

Printudlægningen til en stereoversion af forstærkeren.

data - der har været skrevet om i de seneste par år - går ud på, at frembringe den samlede modkobling i mindre lokale modkoblinger og øge open-loop polerne over 20KHz. Om arrangementet så virker, er det nu ikke enhver dødelig beskåret at kontrollere! Men - OK prisen for

muligheden er lille. R9 skal da være 1 Mohm.

R8 skal genetablere den DC-ballance, der til dels ødelægges af R9.

For at det senere beskrevne forsinkelses-kredsløb skal kunne fungere sikkert, må R8 ikke være helt så stor som R9, hvad

SELVBYGGERFORSTÆRKER



YLJH.I.
90W



Forstærkeren her er konstrueret efter de nyeste principper, og b.l.a. beregnet med hensyntagen til frihed for TIM-forvrængning.

Effektafgivelsen er 2 x 40 W RMS i 8 ohm, men i konstruktionen er indbygget en brokoblingsmulighed, således at 100 W i 8 ohm kan realiseres.

Forstærkeren er meget ideel, hvis man eksperimenterer med elektroniske delefilter, idet byggeprisen kan holdes nede på et rimeligt niveau.

Artiklen kan samtidig give indsigt i forstærkerkonstruktion.

En af reflektionerne på vores højttalerkonstruktioner, som ofte har været med subwoofer, har været ønsket om en prisbillig og god selvbyggerforstærker. Konstruktionen her er svaret på de mange henvendelser. Specifikationerne er gode, og den 2 x 40 W store forstærker har en indbygget brokoblingsknap, således at 100 W RMS i 8 ohm kan klares.

Man kan herefter forestille sig et stk YLJH I forstærker til sidesystemerne, og en YLJH I - som kører brokoblet til subwooferen.

YLJH I - forstærkeren er særdeles gennemprøvet, og foruden de mange sikringsmuligheder, er der en tidsforsinket opstart, således at DC-knald i højttalerne undgås.

ØGET OPEN - LOOP FOR GODE TIM-DATA

Forstærkeren er opbygget omkring den nye National IC LM 391.

Denne IC er specielt udviklet som driver for audio udgangstrin, og i modsætning til de fleste ældre audio-IC'ere, er der med LM 391 basis for at opnå gode resultater for støj og forvrængning.

Typiske data er:

Støj(indgangsrefereret)..... 3 v
Total harmonisk forvrængning

1 KHz..... 0,01%

Intermodulationsforvrængning... 0,01%

Det endelige kredsløb afhænger selvfølgelig af de tilkoblede ydre kredsløb.

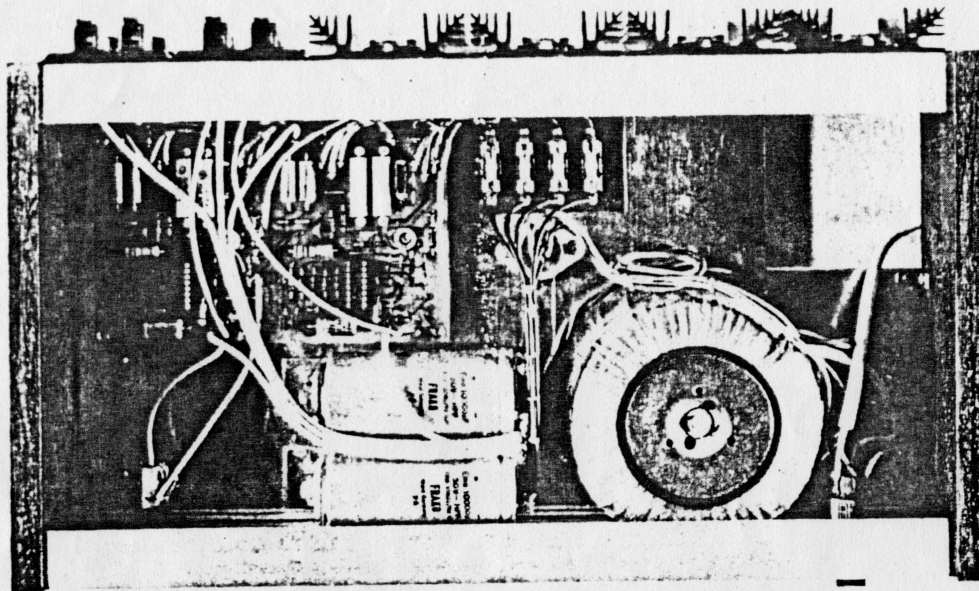
Indbygget i kredsen er en række lettilgængelige features, som muliggør safe-operating area beskyttet af udgangstransistorerne, tidsforsinket opstart mm. Disse realiseres med simple midler.

Som komplementært udgangstrin er valgt Mj 3001 (npn) og Mj 2501 (pnp). Det er Motorolas 150W darlington.

Kondensatoren C5 er frekvenskompensering for at forhindre selvsving (her 4,7pF) og det er forskellige faktorer, som stiller krav til denne. Heriblandt er forstærkerens størrelse og dataspredningen på kredsen. Med de 4,7pF skulle de fleste realistiske muligheder dog være dækket.

Kondensatoren C4 øger undertrykkelsen af forsyningstøj, og skal, hvis den indstilles, være lig med C5.

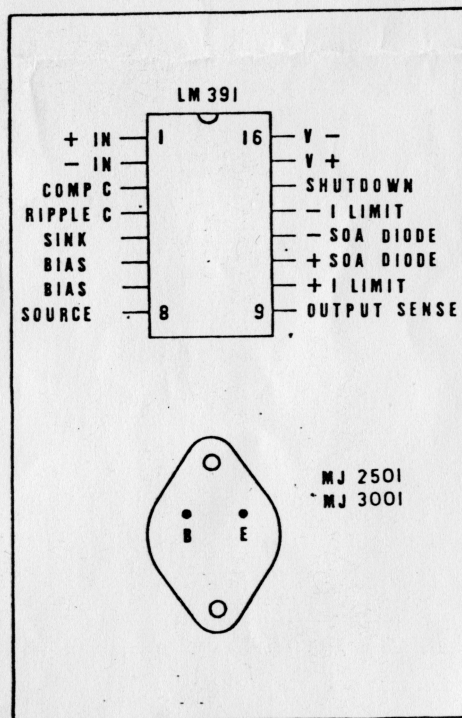
R4 indlægger en lille lokal modkoblingsløkke i kredsen og øger derved den open-loop grænsefrekvens, som hovedmodkoblingsnetværket (R1,R2,C2) ser til ca 30 KHz. De nyere teorier for gode TIM-



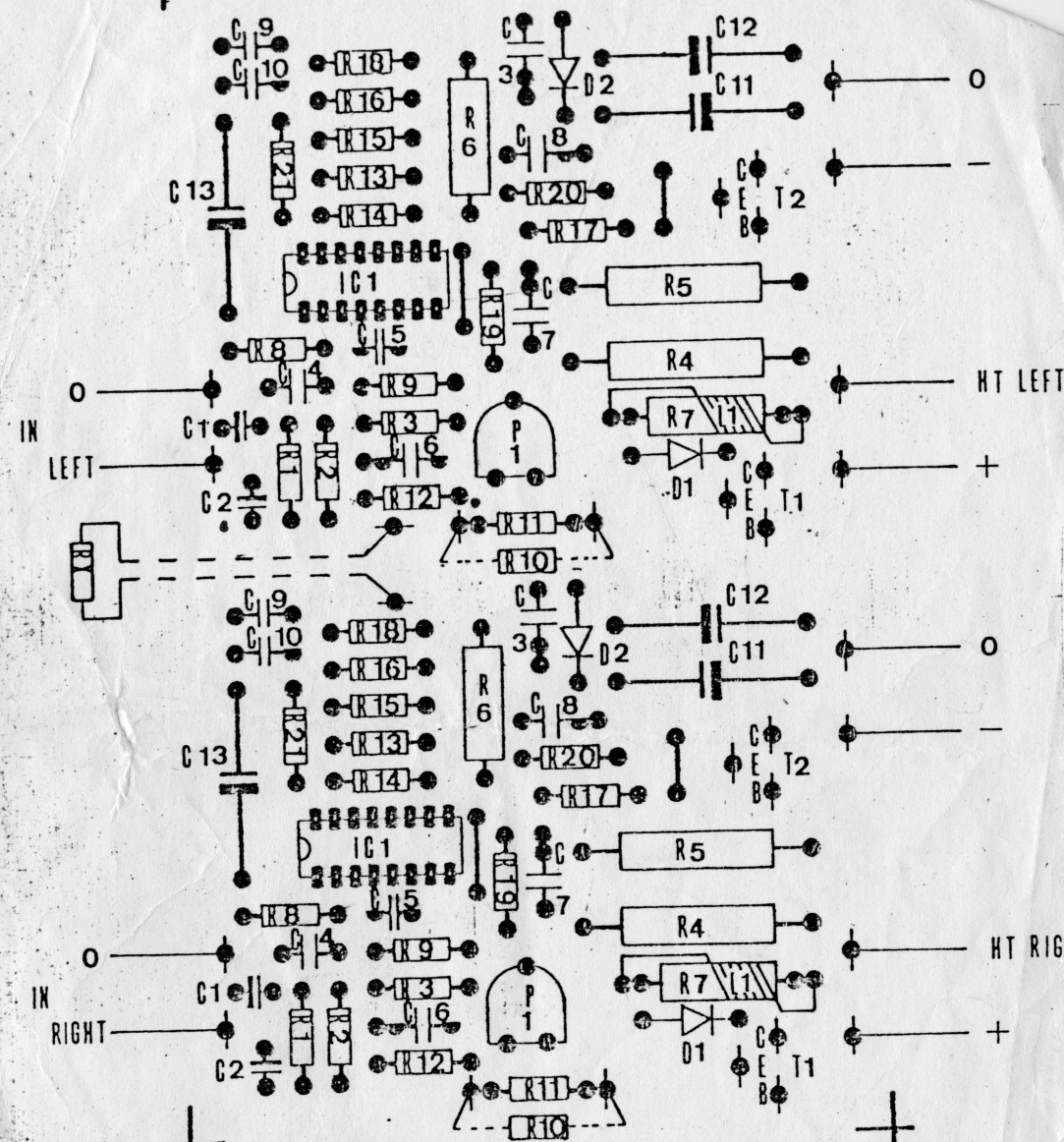
dre termisk run-away, der kan afbrænde T1 og T2, isættes NTC'en i biaskredsløbet. NTC'en anbringes på kølepladen sammen med udgangstransistorerne. Ved stigende temperatur, hvor udgangstransistorernes strømforbrug stiger, sørger NTC'en via kredsen for at lukke ned for biasstrømmen og holder dermed hvilestrømmen inden for rimelige grænser. Den benyttede NTC er valgt, så den er til at købe for alle. Det er en gevindmonteret og den hedder K 25. Da en NTC

som denne kan have en for brutal virkning - den kan lukke helt ned for hvilestrømmen ved store temperaturstigninger - indsættes R 11 parallelt med den. R 11 kan da kalibreres til lige netop den størrelse, der tillader NTC'en at stabilisere hvilestrømmen. Benyttes de anbefalede køleplader vil $R_{11} = 4,7 \text{ K}$ være passende.

Med R21 og C13 laves den tidsforsinkede opstart. Når der tændes for forsyningen er kredsen lukket, indtil en lade strøm fra ben 14 til C13 gennem R21 er faldet til en vis værdi, dvs. C13 delvist opladet. Der er en del begræns-



Benkonfigurationen på driverkreds og udgangstransistor.

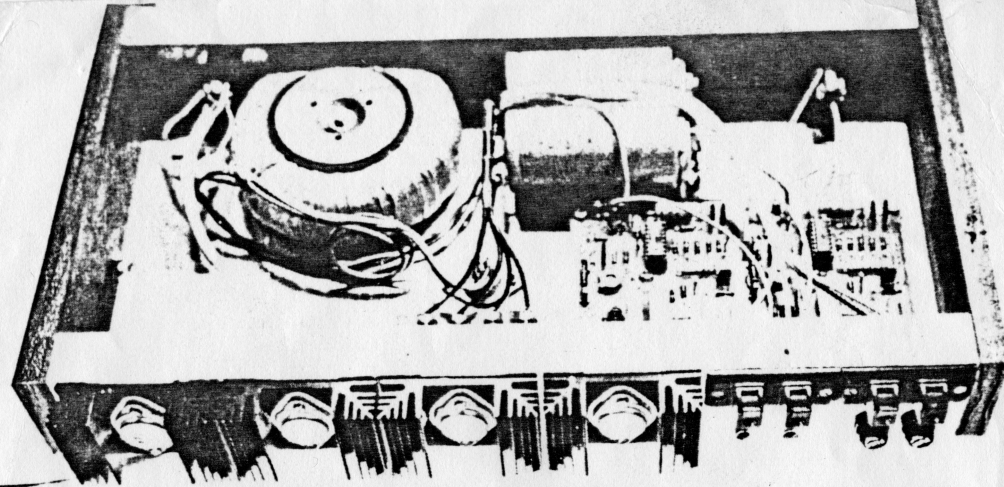


Komponentplaceringen på printet, bemærk Rx, som brokobler opstillingen.

den skulle for DC-balance.. R8 er 910 K, den kan evt frembringes af 2 stk 1 M i parallel. I dette tilfælde målttes en helt acceptabel DC-offset på 10 mV på udgangen.

Biaskredsløbet består af P1, R11, R12, C6 og NTC'en R10. Med P1 justeres hvile-

strømmen i T1 og T2. C6 reducerer forvrængningen ved høje frekvenser og forbedrer transient-responsen. $P1 = 10 \text{ K}$, $R12 = 2,2 \text{ K}$ og $C6 = 0,1 \text{ uF}$ Standard. Da der er benyttet darlington-udgangstransistorer, er der ret store problemer med temperaturstabilitet. For at forhindre



I_{sek} bør være omkring 3,6 A eller mere, hvis effekten skal holdes. Brokoblingen B 80 C 5000/3300 med beslag til chassismontering er glimrende.

Kølepladerne bør have en termisk modstand omkring 3 - 3,5°C/W eller gerne mindre. Med den benyttede type - se styklisten - målt en maksimal temperatur på kølepladerne på 80°C ved en noget utopisk belastning på 90 W RMS brokoblet. Ved udstyring med programmateriale vil så store effekter kun forekomme i spidserne, med mindre man nyder at høre på 90% forvrængning. Temperaturen på kølepladerne vil derfor i praksis være en del lavere.

DEN PRAKTISKE OPBYGNING

På diagrammet ses 3 forskellige signaturer for stelforbindelserne. Disse antyder, at de skal trækkes separat. Stel fra indgangsbøsningerne tilsluttes printspydene i indgangen på forstærkerprintet. Derfra trækkes en ledning til stel på lytterne i forsyningen. Stelspydene ved udgangen (sidder ved C11 og C12 forbindes ligeledes separat til forsyningen. Endelig trækkes højttalerstel separat til forsyningen. Stelpunktet ved forsyningen forbindes til chassis. Brug gerne 0,75 mm² til alle forsynings- stel- og højttalerledninger. Husk skærmerkabel i ind-

gangen. Endelig skal der trækkes ledninger til NTC'erne fra printspydene ca. midt på printet. Emittormodstandene (5W) monteres svævende ca. 5 mm over printet, da de kan blive temmelig varme.

Med mindre man har værktøj til aflodning af de integrerede kredse, kan det kun anbefales, at der benyttes sokler til montering af de 2 IC'ere. På tegningen er angivet en del sikringer. De eneste som evt kan udelades er højttalersikringerne F1. Primærsikringen skal være der, og værdien skal være 1,5 amp træg.

Til strømforsyningen må det anbefales, at de viste sikringer F3 og F4 findes i hver kanal. En værdi på 2,5 amp flink vil være passende.

Hvis højttalersikringerne vælges med i konstruktionen, kan disse beregnes efter følgende udtryk:

$$I(rms) = \sqrt{P(out)RMS/z(ht)}$$

$I(rms)$ er sikringsstørrelsen,
 $P(out)RMS$ er højttalereffekt,
 $z(ht)$ er højttalernes impedans.

20 W for en 8 ohms højttaler vil således svare til en sikring på 1,5 amp flink.

ninger på denne ladestrøm, der afhænger af plusforsyningen og R21. Med den her benyttede værdi på 47 K ohm er funktionen dækket ind ved realistiske forsyningsspændinger. Beregn nu C13:

$$C13 = t \text{ sek.} / (2 \times R21) \\ \text{her } 2 \text{ sek.} \\ \text{dermes } C13 = 22 \text{ uF} \\ (t = \text{ønsket tidsforsinkelse})$$

R6 og C3 (her 22 ohm/1 W og 0,1 uF) Frekvenskompenserer udgangstransistorerne.

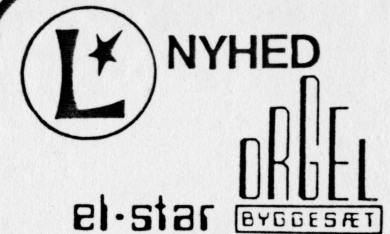
R7 og L1 isolerer mod kapacitiv belastning. Den fremstilles f.eks. af en 10 ohms 1W modstand, hvorpå der vikles omkring 20 vindinger af ca 0,9 mm lakisoleret kobbertråd. Spolen skulle da gerne ligge i nærheden af 5 uH.

Modstandene R13 til R20 samt emittermodstandene R4 og R5 og kondensatorerne C7 og C8 indgår i beskyttelseskredsløbet for udgangstransistorerne. (Dual-slope safe-operating-area protection) se værdierne i styklisten.

Dioderne D1 og D2 beskytter T1 og T2 mod spændinger større end forsyningsspændingen.

Kondensatorerne C9 og C12 er forsyningsafkoblinger.

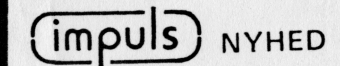
Forsyningsspændingen må pga. kredsen ikke overstige plus/minus 40 Volt. Dette medfører, at transformatorens tomgangsspænding - når der tages højde for overspænding på lysnettet - ikke må overstige 2 x 25 v. Den her benyttede trafo har 24,8 v tomgang og 2 x 22 v ved fuld last. Med denne trafo er den maximale effekt begrænset til ca. 2 x 35 W RMS i 8 ohm. Små 10 W mere kan eventuelt hentes ved en mere rigeligt dimensioneret trafo, der ikke har større tomgangsspænding men større fuld-last-spænding. Lytterne i forsyningen kan det dårligt betale sig at gøre større, da de er forholdsvis rigeligt dimensioneret. En fordobling af kapaciteten vil skønmæssigt kun give et par watt ekstra. VA-tallet for trafoen bør være ca. 160 eller større. (evt 2 x 80 VA med separat forsyning)



Orglet der kan "vokse" efter behov. Fra 3 oktaver op til 5 el. 6.
 Fra 1 til 8 basic-kor. (registerkor)
 "Anslogs-teknik" (orgel, klaver m.m.)
 Kontakter (fosforbronce) "indbygget"
 GRATIS heftet: noget om - el-star orgler.

LØSDELE.

Loddækfolie 20 W.	Kr. 69,25
Elektronik-bidetang.	Kr. 59,75
Printfremstillingssæt	Kr. 48,50
300 W Ultralys-lampe.	Kr. 141,00
250 stk Modstande E 12RK . . .	Kr. 43,00
25 stk BC 173 el BC 252.	Kr. 18,75

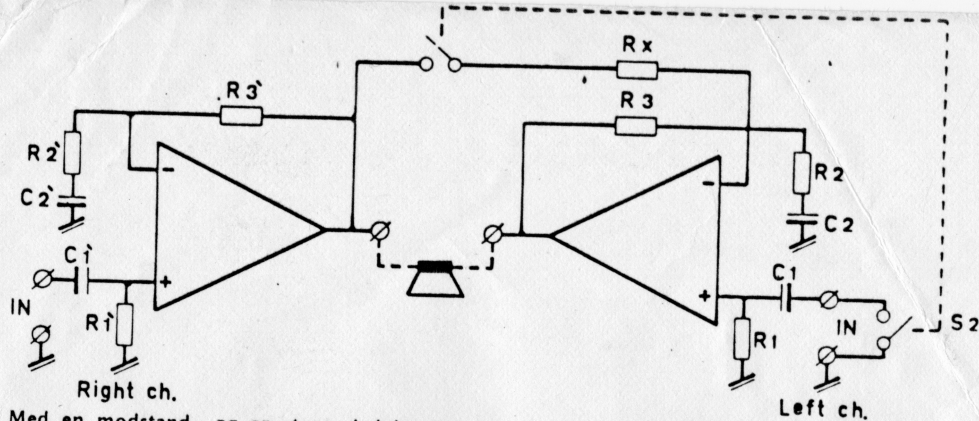


A 20 FOTOTIMER 0,8 - 60 sek. Kr. 69,90
 Kan også anvendes sqm "trappeautomat"
 Energibesparende (1-4min)

IMPULS byggesæt.

Enkelt terning	Kr. 43,40
Dobb. terning	Kr. 75,90
Roulette (37 lysdioder)	Kr. 155,40
Tips "computer" TIP 13.	Kr. 36,70
MUSIK "dørklokke"	Kr. 96,30
Rytmebox M. 255	Kr. 289,50
Rytmebox DELTA 1.	Kr. 410,00

el-star hobby
 finsensvej 143
 71775 2000 kbh. F



Med en modstand og en stump ledning kan man brokoble forstærkeren til at give ca.100W.

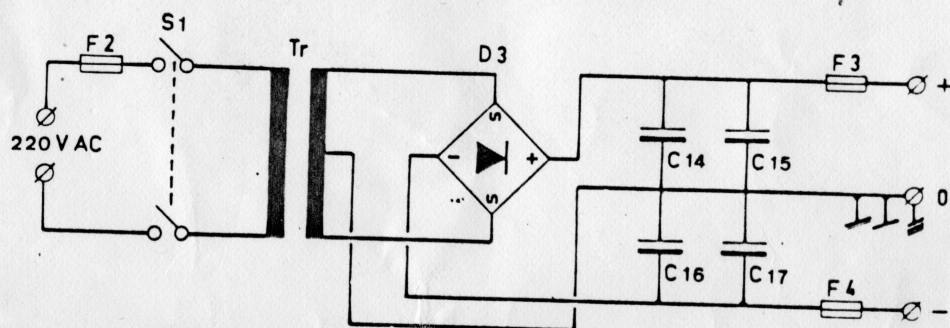


Diagram over strømforsyningen til forstærkeren.

Er fuld udstyring 40W i 8 ohm skal forstærkningen være:

$A(v) = 18/U(in)_{RMS}$ gange
Her er valgt en værdi på 0,8 V, og derfor $A(v) 22,5$.

Nu kan R2 bestemmes:

$$R2 = R3 / (A(v) - 1)$$

Her = 4,7K, $A(v) = 22,3$.

Overføringskondensatoren C1 i indgangen giver en nedre grænsefrekvens:

$$f(L)1 = 1 / (6,28 \times R1 \times C1)$$

Her C1 = 2,2 uF og $f(L)1 = 0,7$ Hz.

På samme måde giver kondensatoren C2 i modkoblingsnetværket en nedre grænsefrekvens:

$$f(L)2 = 1 / (6,28 \times R2 \times C2)$$

Her C2 = 22 uF og $f(L)2 = 1,5$ Hz.

Den samlede nedre grænsefrekvens bliver på små 2 Hz. Ved indgangsimpedanser under ca. 10 Kohm kan C2 undværes. Lad da $R2 = R1$ og beregn R3 ud fra $A(v)$ udtrykket. Bemærk at R3 af støjensyn helst ikke bør blive meget over 100 Kohm i alle tilfælde.

Med de valgte værdier fås følgende data:

Effekt:
RMS

2 x 35W i 8 ohm
2 x 45W i 4 ohm
Brokoblet - 1 x 90W i 8 ohm

Øvre grænsefrekvens
Nedre grænsefrekvens

60 KHz
1,7 Hz

Slew -Rate

Med beskyttelseskredsløb
Uden beskyttelseskredsløb

±12V
±25V

12 Konstruktionstillæg

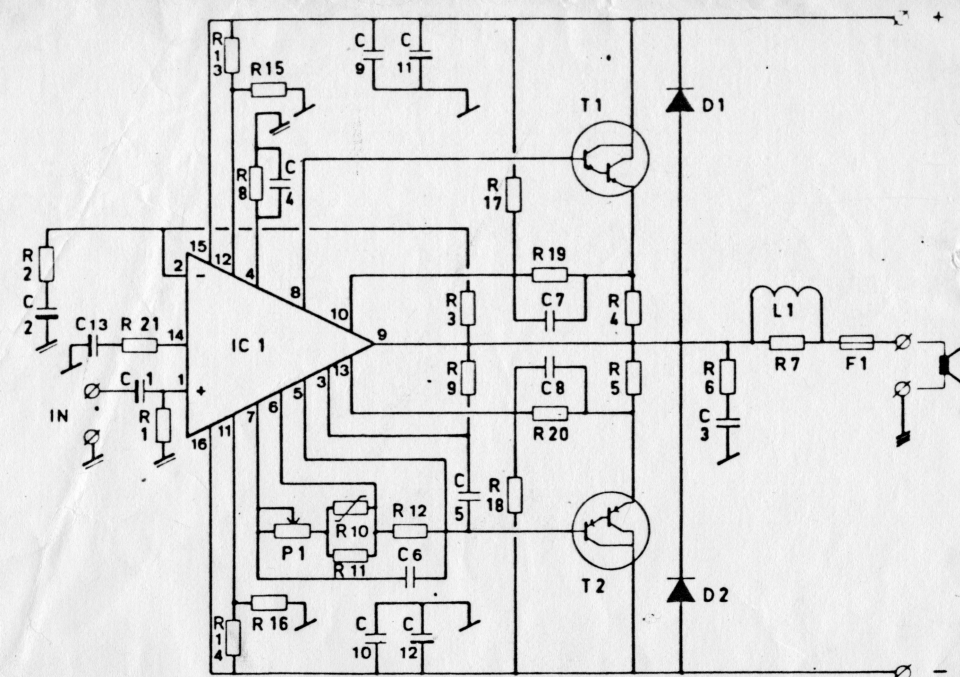


Diagram over en forstærkersektion.

BROKOBLINGEN

Højttalerudgangen er i det brokoblede tilfælde mellem de to HT-spyd. Indgangen er indgangsbøsningen for den højre kanal. Med permanent brokobling kan Rx monteres direkte på printet, dernæst kortsluttes den venstre indgang, og forstærkeren er brokoblet. Funktionen kan også gøres valgbare med en dobbelt omskifter, hvor en sluttekontakt benyttes til at kortslutte venstre indgang og den anden sluttekontakt til at etablere forbindelse mellem det ene Rx spyd og Rx. Brug skærmbekabel ud til omskifteren.

JUSTERINGEN

Justeringen er meget enkel, og kan udføres blot ved hjælp af et universalinstrument.

Sæt P1 i midterstilling. Sæt sikringer i til 1 kanal ad gangen. Med et voltmeter måles spændingen over R4. Spændingen skulle gerne være under ca 0,2 V. Juster nu ret hurtigt - inden forstær-

keren når at varmes op af tomgangsstrømmen - til spændingen er lidt under 0,1 V. Der vil da løbe ca. 200 mA hvilestrøm, som efterhånden vil falde til ca.100 mA, når forstærkeren er varmet igennem. Vil man have en mere nøjagtig indstilling, må der justeres i flere omgange, evt. med et milli-ampere-meter i serie med plus eller minus.

MODIFICERINGER:

For de, som evt. ønsker at tilpasse forstærkeren nærmere til egne behov, følger her en række simple beregningsudtryk og forklaringer på komponentfunktioner:

Vælg først den ønskede indgangsimpedans:

$$Z(in) = R1, \text{ (her valgt 100 K)}$$

For DC-balance, der reducerer offsetspændingen på udgangen bør:

$$R3 = R1$$

Dernæst vælges forstærkningen. Hertil skal der bestemmes $U(in)_{RMS}$, der er indgangsspændingen ved fuld udstyring.

STYKLISTE

R1	100K	F1	se tekst (2 stk.)
R2	4,7K	F2	1,5 A træg
R3	100K	F3, 4	2,5 A flink (2 x 2 stk.)
R4	0,39 /5W		
R5	0,39 /5W		
R6	22 /1W		Desuden sikringsholdere afbrydere og kabinet efter smag og behov.
R7	10 /1W		
R8	910K		
R9	1 M		Teleprint 79 10 01 kr. 49,85
10	6K NTC, Siemens K25		
R11	4,7K		
R12	2,2K		
R13	39K		
R14	39K		
R15	15K		
R16	15K		
R17	120K		
R18	120K		
R19	1K		
R20	1K		
R21	47K		
P1	10K minitrimmer		
Rx	100K		
C1	2,2uF/tantal 35V		
C2	22uF6tantal 16V		
C3	100nF		
C4	4,7pF ker.		
C5	4,7pF ker.		
C6	100nF		
C7	1nF		
C8	1nF		
C9	100 nF ker.		
C10	100 nF ker.		
C11	10 uF/63V		
C12	10uF/63V		
C13	22uF/63V		
Alle ovenstående 2 stk af hver, på nær Rx, af hvilken der kun skal bruges 1 stk.			
C14,15,16,17	4700uF/63V		
	(ell. 2 stk 10000uF/63V)		
T1	Mj 3001 (2 stk.)		
T2	Mj2501 (2 stk.)		
IC1	LM-391-80 (2 stk.)		
D1, 2	1N 4003 (2 x 2 stk.)		
D3	B 80 C 5000/3300		
L1	20 vdr. Ø=0,9 mm.(2 stk.)		
Trafo	Transduktor type 6028(ringk.)		
Køleplader	Fischer SK 48 - 50 mm.		
	(ca 2,7 ⁰ /W) 4 stk.		

OBS!

Nu er 79-kataloget fra

OPPERMANN électronique

Europas største byggesætproducent, kommet.

450 siders spændende stof med diagrammer over vore 184 forskellige byggesæt inden for CB-, LF- og impulsteknik samt autoelektronik foruden masser af gode lødselstilbud.

Få det sendt med posten mod kr. 25,00 i forudbetaling på giro: 4 31 19 14.

Vort stødpudelager på 5000 flotte byggesæt med reservedele og kabinetter til disse, er din garanti for hurtig levering og god service.

Og husk, alle vore print er borede og med påtrykt tekst og loddemaske, der fører til bedste monteringsresultat.

Om du er privat kunde eller ungdomsskole, køb også hos

OPPERMANN electronique

O. B. Carlsen, Ørstedsgade 19
6400 Sønderborg

Tlf. 04 - 42 70 45 . Giro 4 31 19 14