

Monster-stärkarens stegvisa uppbyggnad

Har inleds beskrivningen av "den lysande kompromissen" som resulterat i vårt Monster – namnet kommer främst från den minst sagt fullvuxna nätdelen, som avhandlas i det kommande. Men annars är det ett sant Välljudsmonster.

Skafta bitarna och bygg!

► I direkt motsättning till dess namn, uteffekt och funktionssätt i klass A, är vårt monster ingen kopia inspirerad av **Stax Monster I-08**.

Den sistnämnda hade inte mindre än 42 transistorer i förstärkardelen. Trots att dess prestationer var imponerande var denna krets alldeles för komplex. Vårt monster är i stället direkt inspirerad av **Hiraga 20 W**

klass A. Dessutom är den ett etappmål i våra strävanden att åstadkomma en effektförstärkare med en enda transistor (**Nemesis 10 W**, kommer som bygge i ett senare nummer av AV). Några av de scheman som studerats i samband med detta arbete visas i *fig 1*.

Kort sagt är det i huvudsak följande punkter som skiljer Monstret från den välkända **Hiraga 20 W** klass A:

Här är AV:s exemplar av detta så ryktbara Monster, som med sina få watts uteffekt betvingar hela salar med folk och om något är en konkret bekräftelse på att "vissa, väl använda watt faktiskt är kraftfullare än andra".

Ingångssteg:

- mycket tystare transistorer, med hög förstärkning men god linearitet
- låg strömförlust på ingången
- högre ingångsimpedans
- minskning av Millereffekten/ för att reducera distorsionen vid höga frekvenser
- ingångssteg som kan överstyrras utan risk för mätnad

Drivsteg:

- krets med autokompensering av linjär distorsion
- låg utgångsimpedans
- låg distorsion

Effektsteg:

- identiskt med det som används i 20 W klass A
- val av andra transistorer, med lägre effekt men högre subjektiv kvalitet

Många förbättringar

Förbättringarna på det subjektiva planet har redan beskrivits. De kan verka motsägelsefulla men bortsett från slutresultatet, som bevisar saken skall vi se hur dimensionering och val av parametrar påverkar det.

Fig 2 visar schemat över förstärkaren, där vi lägger märke till det ovanliga utgångssteg av typ "Darlington", om omvänd **Darlington!** Den äldre kombinationen **2SC1096/2SA634** och **2SD188/2SA627** har ersatts av en ny kombination, med lägre effekt men avsevärt bättre subjektiv kvalitet.

Valet av drivsteg har skett både subjektivt och objektivt. C_{ob} , som var 75 pF hos **2SA634**, är bara 1,8 pF hos **2SB716**. Där emot är P_c mycket lägre (bara

för



Stycklista för 8-watts-förstärkaren Monstret:

Komponentplacering, se ritningen. Avser stereo.

Motstånd: (samtliga, utom där annat sägs, tantalmotstånd 1/2W)

2 st	1,2 k Ω
4 st	47 k Ω
8 st	1 k Ω
2 st	2 k Ω
2 st	10 Ω
2 st	220 Ω
4 st	1 Ω (5 W trådlindat)
	Trimpot 100 Ω COSMOS RA12P

Kondensatorer:

4 st Tantalkondensatorer 68 μ F/25 V CTS 13

Transistorer:

2 st par	2SD844/2SB754
2 st par	2SB716/2SD756
2 st par	2SK170/2SJ74
2 st par	2SC1775A/2SA872A

Kompleta byggsatser finns redan nu att beställa. Tre olika typer finnes. Endast nätdelen skiljer.

Typ 1	408.000 μ F
Typ 2	1.408.000 μ F + 2 st ackumulat. 12 V 6 Ah
Typ 3 "monstret"	2.088.000 μ F + 2 st ackumulat. 12 V 45 Ah

Nätdelarna presenteras utförligt i nästa nummer av AV.

Observera, att samtliga versioner är nätdrivna. Även transformator av speciell typ samt likriktare ingår i satserna.

Typ 1	2 878:–
Typ 2	4 142:– inkl ackumulatörer
Typ 3 "monstret"	5 892:– exkl ackumulatörer

Alla versioner kan enkelt uppgraderas till nästa större version.

Beställningarna kan beställas från:
TESSERAKT Media Förlags ab
 Hagtorngatan 5
 571 00 NÄSSJÖ
 Tel: 0380-185 13
 Enklast inbetalas aktuellt belopp på pg 45 95 72-4, Tesserakt Media Förlags ab, med noggrant angivande av namn, adress samt önskad version.

750 mW) på den nya drivern. Detta är dock tillräckligt för att "styra ut" utgångssteg.

Utgångsparet 2SD844 och 2SB754 är av gjuten typ i en ny kåpa. Detta komplementära par har en P_C på 60 W, vilket är tillräckligt för att prestera en modular effekt på 8 till 15 W i klass A. Detta par kan arbeta med en hälften så hög ingångsspänning som paret 2SD188/2SA627, vilket förklarar användningen av det svagare drivsteget.

Fig 3 visar de skillnader som finns mellan transistorerna.

Det framgår att dessa transistorer inte skulle passa för att arbeta i klass A upp till 20 W.

Skillnaderna mellan ett utgångssteg uppbyggt med 2SB716/2SD756 och 2SD844/2SB754 är, jämfört med 2SC1096/2SA634 och 2SD188/2SA627:

– lite lägre distorsion mellan 0,1 och 3 W vid höga frekvenser (tack vare lägre C_{ob} hos drivern)

– förbättrad definition i diskanten

– fylligare lägre mellanregister
 – större fasthet i basen (R_{bb} hos utgångstransistorerna är 3,2 ohm i stället för 7 ohm).

– öppnare ljud (tack vare lägre återkoppling)

– "varmare" mellanregister utan någon förlust av detaljrikdomen.

De övriga positiva aspekterna påverkas inte.

Till skillnad från vanliga förstärkare ökar här inte effekten då belastningsimpedansen sjunker.

Karakteristiken för effekt/impedans minskar inte (som hos en vanlig förstärkare) utan är rundare som hos ett transformatorlöst rörsteg. Mellan 7 och 20 ohm är denna variation som minst och vid 30 ohm är den fortfarande mycket liten. Detta är till stor glädje, då högpresterande högtalare ofta har en impedans på mer än 100 ohm vid resonansfrekvensen. Kretsen är fullständigt stabil, även belastad med 1 μ F parallellt med 8 ohm (se bilden). Kopplingen ger en mycket hög bandbredd (mer än 4 MHz) och extremt kort stigtid (mindre än 0,5 μ s). Observera, att ett mos-fet steg med liknande prestanda aldrig skulle vara stabilt vid kapacitiva laster!

En annan fördel har varit att vi kunnat förkorta avståndet mellan drivtransistorn och effekttransistorn från c:a 18 cm i "klass A 20 W" till ingenting i denna konstruktion, då effekttransistorerna ansluts direkt till kretskortet. Detta minskar kapacitansen i anslutningsledningarna och risken för instabilitet.

Ingångssteg

Ingångssteg är inte detsamma som använts i "20 W klass A". I denna krets är valet av ingångssteg det viktigaste. Hur främmande det än kan låta för många var det meningen att hitta tillbaka till det ljud som alstrades av det mest kända och legendariska drivrör som existerat; WE 310A, ett pentodrör från Western Electric som är absolut fantastiskt vad gäller återgivningen av röster, gitarr, piano; kort sagt, enastående i området 200 till 5 000 Hz.

Ett steg med bipolära transistorer producerar lätt distorsion med mycket udda övertoner, liksom ett steg med ett komplementärt fälteffektpar som har en dominans av 3:e tonsdistorsion (hårt och oangenämt ljud), vilket förklaras i fig 4. I fallet med "20 W klass A" användes kompromissen med bipolära transistorer av mycket hög subjektiv kvalitet, 2SA872(E) och 2SC1775(E), vilket visserligen gav en hög total distorsion men utomordentligt låg harmonisk sådan. Det andra steget drev då drivsteget på gränsen till klippning, men detta vållade lyckligtvis inga problem efter lite olika justeringar och en korrigerande matningsspänningen till +– 21 V.

Karakteristiken I_d/V_{ds} hos en fälteffekttransistor har samma förlopp som hos ett triodrör, medan distorsionsspektrum hos ett rör som WE 310A inte liknar det hos en bipolär transistor. Dock kan en kombinationskoppling av de båda transistortyperna ge oss vad vi söker.

- låg utgångsimpedans
- mycket hög förstärkning
- låg distorsion
- låg strömförlust på ingången
- en krets med mycket låg Miller-effekt
- hög överstyrningsgräns hos ingången

Dessa kriterier gäller för en komplementär kaskodkoppling av fet/bipolära halvledare, där valet av transistorer är ytterst kritiskt för att det önskade resultatet skall uppnås.

Resultaten skulle aldrig varit möjliga med någon annan metod. Kaskodkopplingen ger en mycket hög förstärkning och riskerna för instabilitet är/i det aktuella bygget/ obefintliga. I fallet med triodrör med hög förstärkning skulle detta inte vara möjligt. Kombinationen fet/bipolärt/skapar en kombinerad karaktäristik som i mycket påminner om ett pentodrör. Detta får anses som eftersträvsansvärt trots en del udda övertoner. Emellertid är detta avsiktligt, mottaktkopplingen reducerar dem och det är

Forts på sid 20

Forts från sid 17

totalresultatet som räknas. En kaskodkoppling av denna typ med låg utgångsimpedans skall ge de önskade subjektiva förbättringarna, d v s en ökad fyllighet i lägre mellanregistret och en fastare basåtergivning (delvis tack vare nätdelens utformning). Den största fördelen är dock betydande ökning av transparennsen. Till en del beror detta också på valet av transistorer. Ett oundgängligt krav är att använda en fälteffekttransistor med mycket hög G_m i ingången, nämligen 20 och 30 gånger så hög som för en fet-transistor av typ 2SD10AGR. Använd ensam kan denna typ av mycket lågbrusig transistor sättas in i förförstärkare eller i effektdelar. Ensam har de två komplementära fetarna som används här bara två fördelar, ett mycket lågt brus

$$(e_n = 0,9 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}})$$

och hög G_m : 2,2 mMho.

Nackdelarna med dem är däremot många:

- hög förlustström i styret;
- parasitkapacitanserna C_{iss} och C_{rss} är betydande: 30 pF och 6 pF (mot 8 och 2 pF hos 2SD10AGR);
- förlustströmmen hos styret ökar mycket snabbt då arbetsspänningen V_{DS} ökar;
- mättnadsspänningen hos ingången är mycket låg p g a hög förluststyrning (c:a 0,2 V)

En kaskodkoppling förbättrar lägg betydligt. Man kan bygga en kaskod med enbart fet (som i fig 5a) men kombinationen bipolär NPN/N kanals fet är bättre.

De slutgiltiga fördelarna är:

- Avsvärd minskning av parasitkapacitansen C_{rss} (returkapacitansen emitter-styre) som sjunker till 1/10 av sitt ursprungliga värde, d v s 0,6 pF i stället för 6 pF, alltså en betydande minskning av Millereffekten (fig 6);
- Sänkning av arbetsspänningen V_{ds} (det är en seriekoppling) med medföljande minskning av styrets förlustström I_{gx} (fig 7).
- Högre överstyrningsreserv på ingången (nära 1 V mot 0,2 V).

Figur 8 visar ingångskretsens schema och elektriska ekvivalensschema. Denna koppling är intressantare än en standard-

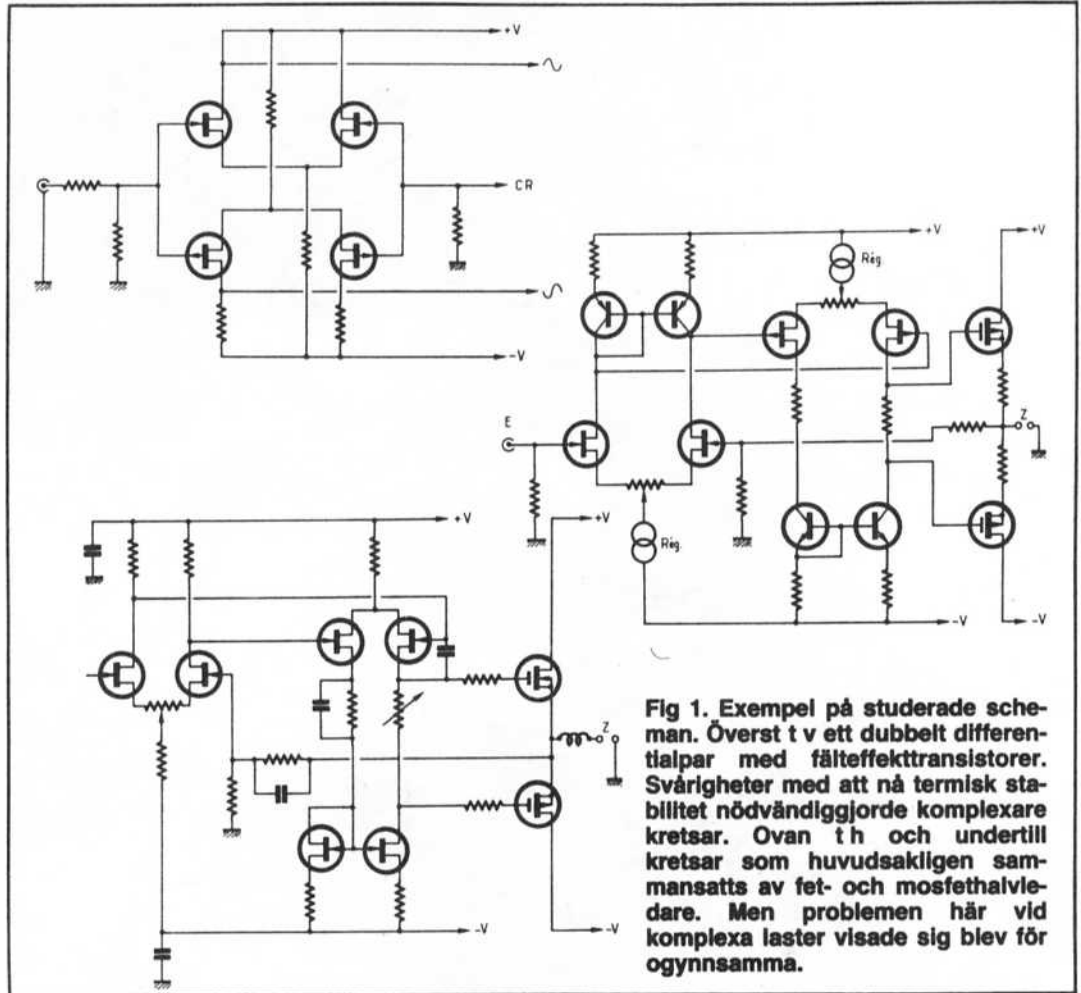


Fig 1. Exempel på studerade scheman. Överst t v ett dubbelt differentzialpar med fälteffekttransistorer. Svårigheter med att nå termisk stabilitet nödvändiggjorde komplexare kretsar. Ovan th och undertill kretsar som huvudsakligen sammansatts av fet- och mosfethalvledare. Men problemen här vid komplexa laster visade sig blev för oönskade.

koppling av en fettransistor med en strömregulator: lägre förstärkning, högre utgångsimpedans, en subjektiv dynamikförlust, utgångskapacitansens inverkan på distorsionen.

I den här beskrivna kretsen är den höga ingångsimpedansen belastad med 47 kohm och ett motstånd på 1,2 kohm har placerats i serie med ingångskretsen. Den komplementära ingångskretsen lastas enbart med dessa 47 kohm, strömmen är mellan 0,9 och 1 mA. Baserna är polariserade med de fyra motstånden på 2 kohm och tester med olika typer av reglering (zenerdioder) har visat sig låta sämre.

Valet av kombinationen 2SK170-2SJ74 / 2SC1775-2SA872 har också skett på subjektiva grunder, till förmån för totalresultatet. I nästa nummer kommer vi att presentera resten av bygget liksom den imponerande nätdelen på + - 14 V med blyackumulator. I figur 10

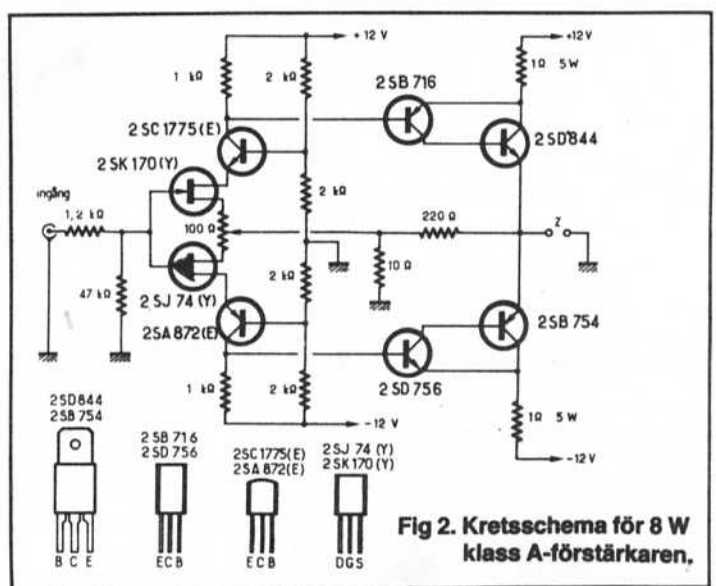


Fig 2. Krettschema för 8 W klass A-förstärkaren.

återfinnes kretskortslayout och komponentplacering.

Mätning och lyssning

Denna krets har långsamt vuxit

fram under mätningar och lyssning med början april 1982.

Den lades sedan åt sidan, då de transistorer som gav det bästa resultatet var omöjliga att fin-



transistors	V_{CBO} V	V_{EBO} V	I_{CM} A	P_C W	H_F	V_{CE} V	I_C A	V_{CB} V	I_E mA	F_T MHz	R_{bb} Ω
SD 188	100	7	7	60	60	2	3	10	-200	10	7,5
SD 844	50	5	7	60	70 240	1	1	5	-1A	15	3,5

Fig 3. Denna tabell jämför nyckelparametrarna för transistorerna 2 SD 188 och 2 SD 844.

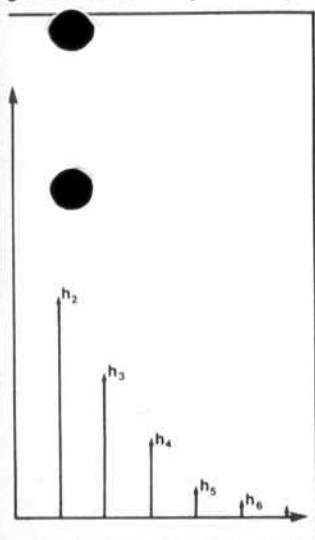


Fig 4 a. Distorsionsspektrum i kaskodkoppling mellan FET och bipolära transistorer.

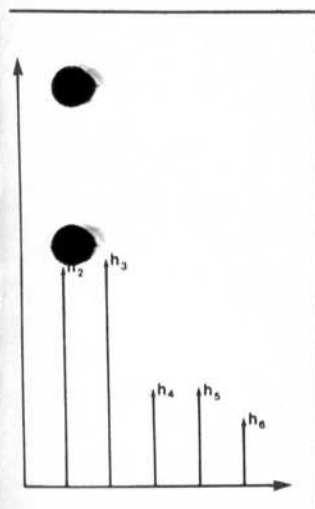


Fig 4 b. Distorsionsnivåer vid komplementär av fet.

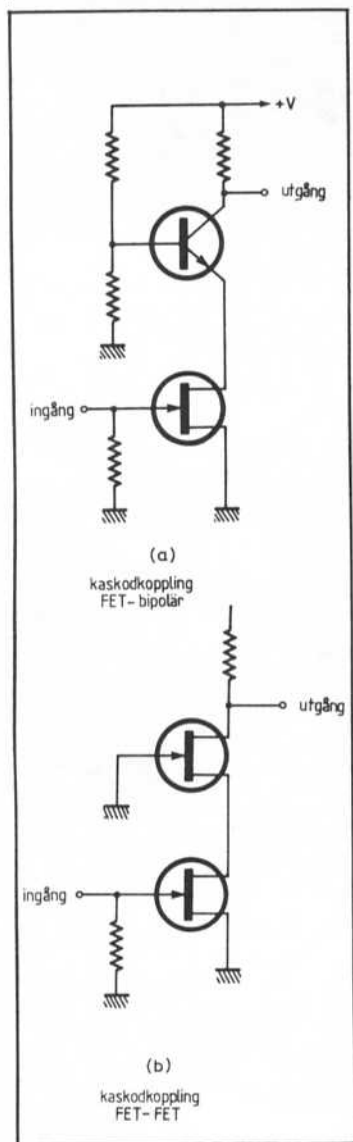


Fig 5. Kaskodkoppling.

bara partierna K och L (2SD844K och 2SB754L) som kan passa.

Vad gäller 2SK170/2SJ74 är dessa transistorer fortfarande ganska svåra att finna, de är tämligen nya och tillverkas i bara små serier av Toshiba.

När det gäller lyssningen är det enbart den låga effekten

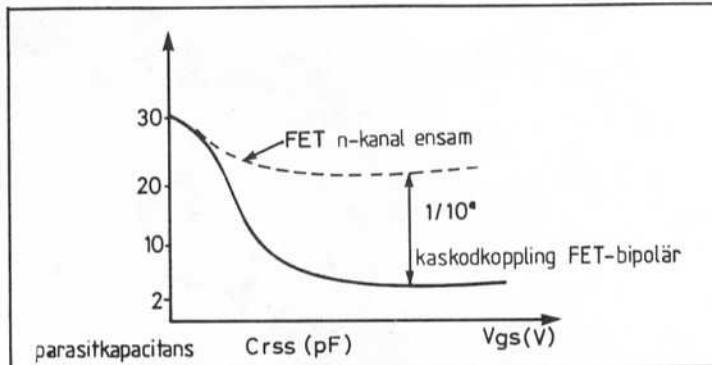


Fig 6. Minskning av Miller-effekten tack vare kaskodkopplingen.

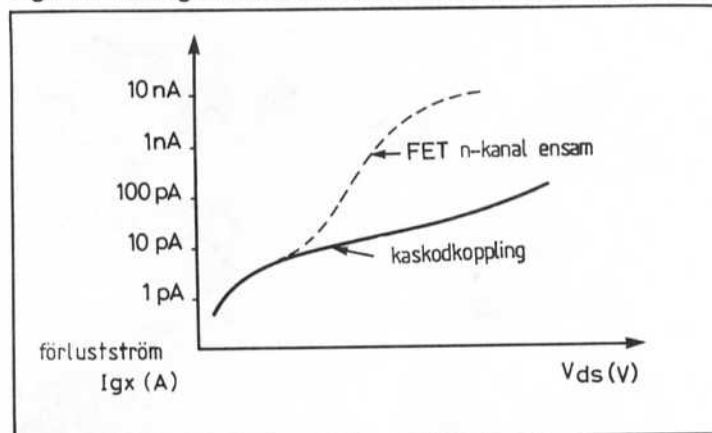


Fig 7. Minskning av läckströmmen I_g för två fall: Vid kaskodkoppling och med en enda fälteffekttransistor i förhållande till kaskodkopplingen.

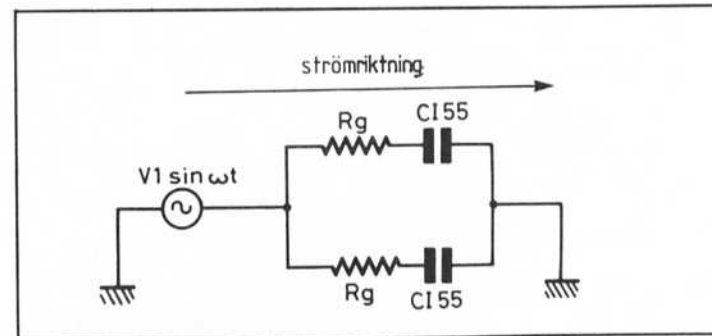


Fig 8 a. Elektriskt ekvivalentschema för den komplementära kaskodkopplingen.

som kastar en liten skugga på denna lysande kompromiss mellan triodförstärkare och Hiraga 20 W klass A.

Det hela sammantaget får

Forts sid 57

orts från sid 21

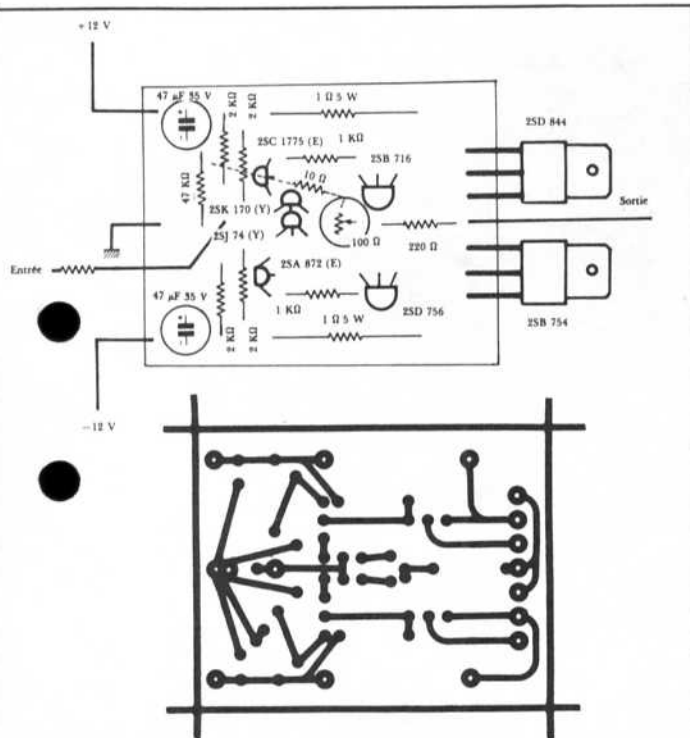


Fig 10. Kretskortets mönster och komponentplaceringen.

man ett mycket väldefinierat ljud, luftigt och med all efterklang och rumsinformation som kan önskas. Paradoxen ligger i basåtergivningen, som med den imponerande nåtdelen bara kan liknas vid den hos Kanedas 30 och 50 watts slutsteg: en onad

stabilitet, fasthet och detaljrikedom kommer i dagen.

Även på reallt effektkrävande system fungerar denna förstärkare mycket väl, den presterar en känsla av rymd och effekteserv som annars bara de mycket sällsynta förstärkare

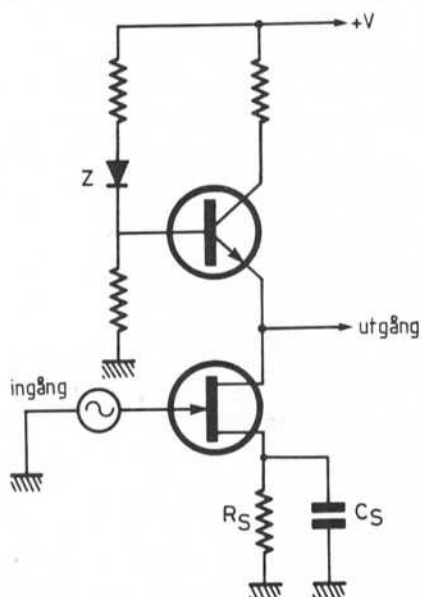


Fig 11. 8 W-förstärkarens innanmäte. Matningen använder $6 \times 68\,000 \mu\text{F}$.

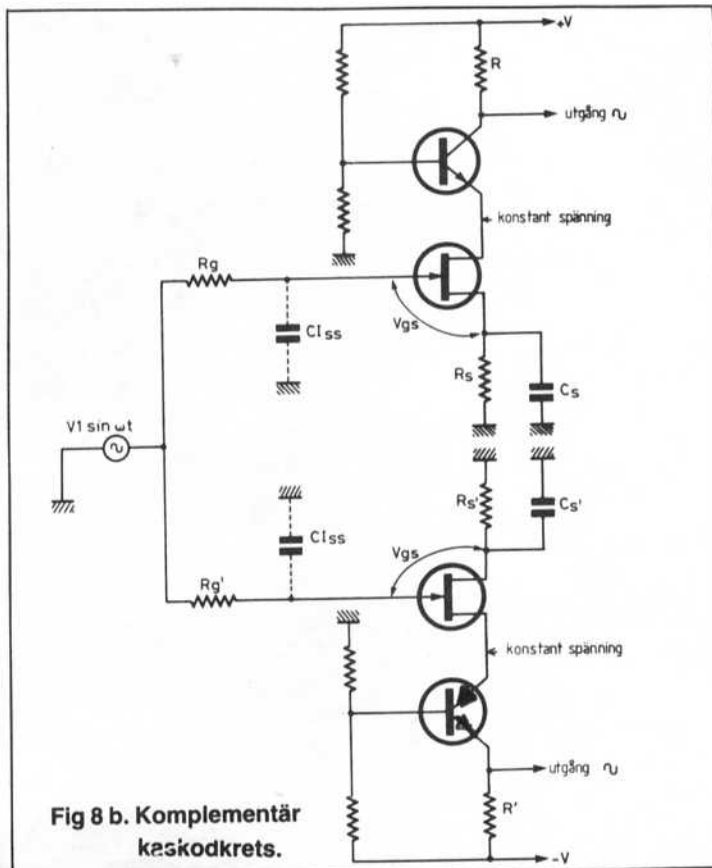


Fig 8 b. Komplementär keskodkrets.

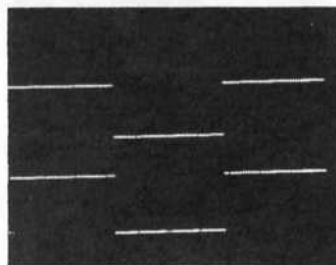


Fig 9 a. Kantvågsgespons vid 20 Hz: Överst förstärkarutgångens karakteristik, undertill generatorns.

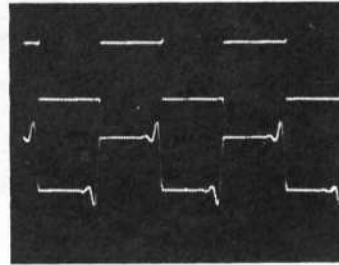


Fig 9 b. Kantvågssvaret vid 20 kHz och kapacitiv last, $0,47 \mu\text{F}$ i parallell med 9 ohm.

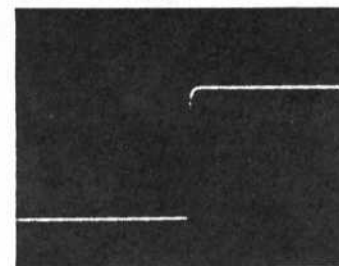


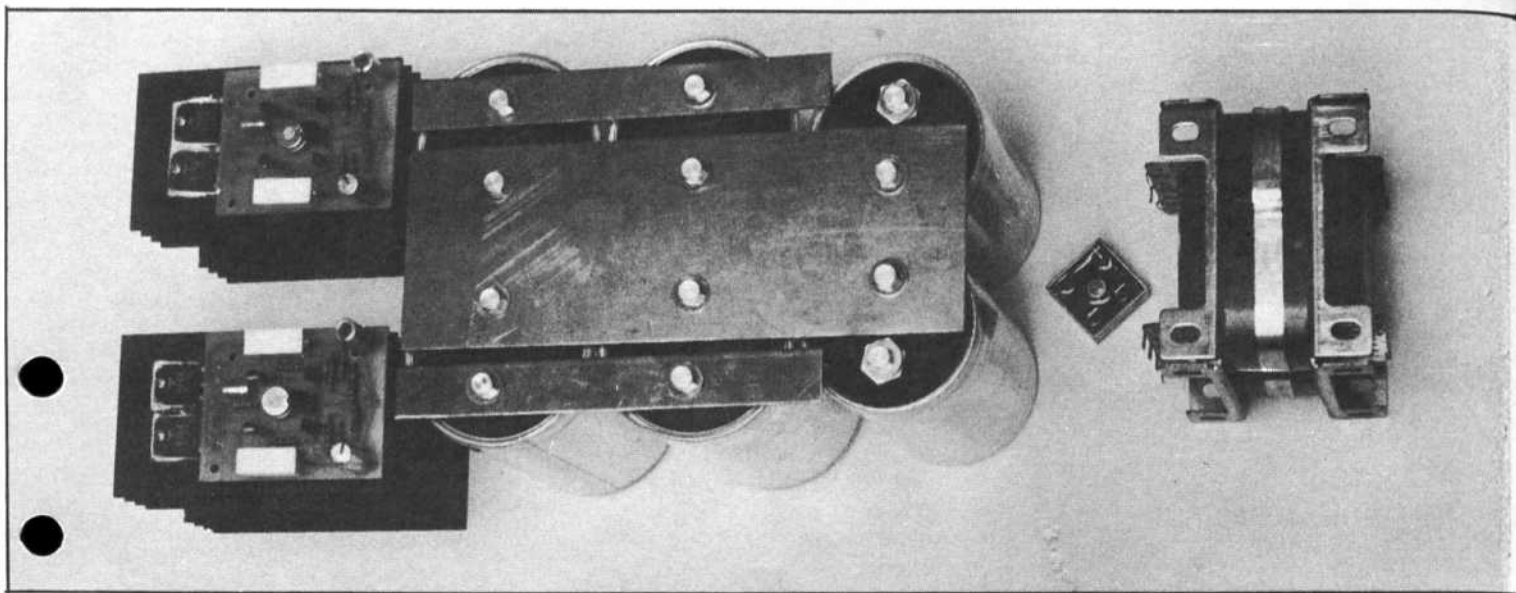
Fig 9 c. Flankkaraktäristik vid 10 kHz. Stigtiden är lägre än $0,5 \mu\text{s}$. Mätningen svar att säkerställa.

som nämnts ovan förmår. Vi har till exempel använt monstret till att driva flera av Stig Carlssons konstruktioner samt diverse erkänt svårdrivna elektrostater, allt med framgång.

Den har döpts till Monstret p g a av sin storlek och oproporionerliga nåtdel men kunde lika gärna ha kallats "tube memory" tack vare av sin klanglikhet med de bästa av triodförstärkarna.

Denna konstruktion är perfekt för mellanregistret och diskanter i bi-, tri- eller quadri- amplifierade system, men klarar även av att driva hela kompletta system om deras verkningsgrad är någorlunda normal.

Forts i nästa nummer. Då blir det nåtdelar och nåtdelsteori, spänningsreglering och vad man kan göra åt sitt eget vägguttag, d v s ev installation av nättfilter.



Monster- stärkaren, del 2:

Åtta-wattaren Monstret enligt Version 1. Den version som AV visade på Vision 86 är en specialvariant utan nätdel men med enbart ackumulato-

rer. Version 3 har nätdel med trafo. Ackumulatorerna är då kopplade som kondensatorer till den. Det är det egentliga Monstret. För kontroll av ladd-

ningstillståndet har man dioder över fronten i form av fyra röda/gröna indikatorer som anger +/- 12,5 V, över- eller under nivå.

Nätdelen avgörande viktig för välljudskonstruktion!

✧ Tusentals intresserade trängdes kring vår monter på Vision 86 i höstas, där Monstret tronade med två blyackumulatörer kopplade till sin gigantiska nätdel. Nyfikenheten var stor. Jean Hiraga själv var på plats ett par dagar och ledde regelrätta mini-seminarier i hi fi-konstruktion...

✧ Vilket det här handlar om i allmänhet jämte nät-delen i synnerhet.

✧ "Monstret" besitter enorma kraftreserver, en fyllig djupbas och detaljerade, uttecknade register med en rumslig dimension även i djupled. Plus en idag nästan okänd, frigjord och lätt klang.

✧ Allt det där hänger samman med en kompromisslös nätdel.

✧ Om den och dess dimensionering handlar den avslutande delen av beskrivningen – plus lite allmän välljudsfilosofi på nät-temat.

► I förra numret av AV presenterade vi uppbyggnaden av den transistoriserade effektförstärkare vi kallat "Monstret". Den är resultatet av sökandet efter den allra mest naturtrogna återgivning av komplexa signaler som över huvud är möjlig. Dess naturliga ljudspektra, dess harmoniska rikedom, som man normalt bara finner hos de allra bästa av

några få rörförstärkare med trioder, som redan beskrivits i dessa spalter, var av den typ som man trodde för evigt förlorade i och med transistorernas intåg.

Monstret lyckades återskapa alla dessa sensationer och även de ytterst svåra mikroklanger som utgör ett instruments naturliga klangspektrum. Som alltid

ifråga om *L'Audiophile*s konstruktioner rör det sig om ett extremt enkelt schema, med ytterst noggrant utvalda aktiva och passiva komponenter. "Monstret" måste först och främst förstås som en enkel koppling, med låg effekt, men med en exakthet och rikedom i klangen som gör att den kan jämföras till och med med den berömda 300B.

Läsaren finner här beskrivning över nätdelen.

Det "totala" konceptet

Ända sedan *L'Audiophile* började ges ut har man torgfört kontroversiella åsikter om olika ting inom audiotekniken. Det har ofta handlat om enkla saker, billigare metoder att uppnå en högre kvalitetsnivå utan att komplicera helheten. Ofta har själva enkelheten orsakat konflikter med tekniker av "den gamla" skolan.

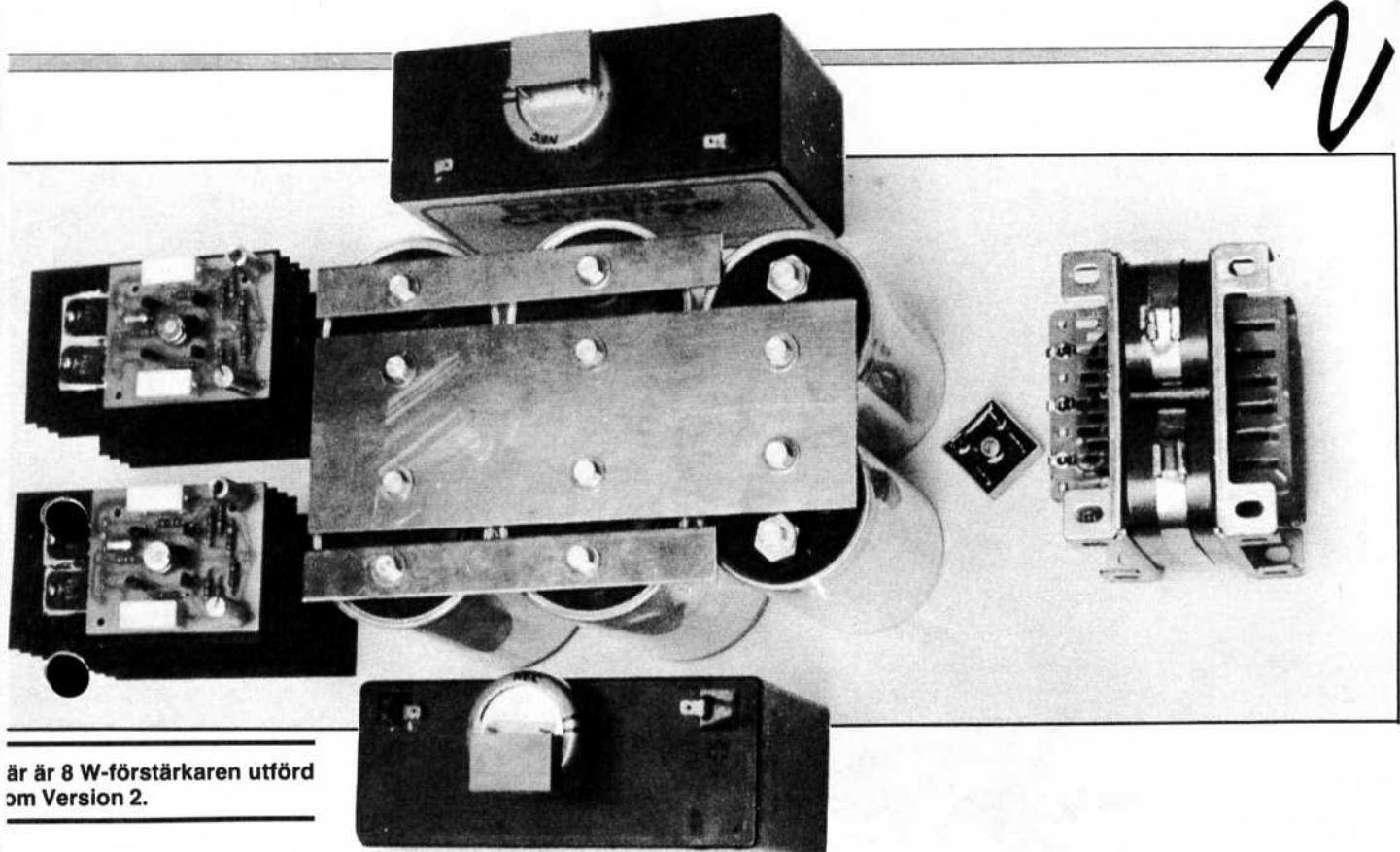
En del av publiciteten gällde ting som då var närmast okända men idag tilldrar sig stort intresse: "passiva komponenters ljud", kontakternas betydelse, skivspelarmattor, kablar, stora nät-delar eller rörförstärkare.

Trots att dessa rön vållade polemik, blev dåligt förstådda eller helt enkelt inte uppskattade, kunde det konstateras att större delen av de apparater som gjorde anspråk på att tillhöra toppskiktet 1983 faktiskt omfattades av dessa idéer. En del tillverkare hade börjat vända tillbaka till enkla men verkningsfulla konstruktioner, och en del tvekade inte ens att använda ackumulatörer i stället för nät-delar i sina förstärkare. Vissa ersätter nu sina reglerade nät-delar med RC-länkar med mycket hög kapacitans för filtreringen, o s v.

Andra glömmet helt vad de sa för tio år sedan och återvänder till klass A-drift, bra skivspelarmattor eller t o m högtalare med hög verkningsgrad. Trots detta är det inget tvivel om att det endast är den harmoniska föreningen av väl uttänkta konstruktioner i en optimal kombination som förmår att ge lyftet till de högre sfärerna... Något som tyvärr bara inträffar alltför sällan, trots god vilja i många fall.

Om en del av ansträngningarna har fördelats ojämnt, märker man mycket lite av resultatet. Man fastnar, går i cirklar.

2



är 8 W-förstärkaren utförd om Version 2.

Ett system som kommer nära erfekktion kan, redan efter några sekunder, ge även en total natör gåshud över ryggen då an lyssnar till *Debussy* eller *Laher*.

Mängden av information är sådan, att den överför allt som kompositören och artisten velat utmedla av känsla och inlevelse. Hela det musikaliska värdet ångar givetvis på om denna utmedling av intentionerna går fram eller inte.

Med dessa villkor ställda blir det inte längre fråga om "den stora förbättringen som närmar sig dumhet", utan en fråga om återgivningens liv eller död".

Av just detta skäl kan inte "Monstret" klara sig med en "normal" nätdel på ± 12 V.

Den "vanliga" nätdelen

En normal nätdelen består av en transformator, dioder samt filterning och energireserv, bestående av kondensatorer, och tar av öden ganska stor plats. Dessa resurser måste vara väl konstruerade, dimensionerade med red marginal, stabila och med en förmåga att leverera ström och spänning på ett så perfekt sätt som möjligt.

I verkligheten är det lite så och så med den saken. Om vi väljer en klass B-förstärkare som kan leverera 2×100 W i 18 ohms last, märker vi att nätdelen kan

blt tvungen att leverera toppar på 7 A, något som troligen skulle störa stabiliteten ordentligt. Dessutom skall nätdelen förbli helt opåverkad, vad gäller spänning och ström, av alla de olika parasitfenomen som förekommer i nätet, beroende bl a på andra inkopplade apparater: tuners, kassettdäck, motorer, på- och frångslag samt switchade nätdelar som förekommer i en del apparater. Samtidigt måste den, av kommersiella skäl, vara liten och inte väga något samt ha ett lågt pris. Alltså motsägelser, begränsningar och kompromisser, som gör dessa nätdelar oacceptabla från audiofilsynpunkt.

Den vanligaste konstruktionen ser vi i *fig 1*. Den består av en transformator (E1, C, dubbel C, toroid etc...), försedd med en primär- och en sekundärlindning med mittuttag, en likriktarbrygga bestående av dioder och ett antal filterkondensatorer. För att bättre motstå variationer på både primär- och sekundärsidan måste transformatorn vara kraftigt överdimensionerad och filterkondensatorerna av relativt högt värde.

Transformatorn, säkringar och dioder måste klara kondensatorernas belastningsström vid tillslaget.

Om priset är en begränsande faktor kan man bara åstadkomma dåliga kompromisser.

På prestationssidan begrän-

sas man av förlusten över dioderna, lindningen av transformatorn, storleken och kärnans magnetiska karaktäristik.

Hos en vanlig transformator beräknas max induktion (B_m), magnetisk förlust i kärnan (P_i) och förluster i lindningarna (P_c) ur följande formler,

$$B_m = \frac{E_1}{4K_f \cdot n_1 A} \quad (\text{Wb/m}^2) \quad (1)$$

$$P_i = \frac{dh}{100} B_m^2 + d_e \quad (2)$$

$$P_c = \frac{f}{100} K_l B_m^2 \quad (\text{W/kg}) \quad (3)$$

$$P_c = K_m I_1^2 (r_1 + r_2) \quad (\text{W}) \quad (4)$$

där E_1 = primärspänning; K_f = våglängd; n_1 = antal varv i primärlindningen; A = den använda delen av magnetkretsen; Ωh , Ωe = kärnans kvalitetsfaktor; r_1 och r_2 = primärresistans resp resistans sedd av sekundärsidan; K_m = förhållandet impedans/resistans; I_1 = primärström.

Som formeln visar är förlusten i kärnan proportionell till $f \cdot B_m^2$ oavsett last. Vad gäller försluten i lindningen beror den på lastströmmen och motståndet i lindningen.

Om man av ekonomiska skäl (eller för att vinna plats eller vikt) minskar kärnans volym eller mängden koppar i lindningarna, får man snart problem med värmeutvecklingen.

I "hifi" apparater avsedda för den breda allmänheten där pris, storlek och vikt spelar stor roll, kompromissar man genom att välja drifförhållanden i klass B

eller "falsk klass A", där de höga temperaturerna endast kommer att förekomma om stora kontinuerliga effektuttag erfordras. I fallet med verkliga audiofilprodukter måste transformatorn vara överdimensionerad. Sekundärsidan, som belastas med likriktardioderna och filterkondensatorerna, kan inte längre producera en perfekt sinusvåg om man inte överdimensionerat (se *fig 2*). Konstruktionen skulle annars påverkas av små variationer i nätspänningen (även 1-2 V), också efter två RC-sektioner och stora kondensatorer (100.000 μ F för 20 V matningsspänning t ex). I en förförstärkare som skall vara helt okänslig för variationer från nätet kan det gå åt så mycket som sex RC-sektioner (eller LC, vilket är bättre). Det är t ex fallet med den förförstärkare med rör som beskrivs i *Audiophile* nr 21.

Om det handlar om höga strömmar, även vid låg spänning, blir en sådan uppbyggnad opraktisk (värme, högeffektmotstånd och utrymmesbrist).

Om man vill uppnå en stabil nätdel vid klass A-drift kräver detta kondensatorer med mycket hög kapacitans. I den kommersiella versionen av vår 2×20 W klass A-förstärkare har en framkomlig väg beträffs: överdimensionerad transformator och kondensatorer med ett totalt värde av 408 000 μ F.

I fallet med Monstret som an-

▼ vänder en nätdel med ± 12 V behövs något mycket mer stabilt.

Reglerad nätdel Hög verkningsgrad

Mycket effektiva nätdelar, som switchade typer eller sådana med triac och faskontroll har som fördel en skyhögt verkningsgrad. Detta gör att transformatorn kan väljas mindre och alltså billigare.

Figur 3 visar exempel på en nätdel med triac och faskontroll, där beteckning hos ström och utgångsspänning, E_0 och I_0 , visas.

Enna högeffektiva konstruktion kan förbättras ytterligare om man tar bort några triacs på sekundärsidan och istället använder operationsförstärkare kopplade med en optokoppling för att trigga triacen på primärsidan. Vinsterna blir bättre ekonomi, minskning av transformatorstorleken, klar förbättring av stabiliteten och ökad ökänslighet för primärsidans variationer.

Den stora nackdelen med en krets av denna typ är, förutom den ljudmässiga signaturen av reglering, som vi skall tala mer om senare, mekaniskt oljud från transformatorn, som hela tiden får arbeta impulsberoende. Den måste vara av hög kvalitet, impregnerad och fjädrande upphängd. Fig 4 visar principen för en sådan konstruktion.

Vad beträffar switchade nätdelar, som enkelt visas i fig 5, ser man att utgångsspänningen V_{av} som fås från fyrkantvågen (T_{on} , T_{off}) och från kontrollamplituden V_0 är lika med: $V_{av} = \frac{T_{on} V_0}{T_{on} + T_{off}}$

Verkningsgraden är mycket hög och andra fördelar är frånvaro av rester av 50 eller 100 Hz, en låg impedans och mycket god reglering.

De bästa switchade nätdelarna är dock mycket dyra och ganska skrymmande. De har även problem med parasitstrålning och måste därför skärmas väl. Ett annat fel är att de själva påverkar nätet.

Vad gäller den spektrala renheten i regleringen ger denna konstruktion bara medelgott resultat, trots alla vidtagna försiktighetsåtgärder och trots att reklamen har presenterat den switchade nätdelen som det slutgiltiga svaret på alla problem.

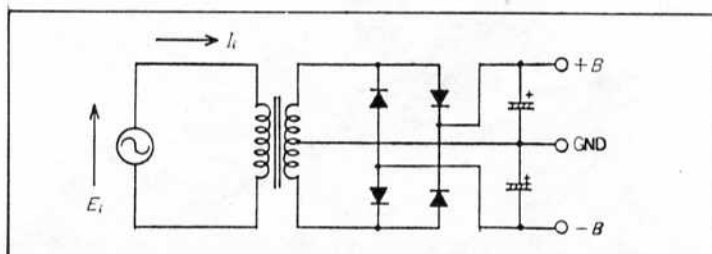
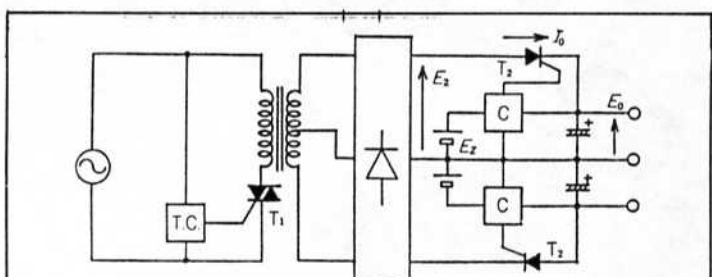


Fig 1. Uppbyggnad av normal nätdel med transformator, likriktare och kondensatorer.



T.C.: Triggerkontroll
C: Komparator
E_z: Referensspänning
E₂: Sekundärspänning
E₀: Reglerad utspänning
I₀: Lastström

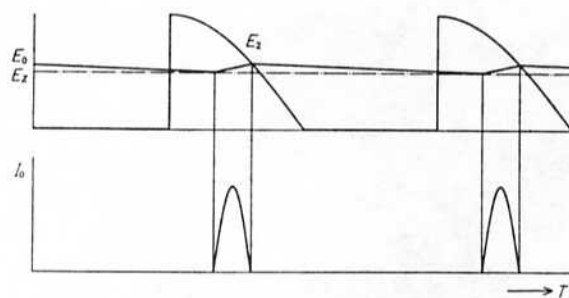


Fig 3. Effektiv nätdel med triac-reglering och faskontroll.

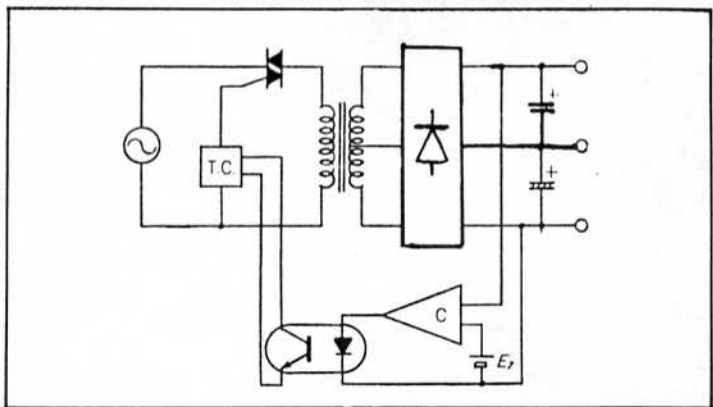


Fig 4. Förbättrad version av nätdelen enligt fig 3. Märk operationsförstärkaren och fotokopplingen till ingångstriacen.

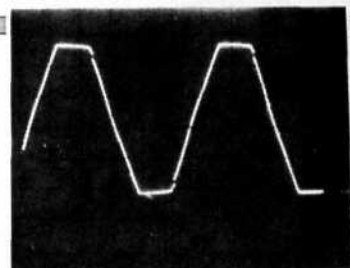


Fig 2. Oscilloskopfoto av signalen, uppmätt på sekundärsidan och lastad av diodbrygga och filterkondensator. Som synes har sinusvågen toppklippits.

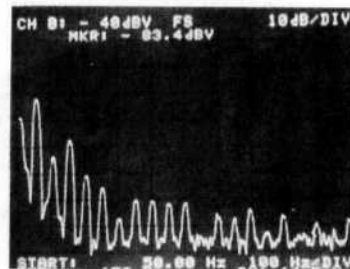


Fig 10. Brusspektrum upptaget för en nätdel om 25 V med pi-filter och avslutad med kondensatorer på 180 000 uF.

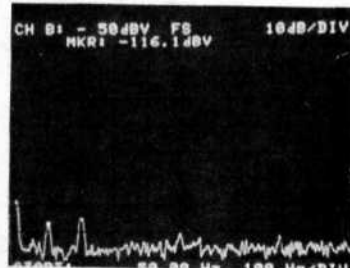


Fig 11. Mätning på restprodukterna från strömförsörjning över batterier. a) visar spektrumanalysatorn ensam, b) med inkopplat mätobjekt. De mycket små skillnaderna beror helt på mätkablagen.

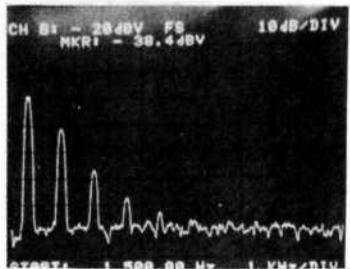
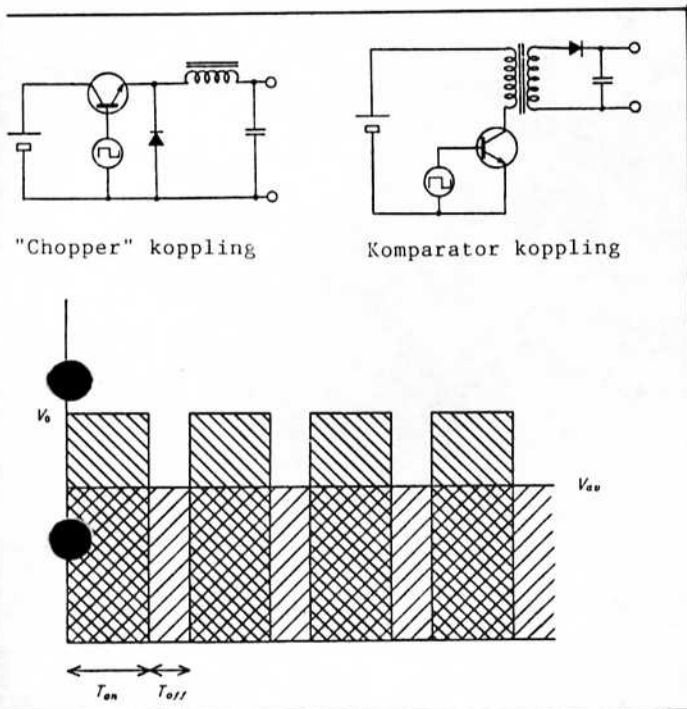
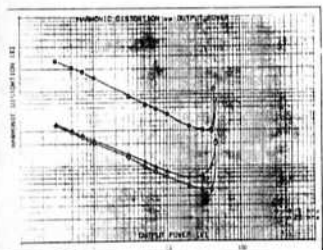


Fig 12. Distorsionsspektrum för 8-wattsförstärkaren "Monstret". Symmetriskt fallande deltoner.



g 5. Switchad nätdel. Princip resp signalform före och efter glering.



g 6. Distorsion relativt utfekt för en förstärkare römförsördj dels av en switchad nätdel (trafo, dioder, pi-filtr) e. nedre kurvan. Restodukterna från den switchade nätdelen orsakar den högdistorsionen.

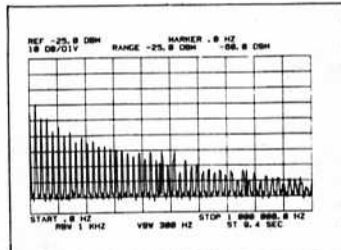
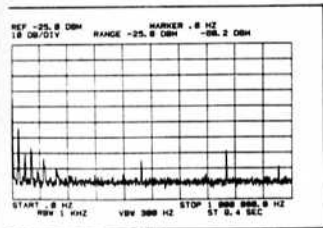


Fig 7. Spektrumanalys av restprodukterna från den switchade nätdelen.



g 8. Spektrum från en högkvalitativ switchad nätdel. ärk närvaron av flera udda deltoner.

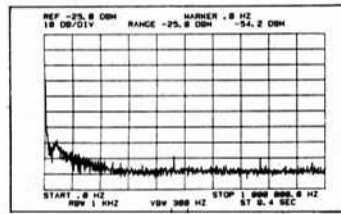


Fig 9. Spektrumanalys av en klassisk nätdel med pi-filtrer. Resultatet är bättre än för de högeffektiva nätdelarna trots att den här är sämre ifråga om andra parametrar. Mycket lite förekomst av udda deltoner överhuvud.

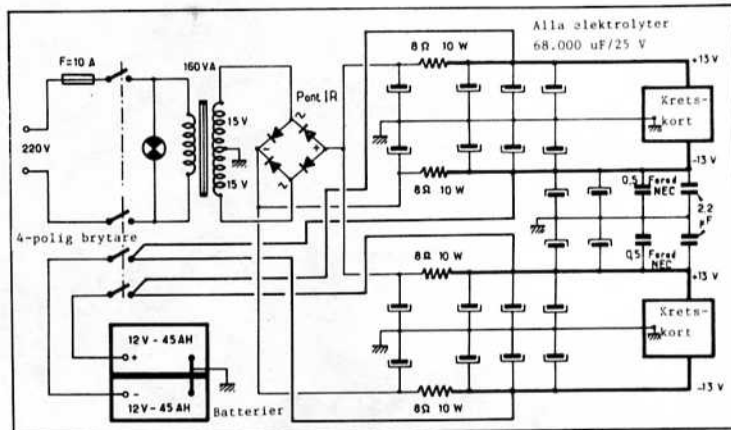


Fig 13. Nätdelen till version 3 av Monstret. Brytaren måste klara minst 25 A.

I verkligheten har man vid jämförelser mellan denna nätdel och en traditionell (brygglikriktare, motstånd, kondensatorer och pi-filtrering) kunnat konstatera mätbara skillnader vad avser distorsion/effekt. Detta framgår av fig 6. En spektralanalys av den switchade nätdelen visas i fig 7.

I bästa fall, där vi inkluderar nätdelar av denna typ som ofta används i bandspelare och CD-spelare, kan man inte prestera bättre än vad som visas i fig 8. Dessutom räckes sällan de nätfiltre som förekommer till för att skydda från parasiter åstadkomna med traditionella nätdelar.

Alltså, en del fördelar, mest av teknokommersiell art, som föder nya nackdelar!

Man återkommer således till den traditionella nätdelen, vars restprodukter (fig 9) spektralt överträffas de bästa switchade nätdelarnas.

"Monster"-nätdelen

Starkt förenklat består vår 2x8 W klass A-förstärkares nätdel av två blyackumulatörer, kopplade till ett antal kondensatorer. Dels har kretsen skapats för att arbeta under ± 12 V, dels är strömförbrukningen rimlig, vilket innebär att den kan spela ganska länge innan det är dags att ladda ackumulatörerna.

I normala fall ligger restproduktionerna från en traditionell nätdel i storleksordningen -70 dB: rester efter filtreringen, oljud från likriktardioderna. Dessutom förekommer diverse brum vid frekvenserna 100, 150 och 200

Hz. Om man använder en filterdrossel, som naturligtvis tar en del plats och måste ha hög induktans och lågt seriemotstånd, kan man trycka ner bakgrunds ljudet till c:a -90 dB.

Dessutom kan man inte hoppas att de kringliggande kretsarna, som normalt matas med en lägre spänning än utgångssteget och oftast regleras med zenerdioder, skall vara tystare än c:a -75 dB. Visserligen kan zenerdioderna parallellkopplas med kondensatorer på 10 - 50 μ F, men även detta fall ger bara c:a -90 dB. Utan att vi förrirar oss in i utredningar kring reglerade nätdelar, som ibland kan vara otroligt snabba och tysta, kan vi i förbigående konstatera, att en drivning med torrbatterier (omöjligt i detta fall) skulle föra oss till -110 till -120 dB. Denna lösning är mycket uppskattad då det gäller att driva förstärkare.

Då vi överstiger -120 dB börjar komponentvalet bli allt mer kritiskt. Batteriernas och kondensatorernas förlustström börjar bli en ljudkälla. Strömmens passage genom motståndet i ett RC-filtrer är tillräckligt för att producera en viss ljudnivå, även om den är låg. Detta ljud ligger mellan -110 och -130 dB.

Målet vi siktar mot är att över-skrida de sista gränserna som komponenterna reser.

Den valda kombinationen: ackumulatör + kondensatorer är inte bara den enklaste, den ger oss också extremt låga impedanser, enorma transientströmmar och nästan obefintligt bakgrunds ljud: några milliohm, mer än 1 000 A, nära 144 dB...

utan de färgningar som kommer från t ex dioder, transformator, magnetiska kärnor, spolar, motstånd, transistorer eller integrerade kretsar.

Det gällde också att uppnå en annan viktig fördel: gemensam nätdel för ingångs- och utgångs- steg med ovillkorlig stabilitet.

I ett bygge med rör som t ex 300B (med ungefär 8 W effekt) har man fördelen av en c:a 30 ggr högre spänning, medan ingångssignalen har samma värde i båda fallen. När nätdelen skall arbeta med så låg spänning som ± 12 V är det naturligt att stabiliteten måste vara mätbart bättre än hos en konventionell nätdel.

De första bevisen för fördelarna med effektförstärkare kopplade ackumulatorer kom 1973 från japanen Hata, som för personligt bruk byggt en förstärkare med hybridkretsar (av medelgod kvalitet) och matade den med ackumulatorer på 70 Ah (4 st, dvs 2×24 V). Detta experiment hade sitt ursprung i ett annat, som utförts 1965 av den välljudssökande chefen för en japansk ackumulatorindustri. Han, som hade god tillgång till ackumulatorer, tvekade inte att bygga om några rum i sitt hus med flyttbara trägol, under vilka han placerade några tiotal ackumulatorer. På det sättet uppnådde han spänningarna, 2,5 V, 60 V och 250 V som drev hans förstärkare, en rörkonstruktion med trioder 2A3.

När fallet var resultatet förbluffande, från basen till högsta diskanten. I det första fallet handlade det först och främst om definitionen. På en viss skiva kunde man plötsligt höra ljud från mixningen av bandet, ljudet från fingrarna som träffade pianotangenterna, andningen hos artisterna samt en mängd andra mikroinformationer, som sedan gjorde det omöjligt att med behållning spela denna skiva på några andra system, där ju denna information gick förlorad.

Hybridkretsen, som var känd för sin aggressiva diskantåtergivning, förlorade med ens denna sin största nackdel.

I det andra fallet, med triodret 2A3, som alltid behandlas lite styvmoderligt vid sidan av 300B, 845, 252A och 275A vad gällde genomsiktighet, definition och "finess", återfanns plötsligt kvaliteter som det var svårt att tro på. Rör 2A3 (det vanligaste i Japan under triodrens stora epok) blev plötsligt befriat från

sina begränsningar, som alla trott vara omöjliga att åtgärda.

Kretskortet

I nummer 4 av *Audio Video* publicerade vi kretskortet och placeringsritningen till 8 W förstärkaren Observera, att återgivningen inte är i skala 1:1. Motståndet på 10Ω som markerats streckat skall monteras på kretskortets kopparsida!

Utgångstransistorerna skall monteras på kylprofiler och isoleras med glimmerskivor. Man måste också använda kiselfett för bättre termisk kontakt.

Jordningen av förstärkaren kan ge problem med hf. Alla jordpunkter måste förenas till en enda punkt med separata trådar. Ingångskontakterna jord ansluts till samma punkt. Från denna punkt går två trådar till utgångarnas jord. Vid problem med självsvängning (skall normalt aldrig inträffa) kan bandbredden minskas genom att man placerar en kondensator på 4 700 till 10 000 pF parallellt med motståndet på 220 ohm. Värdet kan verka högt, men tänk på att motståndet i den negativa återkopplingen bara är 220 ohm.

Var noga med att verifiera matningsspänningen innan kretskortet ansluts. De som bygger version 2 eller 3 bör först kontrollera förstärkaren utan att montera de två "Supercapa"-kondensatorerna. **Om matningsspänningen överstiger 13,5 V får de absolut inte monteras.** Öka i sådana fall värdet på motstånden i nätdelen.

Tomgångsströmmen skall vara mellan 0,5 och 0,6 A. För att mäta den räcker det att ansluta en bra millivoltmeter till vardera sidan av motstånden på 10mH/5 W. Den uppmätta spänningen skall vara mellan 500 och 600 mV. Skulle tomgångsströmmen vara för hög, räcker det att byta ut motståndet på 1 kohm till lägre värde. 910 ohm brukar räcka.

Den enda justering av förstärkaren som behöver göras är att ställa in 0 mV på utgången med trimpotentiometern på kretskortet. Denna manöver kan behöva upprepas efter någon halvtimmes drift, då temperaturerna har stabiliserat sig. Slit nu inte håret av huvudet om du inte skulle lyckas uppnå exakt 0 V. Tänk på att 100 mV avvikelse endast innebär en effekt på 1,25 mW.

Sörj för god luftväxling kring kylprofilerna!

Komponentförteckning till 8 W-nätdelarna:

(Stycklista som avser själva förstärkarelektroniken finns i AV 1986 nr 4).

Version 1

Transformator: 2x14 V, 140 VA (dubbel C-kärna)
Likriktarbrugga: 25 A
Kondensatorer: 6 st Elektrolytkondensatorer 68 000 μ F/25 V CEF, 2 st 2,2 μ F/250 V, polykarbonat
2 st 8 ohm/10 W trådindade

Motstånd:

Version 2

Samma som version 1, med följande tillägg:
Kondensatorer: 2 st 500 000 μ F/10 V "Supercapa"
Batterier: 2 st blyackumulatorer 12 V/6 A

Version 3, "Monstret"

Transformator: Samma som i version 1 & 2
Audio I.R. PD 102
Likriktarbrugga: 16 st Elektrolytkondensatorer 68 000 μ F/25 V, CEF spec
Kondensatorer: 2 st 500 000 μ F/10 V "Supercapa"
2 st 2,2 μ F/250 V polykarbonat
4 st 8 ohm/10 W, trådindade
2 st blyackumulatorer 12 V/45 Ah
Nätfiler: Schaffner 607 (rekommenderas för samtliga versioner)

Motstånd:

Batterier:

Nätfiler:

Gemensamt för samtliga versioner är:

Strömbrytare: 4-pol, 2 lägen 20 A
Säkring: 10 A

Kompletta komponentsatser från:

Tesserakt Media Förlags ab, Hagtornsgatan 5, 571 00 Nässjö, tel: 0380-185 13.

Priser:

Version 1: 2 878:--
Version 2: 4 142:-- inkl ackumulatorer
Version 3: 5 892:-- exkl ackumulatorer

Det är även möjligt att beställa enstaka komponenter liksom kretskort från samma källa.

Enklast inbetalas aktuellt belopp på pg 45 95 72-4, Tesserakt Media Förlags ab, med tydligt angivande av namn och adress samt önskad version. □

Mätningar

Fig 10 visar resultatet av en analys av bakgrundsljudet från en normal nätdel med ett pi-filter och filterkondensatorer på 180 000 μ F. Trots närvaron av seriemotståndet och stora elektrolyter syns en svag rest efter filtreringen, även om den inte är direkt hörbar. Fig 11 a och b visar att nätdelen hos "monstret" ligger klart bättre än mätbarheterna på c:a -120 dB.

Det bekräftar värdet på -140 dB i de fall kretsen matas med batterier utan nätspänning.

Figur 12 visar distorsionspektra hos förstärkaren där man märker hur jämnt distorsionen faller. Denna bild återkommer, och detta är lugnande, vid andra frekvenser och utnivåer.

er. Fig 13 visar schemat för "monstret"-nät-delen. Ackumulatorerna är på 45 Ah och kan lämna 170 A under flera sekunder. Parallellt med dem ligger kondensatorerna, vars totala kapacitans överstiger 2 Farad.

De läsare som redan hunnit bygga "monstret" har kunnat märka en enorm kraftreserv, en snabb och bestämd bas, ett mycket detaljerat och naturligt mellanregister och diskant tillsammans med en förmåga att återskapa rumsintrycket med flera nivåer både framför och långt bakom högtalarna. Vad det gäller det särklassigt avspända ljudet spelar alltså nätdelen en avgörande roll.

Till mångas förvåning räcker uppenbart 8 watt i de allra flesta fall till att fylla de flesta rum! □

Copyright: Éditions Fréquences och AV. Allt icke auktoriserat eftertryck eller återgivande, helt eller delvis, förbjudet.

för

Stycklista för 8-watts-förstärkaren Monstret:

Komponentplacering, se ritningen. Avser stereo.

Motstånd: (samtliga, utom där annat sägs, tantalmotstånd 1/2W)

2 st	1,2 k Ω
1	47 k Ω
4 st	1 k Ω
8 st	2 k Ω
2 st	10 Ω
2 st	220 Ω
4 st	1 Ω (5 W trådlindat)
	Trimpot 100 Ω COSMOS RA12P

Kondensatorer:

4 st Tantal-kondensatorer 68 μ F/25 V CTS 13

Transistorer:

2 st par	✓✓ 2SD844/2SB754 ✓✓
2 st par	✓ 2SB716/2SD756 ✓✓✓
2 st par	✓✓ 2SK170/2SJ74 ✓✓
2 st par	✓ 2SC1775A/2SA872A ✓

Kompletta byggsatser finns redan nu att beställa. Tre olika typer finnes. Endast nätdelen skiljer.

Typ 1	408.000 μ F
Typ 2	1.408.000 μ F + 2 st ackumulat. 12 V 6 Ah
Typ 3 "monstret"	2.088.000 μ F + 2 st ackumulat. 12 V 45 Ah

Nätdelarna presenteras utförligt i nästa nummer av AV.

Observera, att samtliga versioner är nätdrivna. Även transformator av speciell typ samt likriktare ingår i satserna.

Priser:

Typ 1	2 878:–
Typ 2	4 142:– inkl ackumulatorer
Typ 3 "monstret"	5 892:– exkl ackumulatorer

Alla versioner kan enkelt uppgraderas till nästa större version.

Varma kan beställas från:
TESSERAKT Media Förlags ab
 Hagtornsgatan 5
 571 00 NASSJÖ
 Tel: 0380-185 13
 Enklast inbetalas aktuellt belopp på pg 45 95 72-4, Tesserakt Media Förlags ab, med noggrant angivande av namn, adress samt önskad version.

750 mW) på den nya drivern. Detta är dock tillräckligt för att "styra ut" utgångssteget.

Utgångsparet 2SD844 och 2SB754 är av gutenberg typ i en ny kåpa. Detta komplementära par har en P_C på 60 W, vilket är tillräckligt för att prestera en modular effekt på 8 till 15 W i klass A. Detta par kan arbeta med en hälften så hög ingångsspänning som paret 2SD188/2SA627, vilket förklarar användningen av det svagare drivsteget.

Fig 3 visar de skillnader som finns mellan transistorerna.

Det framgår att dessa transistorer inte skulle passa för att arbeta i klass A upp till 20 W.

Skillnaderna mellan ett utgångssteg uppbyggt med 2SB716/2SD756 och 2SD844, 2SB754 är, jämfört med 2SC1096/2SA634 och 2SD188 2SA627:

– lite lägre distorsion mellan 0, och 3 W vid höga frekvenser (tack vare lägre C_{ob} hos drivern)

