

radio & television

Nr 1
JANUARI 1978
PRIS 9:50 (inkl moms)
I DANMARK 14:75 Dkr
I FINLAND 9:25 Fmk
I NORGE 15:75 Nkr
(inkl moms)

tidskrift för tillämpad elektronik

Nya Sentec SC8/PA8 stor RT-provning



Aphex-processorn:
Nytt studioverktyg
för klangskapande



Spelprogrammering som räkneövning



Bygg själv ur RT:
- ditt eget TV-spel
- printer till datorn

Kassettspecial:
RT mäter och granskar
krom och "superjärn"

Exklusiva förstärkarbyggsatser SC8 och PA8, från SENTEC



► Byggsatser för avancerade för- och slutförstärkare i översta Hi fi-klassen har länge saknats. Nu finns dock på den svenska marknaden en förstärkarkombination, SC8/PA8, från Sentec, som tidigare lagt en god grund med den kända 77-serien.

► Förstärkarna möter de krav man i dag kan ställa på kvalificerad Hi fi-apparat: Mycket låg DIM, låg störnivå och lågt brus samt försumbar fasvridning inom det hörbara området och helkomplementär uppbyggnad.

► Trots ett stort komponentuppbåd i förstärkarna (116 transistorer) är stegen mycket lättbyggda och lämpar sig därför väl även för nybörjare.

■ ■ Kraven på en god stereoförstärkare har under de senaste åren ökat kraftigt. En tidigare förhärskande uppfattning var att merparten förstärkare på marknaden hade tillräckligt goda data och att man därför kunde bortse från förstärkarens distorsionsbidrag. Statiska distorsionssiffror (THD) om 0,1 % eller lägre hör till de vanliga.

Eftersom man dock konstaterade att olika

förstärkare lät olika, började man granska förstärkarbiten närmare och fann då en mängd faktorer som bidrog till missljud.

I och med detta har ljudscenen under de senaste åren förändrats. Allt fler väljer förstärkare som, vanligen till ett ganska högt pris, är uppbyggda enligt den moderna skolan för att möta de nya kraven.

När Sentec, som i åtskilliga år sålt byggsat-

ser av förförstärkare (SE77) och slutförstärkare (PA77), beslöt att satsa på en ny serie förstärkare för dem som ställer uttalat höga krav gjorde man noggranna studier av de nya parametrar som tillkommit. Den nya förstärkarseriens kretsar har därför kommit att bli starkt avvikande från gängse mönster, något som vi skall återkomma till.

Låt oss först se på de parametrar som man i dag har att ta hänsyn till vid moderna förstärkarkonstruktioner. TIM är väl den parameter som diskuteras mest under de senaste åren efter *Matti Otalas* lansering av begreppet. Han – och andra – talar som bekant numera om DIM, dvs dynamisk intermodulation, som kan anses omfatta en mängd distorsionstyper, däribland TIM. Det finns dock olika uppfattningar på det här området. Amerikanerna *Todd, Stevens* och *Jung* har lanserat begreppet *SID*, som helt enkelt innebär att man får en distorsion som står i ett förhållande till förstärkarens maximala spänningsderivata. (Andra debattörer är *Leach*, Georgia, USA, *Bengt Olsson/Håkan Malmquist*, Xelix, Sverige, och *Jelsing, B & O*, Danmark.)

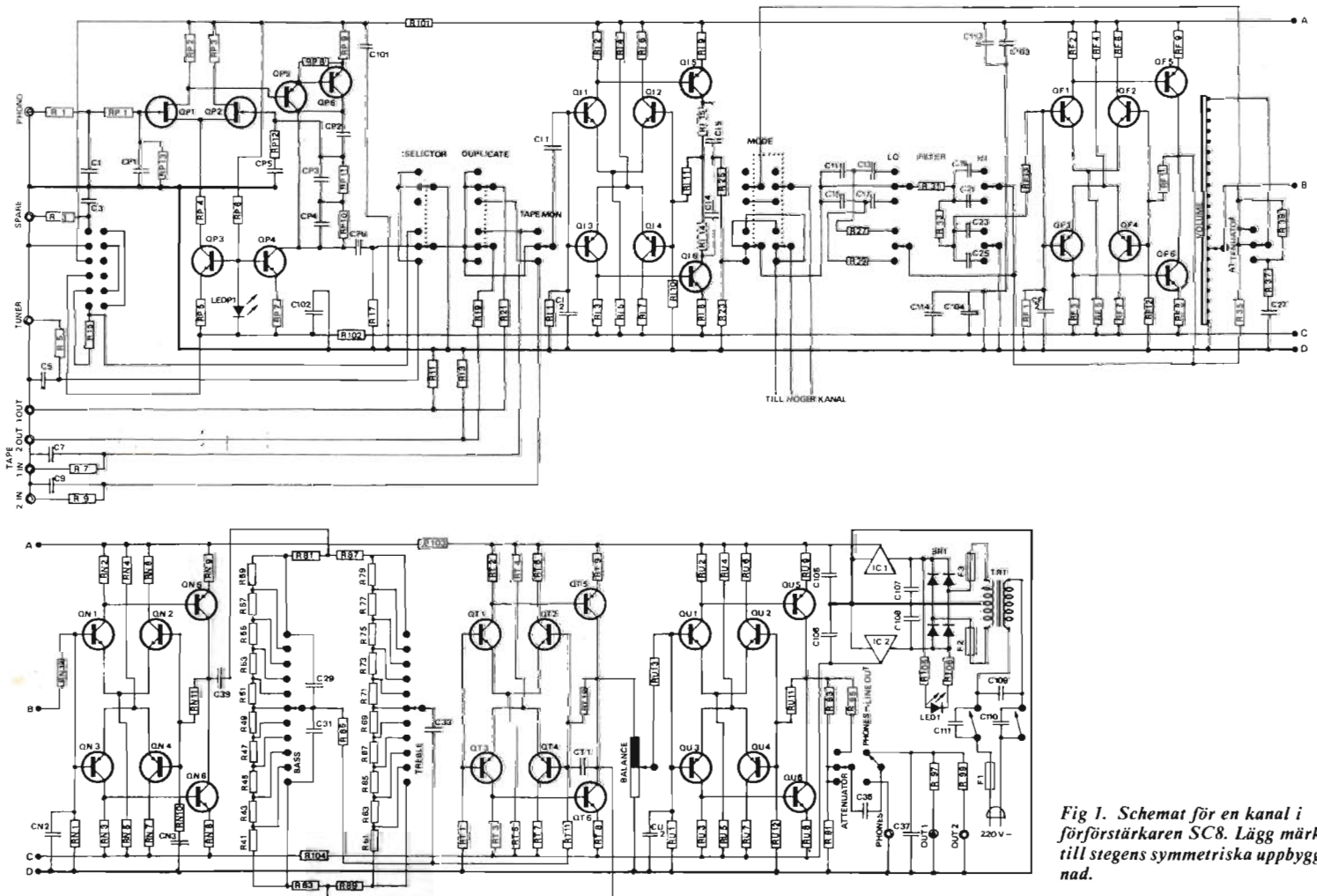


Fig 1. Schemat för en kanal i förförstärkaren SC8. Lagg märke till stegens symmetriska uppbyggnad.



Mätresultat för förförstärkaren:

God överstyrningsmarginal hos ingångarna, lågt brus, god överensstämmelse med RIAA och hög utsignal till låg distorsion.

Grammofoningången

Max insignal före klipp
vid 1 kHz: 300 mV
vid 20 kHz: 2,7 V
vid 20 Hz: 30 mV
Störavstånd relativt 10 mV/1 kHz in:
87 dBA (IEC vägningskurva)

Radio, bandspelare, extraingångar

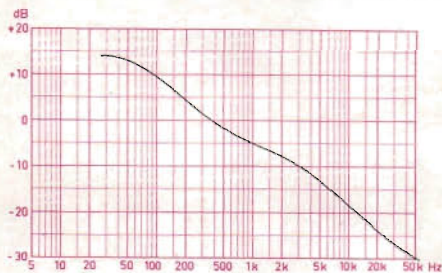
Max insignal före klipp: 7,8 V Störavstånd rel 1,4 V
vid full vol och öppen ingång:
71 dB norm, 62 dB vid +10 dB-läge
vid full vol och kortsl ingång:
102 dB norm, 72 dB vid +10 dB-läge
vid full neddragen volym:
126 dB norm, 92 dB vid +10 dB-läge

Förförstärkarens utgång

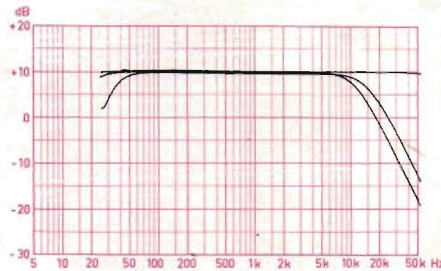
Max utsignal
15 V obelastad, 0,1 % distorsion
8,5 V, 680 ohms last, 0,1 % distorsion
1,4 V obelastad, 0,003 % distorsion
1,4 V, 680 ohms last, 0,003 % distorsion

Överhörning mellan kanalerna

Mätt från grammofoningång till utgång, utstyrd till



RIAA-korrekturen visar god överensstämmelse mot normkurva.



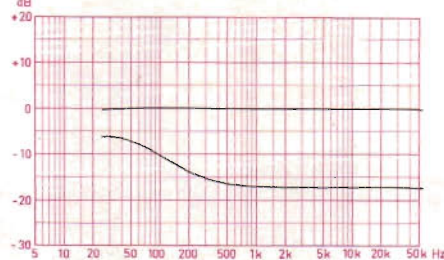
Rak frekvensgång resp inkopplade hög- och lågpassfilter.

1 V (rms):
50 dB vid 1 kHz
34 dB vid 10 kHz

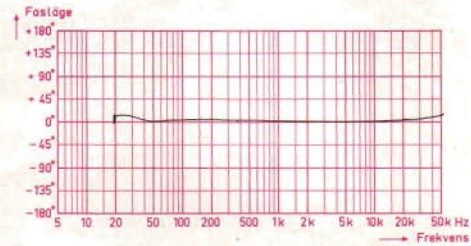
Utteffekt, båda kanalerna drivna:

Vänster kanal: 78 W
Höger kanal: 81 W

Störavstånd rel full utteffekt: 113 dBA
Småsignalbandbredd: 2 Hz - 240 kHz (vid 50 mW)



Rak frekvenskurva vid läge "normal". Bashöjning vid läge -15 dB.



Förförstärkarens fasgång.

Statisk distorsion (THD):

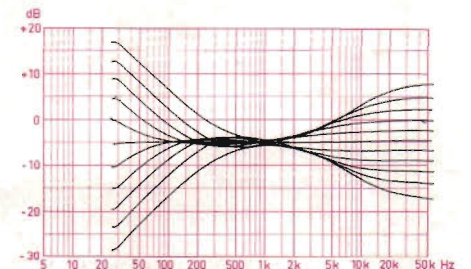
vid 1 kHz: 0,03 %
vid 20 kHz: 0,03 %
vid 20 Hz: 0,03 %

Max spänningsderivata: 90 V/us för båda flankerna

Överhörning:

Vänster kanal fullt utstyrd: 25 V (rms)
Höger kanal: -74 dB

DIM (både slut- och förförstärkare):
0,03 % (-70 dB inom hörbara området.
Se kurva!)



Bas- och diskantkontrollernas verkan.

Mätresultat för slutförstärkaren:

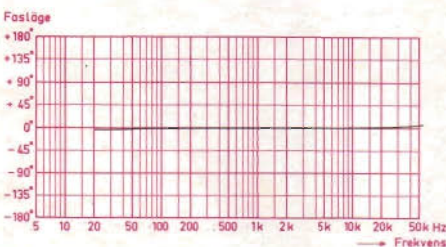
Mycket låg DIM, störnivå och fasvridning.

Vi skall här inte ge oss in i diskussioner om olika tolkning av detta dock erkända begrepp. Vi kan i stället konstatera, att begreppet DIM existerar och att man kan höra och mäta det. I den här provningen har vi använt en metod

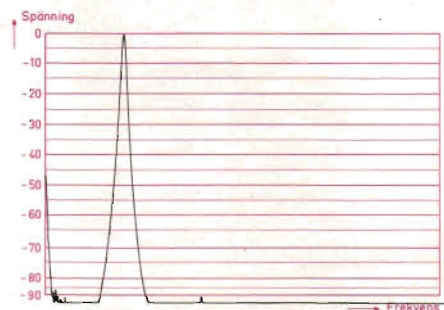
som förefaller bli internationellt accepterad. Vi påför förstärkaren en sinussignal (15,0 kHz) som har 4 ggr större amplitud än en påförd 4-kantvåg (3,18 kHz). Signalen ut från förstärkaren spektrumanalyseras, och vi kan

där se om några nya frekvenskomponenter har tillkommit och i så fall med vilken amplitud.

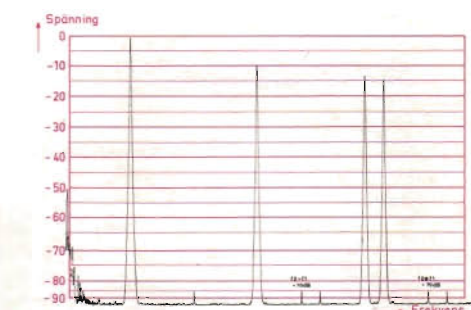
En annan uppmärksam faktor som inverkar är förstärkarens symmetri. Örat är mycket känsligt för osymmetri, och detta kan



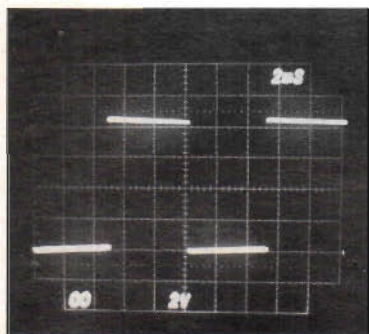
Slutförstärkarens fasgång.



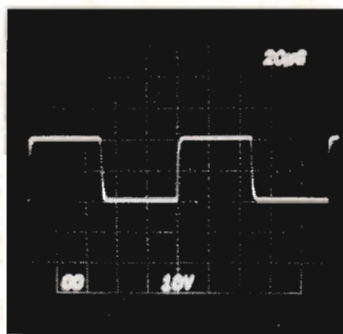
Slutförstärkarens THD. Andratonen ligger undertryckt mer än 90 dB.



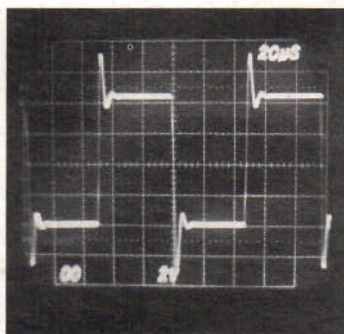
Mätning av DIM hos förförstärkare och slutsteg, utstyrt till 70 W. Mättsignal: 4-kantvåg 3,18 kHz, amplitudmässigt fyra gånger större än 15 kHz sinus-signal.



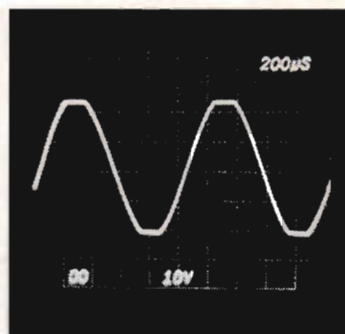
4-kantsvar vid 100 Hz, 8 ohms last.



4-kantsvar vid 10 kHz, 8 ohms last.



4-kantsvar vid 10 kHz ohms last / 1 µF last.



Förstärkaren klipper symmetriskt.

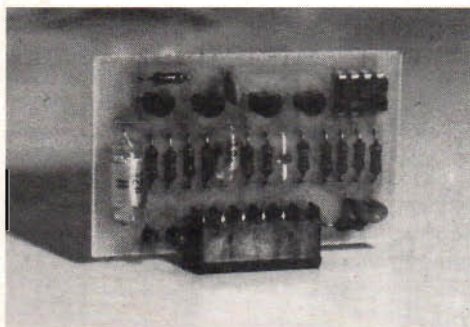


Fig 2. Den mekaniska uppbyggnaden av en modul i förförstärkaren. Här visas grammfonsteget. Till höger, överst på kortet, ser vi den monolitiska, dubbla fälteffekttransistorn.

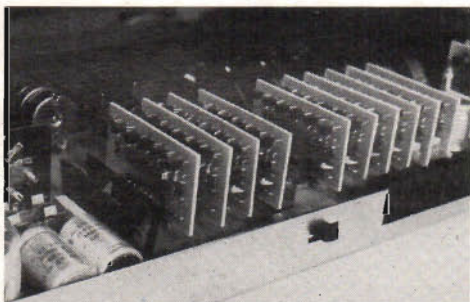


Fig 3. Här ser vi "plug in"-kortet monterade i förförstärkaren.

vara orsaken till att t ex vissa personer säger sig kunna höra skillnaden mellan ett komplementärt och ett kvasikomplementärt slutsteg.

Symmetriskt uppbyggda steg i för- och slutförstärkare

Alla steg i *Sentec SC8* och *PA8*, med undantag av *RIAA*-ingångssteget, är symmetriskt uppbyggda. Detta har krävt ett stort kretsutbud. I för- och slutförstärkare finns tillsammans 116 transistorer! För att kunna realisera en vettig mekanisk uppbyggnad utan för stora kretskort tillämpar man ett modulsystem. Detta underlättar även eventuell felsökning. Kretskorten sitter på ett stort huvudkort i slut- resp förförstärkare.

Alla kretskorten är i förväg monterade, lödda och testade. Det gör att sammanställningen av förstärkaren blir mycket enkel. Här underlättar de klara och instruktiva byggskrivningarna som visar proceduren steg för steg i ord och bild. Även en nybörjare bör gå i land med bygget och han/hon utsätter sig

inte för någon risk, eftersom fabrikanter kostnadsfritt justerar förstärkarna om dessa blivit felmonterade i något avseende. Dessutom lovar man ett års garanti!

Vad kostar denna goda cigarr? Kan den anses som prisvärd?

Priset hamnar förstas en bra bit ovanför de tidigare förstärkarbyggsatserna. Paret *SC8* och *PA8* kostar för närvarande 2 600 kr i byggsats, och många invänder nog att till detta pris finns det ett flertal goda, färdiga japanska förstärkare att välja på. Tittar man närmare under locket finner man dock avancerade kretslösningar som annars bara återfinns i "dyr-fi"-klassen; från 5 000 kr och uppåt (men vi skall kanske tillägga, att det även finns apparater i den här klassen som egentligen bara är ett vackert skal med påfallande enkla lösningar; med operationsförstärkare av typen *741* eller med enkla 2-transistorkopplingar i *RIAA*-steget).

Förförstärkaren – bit för bit

Låt oss i detalj granska schemat för förförstärkaren, *fig 1*. Vad vi ser här är en kanal. Förstärkningen är uppdelad på sex steg, vart och ett motkopplat för sig. Med undantag av grammfonsteget är varje steg uppbyggt som ett helsymmetriskt dubbeldifferentialsteg (ett komplementärt differentialsteg med fyra transistorer, följt av ett komplementärt emitterföljarsteg). Stegen har mycket stor bandbredd och dess maximala spänningsderivata (slew rate) ligger vid 50 V/µs.

Grammfonstegets ingång består av en monolitisk dubbel-FET som valts för sitt låga egenbrus. Vi mätte upp 87 dBa (med *IEC* vägningskurva), vilket får anses som ett mycket gott värde. Dessutom har bruset en "rund" och "mjuk" karaktär i jämförelse med vad bipolära steg brukar ge och saknar det slumpartade brus som integrerade kretsar ger. Differentialsteget följs av ett *Darlington*-kopplat steg som matas med en strömgenerator. Denna ger hela 15 mA för att ge drivkapacitet till *RIAA*-nätet vid höga frekvenser. Är drivkapaciteten dålig här, får man distorsion vid höga frekvenser, troligen även *DIM* och en avvikelse från den ideala *RIAA*-kurvan.

En viktig egenskap är stegets förmåga att handha höga signalnivåer. Även om utspänningen från de flesta pick uper är låg vid spelning av normala skivor, kan en repa eller en elektrostatisk urladdning ge upphov till en visserligen kort spik som dock har hög amplitud. Överstyrts förstärkaren, kommer pulsen att breddas och lyssnaren kommer att höra

denna korta transient som ett smärre kanon-skott.

Sker klippningen i *RIAA*-steget är det extra kritiskt, eftersom korrektionsnätet som ligger i motkopplingsnätet på den överstyrda förstärkaren ger en utsträckning i tiden av överstyrningen. I *SC8* har man därför valt låg förstärkning i *RIAA*-steget för att klippning skall ske först i efterföljande steg.

Vid 1 kHz kunde vi påföra grammfonninggången 300 mV innan klippning skedde i det andra, frekvenslinjära steget. Klippningen var helt symmetrisk.

Dupliceringsmöjlighet mellan två bandgångar

Efter grammfonsteget finns en ingångsväljare, följt av monitoringångar för två bandspelare. Detta är praktiskt, eftersom man kanske vill ha anslutna både bandspelare och ett kassettdäck. Dessutom finns en kontroll som möjliggör duplicering från band 1 till band 2 och vice versa.

Förstärkaren är försedd med inkopplingsbara filter. Dessa är aktiva och ligger i motkopplingslingan hos tredje steget. Ingrepppunkterna, specificerade vid -1 dB, ligger vid 20 eller 40 Hz resp 8 och 12 kHz. Dämpningen är 12 dB/oktav.

Påkostat utförande hos volymkontrollen

Förförstärkarens volymkontroll avviker från gängse utföranden. Den är stegad i 22 kalibrerade steg med maximalt 0,5 dB skillnad mellan kanalerna. I detta avseende brister de flesta standardpotentiometrar. Volymkontrollen är här uppbyggd på keramikplatta i tjockfilmteknik där motstånden är av metall-filmtyper.

Apparaten innehåller även en dämpsats som har tre lägen: +10 dB, normal och -15 dB med 8 dB bashöjning för viss loudness-verkan. Omkopplaren har två sektioner för vardera kanalen. Den första av dessa ligger strax före volymkontrollen och ger i ett läge 15 dB dämpning och nämnda bashöjning. Den andra sektionen ligger vid förförstärkarens utgång, längst ned till höger i schemat, och ger normal nivå eller 10 dB förhöjd nivå.

Tonkontrollerna är stegade

Även tonkontrollerna är stegade med 4 dB/steg vid 30 Hz och 2 dB/steg vid 16 kHz. De tonkurvor vi mätte upp överensstämmer med uppgivna data. Tonkontrollerna är aktiva och ligger i motkopplingslingan för 5:e steget, vilket framgår av schemat.

◀ 47 Exklusiva förförstärkarbyggsatser

Tonkontrollkurvorna följer de specificerade. Granskar man dem närmare, finner man att de avviker från sedvanligt mönster. Se mätresultaten! — Baskontrollens ingreppspunkt ligger i första läget under 100 Hz. Den flyttar sig uppåt vid varje stegs ökning och ligger vid maximal verkan vid 1 000 Hz.

Orsaken till att man gjort kontrollen enligt detta mönster är att många vill ha möjlighet att kompensera för det basfall som högtalaren oftast har under 100 Hz. Vid större pådrag kommer korrigeringen att likna den man vanligen har i *Baxandall*-kontroller. Diskantkontrollen följer vanligen brukade kurvor. Man vill ju inte ha en höjning enbart längst upp i diskanten, eftersom pick uper och högtalarelement (dome tweeters) ofta har resonanser där. I stället ligger höjningarna i form av plåtår i *SC8*.

Utgångssteget är lågimpedivt, så att det kan driva hörtelefoner direkt, långa kablar till slutförstärkaren eller en lågimpediv ingång hos denna. Man ser ibland förförstärkare som avslutas med en volymkontroll, vilket är olämpligt från drivningssynpunkt. Är denna av fysiologisk typ, kommer dessutom frekvenskurvorna att påverkas av belastningen. Det sista steget är alltså klart motiverat.

Förförstärkarstegen matas med stabiliserad spänning ± 24 V. Tack vare den höga matningsspänningen kan utgången leverera åtskillig signalspänning: 15 V (rms) vid högimpediv last och 8,5 V vid 680 ohms last. Det torde vara tillräckligt för alla kända slutsteg.

Slutstegets ingång har fyra transistorer

På samma sätt som förstärkarblocket i förförstärkaren har slutsteget dubbla, komplementära differentialsteg i ingången. Tyvärr har vi ej fått fram något schema över slutsteget, men vi kan här ge någon förhandsinformation från de skisser vi sett på prototyperna.

Differentialstegen matas med var sin strömgenerator till emittrarna. Signalerna från differentialstegen leds till två komplementära *GE*-kopplade (= gemensam emitter) steg som tjänar som drivsteg för själva utgångssteget. Detta består av två komplementära 3-transistorkopplingar (NPN, PNP, NPN resp PNP, NPN, PNP).

Utgångstransistorerna är snabba (4 MHz) halvledare i *TO3*-kåpa med 15 A strömtålighet. Viloströmmen är hela 130 mA. Steget är helt kortslutningssäkert och försett med dynamisk strömbegränsning på utgången.

Strömbegränsningskretsarna är utförda så, att de kan lämna högre strömmar vid höga frekvenser för att förstärkarens "slew rate" inte skall påverkas. Vidare är den uttagbara strömmen högre vid hög utstyrning, dvs ju mindre spänning man har över den drivande transistor, desto större ström kan denna lämna — allt i enlighet med *SOAR*-kurvorna.

Ytterligare en krets i slutsteget skall vi nämna: utstyrningsinstrumentet. Detta består av en lysdiodramp som visar -20 dB till $+5$

Sentec-byggsatserna kan egentligen inte kallas så, då köparen snarare monterar prefabricerade kretsar till en helhet.

Resultatet blir särdeles jämn kvalitet och likformiga prestanda för alla "kits" men självfallet fördyrar den här metoden vid en jämförelse med gängse byggelektronik, där kunden bara får några påsar med motstånd och halvledare och där varje komponent kräver en detaljerad inlödningsanvisning.

Förmodligen blir det här med förmonterade satser en framtidslinje trots prispåslaget.

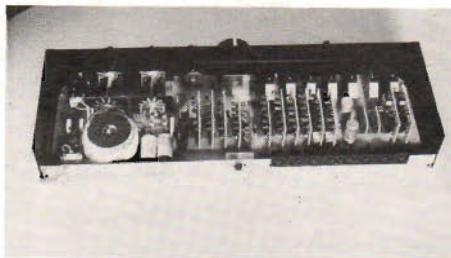


Fig 4. Förförstärkarens innanmäte. Till vänster ser vi ringkärnetransformatorn och bakom den skymtar tonkontrollernas omkopplardäck. I mitten ser vi volymkontrollen som är byggd i tjockfilmteknik som en omkopplare med metallfilmotstånd.

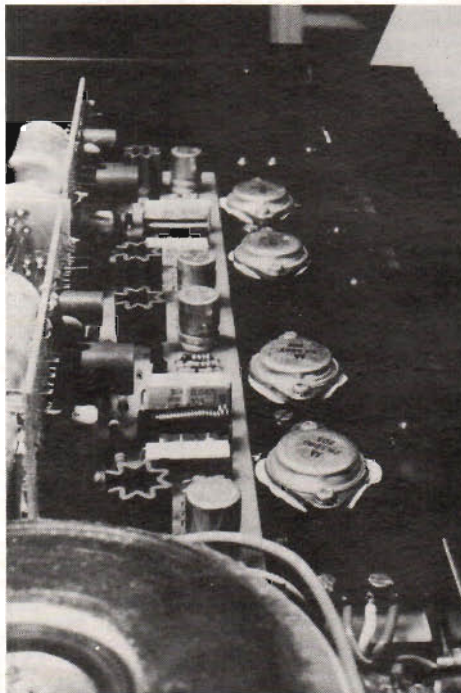


Fig 5. Slutsteget har *TO3*-transistorer som är väl kylta av flänsen till höger i bilden.

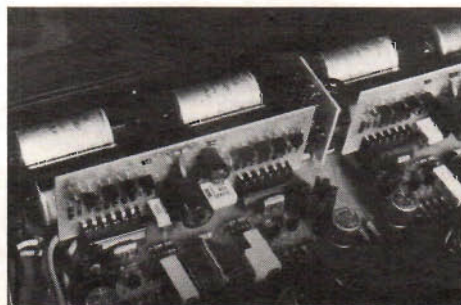


Fig 6. Slutstegets ingångsdel ligger på "plug in"-kortet.

dB. Instrumentet är toppvärdesvisande och gemensamt för de bägge kanalerna såtillvida att det visar den högsta utstyrningen hos kanalerna.

Alla kretskort i för- och slutförstärkare är färdigmonterade och funktionsprovade samt testade med avseende på vissa parametrar.

Det som återstår är endast en rent mekanisk montering jämte en del kabeldragning. Alla moment är fotograferade och sammanställda med text i byggbeskrivningen.

Sentec-prefabriceringen innebär en långt driven elementmontering som naturligtvis fördyrar men som å andra sidan ger goda garantier för jämna serieresultat och lyckade slutprodukter.

Goda mätdata Obefintlig DIM

Våra resultat vid mätningarna var över lag goda. Vi har t ex mätt den dynamiska intermodulationen, *DIM*. Slutsteget styrdes ut fullt (70 W) och den utgående signalen spektrumanalyserades. Vi kan konstatera att förstärkarnas *DIM* är helt försurbar. Den ligger vid ca -70 dB (0,03 %) inom det hörbara området relaterat till 15 kHz-tonen.

Detta är inte första gången vi mätt *DIM*, men det är ont om jämförelsematerial. I den rapport *Matti Ojala* presenterade 1976 "Method for measuring transient intermodulation distortion", testas åtta förstärkare som är representativa för merparten apparater. Ingen av dessa ligger så lågt som 0,03 % vid 70 W uteffekt och med samma mätmetod.

Hur låga siffror behöver man då? Undrar naturligtvis läsaren. De preliminära siffrorna från försöken vid Uleåborgs universitetsklirik under *Otala*'s ledning pekar på att vissa personer kan höra 0,2 %. Den uppmätta siffran är således helt betryggande.

Förstärkarens fasgång "ny" viktig parameter

Bland de nya parametrar man diskuterar och som *RT-lab* tagit upp är förstärkarens fasgång. Vissa förstärkare uppvisar betydande fasvridningar. Detta är särskilt diskvalificerande för en förstärkare om diskontinuerliga fasvridningar förekommer. De uppmätta fasvridningarna för för- och slutförstärkare pekar på mycket små fasvridningar. Annat var ej heller att vänta av denna typ av konstruktion.

Viktigt är att förstärkaren är tyst; att den saknar brum och brus. De låga värden vi mätt upp svarar även mot en ostörd, tyst lyssning i praktiken.

Slutligen skall vi konstatera att frekvenskurvorna är helt tillfredsställande. Tonkontrollerna följer fabrikantens kurvor. Slutförstärkarens stig- och falltider överensstämmer och får anses som mycket snabba. I allt kan vi bara sammanfatta:

Detta är en mycket bra förstärkarkombination som bör tillfredsställa även den mest kräsne. Kombinationen låter lika bra som den mäter. ■

GL

Sentec PA8 reparationstips

Efter 20 års drift blir ofta [lysdioderna](#) D7 och D8 inne i förstärkaren på varje kanal dåliga (totalt 4 st.) spänningsfallet över dem minskar. Detta resulterar i att **tomgångsströmmen** minskar och till slut är förstärkaren alldeles kall. Detta i sin tur orsakar ökande övergångsdistortion. Färgen på lysdioderna (röd) är viktig eftersom det avgör det viktiga spänningsfallet över dem. Spänningsfallet skall ligga på cirka 1,7 - 1,8 Volt i detta fall (de jobbar med rätt låg ström). Helst bör man matcha dessa lysdioder så att de håller samma spänningsfall, det kan göras innan man löder in dem genom att koppla dem i serie med lämplig fast ström (ett par mA) och mäta spänningen över dem när de lyst ett tag och blivit lite varma och stabiliserat sig och välja ut de som är lika. Det är vanliga standard röda 3 mm lysdioder.

Nätströmbytaren är en svag detalj som kan ge upp, det gjorde den på min SC8 och det är samma typ här. Har fått koppla förbi den.

Nya strömbrytare finns (år 2014) att köpa hos [BHIAB](#) på artikelnummer **501-119** och kostar cirka 25 kr + moms. [Bild på brytaren](#)

Brytaren fanns förut hos [ELFA](#) på nummer 96-013-81 kostade då cirka 25 kr inklusive moms. Fanns ej i katalogen men kunde beställas via telefon 020-758000 mån-fre 8:00-17:00. **Brytaren är slut hos ELFA i december 2008. Om ELFA kan få fram fler vet jag inte, fråga dem. Man kan tydligen hitta en brytare här www.ecotec-online.se Art.nr NE15CTII Den passar inte direkt, men går tydligen med lite trixande.**

För övrigt har min effektförstärkare gått väldigt problemfritt i över 25 år.

Kylflänsen bak skall vara "lagom" varm vid tomgång.

Enligt en gammal tidningsartikel skulle tomgångsströmmen vara 130 mA, men då tycker jag att det blir för hett. Tomgångsströmmen bör vara minst 75 mA, helst cirka 100-110 mA och troligen max 130 mA.

Detta kan mätas över motstånd R36 och R37 som är på 0,27 Ohm.

Spänningsvärdet över R36 och R37 skall vara **27-30 mV** för att motsvara **100-111 mA**.

35 mV motsvarar 130 mA.

30 mV motsvarar 111 mA.

25 mV motsvarar 93 mA.

20 mV motsvarar 74 mA.

Tomgångsströmmen ställs in med R19 som är på cirka 10-30 Ohm.

Högre motståndsvärde ger högre tomgångsström.

I schemat är R19 en trimpot, men i verkligheten kan den istället vara ett fast motstånd ([i mitten högst upp, mellan de två dioderna](#)).

Om man vill, kan man byta detta fasta motstånd till mångvarvigt trimmotstånd på 50 Ohm ([ELFA 64-741-18](#)) med lågt ppm-värde (låg temperaturvariation).

Tomgångsströmmen varierar med temperaturen. Högre temperatur ger högre tomgångsström.

Kondensator C5 bör man se upp med.

Om den börjar läcka kommer högtalarutgången ge ut en likspänning, inte bra.

Man mäter likspänningen på högtalarutgången utan högtalare inkopplad och inget ljud.

Det bör inte ligga över 50 mV likspänning på högtalarutgångarna, helst under 15 mV.

Om likspänningen ligger högre bör man byta C5. Eventuellt kan vissa av dioderna orsaka samma fel.

C5 kan gärna vara på 100-220uF 10V bipolär och extra lågläckande typ (lågläckande är viktigt här).

C5 parallellkopplas gärna med en extra 100-470 nF kondensator (som är bättre på höga frekvenser).

C5 kan skadas om man har fel i slutsteget så att någon slutstegstransistor gått sönder. Det beror på att det då blir för hög spänning eller felpolariserad spänning över kondensatorn C5. Varje kanal har sin egen C5.

Hittar man ingen bipolär lågläckande kan man istället seriekoppla två kondensatorer med dubbla kapacitansvärdet i motsatt riktning med varandra med minus mot minus. De båda plusanslutningarna löds sedan fast på kretskortet.

Brumproblem (100 Hz) kan bero på två saker i huvudsak.

Vanligt är att kontakterna till modulerna är lite oxiderade och inte ger tillräckligt lågt kontaktmotstånd mot jord. Effektivast för att fixa det permanent är att löda in extra kablar parallellt som kopplar förbi jordkontakterna (två på varje modul, de inre).

R51 på cirka 2,2 Ohm finns på baskortet i serie med ena jordanslutningen för modulen och genom att öka värdet på R51 till cirka 5 Ohm kan man få ner brummet till ett minimum. Man får prova sig fram till vad som blir bäst i det enskilda fallet. Man bör nog inte överstiga 10 Ohm.

En annan orsak till brum kan vara att de åtta stora kondensatorerna efter likriktarna för matningsspänningarna i nätdelen är gamla och uttorkade.

Glapp Rent allmänt brukar det bli oxid i strömbrytare och på kontaktstift som ger glapp.

Även lödningar kan få glapp. Det gäller främst lödningar på komponenter som blir varma, är stora och tunga och sådana som rör sig, t.ex. uttag, omkopplare m.m. Lödtenn är mjukt och därför inte så hållbart.

Slutstegstransistorerna BDW51C ersättare är NTE60. BDW52C ersättare är NTE61. Finns hos Mouser.com Kostar drygt 100 kr per styck. Säkringarna för transistorerna skall vara 3,15 A snabb. Snabb är mycket viktigt. Med tröga säkringar skyddas inte transistorerna vid överbelastning.

Högtalare på 8 Ohm rekommenderas, med lägre Ohm finns risk att säkringarna går sönder och i värsta fall även slutstegstransistorerna om du spelar högt.

Dessutom rekommenderar jag att byta ingångskondensatorerna C1 på [10 µF](#) (den lite mindre röda runda kondensatorn) till [1 µF](#) (bipolär polypropylen) för att minska risken för trasiga slutstegstransistorer. Ett exempel på detta problem är att min TV-digitalbox ibland plötsligt och oväntat startar om när jag byter kanal (beror på någon bugg) och då ger den ut likspänning en kort stund på ljudutgångarna när den stänger av sig och även när den startar upp igen och då får mina slutstegstransistorer i Sentec PA8 jobba alldeles för hårt och säkringarna brinner av, men någon gång har även slutstegstransistorerna fått för mycket och det blivit kortslutning i dem. Med [1 µF](#) ingångskondensator blir nedre gränsfrekvensen cirka 10 Hz (-3dB) och det är tillräckligt lågt för att kunna återge lågfrekvent bas.

Ett effektivt subsonicfilter på ingången med 18 dB/oktav under 16 Hz vore önskvärt, men det blir nog lite komplicerat att montera in. Det finns alltså en nackdel med förstärkare som klarar att återge alltför låga frekvenser. Lägre frekvenser än 16 Hz behöver de inte klara. Förförstärkaren SC8 har bra basfilter (12 dB/oktav) som

jag i fortsättningen **alltid** kommer att ha aktiverad. Det är mycket viktigt har det visat sig.

Värt att veta om kondensatorer som har begränsad livslängd och andra dåliga egenskaper.

Här finns massor med datablad (PDF) på gamla halvledarkomponenter.

<http://www.fairchildsemi.com/ds/>

<http://www.freeservicemanuals.info/en/data-sheet/>

ELFA säljer de flesta elektronikkomponenter man kan behöva.

<http://www.elfa.se/>

MOUSER säljer de flesta elektronikkomponenter man kan behöva.

<http://se.mouser.com/>

tekniken.se Elektronikhörnan Där finns fler länkar till företag som säljer komponenter.



0,27 Ohm 4W	R36,R37	
1 Ohm	R42	
2 Ohm	R51	
4,7 Ohm	R24,R27	
10 Ohm 1W	R38	
56 Ohm	R25,R26,R32,R35	
68 Ohm	R4,R5,R15,R16,R17,R20	
100 Ohm	R28,R29	
270 Ohm	R33,R34	
680 Ohm	R21,R23	
1 Kohm	R7,R10,R18	
1,2 Kohm	R46,R47,R48,R49,R50	
1,8 Kohm 1W	R45	
2,2 Kohm	R1,R3,R6,R8,R9,R11,R14,R30,R31	
4,7 Kohm	R40	
10 Kohm	R39	
18 Kohm	R2,R12,R13,R22,R41,R43	
50 Ohm pot	R19	Ej trimpot i vissa utgåvor. Fast motstånd istället (10-30 Ohm)
1 Kohm pot	R44	Peak level-kortet fanns endast i vissa utgåvor
10 uF/40V bip	C1	Ej elektrolyt, gärna 1uF för att minska risken för trasiga slutstegstransistorer.
100 pF	C2	
0,047 uF/250V	C3,C4,C12	
220 uF/10V bip	C5	Lägläckande bipolär (viktigt). Seriekoppla två 220uF (minussidorna ihop). Det blir 110uF som faktiskt räcker till.
4,7 pF	C6,C7	
0,47 uF/100V	C8,C9	
47 uF/63V 1yt	C10,C11	
2200 uF/50V(63V)	C13,C14,C15,C16	
10 uF/25V	C17	
0,047 uF/250V VDE	CX1	
1000 pF/250V VDE	CX2,CX3	
BC182B	T1,T4,T5	BC546B kan ersätta
BC212B	T2,T3,T6	BC556B kan ersätta
BC450	T7,T12	
BC449	T8,T9	
SCN BC549C	T10	BC550C kan ersätta
SCP BC559C	T11	BC560C kan ersätta
BD420 BD420	T13	
BD419 BD529	T14	
2N5882 BDW51C	T15	NTE60 kan ersätta. http://se.mouser.com/ För ersättare, se
2N5880 BDW52C	T16	NTE61 kan ersätta. http://se.mouser.com/ http://alltransistors.com/transistor.php
BFT40	T17	Peak level-kortet fanns endast i vissa utgåvor
LED Röd 3mm	D1,D2, (D15,D16,D17,D18,D19)	D13 EL264-7HD (Everlight)
1N4448 (1N914B)	D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10,D11,D12,D14	BAW62 går också
KBL04	DB1	KBL04 - 10 går bra. 400 Volt eller högre. 4 Ampere eller högre.
SN16880	IC1	Peak level-kortet fanns endast i vissa utgåvor
2A trög	S1	
3,15A snabb	S2,S3	Det är viktigt att dessa säkringar är snabba.
Trafo	Toroid nr 222.302	220VA 2x30V 3,7A h45mm d110mm 1,95kg

PA863 — Baskort

— Peak level kort

