hela tiden återger exakt samma signal, kan interferera med varandra. Detta innebär att man får en fasförskjutning som varierar med både frekvensen och med lyssningsvinkeln när man flyttar sig åt endera sidan.

Följden blir att mittpunkten blir diffus, och man kan till och med uppfatta vissa toner som obehagliga för örat, ungefär som när man kopplar sina stereohögtalare i motfas. Teoretiskt fungerar två likadana element i samma plan endast mitt framför högtalaren, och det var ju den begränsningen som vi ville komma ifrån.

Det här problemet blir kraftigt reducerat om man vinklar baselementen snett mot varandra. Med ett sådant arrangemang sprider man ljudsignalerna tämligen likartat över en bredare lyssningsplats. Det är endast de högsta tonerna från diskanten som fortfarande enbart strålar rakt fram.

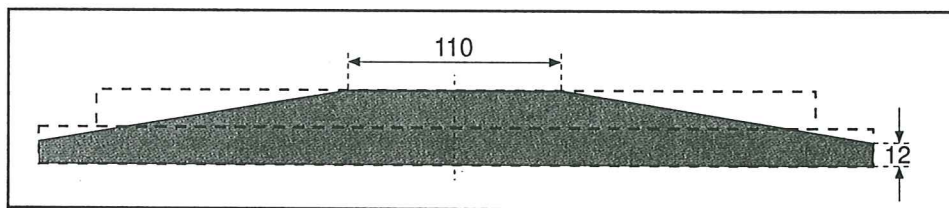
Här hjälper endast att välja ett så bredstrålande diskantelement som möjligt, för att inte skärpan ska minska för mycket åt sidorna.

## Element med magnetskärmar

Vanliga högtalarelement har oftast ett kraftigt magnetfält som kommer att störa TV-bilden genom missfärgningar på olika sätt. För mitthögtalaren måste man därför välja element som är försedda med magnetisk avskärmning. Avskärmningen blir aldrig total, utan man kan behöva att flytta högtalaren några centimeter framåt eller bakåt, om trots allt vissa färgändringar skulle uppstå.

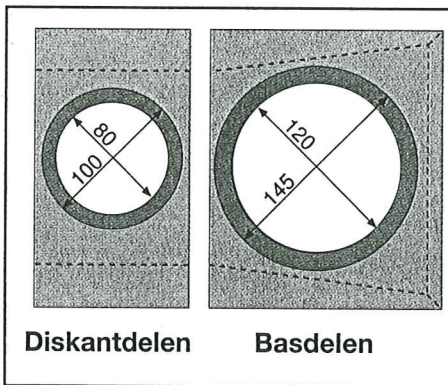
De element som jag valt till Hyper Mitt är av Peerless-fabrikat. Den lilla basen ingår i standardsortimentet, men här är den alltså försedd med en avskärmande kåpa.

Normalt skulle den i en lådvolymp på ca



## Måtten för lådsidorna

A	= 2 st	430 x 140 mm
B	= 1 st	392 x 160 mm
C	= 2 st	140 x 160 mm
D	= 1 st	370 x 198 mm
E	= 1 st	430 x 198 mm
Material 19 mm MDF-skiva		



**Håltagning för elementen i de olika planen. Vid den inre cirkeln görs ett genomgående hål, och vid den yttre en nedfräsning på 4 mm för elementkanten.**

10 liter kunna gå tämligen rakt ner till 45 Hz, och är alltså därför ett utmärkt baselement för små lådor. Men i det här sammanhanget ska den inte fungera under 100 Hz, och man kan därför göra lådan mycket mindre.

Lådans nettovolymp är 7 liter, men eftersom vi har dubbla element "ser" vardera elementet bara 3,5 liters volym. Med ett slutet system får man en lådresonans på 100 Hz, och frekvenskurvan kommer därför att falla under denna frekvens.

I diskantelementets typbeteckning ingår bokstäverna WA. Dessa står för "wide

angle", alltså bred vinkel, vilket antyder att elementet har god spridningsförmåga. Detta har uppnåtts genom den skålformade frontplattan.

## Lådholje i MDF

MDF är ju ett lätthanterligt material som dessutom är utmärkt för just högtalare. I detta sammanhang, med små ytor, är vibrationsproblemen små, men jag har ändå valt en 19 mm tjock skiva. Det gör det enklare att göra mitthögtalaren lik Hyper Sida, som vi beskrev i förra numret.

Enklast beställer man alla sidor enligt förteckningen, färdigkapade i byggvaruhuset. Dessneda frontytorna får man genom att limma ihop två frontskivor.

Skivorna limmas ihop i enlighet med figuren. Man använder vanligt vitt snickarlim. Saknar man riktiga limknektar, går det bra att använda 35 mm dyckert för att hålla ihop sidorna medan limmet torkar. Spikarna kan man senare lätt spackla över.

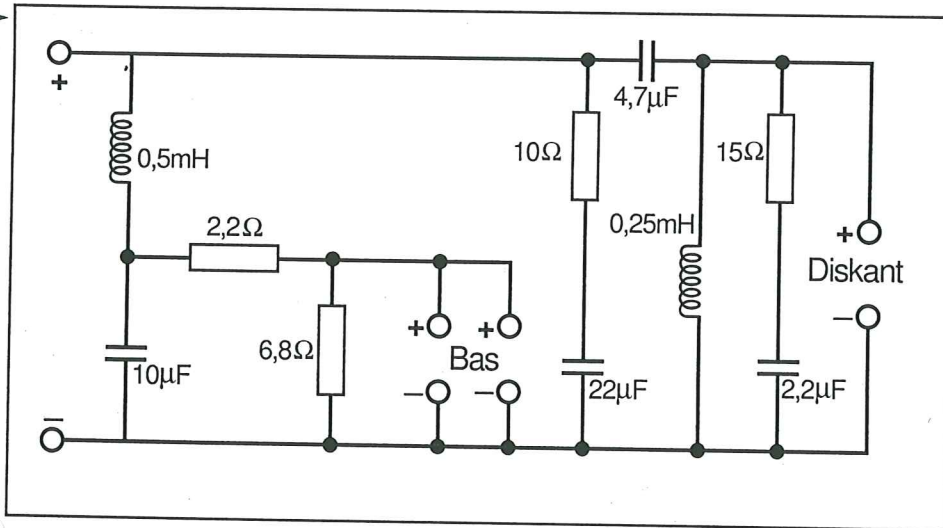
Men frontskivorna ska man inte sätta några spikar i, för då kan man få problem när fronten ska snedfasas med en hyvel. Frontskivorna hålls på plats under limningen, genom att man helt enkelt placerar något tungt ovanpå som pressar ihop fogarna ordentligt.

För att göra snedfasningen ritar man upp på lådan, var de sneda ytorna börjar och var de slutar, och sedan är det bara att ta rejäla tag med en hyvel och skala av överflödigt material. Kanrundningen klaras också av med hyveln, men tänk på att ta lite försiktigt, så det inte åker av för mycket. Finputsning av de sneda ytorna kan ske med en enkel bandslip, och kanterna slipas nog bäst för hand.

## Ingen tygfront

I samband med Hyper Sida i förra numret beskrev jag fördelar och nackdelar med





tygfronter. Nu gör vi likadant med Hyper Mitt, alltså faller in elementen i lådplanet och lämnar bort tyget. Till detta är det bra med en överhandsfräs, men man kan också limma på en extra skiva, lika tjock som elementkanterna, i vilken man först skurit ut hål som motsvarar elementens ytterdiameter.

I lådans baksida tar man upp ett hål på 55 x 75 mm för anslutningsterminalen. Se gärna till att lådan blir tät, genom att använda t ex fönstertättningslist under elementkanterna och terminalkanten.

Inuti lådan bör man ha lite dämpmaterial, även om dämpningen inte är så kritisk här, då vi inte har med oss det lägre basområdet. Två 45 mm tjocka skivor av Gullfiber med storleken 16 x 40 cm blir lagom. Deförsin genom det ena bashålet och läggs på varandra mot bakväggen.

## Klurigt delningsfilter

Att dela ett frekvensband i två grenar vid 3 000 Hz borde inte vara så komplicerat. Men det blir i alla fall en hel del komponenter innan det fungerar bra. Baselementen är nå 8 ohm, men när man kopplar ihop dem blir det 4 ohm. Man skulle kunna seriekoppla två 4 ohms element, men då blir verkningsgraden inte så bra.

En spole och en kondensator i varje gren brukar man behöva, och de ingår också i detta filter. Men sedan tillkommer en sk konjugatlänk som håller kontroll på impedanskurvan så att den inte varierar för kraftigt. Vidare ingår komponenter som reducerar nivån i mellanregistret för att kurvan ska bli så rak som möjligt. Vi hade ju också målet att Hyper Mitt skulle få en klangkaraktär som motsvarar den i Hyper Sida.

I den kompletta byggsatsen ingår ett färdigkopplat delningsfilter, men vill man koppla ihop det själv, är det bara att följa kopplingsdiagrammet. De får man bara ta hänsyn till följande: Spolen i baskretsen får inte ha högre resistans än 0,4 ohm. Kondensatorn på 22 μF kan vara en bipolariserad elektrolyt, men kopplingskondensa-

torn 4,7 μF till diskanten bör vara polypropylen. Övriga kondensatorer kan vara t expolyester. Motstånden kan vara trådlindade på 5 watt.

## Ytbehandlingen

Det finns naturligtvis många sätt att åstadkomma en snygg yta på ett par högtalare. I det här fallet har jag gjort likadant som på Hyper Sida. Fronten och baksidan är målade med en halvblank svart akrylatfärg. Det kan behövas många moment med slipning, spackling och strykningar, innan man får en snygg yta. Bäst går målningen med roller.

Lådsidorna är i det här fallet klädda med självhäftande vinylfolie. För den som vill, kan och orkar rekommenderar jag gärna en mera proffsig behandling med sprutlacker eller varför inte genom att klä lådsidorna med ett vackert faner.

EV

## Komponentlista

Det går att köpa en färdig komponentsats till högtalaren. Satsen för en Hyper Mitt innehåller följande delar:

- 2 st Bas Peerless 145 WR 26/72 PPB TV/8
  - 1 st Diskant Peerless 100 DT 26/60 SF WA TV/6
  - 1 st komplett delningsfilter med anslutningsterminal
  - 16 st monteringskruvar
  - 2 st dämpmattor 16 x 40 cm
- Priset för detta är 1 513 kronor inklusive moms och porto.

Komponentsatsen kan beställas från:

**Mirsch Audio AB,**  
Jakobsgatan 3 A,  
724 61 VÄSTERÅS

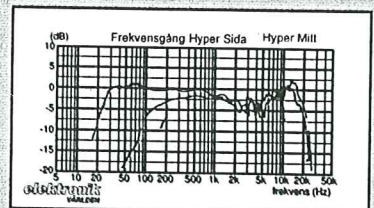
## Låter lika

Ett av de grundläggande kriterierna för mitthögtalaren är att den ska låta så lika sidohögtalarna som möjligt.

Det gör Hyper Mitt, och den mäter också likartat. De båda kurvorna täcker varandra ganska väl vid högre frekvenser. Vid lägre, däremot, faller Hyper Mitt av ganska betydligt. Det är avsiktligt eftersom basen ska återges av sidohögtalarna i stället. Om man lyssnar genom en korrekt avkodning enligt Dolby Pro Logic, så låter systemen mycket lika.

Det finns en del skillnader i diskanten, och de har faktiskt mycket med placeringen att göra. Om man lägger mitthögtalaren ovanpå en TV, till exempel, så får man en extra baffelyta som kan påverka detaljerna i utseendet.

Vid den här mätningen ligger Hyper Mitt ovanpå Hyper Sida, och de är mätta i samma position. Vi har alltså lite olika lyssningsvinkel till mikrofonen en meter bort. I sedvanlig ordning är dock rumsreflexerna avlägsnade i båda fallen.



**Frekvensgång för de båda högtalarna Hyper Mitt och Hyper Sida. Vid högre frekvenser ska återgivningen vara lika för att ge en likartad klangkaraktär. När högtalarna kopplas genom ett avkodare enligt Dolby Pro Logic så återges basen till mitthögtalaren genom sidosystemen, så att den totala klangbilden blir lika.**

## Systemet

Vårt högtalarsystem för hystereo heter Hyper och består av följande delar:

### Hyper Sida

stereohögtalare, publicerade i förra numret, Elektronikvärlden nr 9 1994

### Hyper Mitt

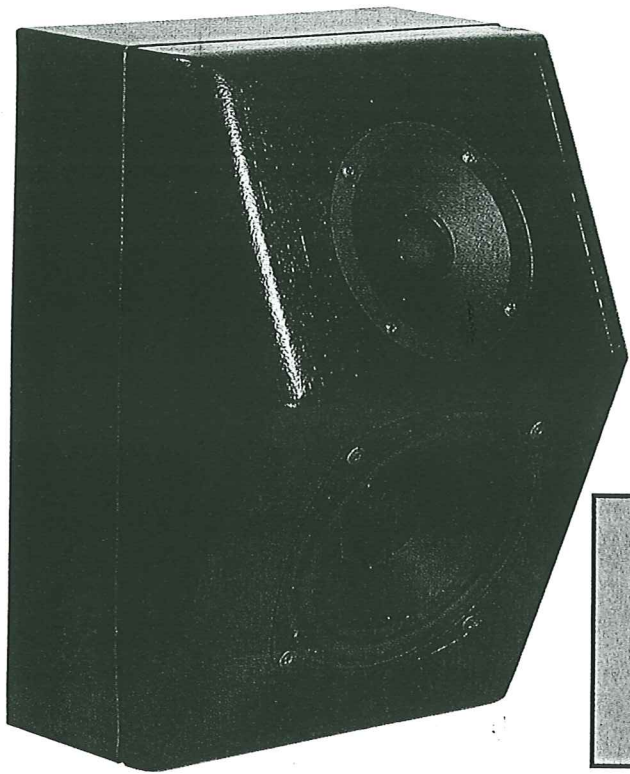
mitthögtalare, i detta nummer

### Hyper Bak

bakhögtalare, i kommande nummer

### Hyper Bas

bashögtalare, i kommande nummer



# Bakhögtalare för surround: HYPER

I vår serie byggen av högtalare för hystereo har vi nu nått fram till bakhögtalarna Hyper Bak. I tidigare nummer har vi beskrivit sidohögtalarna Hyper Sida och mitt-högtalaren Hyper Mitt. I nästa nummer kommer den sista, bashögtalaren Hyper Bas.

Av Olle Mirsch  
Foto Anders Albinsson

BYGG  
S  
JÄLV

De tidigare konstruktionerna Hyper Sida och Hyper Mitt är högtalare som konstruerats med normala kvalitetskrav. Deska kunna ingå även i en normal stereoanläggning som möter tämligen höga krav på god ljudkvalitet. Mithögtalarens uppgift är dock bara att förankra centrala ljudkällor så nära TV-rutans som möjligt. Men den bör låta lika sidosystemen, för att inte störa den totala ljudbildens klangkaraktär.

Med Hyper Bak kommer nu det spektakulära in i bilden; det som gör att vi kan få känna oss förflyttade till en akustisk miljö där vadsom helst kan hända, från vilket håll som helst.

Mycket i dagens surround-ljud bygger ju på speciella ljud effekter och bakgrundsljud som skapar ett akustiskt rum, där lju-

den hörs från alla håll. Men naturligtvis är det också lockande att föreställa sig en akustisk miljö som på ett helt nytt sätt skapar en känsla av att man befinner sig på bästa plats i en konsertsal. Man hör ljudet från orkestern framför sig, men samtidigt också den speciella klang som uppstår då ljudet sprider sig i konsertsalen och når våra öron efter reflektioner från en mängd olika riktningar.

Reflektionerna kommer naturligtvis senare än direkt ljudet, och det är just detta som skapar den speciella känslan av rum och avstånd som surroundtekniken åstadkommer i vår hemmiljö genom att tidfördröja ljudsignalen till de bakre högtalarna.

## Bredstrålande bakhögtalare

Det är alltså denna tidfördröjningseffekt som vi måste ta hänsyn till när vi planerar in bakhögtalarna i rummet. Högtalarna ska återge även avlägsna ljudkällor inom en stor sektor bakom och vid sidan om oss. Det säger sig självt att sådana högtalare inte får vara alldeles direktstrålande. Om de är mera bredstrålande har de också betydligt bättre möjlighet att nå breda lyssningsytor i rummet.

Ett mycket effektivt sätt att öka bredstrålningen är att dels vinkla elementen ifrån varandra, dels placera högtalarna så att ljudet sprider sig ut i rummet inte bara genom direktstrålning, utan också genom aktiva reflexer i de intilliggande väggarna och taket.

För att på bästa sätt tillgodogöra sig olika reflektionsmöjligheter, beroende på hur rummet ser ut, bör man planera placeringen av baksystemen väldigt noga, och försöka hitta positioner och vinklingar som ger den bästa spridningen av alla frekvenserna. Man måste alltså försöka bedöma om det i första hand är bakväggen som ska reflektera, eller kanske

taket. Olika placeringar av bakhögtalarna kommer definitivt att ge mycket olika resultat.

## Hyper Bak med bruten front

I den konstruktion som jag nu ska beskriva är de två elementen vinklade något från varandra. Det går bra att använda en ganska liten låda, eftersom vi inte behöver planera att gå längre ner i frekvens än 100 Hz. Också uppåt har systemet en bekväm begränsning; ingenting över 7000 Hz behöver återges av bakhögtalarna.

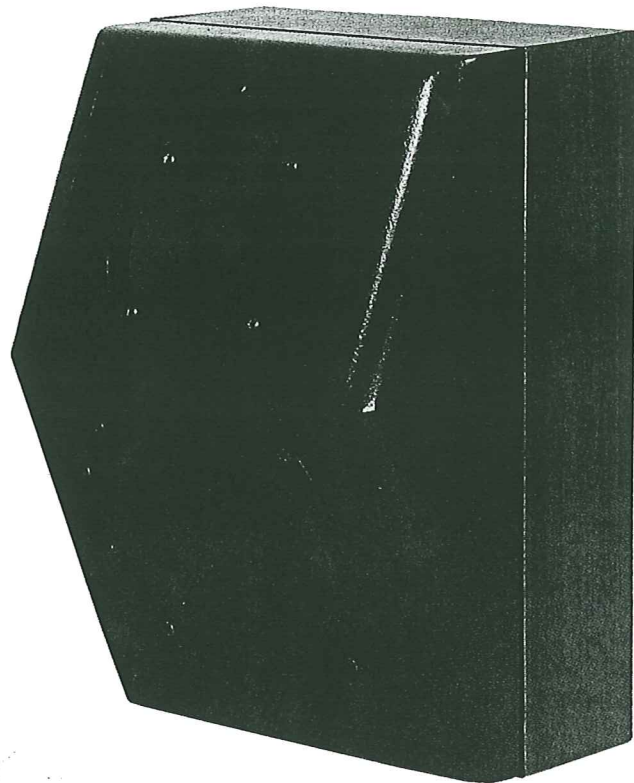
Men det finns ändå skäl att dimensionera den här högtalaren i princip som en vanlig 2-vägs högtalare. Jag har därför valt ett litet, effektivt 5-tums baselement från Peerless. Det är faktiskt samma element som minnesgoda läsare kanske kommer ihåg från Elektronikvärldens byggprojekt NG8 (nr 6 och 8 1991), där det går ända ner till 40 Hz. Men en betydligt mindre låda, som dessutom är sluten, begränsar bekvämt frekvensområdet till 100 Hz, precis som det ska vara.

Det kunde vara frestande att försöka få högtalaren att fungera med bara ett enda element; den ska ju inte gå högre än 7000 Hz. Men det skulle bli svårt, inte minst med hänsyn till den önskade spridningen. Därför fick det bli ett separat diskantelement, och det är samma diskant som återkommer även i de andra Hyper-högtalarna. Delningen sker vid 2500 Hz, och det betyder att det blir en dryg oktavsom återges av diskantelementet. Isjälvä verket går naturligtvis diskanten bra mycket högre upp, men det kommer inte att höras något ljud i de högsta registren.

## 4 ohm i hela systemet

Impedansen är en fråga som jag inte berört

# BAK



närmare vid beskrivningen av de andra högtalarna i Hyper-serien. Jag har valt att genomgående gå in för 4 ohms baselement. Hyper Mitt har två parallellkopplade 8-ohms element, vilket också ger 4 ohm. Anledningen till valet av 4 ohm är följande:

Alla delningsfilter som ingår i Hyper-högtalarna har inbyggd kompensation för den nivåökning som uppstår vid stigande frekvens när man använder små baffelytor. Denna stegring beror på att de högre tonerna speglar sig i den omgivande baffelytan och blir därför starkare. För låga frekvenser är baffeln för

en, och ljudet blir mera rundstrålande och speglas inte i baffeln. Den kompensation som man kan göra är att successivt sänka nivån från ca 200 Hz och uppåt. Denna sänkning, som kan ge en helt rak frekvenskurva, minskar naturligtvis hela högtalarens verkningsgrad, vilket kan kompenseras av att man väljer en lägre impedans. Det är nämligen så att man för en given inställning på volymkontrollen får 3 dB högre nivå i ett 4-ohms element än i ett 8-ohms. Dessutom är det inget problem för moderna förstärkare att hantera den ökade ström som 4 ohms last ger jämfört med 8 ohm. Man måste bara vara försiktig med att impedansen inte vid någon frekvens får sjunka för lågt - helst inte under 3 ohm.

I diskantdelen sitter däremot ett 8-ohms element och det ger inget problem. Diskanten måste i alla fall dämpas, och det kan ske med en spänningsdelare som dimensioneras så att man samtidigt kan åstadkomma en tämligen rak impedanskurva på ca 5 ohm över hela registret. Resultatet blir att förstärkaren upplever högtalaren som en mycket lätthanterlig last och den ger därför bästa möjliga prestanda vid all slags musik.

Den vinklade fronten ger en god spridning av ljudet. Den naturliga konsekvensen av det-

ta är att högtalarna inte ger en fixerad fokusbild och att följaktligen inte heller en mätsignal med fyrkantvåg ger en prydlig avbildning av själva fyrkanten.

I detta sammanhang kan det vara värt att notera att en mätsignal med fyrkantform kräver, för att den ska bli rätt avbildad vid lyssningsplatsen, att lyssnaren sitter korrekt placerad på symmetrilinjen mellan högtalarna. Minsta rörelse i sid- eller höjdled förrycker den exakta fokuseringen och därmed fyrkantinformationen. Man brukar också kalla detta *skruvstädseffekten*.

En högtalare som däremot dimensionerats för att fungera med en bredare strålningsvinkel kan mycket väl ha en god upplösning med fin stereodefinition, även om den inte återger en perfekt fyrkantbild på symmetriaxeln.

## Lådhölje i MDF

Alla högtalarna i Hyper-serien ska naturligtvis ha ett gemensamt utseende, och jag har därför valt 19 mm MDF också för bakhögtalarna. Den tjockleken krävs naturligtvis inte för stabiliteten, men det blir på detta sätt lättare att åstadkomma de rundade kanterna.

Börja med att skära till de olika sidorna enligt måttabellen. Bäst är det naturligtvis att få sidorna färdigskurna direkt från byggvaruhuset. Frontsidorna är tilltagna lite i överkant på längden. De får skäras av i samband med snedskärningen.

Den här lådan är lite knepigare att bygga än de tidigare, mest för de sneda snittens skull. Som framgår av ritningen är det fyra bitar som ska skäras med ett snett snitt. En liten tröst i sammanhanget kan vara att om det blir en liten glipa i någon fog, så går det ganska lätt att spackla igen och slipa över ojämnheter.

För hålltagningen gäller måttskissen här

**Hyper Bak är speciellt utformad för att ge möjlighet till god spridning av ljudet. Det är den viktigaste egenskapen för en bakhögtalare i ett Dolby Surround-system. Dessutom är den anpassad till övriga högtalare i Hyper-serien.**

intill. Det kan vara svårt att åstadkomma infällningen för "bas"-elementet även om man har en handöverfräs. Gör så här i stället:

Forma till ett par bitar av 4 mm hårdfiber-skiva som täcker frontytorna. Fäst dem provisoriskt på plats, tex med dubbelhäftande tejp. Lägg elementen ovanpå framsidorna och rita av ytterkonturen på de tunna skivorna. Avståndet mellan elementens kanter ska vara 10-15 mm. Mät sedan ut centrum för elementen (hur var det med geometrikunskaperna från skolan?) och borra ett tunt hål rätt igenom hela framsidan.

Lossa de tunna skivorna, skär ut hålen för elementens ytterkanter och de genomgående hålen i resten av framsidan enligt måttskissen. Sedan limmas de tunna skivorna fast på sin plats.

Har du byggt Hyper Sida eller Hyper Mitt tidigare, är du nu ganska van att forma de rundade kanterna. En vanlig hyvel är det bästa hjälpmedlet, och sedan är det slipning och spackling för hela slanten. Och resten går av bara rutinen. Den rundade framsidan målar man tex med halvblank svart akrylatfärg. Resten av lådan har jag klätt med självhäftande vinylfolie.

Om det inte framgår av bilderna kan jag nämna att jag har fräst ett 2 mm djupt dekorspår i lådsidorna just där vinylfolien slutar. Man får då en snyggare övergång till den svarta fronten.

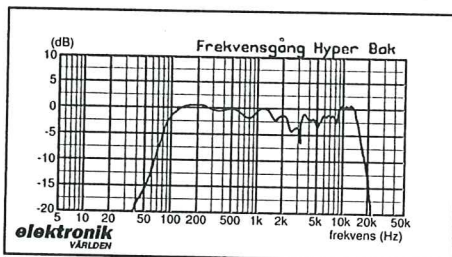
➤ Det där med tyg har vi ju berört ganska ingående i beskrivningen av de tidigare högtalarna. Vill du ha tyg på dina Hyper Bak, följ då de tidigare beskrivningarna.

## Fullvuxet delningsfilter

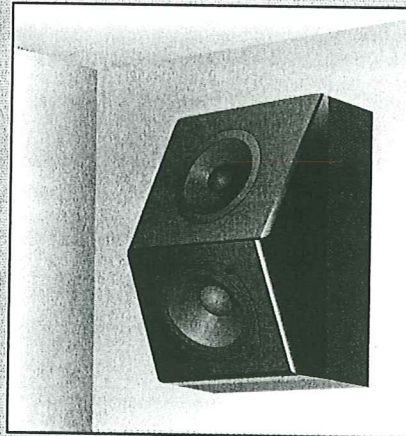
Hyper Bak är som tidigare nämnts konstruerad som en helt komplett 2-vägs högtalare. Det innebär att även delningsfiltret har alla nödvändiga delar för att resultatet ska bli så bra som möjligt. I kretsschemat är de inringade komponenterna de som ger själva frekvensdelningen till elementen. De övriga komponenterna är dels en spänningsdelare till diskanten, dels tre impedanskorrigeringar konjugatänkar.

I den kompletta byggsatsen ingår färdigkopplade delningsfilter och anslutningsterminal. För terminalen behövs ett hål i baksidan som är 55 mm högt och 75 mm brett.

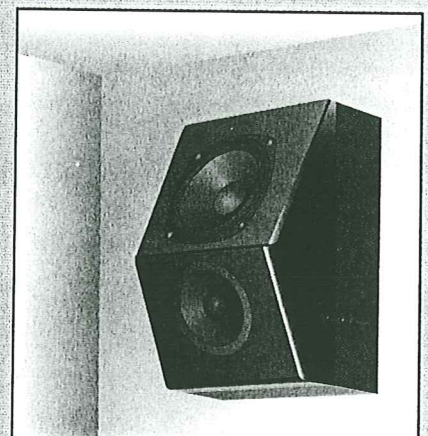
Föredrar du att montera ditt filtersjälv, bör du tänka på att spolen på 0,8 mH inte får ha ett högre likströmsmotstånd än 0,4 ohm. Den inringade kondensatorn på 4,7 µF bör vara av polykarbonat, 22 µF kan vara en bipolariserad el-lyt, de övriga kondensatorerna av polyester. Motstånd genomgående 5 watt trädlindade.



**Hyper Bak har en ren och snygg frekvensgång ned till 100 Hz.**



Med diskanten mot taket får man en hög spridning av rumsljudet.



Om taket t ex dämpar diskanten kraftigt kan man få bättre resultat genom att rikta diskanten nedåt.

## Anpassa Hyper Bak till olika rum!

Ljudet från bakhögtalarna i ett hystereosystem ska framför allt skapa ett atmosfärljud som fyller lyssningsrummet. Men dessutom ska de kunna återge visa effektljud som ska komma mera distinkt bakifrån.

Resultatet kommer i hög grad att påverkas av hur ljudet sprids i rummet. Och det i sin tur påverkas mycket kraftigt av rummet självt. Därför går det att placera Hyper Bak på många olika sätt så att man har möjlighet att finna en optimal placering i varje rum.

En placering som ofta fungerar mycket bra är att rikta diskanten uppåt och låta den reflekteras i taket. Antingen kan man sätta högtalarna på sidoväggarna eller på bakväggen. Man får lite olika spridning, men

vilken som är bäst beror t ex på hur långt bakom lyssningsplatsen bakväggen sitter. Helst ska bakväggen sitta långt bakom lyssningsplatsen (en eller flera meter), men i praktiken kan det vara svårt att åstadkomma.

Om taket sitter mycket högt eller reflekterar diskant dåligt kan dock denna placering vara mindre bra.

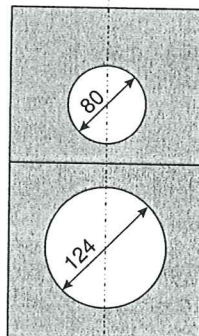
Ett alternativ kan då vara att vända diskanten nedåt så att den blir mera direkt riktad mot lyssnaren. Man får då sämre spridning av diskanten, men det hela fungerar ändå rätt bra om bakhögtalaren sitter tillräckligt långt bak.

Aven här kan man välja att sätta högtalarna på sidoväggarna eller bakväggen, vilket som passar bäst i lyssningsrummet.

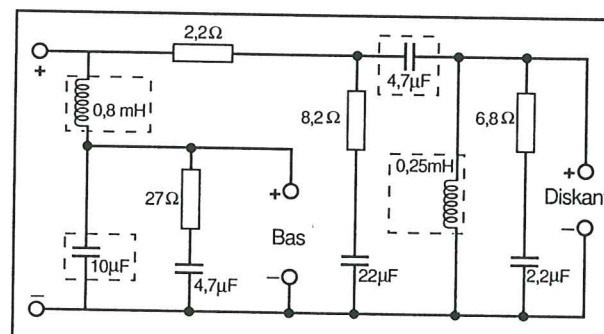
Men man kan också lägga högtalaren ned

### Mått för lådsidor

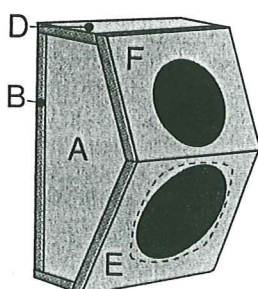
A = 2 st	250 x 135 mm
B = 1 st	250 x 200 mm
C = 1 st	90 x 200 mm
D = 1 st	110 x 200 mm
E = 1 st	180 x 200 mm
F = 1 st	160 x 200 mm
Material 19 mm MDF-skiva	



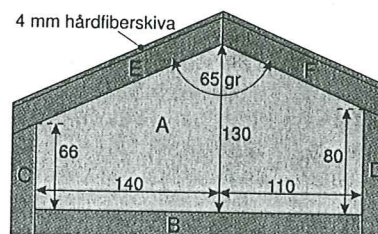
Följ anvisningarna i texten för att ta hål för elementen! Vid cirkeln görs ett genomgående hål. Ytterkonturerna ritas på den tunna skivan med hjälp av elementen.



Kopplingschema för delningsfiltret. De inringade komponenterna styr delningsfrekvensen, de andra sköter utjämning av impedanskurva och frekvensgång.

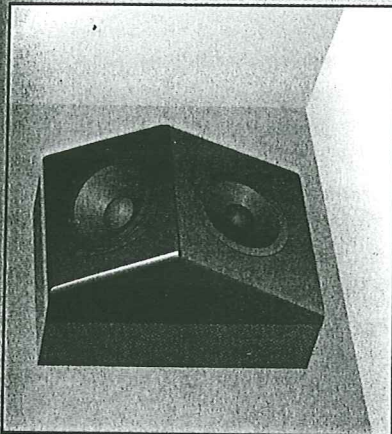


Lådan sammanfogas av de utsågade MDF-delarna enligt denna skiss. Det största problemet vid hopsättningen är att forma de sneda kanterna på bitarna. Med en kombination av skicklighet och spackel kan de hela dock bli mycket snyggt.



Tvärsnitt över lådan, sedd från sidan. Diskantelementet ska sättas i den högra överdelen och baselementet i den vänstra.

Lådsidorna tillverkas av 19 mm MDF-skiva med mått enligt tabellen.



**I vissa rum kan man få bättre spridning genom att rikta diskanten mot bak- eller sidovägg.**

så att diskanten reflekteras i väggen i stället.

Om rummet är sådant att ena sidoväggen sitter väsentligt längre bort än den andra så kan man rikta diskanten mot bakväggen och få bra spridning. På den sida där sidoväggen är för långt bort får man då fästa högtalaren i taket på något sätt, eller möjligen fästa den med kortsidan mot bakväggen.

Om sidoväggarna sitter symmetriskt kan man också rikta diskanten mot dem, och alltså hänga högtalarna liggande på bakväggen.

Det finns alltså stora möjligheter att experimentera fram en bra ljudbild. Dock bör man undvika att placera högtalarna så nära hörnen i rummet, som vi för tydlighetens skull har visat i bilderna. Det ger ett extra tillskott i basen som kan göra miljöljuden lite onödigt bumliga.

## Komponentlista

Det går att köpa en färdig komponentsats till högtalarna. Satsen för ett par Hyper Bak innehåller följande delar:

2 st bas	Peerless 130 WR 26/72 PPB/4
2 st diskant	Peerless 100 DT 26/72 SF WA/8
4 st dämpskivor	16 x 25 cm
2 st anslutningsterminaler	
2 st kompletta delningsfilter med anslutningskablar	
24 st monteringskruvar	

Priset för detta är 1 800 kronor inklusive moms. Porto, 91 kronor tillkommer. Komponentsatsen kan beställas från:

**Mirsch Audio AB, Jakobsbergsgatan 3A, 724 61 VÄSTERÅS, tel 021-18 19 50.**

## BREV

På denna sida kan du få svar på dina frågor om elektronik-~~o~~lika former. Du kan även få egna synpunkter och funderingar publicerade. Skriv bara till: **Elektronikvärlden, Olandsg 4, 371 33 Karlskrona**

## Avlyssnad GSM?

I senaste nummer 10 av *Elektronikvärlden* fanns det uppgifter om "att GSM är näst intill omöjligt att avlyssna".

**Min fråga är: Varför? Kan ni förklara det för mig? Allt går ju att avlyssna som går ut i etern!**

Tacksam för svar.

*Med vänlig hälsning*

*Sten-Åke Karlsson, Stockholm*

### EV:

Visst, allt som finns i etern går bra att avlyssna. Liksom allt som trycks på papper går bra att läsa. Både svenska och kinesiska. Men för den som inte kan kinesiska är det ändå omöjligt att läsa skriften, hur tydlig den än är på papperet.

Det går alltså bra att fånga upp GSM-signaler ur etern (fast inte heller det är lika enkelt som vanliga radiosignaler eftersom energin är uppdelad på flera frekvenser och sänds i korta skurar).

Det översända talet är dock digitalt kodat, och att översätta koderna till begripligt tal är inte lätt. Till det fordras att man är inne i systemet och kommunicerar med det, precis som en GSM-telefon gör.

Läs gärna mera i vår artikel om tekniken bakom GSM i nr 3 1993!

*BH*

## AUX?

**Hur ansluter man en extern ljudkälla till stereoanläggningens AUX-ingång? Vad ska man använda för kablar?**

*Peter Nilsson*

### EV:

Ingången som kallas **aux** är precis likadan som alla andra ingångar på en stereoförstärkare, med undantag för ingången till analog grammofon, phono. Allting som kan anslutas till **tape, tuner, CD** etc kan lika gärna anslutas till **aux**.

**Aux** står för *auxiliary*, och betyder närmast hjälpingång eller liknande. Alltså en extra ingång utöver de andra som märks för **tape** etc. Med ett sammanfattande namn brukar alla dessa kallas linjeingångar.

De signaler som passar är linjesignaler med nivå på någon volt. Man kan alltså ansluta apparater av samma slag som ovan, men däremot inte t ex mikrofoner som ger för svag signal, eller analog skivspelare som också ger för svag signal och dessutom behöver korrigeras i frekvensgången.

Inimpedansen hos en linjeingång är hög. Det innebär praktiskt att ingången lätt kan plocka upp brum och störningar. Därför bör man använda skärmade kablar. Sådana med passande kontakter finns att köpa färdiga, men man kan också löda ihop egna om man t ex behöver speciella längder eller speciella kontakter.

*BH*

## Om videokopiering och halvfart

**Jag undrar om videobolagen använder något slags kopieringsskydd på vanliga VHS-hyrfilmer?**

**Or varför blir det sämre bild på en videofilm som är inspelad i LP-läge på video? Kan man göra bilden bättre på något sätt?**

*Håkan*

### EV:

Många filmbolag använder ett slags kopieringsskydd på videofilmerna. Om man försöker kopiera dem bli bilden helt onjutbar. Kopieringsskyddet består av pulser som får den automatiska förstärkningsregleringen i den inspelande videon att ställa in fel och förstöra inspelningen.

När man spelar in video på VHS i normal hastighet är videospåret 49  $\mu$ m brett. I halvfart, LP-läget, är det hälften så brett, och därför blir signalen bara hälften så stark, och bruset blir högre. För att minska verkan det högre bruset brukar spelarna manipulera med frekvensgången så att upplösningen också försämras. Dessutom kan få problem med spårningen i halvfart, speciellt om man vill återge stillbild.

Ju bättre band man använder, desto mindre märks felen. Skillnaden mellan bra och dåliga band märks mera i halvfart än i normal hastighet.

I Super-VHS är skillnaden mellan normal- och halvfart mycket liten.

*BH*

## Bashögtalare för surround:

# HYPHER

**I**ll åtskillnad från de tidigare beskrivna högtalarna i Hyper-serien är den här högtalaren inte helt nödvändig för att få riktig återgivning med Dolby Pro Logic. Alla överraskande ljudeffekter som surroundtekniken ger kommer fram genom Hyper Sida, Hyper Mitt och Hyper Bak. De ordinära stereohögtalarna, alltså Hyper Sida, har en frekvensgång som är tämligen rak ner till 35 Hz. De är alltså kapabla att återge även riktigt låga toner.

Men vi får inte glömma bort att kraven på högtalarna kan bli lite olika, beroende på om vi i första hand vill lyssna på ren musik, vilket ju surroundljudet också kan användas till, eller om vi är mera intresserade av de speciella ljudeffekter som videofilmer av äventyrs- och actionkaraktär erbjuder. Det är inte svårt att förstå att ett baselement på 7 tum, som i Hyper Sida, inte kan förmedla hela den djupa ljudenergi som behövs i videosammanhang, även om den rätt hyggligt hanterar även låga bastoner i ordinär musikåtergivning.

Andra sidan finns det även hos musiken krav på energirik återgivning av låga toner, t ex vissa orgelinspelningar, där basen i Hyper Sida kanske är låg nog, men inte tillräckligt kraftfull för att återge de mest energirika passagera vid mycket låga frekvenser. Även där kan alltså en Hyper Bas vara nödvändig för att hela frekvensregistret ska komma fram utan förvrängningar i de lägsta tonerna.

### Dubbla 10-tummare

Hyper Bas är en konventionell basreflexkonstruktion där de två baselementen arbetar i samma kammare, trots att de inte är elektriskt hopkopplade. Baselementen får sin signal från varsin stereokanal, och det fungerar bra, eftersom låga frekvenser alltid brukar återges identiskt lika i vardera kanalen.

I ett enda fall kan det uppstå ett mindre problem, och det är om man av någon anledning vill vrida balanskontrollen rejält åt ena sidan. Då får bara det ena baselementet en signal, och det andra "hänger med" och dämpar det arbetande elementet.

## BYGG SJÄLV

**Vår byggserie för surroundhögtalare håller på att närma sig slutet. Här kommer nu den sista hystereo-högtalaren Hyper Bas. Det är den som ska få åskan att mullra, planeter att krocka, skräcködlor att trampa ner städer – och grannar att bulta i väggen.**

Av Olle Mirsch  
Foto Anders Albinsson

Då stämmer inte heller lådavstämningen, och hela basåtergivningen blir förmodligen tämligen okontrollerad. Men detta är ett omotiverat specialfall som vi lätt kan glömma. Snedbalanseringen förorsakar i alla fall inte några direkta skador.

Vår baskammare är på netto 80 liter. Man kan lika gärna se det som om varje element arbetar i en volym på 40 liter. Elementets specifikation visar dock att det lika gärna kan fungera i en något större volym, t ex 60 liter. Då kan man avstämna lådan till en lägre frekvens och den undre gränsfrekvensen blir också lägre. Vi ska återkomma till dessa alternativa längre fram.

Elementen är av fabrikat **Peerless** och har typbeteckning **260 SWR 39/115 AL 4L/4**. Liksom i de övriga Hyper-högtalarna är impedansen 4 ohm, och skälet till den impedansen är i detta fall uppenbar; det passiva filtret som ska skilja basen från Hyper Mitt innehåller en seriespole, och dess värde blir större, ju högre impedansen är. Med 4 ohm blir spolen 10 mH, och redan det är en mycket kraftigt spole.

### Lådholm i MDF

Beskrivningen av lådbygget blir i många avseenden en upprepning av de tidigare Hyper-högtalarna. Materialet är genomgående 19

mm MDF. Fronten och baksidan består av dubbla skivor, de övriga sidorna är enkla. För att uppnå god stabilitet är lådan försedd med en inre stabiliseringshylla, vilken har samma mått som botten- och ovansida. Hyllan ska dock vara genomskuren med ett rejält hål.

Denna beskrivning avser den avbildade lådan, vilken har en inre volym på 80 liter och en total höjd på drygt 70 cm. Även om du avser att göra en större låda, har du nytta av att läsa om hur lådbygget går till.

Man börjar med att limma ihop sidorna med botten och ovansida. Passa samtidigt in mellanskivan exakt i halva lådan. Vanligt snickarlim går bra, och det brukar också gå fint att använda vanlig dyckert, alltså huvudlös spik, för att hålla ihop delarna medan limmet torkar.

### Limma, inte spika

Sedan limmas en fram- och en bakskiva på plats. Här får man inte använda spik, eftersom kanterna senare ska hyvlas runda. Låt torka under press. Håltagningen för element och terminaler m m bör helst ske i etapper, annars blir det för svårt att komma igenom med sticksågen.

Lägg framskiva nr 2 på sin plats, men limma inte ännu. Märk ut elementens placering enligt måttskissen, och borra ett litet hål för elementcentrum rakt igenom bägge skivorna och såga upp två hål med diametern 260 mm i den undre skivan.

I den yttre skivan sker håltagningen enligt skissen. Observera att elementen är infällda i lådfronten, vilket kan göras med en överhandsfräs. En enklare metod är att limma en 5 mm tunn skiva utanpå fronten,

# BAS



*Nu är Hyper-familjen komplett. Som sista del presenterar vi här Hyper Bas neders på familjefotot. Ovanpå den ligger Hyper Mitt. Till höger på stativ Höger Sida och längst upp till höger Hyper Bak.*

så som beskrivits för de andra Hyper högtalarna.

På baksidan sker håltagningen på motsvarande sätt i etapper. Märk ut på den yttre skivan rektangulära hål för de två terminalerna. Märk sedan ut ett enda större hål på den undre skivan, och såga ut detta först.

Först när hålen för element och terminaler är klara, kan du limma de yttre skivorna på plats. I mitten av lådans botten tar du upp ett hål för basreflexröret, vilket har en inre diameter på 100 mm och längden 250 mm. Märk ut håldiametern genom att rita av röret mot botten.

Om den fortsatta behandlingen av lådan är inte mycket mera att säga. Kanterna formas precis som på de andra lådorna, och ytbehandling väljer du efter egna önskemål.

## **Större låda ger lägre bas**

Gör man lådan såsom beskrivits ovan, får den en resonansfrekvens på 30 Hz, och den undre gränshörselns frekvens ligger också strax under 30 Hz. Effekttåligheten är mycket hög, 300 watt för hela lådan, vilket betyder rejält med basdunder - om man vill.

Om man ökar lådans dimensioner, kan man göra detta utan att ändra på basröret eller dämpmaterialet. En nettovolym på 100 liter sänker undre gränsen till 27 Hz, och med 120 liters volym får man 25 Hz. Men tänk på att en större lådvolum också medför att elementens slaglängd kommer att öka i området 40-50 Hz, vilket i praktiken innebär att distorsi-

onen också ökar. En större låda ger alltså lite mera lågt muller på bekostnad av renheten i basen.

I de två utrymmena placeras en dämpmatta med måtten 40 x 80 cm. I den undre mattan får man ta upp ett hål för basröret.

## Delningsfilter för 80 Hz

Hyper Bas får bara mullra i det lägsta basområdet och inte störa återgivningen från Hyper Sida. Man måste därför välja en låg delningsfrekvens, vilket inte alltid är så lätt med hänsyn till de stora värden som komponenterna får vid låg frekvens.

Delningsfiltret blir trots allt relativt enkelt. Kopplingsschemat visar hur det hela ser ut. Den stora spolen får inte ha ett likströmsmotstånd överstigande 0,4 ohm. Spolen är lindad på en speciell ferritpulverkärna, vilken ger den rätta induktansen utan att det uppstår mättning i kärnan. Även kondensatorerna har stora värden. Här är det viktigt att använda sådana bipolariserade elektrolytkondensatorer som är avsedda för just detta ändamål.

Delningsfiltrets komponenter kan samlas på en liten platta, vilken skruvas fast intill anslutningsterminalerna.

## Nivåanpassningen

Nivån från Hyper Bas och Hyper Sida måste passa till varandra för att återgivningen ska bli linjär ned till djupbasen. En högtalare ger dock alltid lite olika frekvensgång beroende på placeringen.

Hyper Bas och Sida placeras intill varandra mitt på en vägg, ger Hyper Bas en nivå som är ca 4 dB högre än Hyper Sida. Om Hyper Bas placeras i ett av rummets hörn kommer nivån från den att stiga 3 dB, och återgivningen blir i stort sett jämn.

Beroende på placering kan man alltså behöva justera nivån på Hyper Bas. Nivån på basen påverkas även av materialet i rummets tak och väggar. Dessutom kanske man ibland vill att basen ska låta lite övernaturligt stor för extrema filmjudeffekter etc.

Därför ingår en enkel dämpsats i konstruktionen, och med den kan man sänka nivån på Hyper Sida så att basen framhävs i motsvarande grad, vilket är i stort sett det som behövs.

Dämpmotstånderna kopplas i serie mellan filtret och utgången. Själva utprovningen kan lätt göras utanför lådan. Börja med 1,8 ohm vilket sänker nivån med ca 2 dB. Sedan ger varje 1-ohmsmotstånd som kopplas in en sänkning med 1 dB. Med 5 seriekopplade motstånd kan det bli maximalt 6 dB. Men byt inte ut de seriekopplade motstånden mot ett enda med motsvarande värde, då kanske effektiviteten blir för liten!

Om man vill kan man koppla in de olika motstånden med en roterande omkopplare, men tänk på att en oxidation i omkopplare

## Komponentlista

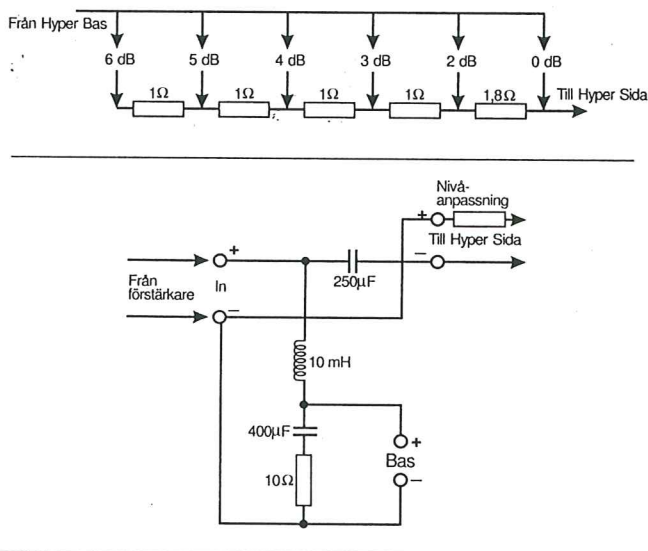
Det går att köpa en färdig komponentsats till bashögtalaren. Satsen för Hyper Bas innehåller följande komponenter:

10 st motstånd 9 watt  
2 st lödplintar  
2 st montageplatta  
16 st skruvar

2 st bas Peerless 260 SWR 39/115 AL 4L/4ohm  
1 st rör 104 x 250 mm  
2 st dämpmattor 40 x 80 cm  
2 st dubbla terminaler  
2 st spolar 10 mH  
2 st kondensatorer 400 µF  
2 st kondensatorer 250 µF  
2 st motstånd 10 ohm, 5 watt

Priset för detta är 2 200 kr inklusive moms. Porto 113 kronor tillkommer. Komponentsetsen kan beställas från:

**Mirsch Audio AB**  
Jakobsbergsgatan 3 A  
724 61 VÄSTERÅS  
Tel 021-181950



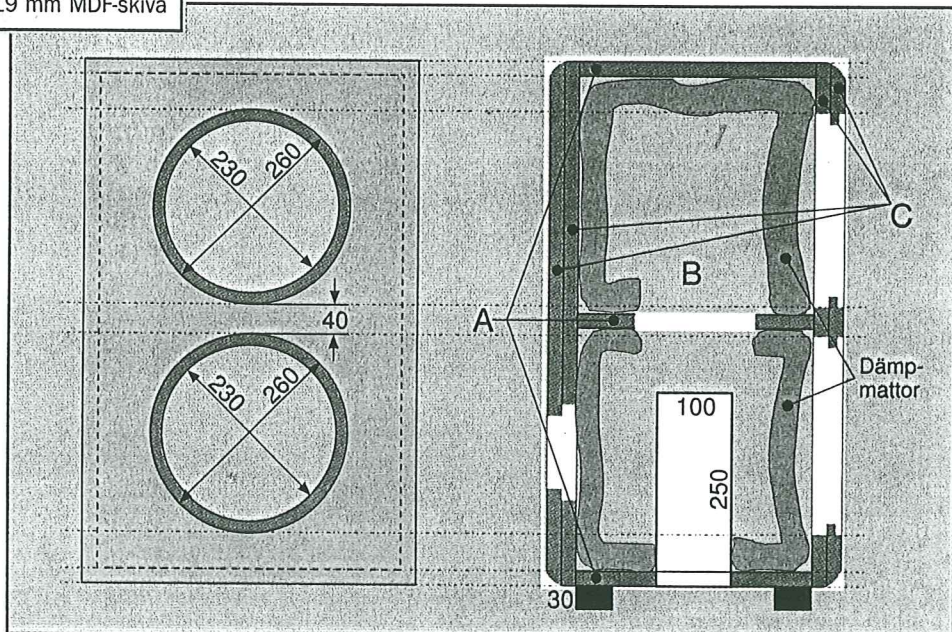
*Dämpsats till Hyper Bas för att kunna justera nivån efter rummets egenskaper, eller tycke och smak.*

*Delningsfiltret till basen. Det är relativt enkelt och delar vid ca 80 Hz.*

## Mått för lådsidor

A = 3 st 400 x 310 mm  
B = 2 st 690 x 310 mm  
C = 4 st 690 x 440 mm  
Material 19 mm MDF-skiva

*Nedan baslådan i genomskärning. Vid den inre cirkeln görs ett genomgående hål och vid den yttre en nerfräsning för elementkanten. I mellanhyllan tas upp ett stort hål, ca 22 cm i diameter.*





laren i längden kan ställa till med bekymmer i form av skrapljud i högtalarna. Det kan bli stora strömmar som ska hanteras.

## Fri placering

Att placera en högtalare, stor som en hundkoja, är kanske inte så enkelt i ett ordinärt bostadsrum. Å andra sidan kan det vara skönt att veta att placeringen inte är kritisk med hänsyn till de ljudmässiga kraven. De låga bastonerna har ingen riktningsinformation, och du kommer i alla lägen att uppfatta det som om basen kommer från Hyper Sida-högtalarna.

Det är bara hörnplaceringen som ger en nivåhöjning på ca 3 dB, och det är i detta sammanhang ingen nackdel, beroende på att baslådan bara fungerar upp till 80 Hz. Om man däremot försöker placera en vanlig högtalare i ett hörn, i akt och mening att uppnå bättre bas, skulle ljudet med all säkerhet bli tämligen bullrigt, eftersom även de högre bastonerna inemot 200 Hz blir motsvarande förstärkta.

Därmed är hela Hyper-serien färdigbyggd, och det är bara att sätta sig ner och njuta av allt som den moderna ljudtekniken har att erbjuda. Med en travestering på ett redan använt uttryck skulle jag vilja avsluta så här:

Ljud rör oss alltid, ty det sprider existensens lustar.



## Hyper Bas bullrar bra

Hyper Bas multrar mäktigt och musikaliskt, och man kan också styra mullrets karaktär en del. Kurvan visar hur systemet ser ut med balanserad nivå mellan Bas och Sida.

Den speciella dämpsatsen kan skräddarsy ljudet efter placeringen och lyssningsrummet, eller efter tycke och smak. Det går att få antingen en ganska torr och väl definierad bas, eller en lite mera generöst och lössläppt återgivning som kanske passar bättre till våldsamma filmlyd-effekter.

Jämför man den sammanlagda frekvenskurvan med den som Hyper Sida ger ensam, så finner man mycket små skillnader. Systemet går inte så mycket djupare med Hyper Bas. Den stora skillnaden ligger i stället i de nivåer man kan åstadkomma.

Med enbart Hyper Sida kan man få ca 115 dB ljudtryck vid 100 Hz och 109 dB vid 40 Hz på 1 m avstånd. Vid de nivåerna får man 10 % distorsion, och därmed ett ganska orent ljud. Men det är ganska ansevärt ljudtryck. Hyper Sida klarar normal musik utmärkt väl. Först nere vid 40 Hz börjar den användbara maxnivån minska, eller distorsionen att öka. Det finns alltså en viss risk att ljudet grumlans om man spelar högt med mycket djup bas.

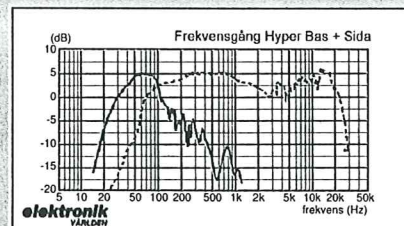
Med Hyper Bas blir maxnivån vid 100 Hz ungefär densamma, eller 116 dB. Men

vid 40 Hz har den inte sjunkit, utan mäter faktiskt 1 dB högre eller 117 dB.

Det innebär att Hyper Bas har kapacitet att ge 8 dB högre ljudtryck än Hyper Sida vid 40 Hz, och det är en avsevärd höjning. Den motsvarar en effektökning på 6 gånger (t ex från 50 till 300 W) om man vill tänka i sådana termer.

Detta betyder att man kan åstadkomma mycket stora och rena ljudtryck om man har förstärkarkapacitet till det. Det blir inte högtalaren som begränsar. Och ljudet blir rent även vid de lägsta frekvenserna.

Våra mätningar och omdömen är grundade på en prototyp till Hyper Bas. Den har senare ändrats något och ska i denna slutliga version gå något djupare och få ett något brantare fall nedåt i frekvensgången. **BH**



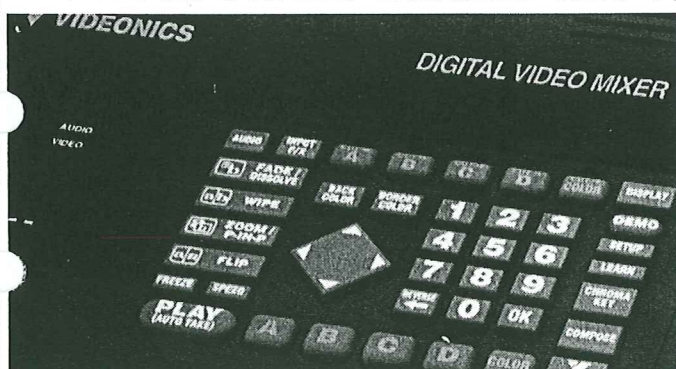
Frekvensgång med Hyper Bas och Hyper Sida. Här är bidraget från Hyper Sida filtrerat i den djupaste basen under 80 Hz. Mätningen är gjord med nivån hos Hyper Sida ställd för att ge så rak frekvensgång som möjligt.

## VIDEONICS

The Video Editing Company  
proudly presents

korad till  
"Årets videoredigeringsprodukt"  
av European Award Panel

## DIGITAL VIDEO MIXER MX-1



Ge ditt videomaterial helt nya dimensioner! Du kan med DIGITAL VIDEO MIXER superimposera ditt material på en exotisk bakgrund eller välja från över 200 digitala effekter. Nu får du möjligheter, som enbart varit förbehållet dyra mixrar.. till ett drömpris!!

### -4-kanalers Input

Växla eller mixa från upp till fyra källor

### -Dual-field TBC

Läser synsignaler till en precisionstidbas -inte till en av inputkällorna - och ger helt "rena" övergångar oberoende av ingående signalkvalite

### -Över 200 digitala effekter

Från enkla fades till PIP, zooms, freeze frame, picture flips, strobe, mosaik etc

### -Chroma Key

Full Chroma Key mot valfri bakgrund

### -Lätt att använda

Komb. av Keyboardslayout och Skärmmenyer gör den till marknadens mest lättanvända

Marknadsföres av

INCOTRADE SCANDINAVIA AB, Box 558, 441 16 ALINGSÅS

Tel 0302-320 39, Fax 0302-320 39, 031-216104, Mobil 010-2322580

## Kjell & Company

Mobil-Com

Vi har tillbehören till din  
NMT/GSM telefon!



Beställ tillbehörskatalogen nu!

Batterier, laddare, kablar, väskor,  
antennar, hållare mm.

Vi säljer tillbehör till lägsta pris av  
högsta kvalitet till nästan alla märken!

# 040-300011