

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
 Hagtomsgatan 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 modulerad 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 hita 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 av 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 eftersträvaransvärt 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 Gm 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 Gm: 2,2 mMho.

Nackdelarna med dem är däremot många:

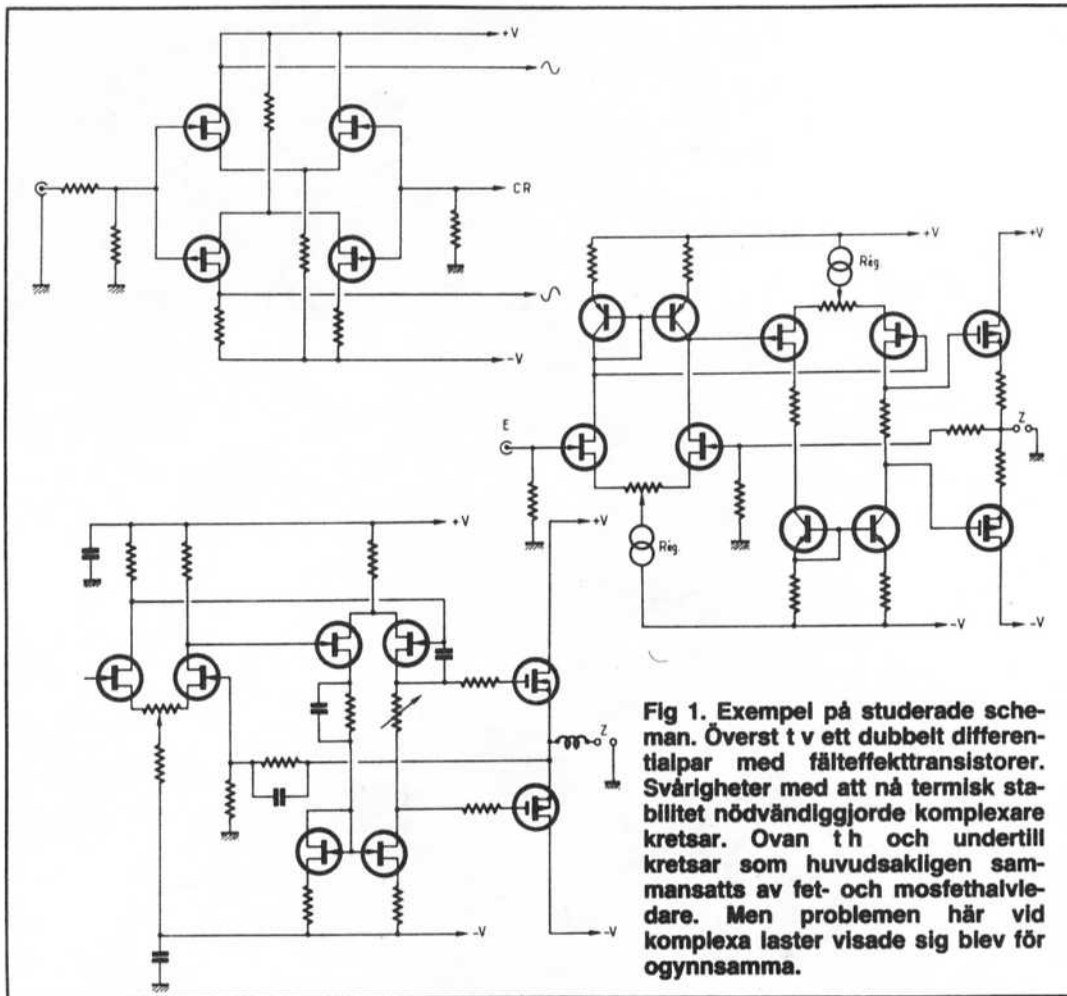
- hög förlustström i styret;
- parasitkapacitanserna C_{iss} och C_{rss} är betydande: 30 pF och 6 pF (mot 8 och 2 pF hos 2SD10AGR);
- förlustströmmen hos styret ökar mycket snabbt då arbetsspänningen V_{DS} ökar;
- mättnadsspänningen hos ingången är mycket låg p g a hög förluststyrning (c:a 0,2 V)

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).

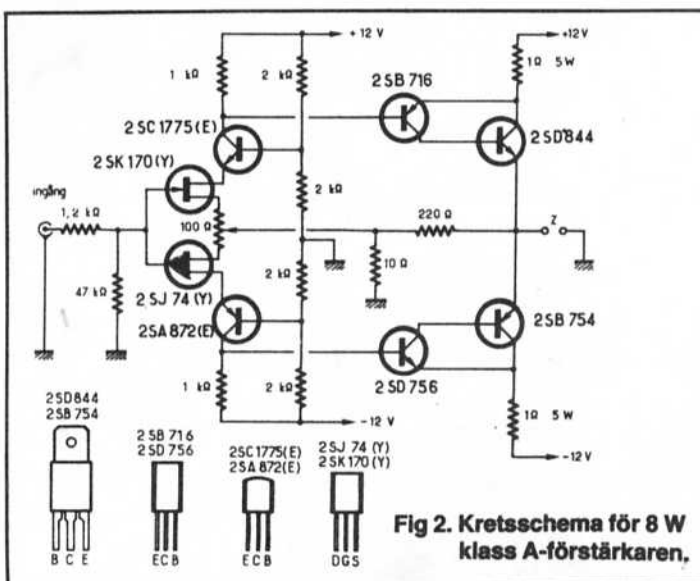
Figur 8 visar ingångskretsens schema och elektriska ekvivalensschema. Denna koppling är intressantare än en standard-



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



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.

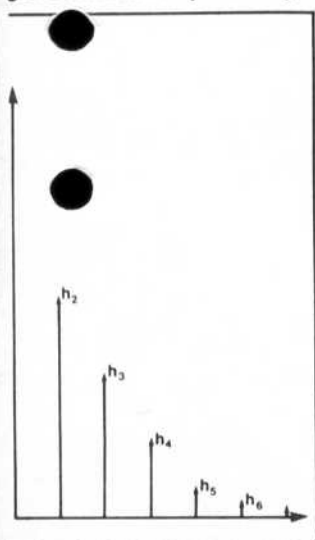


Fig 4 a. Distorsionsspektrum i kaskodkoppling mellan FET och bipolära transistorer.

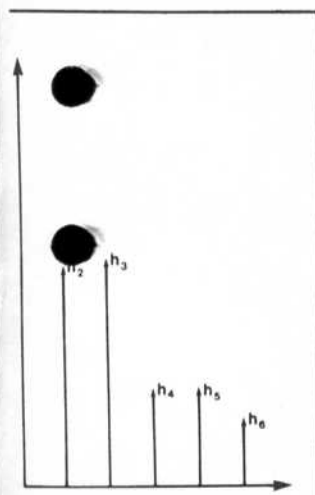


Fig 4 b. Distorsionsnivåer vid komplementär av fet.

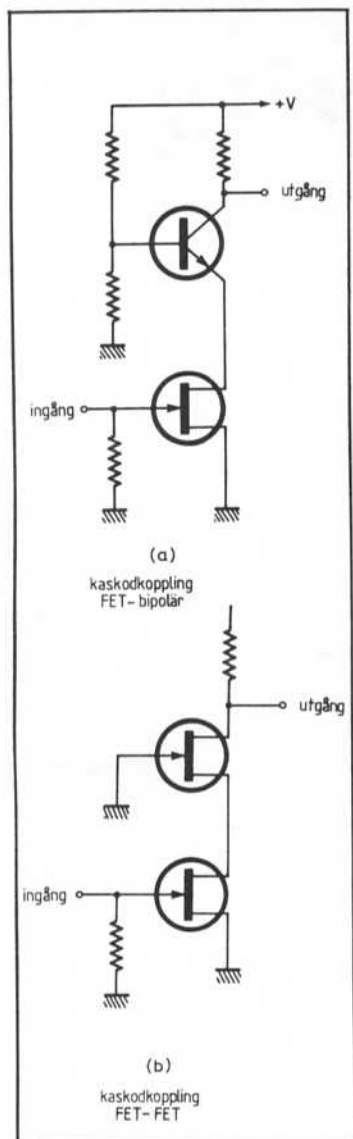


Fig 5. Kaskodkoppling.

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

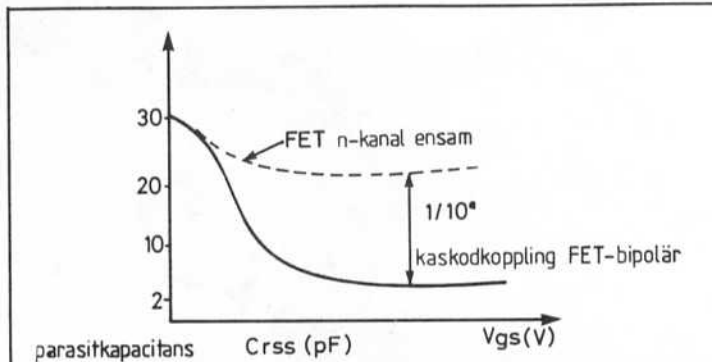


Fig 6. Minskning av Miller-effekten tack vare kaskodkopplingen.

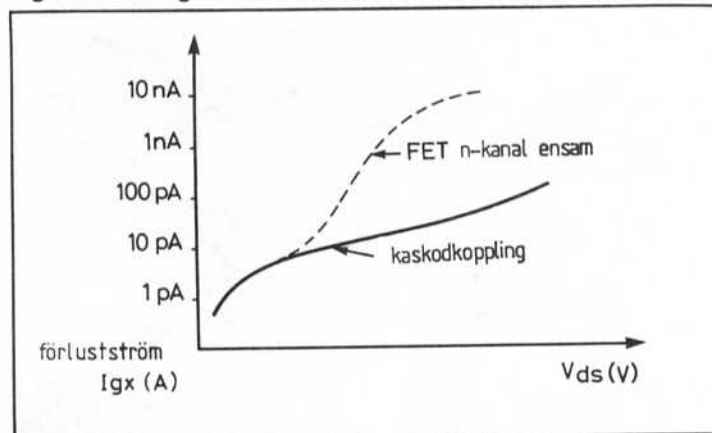


Fig 7. Minskning av läckströmmen I_g för två fall: Vid kaskodkoppling och med en enda fälteffekttransistor i förhållande till kaskodkopplingen.

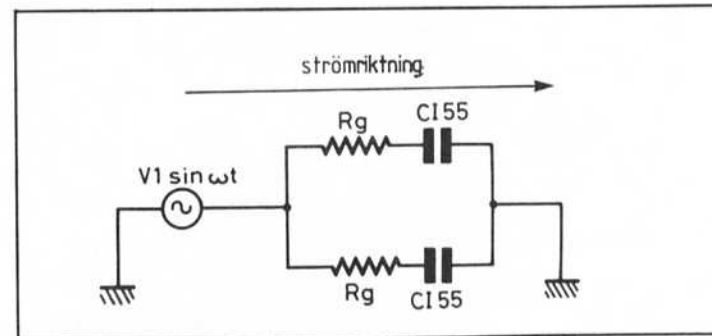


Fig 8 a. Elektriskt ekvivalentschema för den komplementära kaskodkopplingen.

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

Det hela sammantaget får

Forts sid 57

