



■ Sommaren 1977 hade Elektronikvärldens föregångare Radio & Television ett byggprojekt kring en sk stereo expander. Den åstadkom en tidsfördröjning av ena kanalen i en stereosignal så att lyssnaren upplevde att högtalarna stod längre från varandra än vad de egentligen gjorde.

Metoden för fördröjningen baserades på att vi använde analoga skiftregister. Två kretsar TDA1022 satt i enheten och svarade för vardera 10 milisekunders fördröjning, vilken dock kunde varieras från 1 till 20 ms med en ratt.

En tidsfördröjning är den grundläggande funktionen för en mängd experiment med ljud. Efterklang och eko är ju egentligen olika former av signalfördröjning. Det finns andra effekter som också utnyttjar delay (engelska för fördröjning), tex *flanging*, *phasing* och *pitching* (tonhöjdsvariation).

I ett senare nummer av Radio & Television presenterades därför en sk *echoizer* som var avsedd att utöka användningsområdet för stereo expandern. Echoizern möjliggjorde sk *feed back*, återkoppling, av signalen. Samtidigt presenterades även ett tillsatskort för ökning av tiden till 40 ms. Ett speciellt dynamikkompresorkort för brusreduktion, analoga skiftregister av typen TDA1022 har begränsad dynamik, visades också.

I ännu ett senare nummer av Radio & Television visades en sk flanger som tillsammans med echoizern och stereo expandern möjliggjorde ett stort antal fascinerande ljudeffekter av mer eller mindre synthesiserliknande karaktär.

Som kronan på verket kom så småningom ett maxi-delaykort som ersatte en eller båda TDA1022 och gav upp till 160 ms fördröjning för verkliga eko-effekter.

Akustikexpandern kan användas på många sätt: Du kan blanda in en extra, fördröjd, signal i de vanliga högtalarna och få ett ljud som lämnar högtalarna på ett bättre sätt. Du kan lägga efterklang till en mono-inspelning och få en ljudbild med musiken i mitten och efterklangen rumsmässigt spridd. Du kan använda expandern vid hörtelefonlyssning och minska den instängda "hörtelefonkänslan". Du kan koppla till ett extra slutsteg och ett par högtalare och återge konsertsals-akustiken på nytt sätt. Du kan använda den vid inspelning och ge stereobilden nya dimensioner.

Du kan, kort sagt, förbättra ditt ljud på flera nya sätt med denna unika tillsats.

AKUSTIKEXPANDER FÖRNYAR DITT LYSSNINGSRUM

När ljud färdas i luft sker en fördröjning med ungefär 1 ms per meter. Det skapar en hörbar akustik som vi kan efterlikna med detta bygge.

Nytt och bättre ljud vid in- och avspelning, i högtalare och hörlurar blir resultatet.

Av Leif Marenius

Fyratusen steg

TDA1022 innehöll 256 transistorsteg parade med små kapacitanser mellan varje steg. En analog signal "hålldes" från den ena kapacitansen till nästa ungefär som vatten hålls i och ur hinkar. Därav namnet *Bucket-Brigade Delay Line*.

TDA1022 tillverkas inte numera. Istället har en japansk tillverkare utvecklat en superdelay med 4096 transistorsteg, alltså åtta gånger längre skiftregister än gamla TDA1022. Trots den ökade längden är ljudkvaliteten avsevärt bättre med framförallt mindre brus och distorsion som följd.

Kretsen, AD4096, är naturligtvis svår att tillverka och man kan anta att ett stort antal

chip måste kasseras i varje tillverkningsprocess. Det räcker ju att en enda transistor är defekt för att kretsen ska vara oanvändbar.

Som en följd av detta är AD4096 en dyr krets. Priset i stycketal är cirka 600:-. Den är dock avsevärt mycket billigare än vad det skulle kosta att åstadkomma samma fördröjning med en digital lösning.

Ny rymdklang

Kring AD4096 har vi byggt upp en akustikexpander, som ger ett utomordentligt intressant ljud i en musikanläggning eller vid inspelnings- och studioarbete.

Vi kan kort och gott säga att akustikexpandern ger rymd-

klang av hög kvalitet till en jämförelsevis mycket låg kostnad.

Akustikexpandern innehåller emellertid dessutom ytterligare ett par intressanta funktioner.

Den ena är ett differentialsteg på ingången som förmår att i en stereosignal plocka fram skillnaden mellan de båda kanalerna – akustikinformatiomen – som sedan fördröjs och bildar efterklang. Beroende på musikmaterialet och hur det är mixat, kan mycket angenäma effekter uppnås. Det totala lyssningsintrycket höjs.

Den andra funktionen är ett fasväxlarsteg på utgången. Med det inkopplat matas efterklangen ut till högtalarna i



motfas och man får ett diffust perspektiv. Precis som efterklängen i en konsertsal ju kommer från alla möjliga håll och inte rakt framifrån.

Observera att den ordinarie stereosignalen hela tiden passerar opåverkad rakt genom akustikexpandern. Vi talar nu endast om den fördröjda signalen, vilken ger efterklängen.

Ytterligare en funktion: för den som vill ha fler än två högtalare i rummet finns det en utgång som ger enbart efterklangssignal och som kan kopplas till ett separat slutsteg med separata högtalare placerade tex bakom lyssnarna.

Ändra fördröjning

Fördröjningen uppgår till ca 65 millisekunder. Den är av-

sed för användning där man ar signalen tillbaka till de mala stereohögtalarna.

Om man i stället vill koppla fördröjda signalen till en starkare och ett par extra högtalare bör man se till att de är i motfas. Fördröjningen i då upplevas så lång att ljudet faller sönder mellan fram- och bakhögtalare. Dessutom kan man också en starkare signal. Det kan då bli problem med hörbart brus.

Om problemen löses på samma gång genom att man ökar klockfrekvensen hos skiftregistret och därmed minskar fördröjningen. Kondensatorn C14 är normalt på 3,3 nF och ger 65 ms fördröjning. Fördröjningen är proportionell mot kapacitansen, och den kan minskas till 1 nF för att ge ungefär 20 ms, vilket passar bra för bakre högtalare. Det går naturligtvis bra att också välja andra värden. Vid lägre värden än 1 nF börjar dock skiftregistret få svårt att hänga med. Klockfrekvensen är då ca 90 kHz, och kretsen är specificerad för 100 kHz.

Lägre värden på C14 ger längre fördröjning, men då stämmer inte längre in- och utgångsfiltren (IC 1 och IC 14). Man får alltså allehanda störningar. Undvik därför större värden än 3,3 nF och mindre än 1 nF.

I princip kan man tänka sig en omkopplingsbar frekvens, men klockspänningen är mycket hög och kan stråla störningar omkring sig om man drar ut den på trådar. Mönsterkortet kanske ser enkelt ut, men det är nog optimerat för lägsta brus- och störnivå.

Var alltså försiktig om du experimenterar med signaler på andra ställen än på kortet! Eftersom kretsen är dyr så är det också ett skäl till att vara försiktig så att den inte förstörs.

Om man vill mata den fördröjda signalen till bakre högtalare och inte vill ha den inblandad i de främre så kan man kapa motstånd R39, R56 och R38.

Den fördröjda signalen kan återmatas genom potentiometern som är märkt FEED BACK, så att en sk *sustained reverb*, utdragen efterklang, erhålls. Om man drar på tillräckligt mycket så självsvänger akustikexpandern och samma signal upprepas i det oändliga. Men den består snart av bara brus!

Återkopplingsfunktionen ger naturligtvis verkan med den längre fördröjningen.

Beskuret område

Följande data gäller för den fördröjda signalen. Den ordinarie signalen passerar endast igenom ett antal förstärkarsteg

och påverkas inte alls annat än till sin nivå.

Dynamikområdet uppgår till 55-60 dB med den längsta fördröjningen (65 ms med komponentvärden enligt listan). Med kortast möjliga fördröjning stiger dynamiken ytterligare ca 20 dB. I båda fallen gäller det ändå att utnyttja dynamiken maximalt genom att låta signalens toppar tända MAX-lampan (regleras med ingångsratten).

Frekvensområdet har i den här konstruktionen beskrivits till mellan ca 100 Hz till 6 kHz, och motsvarar ganska väl det som gäller för verklig efterklang.

Distorsionen är försumbar upp till den nivå då MAX-indikatorn tänds. Det analoga skiftregistret skyddas mot för hög insignal av två zenerdioder, D1-D2, som när de klipper ger en deformation av signalen. Detta sker dock vid en nivå som ligger avsevärt högre än den som tänder MAX.

Akustikexpandern matas från el-nätet via en S-märkt speciallindad skyddstransformator som pluggas direkt i vägguttaget. Den lämnar 2x15 V AC och 10 VA.

Montera på kort

Samtliga komponenter utom kontaktdonen placeras på kretskortet som är enkelsidigt. Layouten är kritisk eftersom det ju är fråga om blandad digital och analog teknik.

Vid lödningen fördras en ganska fin spets som ej är alltför varm. Detta pga att de flesta lödarna har en diameter på endast 1,6 mm och därför kan lossna från epoxyplattan vid för hög värme.

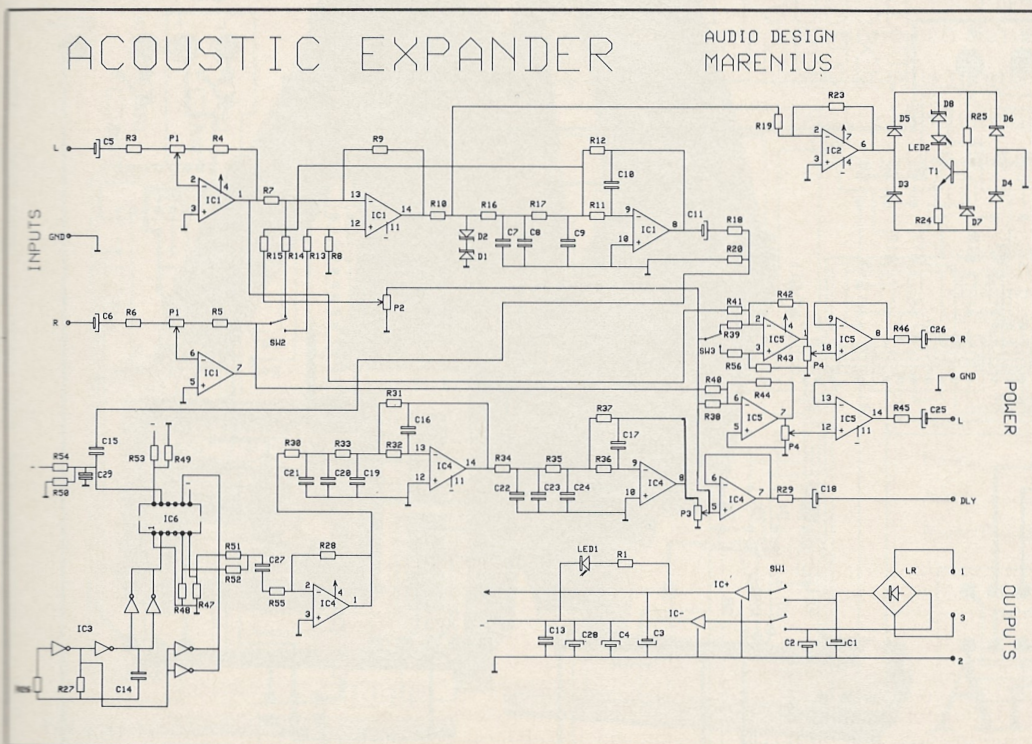
En varning: om du tillhör dem som löder först och klipper av benen sedan ska du tänka om nu. Vid klippet belastar du lödpunkten mekaniskt och det kan få till följd att den lossnar och tar med sig kopparfolien därunder varvid ett hårfint avbrott uppstår. Detta kan vara mycket tidsödande att hitta.

Alltså: klipp först och löd sedan!

Montera alla komponenter enligt komponentlistan och komponentplaceringsritningen.

Alla komponenter som börjar på "J" är trådbyglar som enklast framställs av avklippta motståndsbän som bockas till ett U med basen 10 mm lång.

Under IC6 ska det sitta en IC-sockel. Montera ej IC6 i ►



Schema över akustikexpandern. Fördröjningen sker i skiftregistret IC6. IC1 och IC4 är lågpåssfilter som förhindrar störningar och begränsar bandbredden hos den fördröjda signalen.

Apparaten matas med växelspanning från en yttre transformator, vilket minskar risken för brum.

► denna ännu! IC+ och IC- ska ligga ner mot kortet med textsidan uppåt.

LED1 och LED2 ska monteras högt över kortet varefter de böjs framåt, + motsvarar lysdiodernas längre ben.

Observera hur IC-kretsarna vänds. Det varierar.

Tio trådar löds fast i anslutningarna för kontaktdonen. De båda vänstra trådarna för POWER 1 och 3 tvinnas.

Skrapa bort eloxeringen

Montera nu RCA-kontakterna och POWER-kontakten i den bakre panelen. Skrapa bort eloxeringen i hålen först eftersom den isolerar elektriskt.

Skruva fast panelen mot de båda sidoprofilerna så att deras spår vänds inåt.

Skjut in kretskortet i det andra spåret nedifrån räknat och anslut trådarna till kontakterna. Det hängande T:et i placeringsritningen motsvarar chassijord och ansluts höljena på RCA-kontakterna.

POWER 1, 2, 3 ansluts motsvarande stift i DIN-kontakten (kontrollera numreringen först, den är ej logisk).

Anslut nu kraft via den S-märkta skyddstransformatorn och slå på POWER varvid den gröna lysdioden ska lysa.

Komponentförteckning

Komp-nr: Komp-typ: Värde/beteckning: Övrigt:

Kondensatorer:

C29	C	1 nF	
C14	CCC	3.3 nF	2.5% tolerans
C19	CCC	4.7 nF	
C21	CCC	4.7 nF	
C22	CCC	4.7 nF	
C24	CCC	4.7 nF	
C7	CCC	4.7 nF	
C9	CCC	4.7 nF	
C10	CCC	470 pF	
C16	CCC	470 pF	
C17	CCC	470 pF	
C20	CCC	470 pF	
C23	CCC	470 pF	
C8	CCC	470 pF	
C13	CCC	0.1 µF	
C15	CCC	0.1 µF	
C11	CCC	1 µF	
C18	CCC	10 µF	
C25	CCC	10 µF	
C26	CCC	10 µF	
C28	CCC	10 µF	
C3	CCC	10 µF	
C4	CCC	10 µF	
C5	CCC	10 µF	
C6	CCC	10 µF	
C1	C	220 µF	40 V
C2	C	220 µF	40 V

Halvledare

D3	H	1N4148	
D4	H	1N4148	
D5	H	1N4148	
D6	H	1N4148	
LR	H	B80C1500	Likriktarbrygga
T1	H	BC547	
D1	H	C3V3	
D2	H	C3V3	
D7	H	C3V3	
D8	H	C3V3	
LED1	H	Grön lysdiod	5 mm
LED2	H	Röd lysdiod	5 mm
IC3	IC	4049	CMOS
IC6	IC	AD4096	Analog delay
IC+	IC	L78M15	
IC-	IC	L79M15	
IC2	IC	NE5534	Alt XR5534
IC1	IC	TL074	
IC4	IC	TL074	
IC5	IC	TL074	

Motstånd

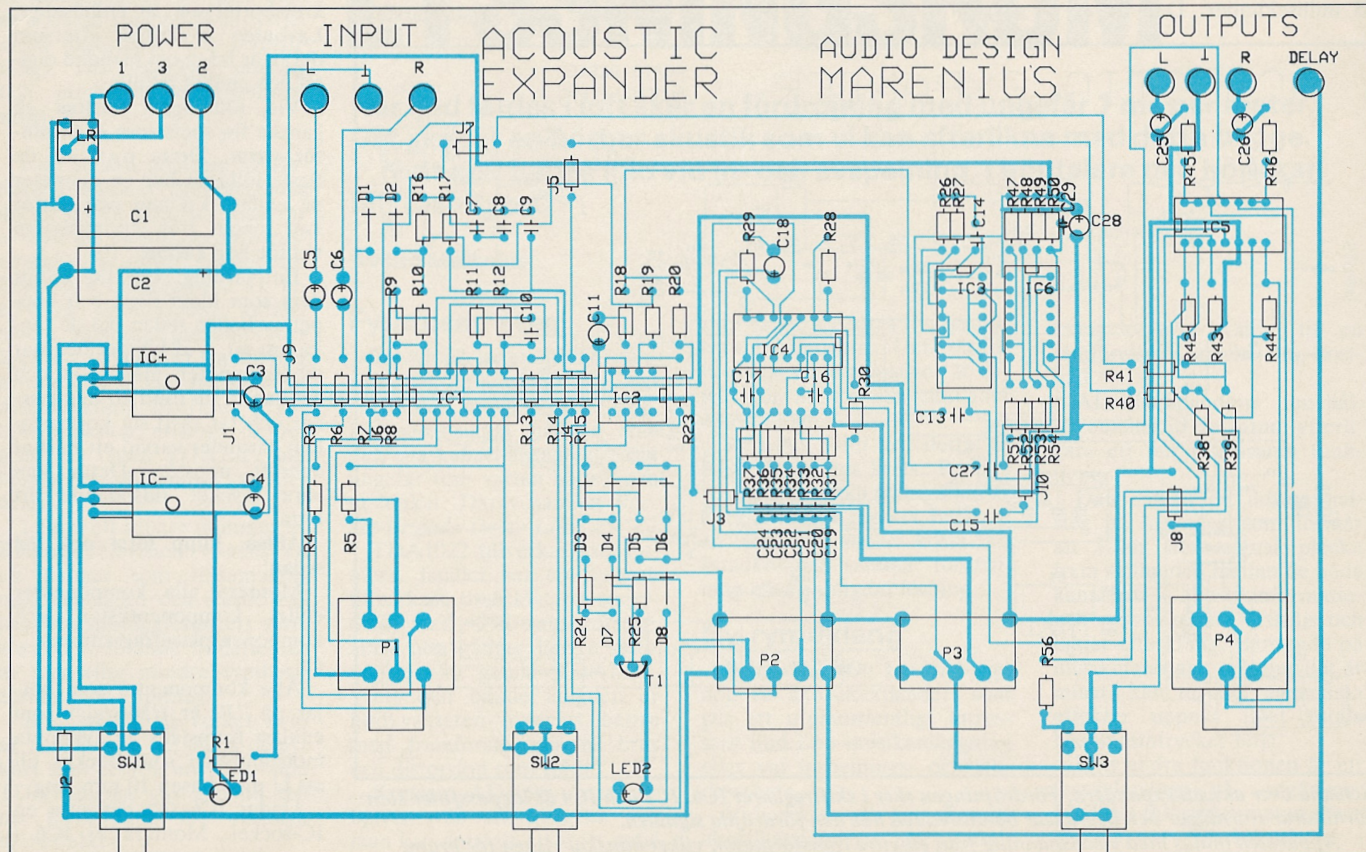
P1	P	2×10KA	Linjär vridpot
P4	P	2×10KB	Logaritmisk vridpot
P2	P	4K7B	Logaritmisk vridpot
P3	P	4K7B	Logaritmisk vridpot
R46	R	100 ohm	
R10	R	1 kohm	

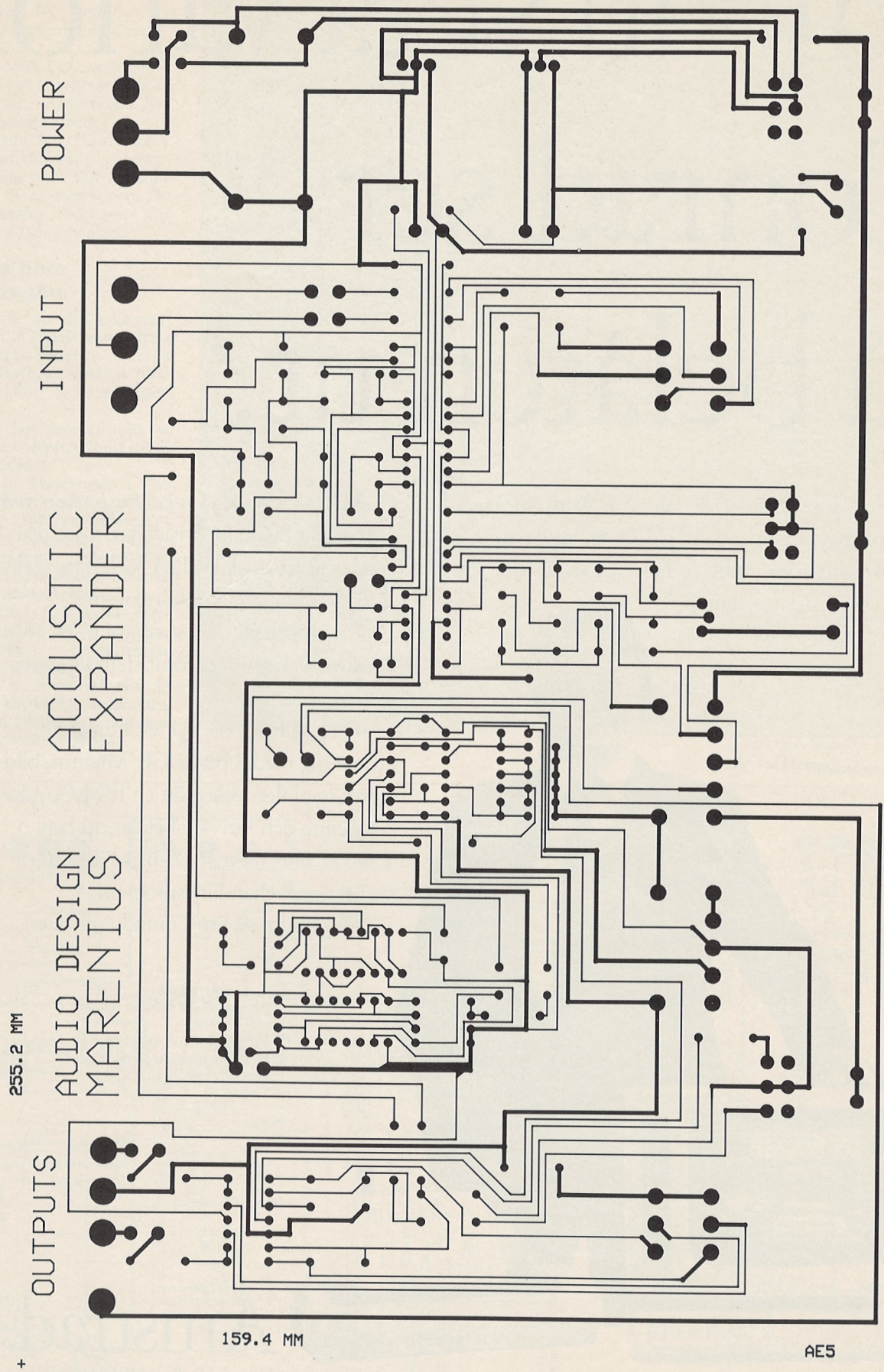
R18	R	1 kohm
R20	R	1 kohm
R3	R	1 kohm
R4	R	1 kohm
R5	R	1 kohm
R53	R	1 kohm
R6	R	1 kohm
R11	R	10 kohm
R13	R	10 kohm
R14	R	10 kohm
R16	R	10 kohm
R17	R	10 kohm
R25	R	10 kohm
R30	R	10 kohm
R32	R	10 kohm
R33	R	10 kohm
R34	R	10 kohm
R35	R	10 kohm
R36	R	10 kohm
R38	R	10 kohm
R39	R	10 kohm
R40	R	10 kohm
R41	R	10 kohm
R42	R	10 kohm
R43	R	10 kohm
R44	R	10 kohm
R56	R	10 kohm
R7	R	10 kohm
R8	R	10 kohm
R9	R	10 kohm
R26	R	100 kohm
R47	R	100 kohm
R48	R	100 kohm
R50	R	100 kohm
R54	R	100 kohm
R49	R	15 kohm
R1	R	2.7 kohm
R12	R	20 kohm
R15	R	20 kohm
R23	R	20 kohm
R28	R	20 kohm
R31	R	20 kohm
R37	R	20 kohm
R27	R	3.9 kohm
R19	R	4.7 kohm
R51	R	4.7 kohm
R52	R	4.7 kohm
R24	R	100 ohm
R29	R	100 ohm
R45	R	100 ohm

Övrigt

Fötter	Ö	4 st
J1-10	O	Trådbygglar
Mekanik	O	1 komplett
Rattar	O	sats
Skravar	O	1 sats
		(3+1 st)
		Skrusats
		(8 st)
SW1	Ö	M2022H
SW2	Ö	M2022H
SW3	Ö	M2022H
K1	O	MASEI3100
PC	Ö	PC-AE1
K2-K6	Ö	RCA
Sockel	O	14-bens

Komponentplacering.





Mönsterkortritning för akustikexpandern i 100% storlek.

► Ta försiktigt den dyra, men förnämliga, IC-kretsen AD4096 och placera den i IC-sockeln. Se först till att du inte är statistiskt laddad för annars kan det bli en av ditt livs dyraste gnistor som du sänder in i kretsen.

Skjut sedan in en 1 mm tjock aluminiumplåt i det understa spåret, under kretskortet, och en likadan i det översta spåret.

Skruva fast frontpanelen och se därvid till att lysdioderna sticker fram tillräckligt i sina hål.

Limma nu fast de båda tjockare aluminiumplåtarna på varsin sida om lådan. Använd kontaktlim. Deras uppgift är att styva upp lock och botten samt att ge lådan en snygg yta.

Avsluta med att applicera de självhäftande fötterna och montera rattarna. Den stora ratten ska sitta längst till höger.

Inställbar känslighet

Akustikexpandern ansluts antingen mellan mixer/förförstärkare och slutsteg eller via Tape Monitor-uttaget som en bandspelare. Signalnivån bör vara åtminstone 100 mV. Enheten har två ingångar och två utgångar samt den extra Delay-utgången för eventuell bakgrundshögtalare.

Ratten INPUT används för att anpassa insignalen så att den tillgängliga dynamiken används optimalt. Dra upp den så att lysdioden MAX tänds i musikens toppar. Med omkopplaren SUM/DIFF (vid ingången) kan man välja om summa- eller skillnadssignalen ska fördröjas. I en monosignal finns ingen skillnad mellan vänster och höger, och då kan man åstadkomma en mer tilltalande ljudbild genom att fördröja hela signalen, dvs summasignalen, och lägga ut den i motfas, antingen till de ordinära högtalarna eller till ett extra par.

Om signalen är i stereo får man bättre verkan genom att bearbeta skillnadssignalen. Observera att skillnadssignalen

oftast är mycket svagare än summasignalen, och att man kan behöva ändra inställningen vid omkoppling! Musikstycken i stereo som är inspelade på olika sätt kan också kräva olika inställning.

När man ställt in INPUT är det dags att dra ner FEEDBACK och DELAY och ställa in önskad lyssningsnivå med VOLUME.

Pröva nu efterklangen genom att dra på DELAY. Använd gärna ett ensamt instrument eller tal. Då hörs effekten tydligast.

Med SUM/DIFF (vid VOLUME) väljer man om inblandningen i de främre högtalarna ska ske med- eller motsagt. Prova båda lägena och lyssna till skillnaden!

Funktionen kan också användas vid lyssning i hörlurar och ger en extra rymdkänsla åt ljudet. Här hörs skillnaden mellan med- och motfas extra tydligt!

Pröva också olika styrka på den fördröjda signalen, och olika mycket återkoppling genom FEEDBACK-ratten.

Om du vill ha din akustikexpander fast inkopplad i en anläggning ska du i fortsättningen använda ratten VOLUME på denna som central volymkontroll, såvida inte slutförstärkaren har en volymkontroll.

Ratten INPUT ska ställas in mer eller mindre permanent och bör ej användas som volymkontroll.

Nu har du fått en uppfattning om vilka möjligheter din akustikexpander ger dig när du vill skapa konserthusakustik i ett litet rum eller om du vill "blöta" upp ljudet från en solist eller ett soloinstrument vid inspelning.

När du använder din akustikexpander ska du komma ihåg att verklig akustik vanligen är diskret och kan förnimmas men aldrig domineras av ljudbild. Använd därför hellre för lite än för mycket efterklang.



Komponentsats för akustikexpandern

Komplett komponentsats för en akustikexpander enligt byggbeskrivning kan köpas från Marenius Elektronik HB, Box 5086, 421 05 VFrölunda. Telefon 031-47 09 77 (ev telefonsvarare).

I satsen ingår samtliga komponenter enligt stycklistan samt färdigstansade, svarteloxerade och screentryckta pane-

ler, liksom mönsterkort och den exklusiva Delay-IC-kretsen AD4096.

Pris för en komplett komponentsats är 975:- + moms (23,46 %).

Den S-märkta speciallindade skyddstransformatoren kostar 150:- + moms. Endast kompletta satser kan levereras.