

Elektronikvärldens  
subsytbygge  
skapar

# JORDBÄVNINGSGRUBBAS



**Riktigt lågfrekvent bas förekommer sällan i normala skivor. Med det här bygget kan man skapa och lägga till bas med lägre frekvenser än normalt. På många typer av musik ger det en ny dimension åt lyssnandet. Men det krävs att förstärkare och framför allt högtalare klarar av sub-basen!**

Av Leif Marenius

Elektronikvärldens omfattande artikelserie om Big Bang, det kompletta monitorsystemet för kompromisslös musiklyssning, har rönt mycket stor uppmärksamhet. I sin mest utbyggda version omfattar nu Big Bang en bashögtalare, ett aktivt delningsfilter med ekvalisator för basen, ett 300 W basslutsteg, sidosystem samt aktiva filter för dessa, integrerade med separata

slutsteg för varje högtalarelement (40 W + 10 W). Byggbeskrivningarna var införda i Elektronikvärlden nr 11 1987 — 6/7 1988.

Många har byggt det kompletta systemet medan en stor del av våra läsare än så länge har nöjt sig med att bygga bashögtalaren med aktivt delningsfilter och 150 — 300 W basslutsteg.

Den mest påtagliga upplevelsen vid lyssning till Big Bang-systemet är en mäktig basåtergivning. Bashögtalaren är relativt fri från de kompromisser som måste göras vid konstruktion av vanliga två-högtalar-system vad gäller storlek, delningsfilter, etc.

Big Bang-systemet är kapabelt att hantera stora effekter vid låga frekvenser. Systemets kapacitet är faktiskt så stor att det är en ganska liten del av tillgängligt musikmaterial, inklusive CD-skivor, som ger möjligheter att till fullo utnyttja den. Huvuddelen av basinnehållet i modern musik ligger i området kring 100 Hz. Den s k baspunchen eller "åsnesparken" uppstår faktiskt vid så höga frekvenser som mellan 75 och 150 Hz.

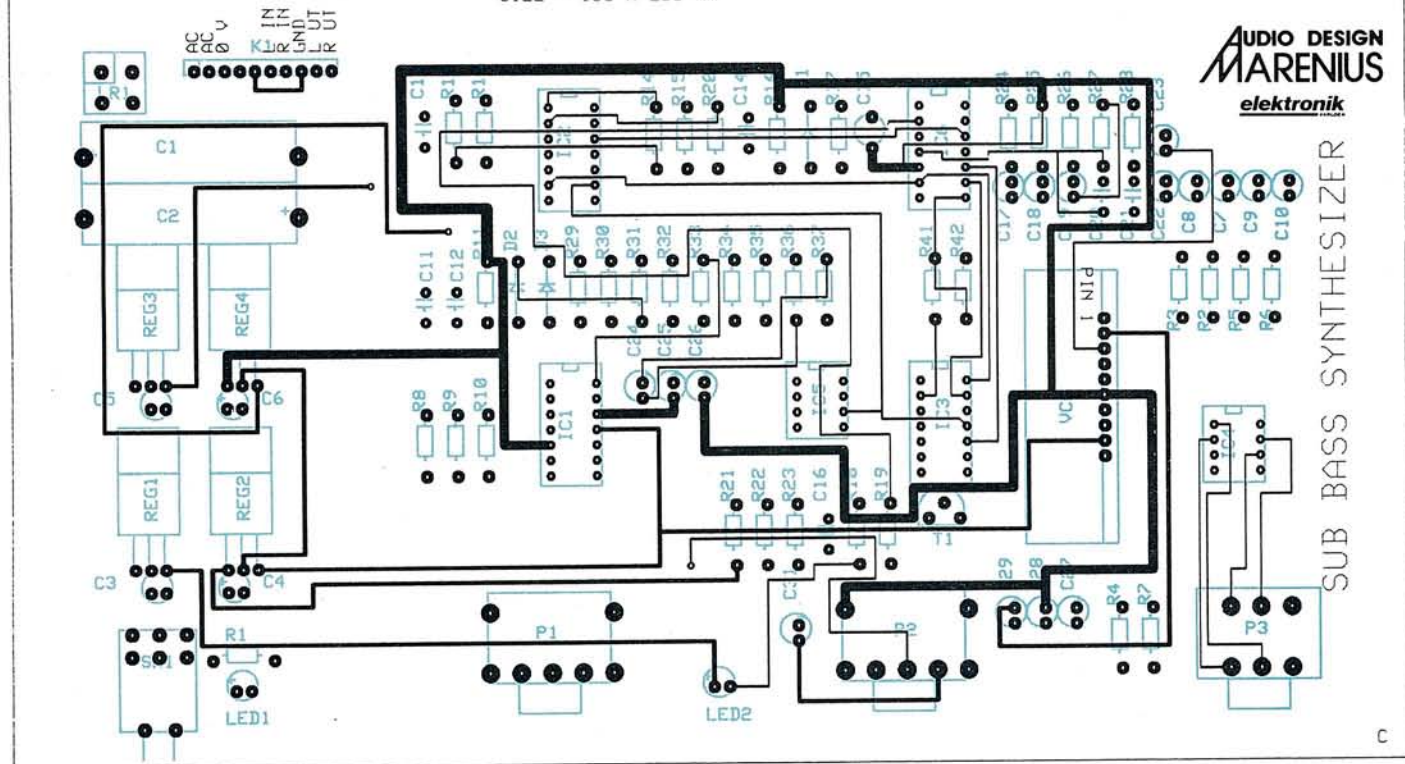
## Mäktig bas

Emellertid är det en annorlunda och mycket mäktig upplevelse att höra musik med kraftig bas i området ner mot 30 Hz. Om allt stämmer, som t ex högtalarlådans dämpning och placering, förstär-

SIZE = 130 X 230 mm

AUDIO DESIGN  
**MARENIUS**  
elektronik

SUB BASS SYNTHESIZER



► karens uteffekt, rummets resonansfrekvens o s v, så sker det en övergång från hörselintryck till mera fysiska upplevelser som kan ge en helt ny dimension i musikklyssnandet.

Som nyss nämnts så är det en begränsad del av tillgängligt musikmaterial som innehåller så låga frekvenser som det här är fråga om. Traditionella grammofonskivor har ju den rent fysiska begränsningen att de inte kan tillåta alltför stor modulation i spåret vilket ju annars är nödvändigt vid låga frekvenser. Det förekommer därför att man filtrerar bort verkligt lågfrekventa signaler i samband med graveringen av master-skivan.

Den här mångordiga inledningen för oss fram till behovet att på konstgjord (syntetisk) väg skapa eller återskapa frekvenser i sub-området, 30 — 60 Hz.

Och dem kan man naturligtvis ha glädje av också med andra högtalare än Big Bang. Men det krävs att högtalaren verkligen kan återge låga frekvenser. Annars får man ingen hörbar verkan, men löper däremot stor risk att skada högtalaren. Små högtalare tål ofta inte alls lika hög effekt i den låga basen som längre upp, och det kan vara en rimlig kompromiss så länge det är normala skivor som spelas.

## Ny oktav

Om man nu ska lägga till en ny basoktav i musiken är det givetvis viktigt att de nya signalkomponenterna passar in i musiken. Därför måste de styras av en äkta bassignal, både i frekvens och i nivå.

Vårt byggprojekt är en **sub-basssynthesizer**, eller **subsynt** om man så vill. Den

bygger på följande princip: Signalkomponenter inom frekvensområdet 60 – 120 Hz isoleras från den övriga signalen. Denna rena bassignal får trigga en frekvensdelare vars utsignal är 30 – 60 Hz och helt i fas med insignalen. Eftersom frekvensdelningen sker digitalt så är den nya signalen en ren 4-kantvåg.

Som bekant är låter en sådan sällan särskilt njutbart. Därför filtreras den kraftigt i ett filter med brantheten 36 dB/oktav över 60 Hz. Dessutom filtreras den under 30 Hz så att inga för högtalarelementen skadliga frekvenskomponenter kan uppstå. Resultatet är en ren sinussignal i området 30 – 60 Hz som svänger i takt och fas med insignalen i området 60 – 120 Hz. Nu återstår att nivåanpassa denna nya signal till den äkta bassignalen. Om inte så sker så blir resultatet ett våldsamt muller så snart insignalen är tillräckligt stark.

Nivåanpassningen sker i en VCA-modul, en spänningsstyrd förstärkare (Voltage Controlled Amplifier). Den har en separat ingång för 0 – 5 V styrsänning. När denna spänning är 0 V så är utsignalen från modulen 0. Vid 5 V styrsänning är utsignalen lika med insignalen.

Styrsänningen tar vi från en punkt som ligger efter det branta filtret för insignalen, men före frekvensdelaren. Det blir således den äkta, filtrerade bassignalen som får styra amplituden på den syntetiska signalen. Eftersom styrsänningen i denna punkt är en ren växelspanning så sker en helvågslrikriktning i IC1A/D. Som filter används ett 18 dB lågpasfilter med brytfrekvensen cirka 10 Hz. Detta branta filter medför att snabba förändringar i den äkta bassignalen också resulterar i snabba ändringar av nivån på den alstrade signalen

samtidigt som en oönskad intermodulation mellan de båda signalerna förhindras.

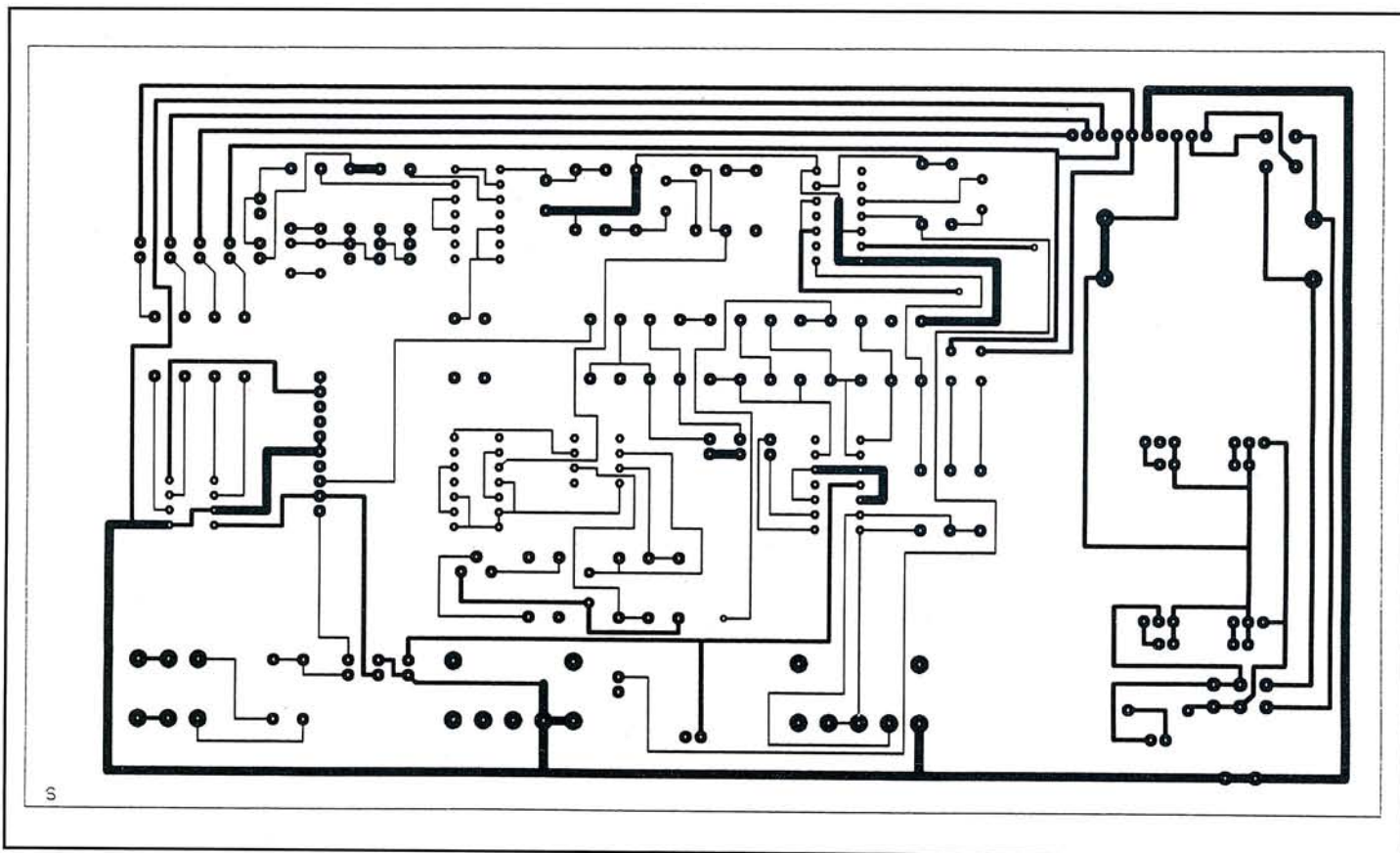
Syntet-basen mixas slutligen i lika delar med vänster och höger insignaler.

## Branta filter

Det är nödvändigt med mycket branta filter för att uppnå ett gott resultat.

Traditionellt har man byggt sådana med ett stort antal komponenter med fin tolerans. Numera finns det dock en betydligt smidigare lösning som kallas **switched capacitor**-teknik. Denna teknik är utvecklad ur de analoga skiftregister som fanns för något decennium sedan. Tekniken bakom dessa skiftregister är att en analog signal på ingången transporteras förbi ett stort antal transistorsteg med en liten kapacitans mellan varje steg. I denna kapacitans lagras den analoga signalen för ett kort ögonblick. Beroende på antalet steg i skiftregistret samt den tid som signalen lagras i varje steg uppstår en fördröjning mellan insignal och utsignal.

De mest utvecklade kretsarna med denna teknik hade upp till 4000 steg och kunde skapa en tidsfördröjning på upp till 200 millisekunder. Elektronikvärldens byggprojekt Akustik-expander (nr 3/86) baserades på just en sådan krets. Dessvärre har man nu upphört med tillverkningen av dessa kretsar eftersom det var mycket få av dem som fungerade efter varje produktionsserie. De som fungerade blev därför mycket dyra (cirka 500 kr per st). En bidragande orsak kan också vara att digitala lösningar numera är relativt billiga att åstadkomma. Det ska vi fö visa i ett kommande nummer av Elektronikvärlden i år.



## Switched capacitor

Åter till **switched capacitor**-tekniken. Genom att tappa ut signalen från flera punkter "på vägen" samt addera dessa uppnår man en filterfunktion. Gränsfrekvensen blir då enbart beroende av den hastighet med vilken signalen förflyttas mellan stegen, det vill säga klockfrekvensen. Det är således fråga om ett frekvensstyrt filter.

I det här fallet har vi använt oss av kretsen MF6 som är ett 6:e ordningens LP-filter. Det skär med 36 dB/oktav. Jämfört med traditionella filter är denna typ av filter helt fri från överslängar före brytffrekvensen. De har ett praktiskt taget idealt beteende.

MF6 klockas med en frekvens som är 100 x önskad gränsfrekvens. IC2 har en gränsfrekvens vid 120 Hz eftersom den ju filtrerar inkommande äkta bassignal. Dess klockfrekvens är således 12 kHz.

Orsaken till att denna normalt sett fullt hörbara frekvens inte alls kan höras ens som en rest i utsignalen är att den ju aldrig kommer längre fram än till den digitala frekvensdelaren. IC6 svarar för filtrering och sinusomvandling av den syntetiska 4-kantvågen och har en gränsfrekvens vid 60 Hz.

Dess klockfrekvens är således 6000 Hz vilket ju borde vara fullt hörbart eftersom den signalen är den som sedan återfinns på utgångarna. Dessbättre kan inte heller denna signal uppfattas, av två skäl. MF6 har en mycket svag rest av klocksignalen på sin utgång. Denna restsignal kan enkelt filtreras bort helt med en enkel RC-länk (R28/C22).

MF6 har mycket goda LF-data: dyna-

miskt område >80 dB, max brytffrekvens = 10 kHz, utsignal >2,5 V rms.

Utöver filtersektionen innehåller MF6 även två separata OP-förstärkare samt en schmitt-trigger för klocksignalen.

Klockgeneratortyp för de båda MF6-kretsarna utgörs av en OP-förstärkare, IC5. Denna oscillatortyp är mycket mera exakt beträffande frekvensen än t ex en oscillatorlösning med två CMOS-grindar. Detta innebär att ingen trimning behöver ske av klockfrekvensen. Den bestäms helt av toleransen hos ett motstånd och en kondensator (R23/C16). Faktiskt saknar subsynten trimpunkter av varje slag vilket gör den mycket lättbyggd för var och en som kan löda.

Enheten har fyra olika matningsspänningar. IC1, IC4 samt VCA matas med +/- 15 V.

IC2, IC3, IC5 och IC6 matas med +/- 5 V.

## Ingen trimning

Subsynten är okomplicerad att bygga. Samtliga kortkomponenter monteras i valfri ordning. Både omkopplare, lysdioder och potentiometrar är kortmonterade så det blir ingen risk för felkoppling av trådar. Endast kontaktdonen i bakpanelen ansluts med trådar till K1 som är väl upp- märkt.

Eftersom originalkortet är dubbelsidigt och genompläterat ska lödning enbart ske på kortets undersida.

VCA-modulen ska vändas med sin komponentsida mot kretskortets centrum. Ben 1 är markerat både på modulen och på kretskortet. Observera att trimpotentiometrarna på VCA-modulen **inte** ska trim-

mas. De är mycket noggrant inställda vid tillverkningen av modulen.

Bakpanelen skruvas samman med de båda gavelprofilerna. Kretskortet kan efter montering skjutas in i det näst understa spåret i vardera gavelprofilen.

Om kortet är kortare än lådan är djup så kan en aluminiumplåt skjutas in i spåren före kortet.

I det understa och översta spåret skjuts aluminiumplåtar in, vilka ska utgöra lock och botten för lådan. Därefter kan frontpanelen skruvas samman med lådan. Se då till att lysdioderna sticker fram i sina hål.

Kapa potentiometeraxlarna till cirka 8 mm samt montera rattarna.

Avsluta med att kontaktklimma en 1,5 mm tjock, eloxerad aluminiumplåt på vardera locket och botten. Dra därefter bort skyddsplasten.

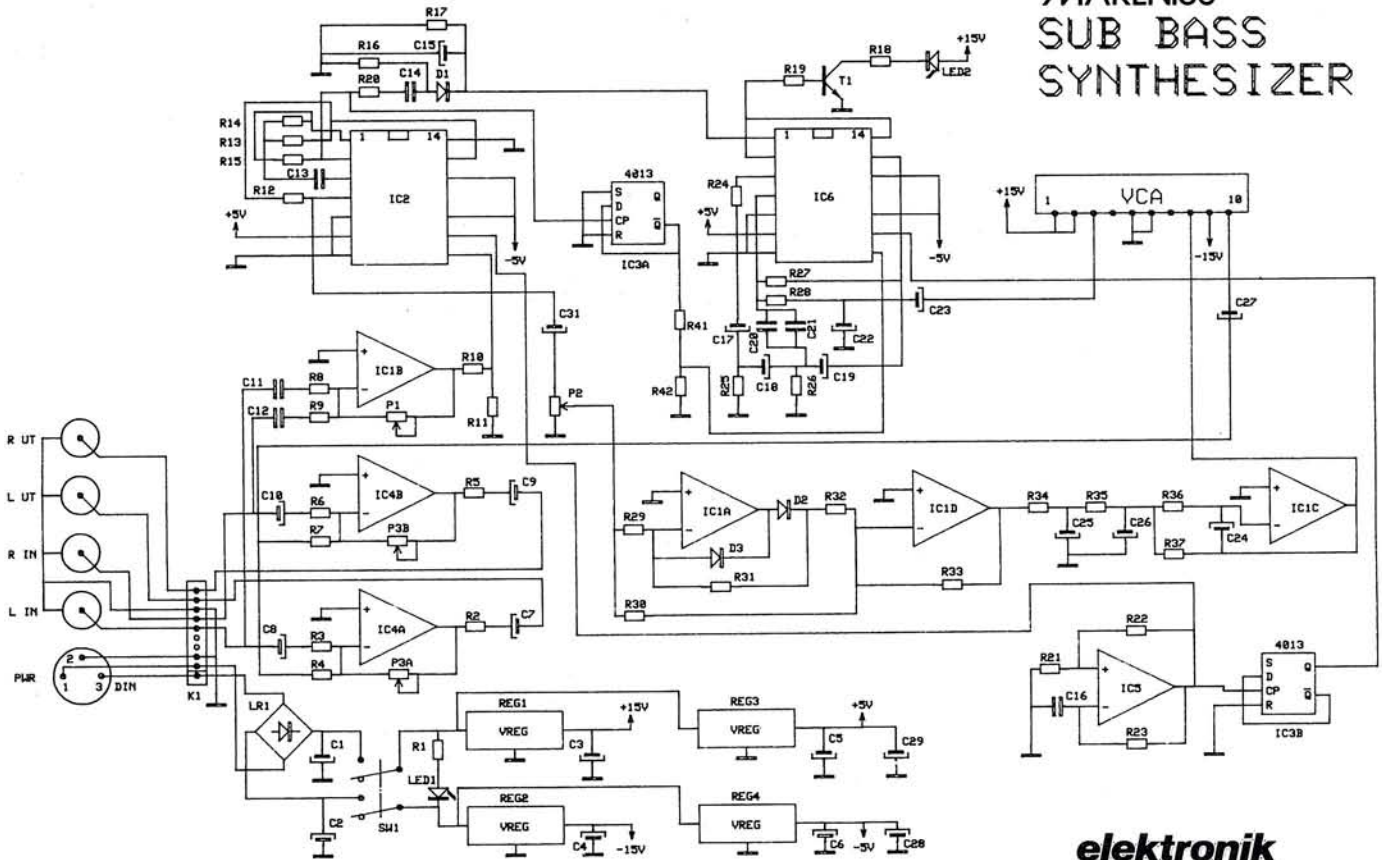
Montera gummifötter under lådan samt anslut det S-märkta nätaggregatet till DIN-kontakten.

## Första provet

En lämplig insignal ansluts till linjeingångarna L och R. Nivån ska vara mellan 100 mV och 10 V rms. En vanlig kasset eller CD-spelare lämnar cirka 0,5 - 2 V rms vilket är fullt tillräckligt. Alternativt kan subsynten kopplas mellan försteg och slutsteg. Det är då viktigt att tänka på att en eventuell volymkontroll på försteg måste dras upp såpass mycket att signalnivån in till subsynten blir tillräckligt hög.

Den volymkontrollen bör ställas in en gång för alla och därefter kan lyssningsvolymen regleras med nivåratten OUTPUT LEVEL på subsynten. En finess med enheten är att då den är avstängd så går ▶

## AUDIO DESIGN MARENUS SUB BASS SYNTHESIZER



**elektronik**  
VÄRLDEN

► insignalen ändå igenom oförvrängd, om den ej är för stark.

Den maximala utnivån är densamma som innivån. Den syntetiska signalen kan dock förstärkas en hel del.

Med lämplig och basrik musik kan nu funktionen testas. Ratten TRIG LEVEL vrids upp tills lysdioden TRIG indikerar att enheten arbetar.

Ratten SUB BASS LEVEL bestämmer hur mycket syntetisk bas som ska adderas till utsignalen. OUTPUT LEVEL bestämmer den totala lyssningsnivån.

### Olika karaktär

Vid inställning av TRIG LEVEL gäller att lysdioden antingen kan 1) glimma snabbt i takt med bastonen, 2) tändas och släckas ungefär lika ofta eller 3) vara tänd mesta tiden. Allt beroende på hur mycket ratten TRIG LEVEL vridits upp. I det första fallet erhålles en kort, snärtig bas. I det sista fallet kan man få en "mullermatta". Mellanläget är nog det som utgör den bästa kompromissen för merparten musikmaterial. SUB BASS LEVEL kan behöva justeras till olika inställningar beroende på hur mycket TRIG LEVEL dras upp. Sammantaget ger dessa tre rattar full kontroll över den syntetiska bassignalen.

Subsynten är dimensionerad så att distorsion på grund av klippning aldrig kan uppstå på den syntetiska signalen. Den är alltid ren och sinusformad.

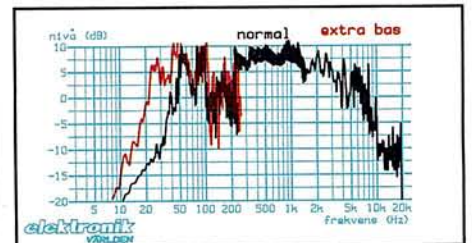
Enheten har för övrigt mycket goda data både vad gäller frekvensgång och brus.

Den ordinarie signalen är frekvensbegränsad enbart i OP-förstärkaren TL072. Eftersom detta är en mycket snabb och lågbrusig förstärkare så sker här praktiskt taget ingen försämring alls av signalen. Frekvensgången är rak inom +/- 1 dB från 20 Hz till över 200 kHz. Det dynamiska området är större än 100 dB. Enheten kan således betraktas som "en rak tråd" även när den arbetar med digitala signalkällor. Signalen fäsvänds 180 grader vilket i allmänhet inte alls spelar någon roll annat än i de fall man har ett multi-kanalsystem för lyssning.

Tänk på att lägre frekvenser fordrar mera förstärkareffekt på grund av örats känslighetskurva. Följden blir att slutsteget får arbeta hårdare och blir varmare. Dessvärre är det så att ett hett slutsteg tål egen effektutveckling sämre än ett kallt och således får man en positiv återkoppling i termiskt hänseende: ett varmt slutsteg får lättare kortslutning i effekttransistorerna.

Även hos grannarna som tvingas lyssna till sub-basen kan det kanske hetta till; tänk på dem också.

Efter de första fascinerande testkörningarna med subsynten kan det vara lämpligt att försöka hitta en rimlig avvägning mellan den totala lyssningsnivån och andelen sub-bas.



En normal skiva med "elektrisk" musik har sällan något innehåll under 50 Hz, som här. Med subsynten inkopplad sträcks området ut nedåt 20 Hz.

**Subsynten** kan köpas som halvfabrikat med högkvalitativa eloxerade och screentryckta paneler, mönsterkort av industriktvalitet samt alla övriga ingående komponenter. Priset för en helt komplett sats är 1.375 kr inkl. 23,46% moms.

Leverantör är **Marenus Elektronikutveckling AB**, BOX 5086, 421 05 VÄSTRA FRÖLUNDA. Telefon 031-47 09 77, vard 9-7.

Från samma leverantör kan även erhållas en sammanställning av de flesta byggprojekten inom audio i Elektronik-världen under de senaste åren.

## Komponentlista Subsynt

IC1	TL074
IC2,6	MF6CN-100
IC3	MC14013B
IC4	TL072
IC5	TL071
VCA	VCA11 modul
REG1	7815T
REG2	7915T
REG3	7805T
REG4	7905T
LR1	B80C1500 likriktare
LED1	grön lysdiod 5 mm
LED2	röd lysdiod 5 mm
T1	BC546 eller BC547
D1,2,3	1N4148

C1,2	220µF/40 V
C3,4,5,6,7,9, 23,27,28,29	10 µF/16 V
C8,10,22,31	1 µF/25 V
C11,12	0,22 µF
C13,14,21	0,1 µF
C15,17,18, 19,24	0,33 µF
C16	330 pF 2,5% tolerans
C20	68 nF
C25,26	4,7 µF/25 V

*Kondensatorer med värde från 0,33 µF och uppåt ska vara elektrolyt, övriga ska vara polyester.*

P1	100 k log pot
P2	4,7 k log pot
P3	2 x 10 k log pot

*Potentiometrarna ska ha 6 mm axel.*

R1,32,41,42	4,7 k
R2,5,24	100
R3,4,6,7,8,9,14, 19,25,26,29,30, 31,34,35,36,	10 k
R10,28	1,8 k
R11,18,20	1 k
R12,16,17,21,22, 23,27,33	100 k
R13,37	22 k
R15	1 M

*Samtliga motstånd ska vara metallfilm, 1-5% tolerans.*

SW1	M2022H 2-vägs, 2-polig omkopplare ingen komponent, anslutningar i kortet
K1	

### Dessutom ingår:

1	dubbelsidigt, genomplåterat mönsterkort
4	RCA chassikontakter
1	3-polig inverterad DIN-kontakt
3	rattar 15 mm
4	gummifötter
1	komplett mekaniksats med paneler
1	S-märkt 220 V nät-aggregat

Audio DESIGN  
MARENIIUS



BIG  
BANG  
SYSTEM

SUB BASS SYNTHESIZER



OUTPUT LEVEL



elektronik  
VÄRMLAND

L R  
LINE INPUTS

Audio DESIGN  
MARENIIUS

L R  
LINE OUTPUTS

2 X 15 V AC  
POWER