

Bygg med analoga skiftregister för nya lyssningsupplevelser



■ En analog fördröjningsledning med god ljudkvalitet öppnar intressanta perspektiv i många sammanhang, inte minst för den stereoanläggning där högtalarna aldrig fick den plats de borde ha utan kom alltför nära varandra, eller i det där lyssningsrummet som blivit alldeles för hårt dämpat och där ljudet låter mer eller mindre dött.

En ny och spännande ljudupplevelse kan man få genom att fördröja ljudet till den ena högtalaren i en stereoanläggning i förhållande till ljudet i den andra ett antal millisekunder. Man får därvid, beroende på hur stor fördröjningen är, en viss rymdklang eller, vid fördröjningar upp emot 50 ms och däröver ekoeffekt.

Ett sätt att åstadkomma denna fördröjning är att på en bandspelare med separata in- och avspelningshuvuden spela in en signal på den ena kanalen, kopiera över den på den andra kanalen och därefter lyssna på resultatet från båda kanalerna samtidigt. Beroende på hastigheten på bandet och avståndet mellan tonhuvudena kan man få en viss ekoeffekt eller rymdklang.

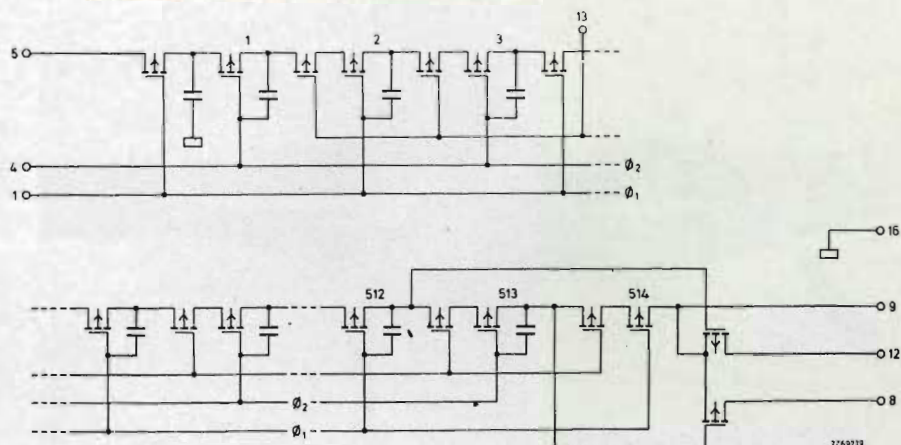
En annan metod är att utnyttja en sk ekokammare och däri låta ljudet från en högtalare fangas upp av en mikrofon. Det ljud man då får fram, efter mixning av in- och utsignal från kammaren, skiljer sig dock från det förra exemplet genom att den direkta fördröjningen inte blir särskilt lång, eftersom avståndet mellan högtalare och mikrofon inte kan göras särskilt stort av praktiska skäl. I stället kommer ekoeffekten i huvudsak att bestå av uttoningen som blir längre ju hårdare väggarna i kammaren är.

Ett annat sätt att åstadkomma rymdklang är att använda analoga skiftregister. I ett sådant kan man fördröja en analog signal på samma sätt som man kan fördröja en digital signal i ett ordinarie skiftregister. Tidfördröjningen är även här beroende av klockfrekvens samt antalet steg från ingång till utgång.

Dagens analoga skiftregister kapabla och billiga kretsar

Analoga skiftregister har funnits på marknaden under ett par år, men det är först på senare tid som det har kommit ut typer med tillräckligt stor kapacitet, goda data vad gäller distorsion och dynamik samt acceptabla priser.

Det analoga skiftregister som vi använt i det här sammanhanget är TDA 1022, vilket är en integrerad krets som marknadsförs av Elcoma i Sverige. TDA 1022 är en sk Bucket Brigade Delay Line om totalt 512 steg, avsedd för klockfrekvenser mel-



PINNING

1. Clock input 1 (V_{CL1})	5. Signal input	9. Negative supply (V_{DD})	13. Tetrode gate (V_{13-16})
2. Not connected	6. Not connected	10. Not connected	14. Not connected
3. Not connected	7. Not connected	11. Not connected	15. Not connected
4. Clock input 2 (V_{CL2})	8. Output 513	12. Output 512	16. Ground (substrate)

Fig 1. Principiell uppbyggnad av TDA 1022. Insignalen ansluts till 5 och utsignalen fås på 8 och 12. Klockgeneratoren ansluts i motfas till resp 1 och 4.

lan 5 och 500 kHz. Den kan behandla signaler med frekvensomfånget DC - 45 kHz och med en total distorsion under 1 %. Signal/brusförhållandet för maximal utsignal uppges till 74 dB.

TDA 1022 är uppbyggd med MOS-transistorer enligt fig 1. Varje MOS-transistor styrs av en klocksignal och laddar i ledande tillstånd upp var sin kondensator med laddningen från närmast föregående kondensator i kedjan. För att undvika problemet med att samtidigt försöka åstadkomma både upp- och urladdning av en och samma kondensator måste klockgeneratoren vara av tvåfastyp, varvid varannan MOS-transistor är ansluten till den ena fasen och varannan till den andra. Med jämna mellanrum ligger MOS-transistorer inlagda som buffertar. Totala spänningsförlusten efter 512 steg uppges till typiskt 4 dB och maximalt 7 dB. Genom att låta utgångstransistorn lastas av en konstantströmgenerator (T3 och T4) kan spänningsförlusten nedbringas till ca 2,5 dB.

TDA 1022 är mycket användbar för fördröjning av audiosignaler, även när dessa skall återges med hög ljudkvalitet.

Om man matar signalen från en stereoförstärkare försteg via en enhet enligt denna beskrivning och därvid fördröjer höger kanal några ms för att sedan åter mata in båda signalerna i stereoförstärkarens slutsteg och vidare ut genom högtalarna eller hörtelefonerna, kommer man att uppfatta ljudet som om högtalarnas inbördes avstånd ökat. Inom rimliga gränser kan man påverka denna upplevelse genom att reglera klockfrekvensen. Den här upplevelsen är speciellt pataglig vid monoatergivning då ju ljudet annars tycks komma från en punkt mitt

emellan högtalarna. Även för sadana stereosignaler där huvuddelen av ljudspektrum finns företrädd i båda kanalerna märker man klart och tydligt samma sak.

Förutom den rent underhållande effekten kan en stereoexpander göra god nytta i små eller hårt dämpade rum eller i anläggningar där högtalarna av rent praktiska skäl kommit att stå alltför nära varandra. Genom en lämplig inställning av klockfrekvensen kan man då avsevärt förbättra ljudatergivningen.

Fördröjningsenhetens "expanderande" egenskap märks särskilt väl vid lyssning med lurar då man får en helt annan återgivningskvalitet med öppnare ljud även från en monosignal.

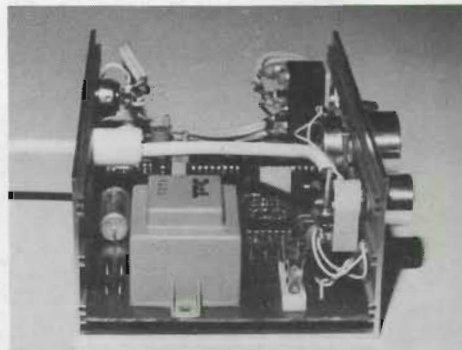


Fig 3. Kretskortet skjuts in i lådans spår och hålls sedan på plats när kåpan sätts på.

Analog skiftregister har numera blivit överkomliga i pris, och de tillåter konstruktion av fördröjningsutrustning med god ljudkvalitet.

Vi presenterar här en konstruktion som i första hand är avsedd att användas som fördröjningsenhet för syntetisk rumsexpansion, men som också kan användas för experiment med fördröjning och fasmodulering i olika former.

Av LEIF MARENIUS

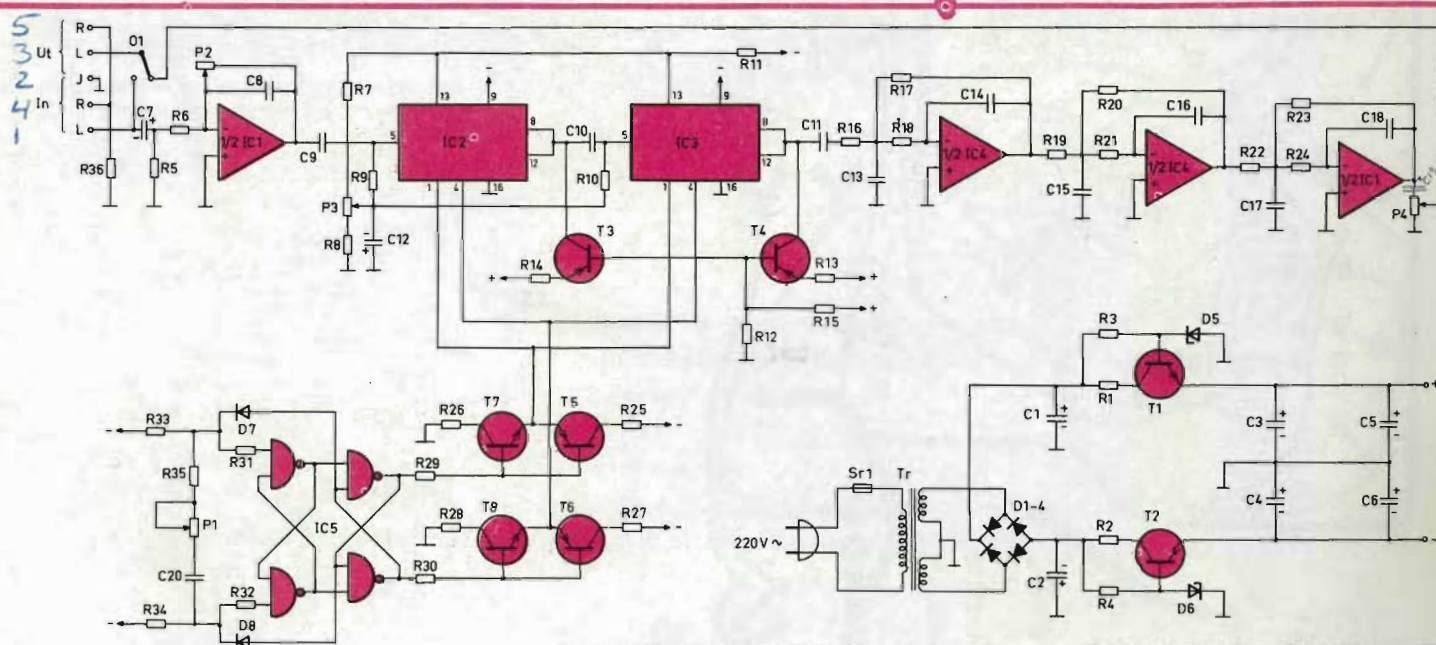
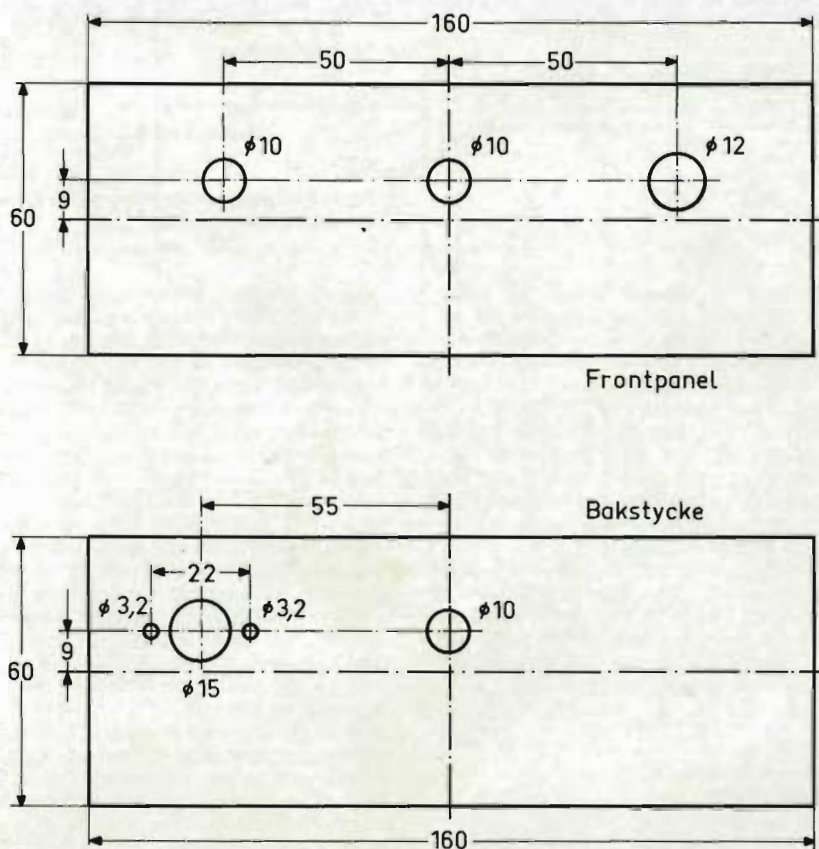


Fig 2. Principschema för stereoexpandern.

Fig 4. Måttavning för hälen i frontpanelen och bakpanelen.



Apparaten kan också användas för experiment på andra områden: Som fördröjningsledning i utrustning för fasvibrator, som kompenserande fördröjningsenhet i PA-anläggningar, m m.

Stereoexpandern är uppbyggd enligt fig 2. Som synes används två analog skiftregister, vilket möjliggör en längre tidfördröjning utan att klockfrekvensen måste sänkas alltför mycket, dvs komma för nära audioområdet. Klocksignalen måste ju filtreras i branta filter som bör bryta redan vid ungefär halva klockfrekvensen. Insignalen ansluts till ena halvan av IC1, en dubbel-OP, som utgör impedansomvandlar-/förstärkarsteg för maximalt 10 ggr förstärkning. Signalen matas vidare till IC2 och IC3, vilka båda lastas av var sin konstantströmgenerator.

Efter att ha fördröjts i IC2 och IC3 filtreras signalen från klockfrekvensen i tre på varandra följande LP-filter vardera med dämpningen 12 dB/oktav, andra halvan av IC1 samt IC4. Dessa tre filter ger även en total förstärkning om ca 10 dB. -3 dB-punkten efter sista LP-filtret ligger vid ca 15 kHz. Signalen tas ut över en potentiometer för återställning av stereobalansen och matas där efter vidare till befintlig slutförstärkare tillsammans med den andra, opåverkade kanalen.

Klockgeneratoren består av en integrerad CMOS-krets med fyra NAND-grindar, IC5, som driver två buffertsteg av totempåletyp, vilka i sin tur driver de 1024 stegen i IC2 och IC3 enligt två fasprincipen. Klockfrekvensen kan varieras från ca 25 kHz upp till ca 500 kHz med P1.

En stabiliserad strömförsörjningsenhet ingår också i schemat för expandern. Inspänningen är

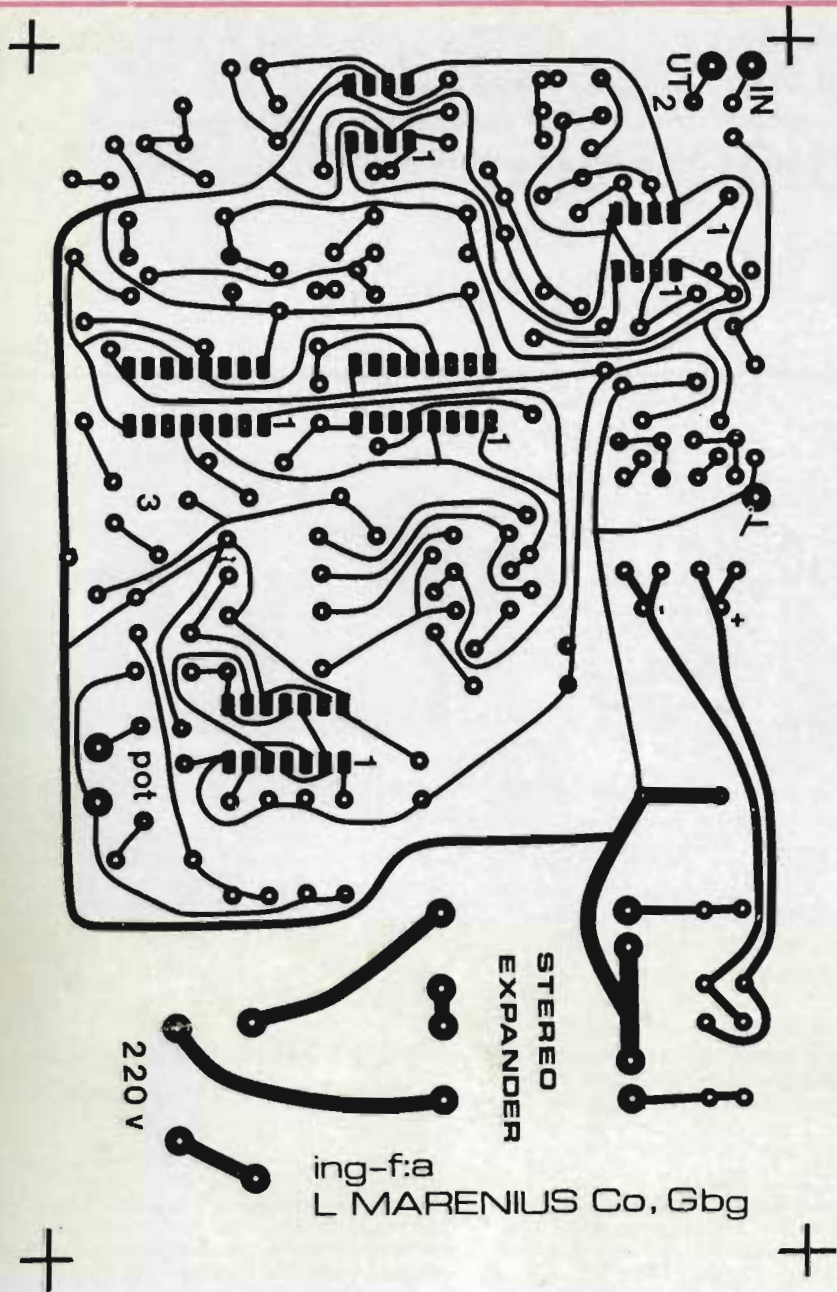


Fig 5. Mönsterkortet sett från foliesidan i skala 1:1. Kortets dimensioner är 100x160 mm.

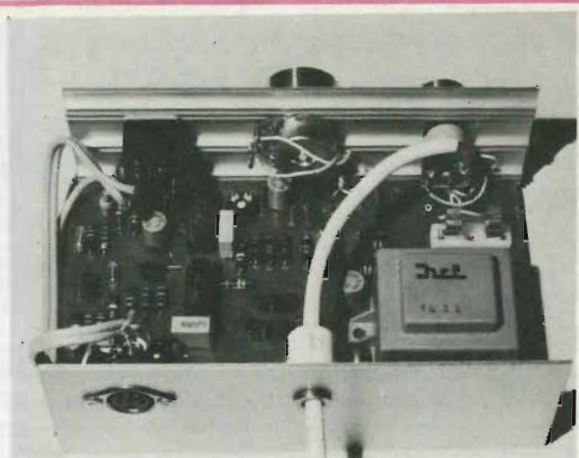


Fig 7. Av bilden framgår hur näströmbrytaren, potentiometern och omkopplaren monteras på frontpanelen.

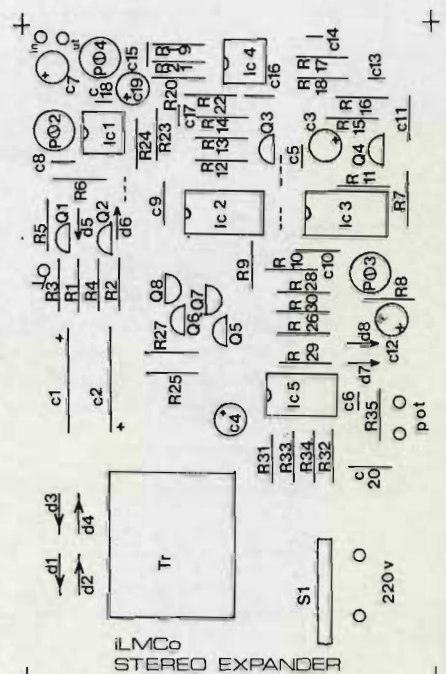


Fig 6. Komponenternas placering på kretskortet sett från komponentsidan.

220 V och utspänningarna skall vara +15 V och -15 V.

Kretsarna monteras på enkelsidigt kort

Stereoexpandern kan monteras i en eloxerad aluminiumlåda enligt fig 3. Kretskortet skjuts in i här-för avsedda spår i chassit, varefter det hålls på plats när chassit placerats i sitt hölje. Frontpanelen omfattar en näströmbrytare av vridtyp, en potentiometer för kontroll av klockfrekvensen, och därmed tidfördröjningen, samt en omkopplare för A/B-test, dvs förbikoppling av elektroniken. I bakpanelen finns en 5-polig DIN-kontakt samt intag för 220 V. Ladans front- och bakpanel borras enligt fig 4.

Kretskortet har matten 100x160 mm, dvs Europakortformat. Det är enkelsidigt och visas i skala 1:1 i fig 5. Komponenterna placeras på kortet enligt fig 6.

Man kan jämpligen börja monteringen med alla passiva komponenter: Motstånd, kondensatorer, potentiometrar, säkringshållare, IC-hållare för IC2 och IC3 samt de tre byglarna. Montera sedan transistorer, dioder och operationsförstärkare och där-

efter transformatorn. Montera nu IC5 och vidtag därvid de sedvanliga försiktighetsåtgärderna vid arbete med CMOS-kretsar; undvik statisk elektricitet, jorda spetsen på lödkolven samt undvik överhettning av tilldelarna. Montera inte IC2 och IC3 ännu! Anslut dock potentiometern till kortet.

Efter att man placerat en säkring i säkringshållaren och anslutit 220 V till kortet samt därvid kunnat konstatera att både rök och eld uteblivit, bör man kontrollera spänningarna från nätdelen. Mätt till jord (mittuttaget på transformatorn) skall spänningen vara +15 V på respektive IC1 och IC4, stift 8, samt -15 V på stift 4 på samma kretsar ävensom på IC5, stift 7. I hållarna för IC2 och IC3 skall spänningen vara -15 V på stift 9 med jord dels enligt ovan och dels på stift 16. Om allt är gott och väl så långt är det nu dags att placera TDA 1022 i sina respektive hållare, rättvända. Spänningen skall givetvis vara avslagen när detta sker!

Oscilloskop vid trimningen förenklar proceduren

Trimning kan ske enligt två alternativ; med eller utan oscilloskop och tongenerator. Med dessa in-

strument blir förfarandet enligt följande:

Vrid P2 och P4 maximalt medurs samt ställ P3 i sitt mittläge. P1 skall ha maximal resistans. Anslut tongeneratoren till ingången på kortet och oscilloskopet till utgången. Slå på nätspänningen och ställ in ca 1 V rms och 1 000 Hz på tongeneratoren. Vrid P2 moturs till dess att signalen syns på oscilloskopet. När förvrängning och begynnande klippning börjar märkas övergår man till att trimma förspänningen till TDA 1022, dvs ställer in de arbetspunkten för skiftregistren. Detta sker med P3 som vrids åt endera hållet tills signalen blir ren varefter den åter ökas med P2. P2 och P3 trimmas på så sätt växelvis till dess att förspänningen är optimalt inställd. Undvik härvid att höja signalen alltför mycket över klippgränsen då TDA 1022 kan ta skada av detta. Trimningen är nu klar så långt det låter sig göras med oscilloskop. P2 vrids åter till maximalt medurs läge.

Utän oscilloskop/tongenerator kan man nå ett ganska gott resultat på följande sätt: Vrid P2 och P4 maximalt medurs samt ställ P3 i sitt mittläge. P1 skall ha maximal resistans. Anslut nu kortet till en signalkälla, stereo eller mono har ingen betydelse, och anslut utgången från kortet till en slutför-

Skiftregister

stärkare. Vrid försiktigt P2 moturs så att ljudet hörs ordentligt. Trimma så P3 till minimum distorsion. Vrid P2 ytterligare moturs och trimma åter P3 för minimum distorsion. Upprepa detta förfarande till dess att starkast möjliga insignal kan passera utan distorsion. Se dock till att den distorsionen som hörs ej uppstår i slutförstärkaren pga för hög insignal till denna. Reducera i så fall utsignalen från kortet genom att vrida P4 moturs.

Komponenter enligt stycklistan kan rekvireras från **Ing-fa Leif Marenius & Co**, Box 5086, 421 05 Västra Frölunda.

Komponentsats exkl lada, strömbrytare, omkopplare, kontakt, rattar och kabel kostar 290 kronor inkl 17,65 % moms.

Färdigbearbetad låda med panel och återstående komponenter kostar 120 kronor inkl 17,65 % oms.

Endast kretskort kostar 30 kronor inkl 17,65 % moms.

TDA 1022 som ingår i satsen är en Philips-krets som säljs genom Elcoma. De har aviserat att det kan uppstå problem med långa leveranstider av kretsen och detta kan alltså drabba den som beställer komponentsatser.

När så arbetspunkten för TDA 1022 är riktigt intrimmad är det dags att trimma expanderen för maximalt signal brusförhållande genom att anpassa insignalen till enhetens tillgängliga dynamik samt att justera utsignalen så att efterföljande förstärkare kommer att arbeta med rätt insignalnivå och så att stereobalansen blir riktig. Anslut en signal med kraftig amplitud, gärna ett transientrikt piano och trimma P2 så att expanderen kommer att arbeta med en insignal som ligger endast några få dB under nivån där distorsionen börjar märkas.

Förutom vanlig harmonisk distorsion uppstår lätt intermodulation mellan audiosignalen och klocksignalen, speciellt om den behandlade signalen har hög amplitud vid höga frekvenser. Man kan då höra obehagliga, gurglande och bubblande interferenser av hög frekvens. En speciell fara i det sammanhanget är pilottonrester från FM-stereo som kan ge dessa fenomen. Om man vill utnyttja enhetens dynamik optimalt och har en insignal med stor diskantamplitud och med frekvenser upp emot bandgränsen 20 kHz kan det vara skäl i att lägga ett lagpassfilter på 15 kHz före ingången till skiftregistren.

När god signalrenhet uppnåtts trimmas utsignalen med P4 för rätt stereobalans. Dessa justeringar skall göras med P1 reglerad för minimum resistans, dvs då klockfrekvensen är som lägst.

Montera nu kretskortet i ladan och anslut in- och utgångarna till DIN-kontakten och A/B-omkopplaren enligt kretsschemat. Löd in 22 k i DIN-kontakten mellan H-kanal och skärm.

När strömbrytare och omkopplare samt potentiometer monterats enligt *fig 7* och anslutits till kretskortet är ladan klar att sättas upp.

Stereoexpanderen är nu klar att användas, antingen som den är eller som en sprangbräda för egna idéer till tillämpningar av en tidsfördröjningsenhet för audio. ■

Komponentförteckning

IC1, IC4	μ A 1458	R14, R15, R35	3,3 k
IC2, IC3	TDA 1022	R16, R19, R22	120 k
IC5	MC 14011	R17, R20, R23	180 k
T1, T7, T8	BC 171	R18, R21, R24	68 k
T2, T3, T4, T5, T6	BC 251	R25, R26, R27, R28	15 R
D1, D2, D3, D4	10D2	R29, R30	100 R
D5, D6	Z-diod 16 V 400 mW	R 31, R32	47 k
D7, D8	1N4148	P1	10 k lin 310 pot
C1, C2	220 μ F 40 V el lyt	P2	100 k trimpot
C3, C4, C7, C12, D19	10 μ F 40 V el lyt	P3, P4	10 k trimpot
C5, C6, D8	100 pF ker skivkond	Tr	trafo 2,8 W 2 × 24
C9, C10, C11	0,22 μ F 100 V polyester	S1	säkringshållare +
C13, C15, C17	150 pF ker skivkond		säkr ing 125 mA
C14, C16, C18	33 pF ker skivkond		
C20	2,2 nF polyester		
R1, R2	330R 1/2 W		
R3, R4	4,7 k 1/4 W ytskikt-		
	motstånd		
R5, R12, R13, R36	22 k	2 st 16 pins IC-hallare	
R6, R33, R34	10 k	1 st färdigbearbetad låda + frontpanel	
R7	6,8 k	1 st nätströmbrytare	
R8	2,7 k	1 st omkopplare	
R9, R10	100 k	1 st 5-polig DIN-kontakt	
R11	1 k	1 st stor + 1 st liten aluminiumratt	
		1 st kabelgenomföring	
		1 st nätkabel	
		Kopplingsrad och skärmad kabel	
		Kretskort 100 × 160 mm, färdigborrat	