

- uitgangsvermogen tot ruim 40 Watt
- hoog rendement
- zeer geringe cross-over-vertorming
- langdurig kortsluitvast
- geen afregelementen
- geen ruststroom
- eind- en stuurtransistoren hoeven niet gepaard te zijn.

nieuwe edwinversterker

Na ruim een jaar ervaring met de edwinversterker (ruim 10.000 gebouwd) is in het elektuurlaboratorium een nieuwe versie ontwikkeld, die enkele grote verbeteringen bezit t.o.v. zijn voorganger en geschikt is voor vermogens tot 40 Watt.

Hoewel de elektrische eigenschappen uitstekend zijn is het grootste voordeel van deze versterker wel de zeer goede reproduceerbaarheid, die te danken is aan de relatief geringe tegenkoppeling en het feit, dat er geen ruststroominstelling aanwezig is (ruststroom is nul).

Het principe van de edwinversterker is reeds uitgebreid beschreven in januari 1970. De werking berust op het feit, dat de uitgangen van twee versterkers, te weten een klasse A en een klasse B versterker, worden doorverbonden. De klasse A versterker fungeert tevens als stuurtrap voor de klasse B versterker. Figuur 1 toont hoe een en ander praktisch kan worden verwezenlijkt. De transistoren T_2 en T_3 worden ingesteld d.m.v. drie dioden, zodat er een bepaalde stroom loopt. T_2 en T_3 zijn dus ingesteld in klasse A.

Voor kleine signalen neemt deze stuurtrap het uitgangsvermogen voor zijn rekening, terwijl bij grotere signalen de eindtransistoren in geleiding komen (zie figuur 1). Deze overnamevorm verloopt bijzonder vloeiend en kan d.m.v. tegenkoppeling tot een uiterst minimum beperkt blijven. Zoals bekend, heeft 't Edwinprincipe duidelijke voordelen t.o.v. konventionele schakelingen:

1. Er behoeft geen ruststroom ingesteld te worden.
2. Niet afhankelijk van de eigenschappen van de eindtransistoren (ze hoeven niet gepaard te zijn).
3. Kleine overnemingsvertorming.

De nieuwe Edwinversterker

De verschillpunten tussen de nieuwe en de oude edwinversterker zijn als volgt samen te vatten:

1. De componenten die gebruikt zijn, zijn over het algemeen gemakkelijk verkrijgbaar.

2. De eindtransistoren 2N3055 of BDY20 kunnen een groot vermogen dissiperen.

3. De toonregel-versterker is niet meer geïntegreerd in de eindtrap, waardoor een compacte, goed reproduceerbare schakeling is ontstaan.

4. De tegenkoppelfactor is bewust wat kleiner gehouden (ca. 36 dB), waardoor de kans op oscilleren bijzonder gering is. Desondanks is door verlaging van de emitterweerstand van de stuurtransistoren en een betere stroomsturing aan de bases, de overnemingsvertorming uitzonderlijk laag.

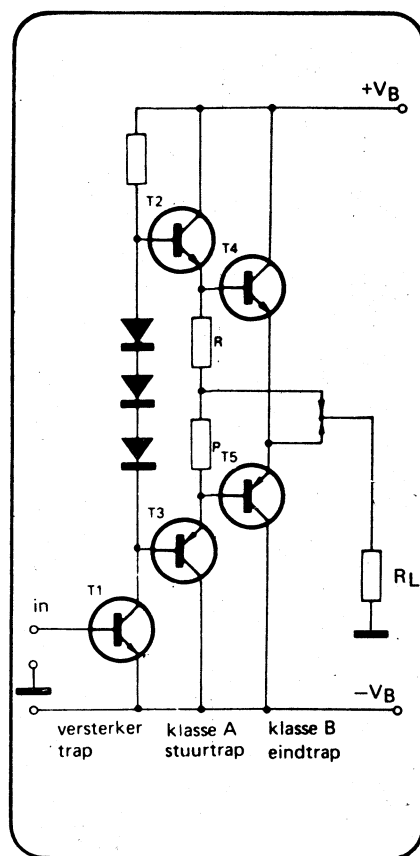
5. De luidsprekeruitgang is beveiligd tegen overbelasting en kortsluiting, ook gedurende lange tijd, mits voldoende koeling aanwezig is.

6. De schakeling is geschikt voor verschillende vermogens van 10 tot 40 watt, door enkel de voedingspanning te veranderen.

7. De voeding kan betrekkelijk eenvoudig van opzet zijn en hoeft beslist niet te worden gestabiliseerd.

8. De versterker is geschikt voor de meest uiteenlopende luidsprekerimpedanties, waarbij uiteraard bij optimale belasting het maximale vermogen kan worden bereikt.

9. Het rendement is groter dan 60%. Met een gestabiliseerde voeding bedraagt het rendement zelfs 70%,



Figuur 1. Principeschema van een eindtrap volgens het edwinprincipe

maar in dat geval wordt weer ekstra vermogen gedissipeerd in de stabilisatie, waardoor het totale rendement in feite dus achteruit gaat.

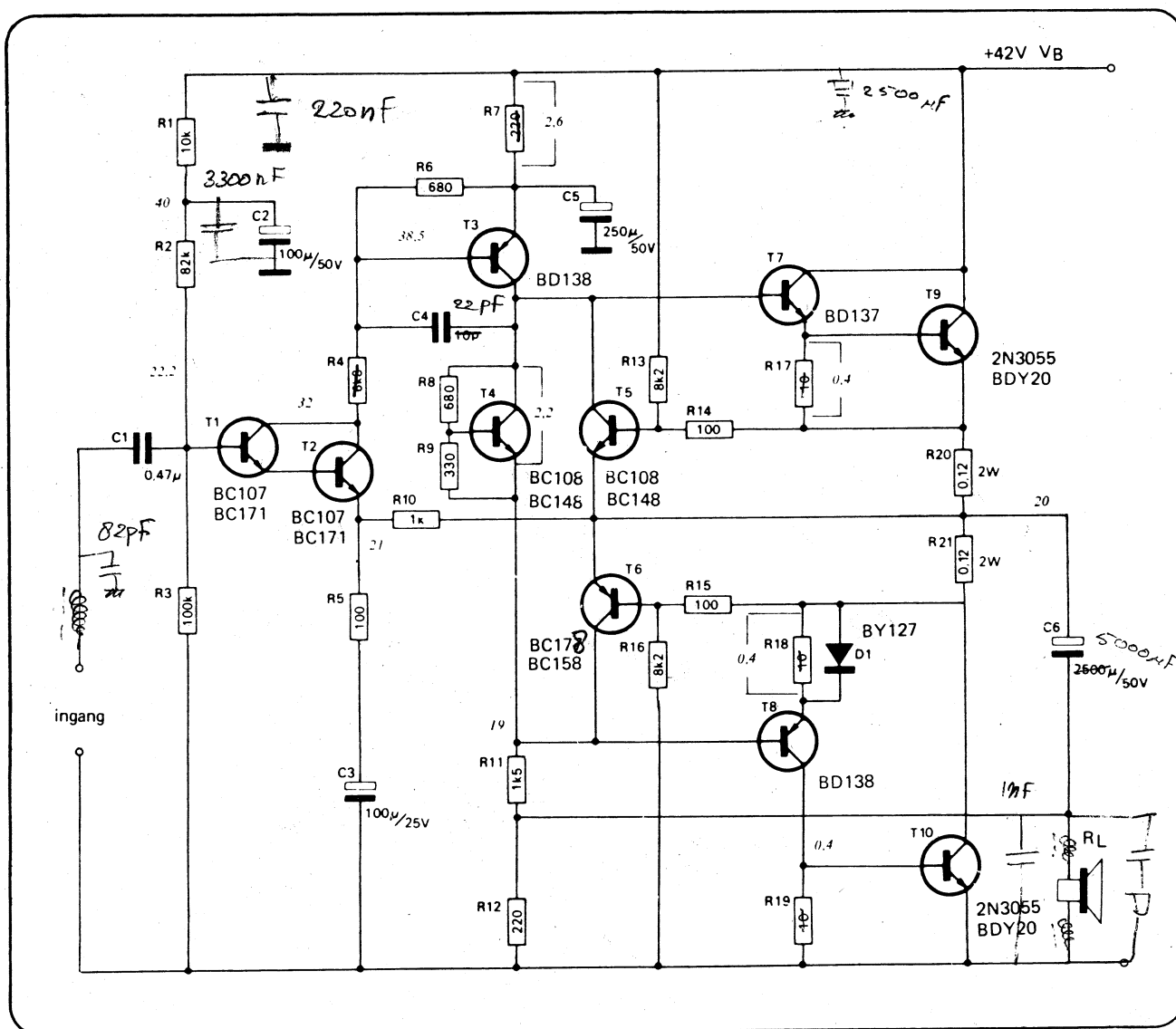
De schakeling (figuur 2) is in grote lijnen opgebouwd uit een spanningsversterker, een klasse A stuurtrap en een klasse B eindtrap.

De ingangstrap (T_1, T_2) wordt gevormd door een darlingtonschakeling, waardoor een hoge ingangsimpedantie ontstaat. Via een begrenziingsweerstand (R_4) wordt het signaal toegevoerd aan de basis van T_3 , die als spanningsversterker fungeert. In de kollektorleiding van T_3 is een gesimuleerde zenerdiode (T_4) opgenomen, die zorgt voor een konstante voorspanning van ca. 2 Volt tussen de bases van de stuurtransistoren. Tevens is een terugkoppeling aangebracht

- R_1 = 10 kOhm
- R_2 = 82 kOhm
- R_3 = 100 kOhm
- R_4 = 6,8 kOhm
- R_5, R_{14}, R_{15} = 100 Ohm
- R_6, R_8 = 680 Ohm
- R_7, R_{12} = 220 Ohm
- R_9 = 330 Ohm
- R_{10} = 1 kOhm
- R_{11} = 1,5 kOhm
- R_{13}, R_{16} = 8,2 kOhm
- R_{17}, R_{18}, R_{19} = 10 Ohm
- R_{20}, R_{21} = 0,12 Ohm-2 W

- C_1 = 0,47 μ F
- C_2 = 100 μ F-50 V
- C_3 = 100 μ F-25 V
- C_4 = 10 pF (ker.)
- C_5 = 250 μ F-50 V
- C_6 = 2500 μ F-50 V
- T_1, T_2 = BC107, BC171
- T_4, T_5 = BC108, BC148, BC408
- T_3, T_8 = BD138
- T_6 = BC178, BC158
- T_7 = BD137
- T_9, T_{10} = 2N3055, BDY20
- D_1 = BY127, BY103

Figuur 2. De nieuwe edwinversterker voor vermogens tot 40 watt.

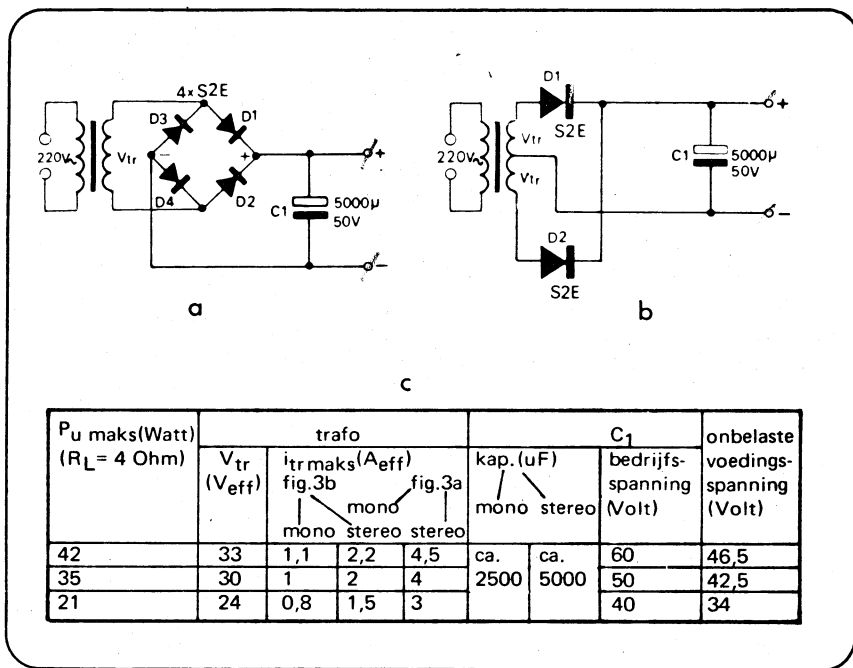


vanaf de luidsprekeruitgang naar weerstand R_{11} , waardoor de kollektorimpedantie van T_3 bijzonder hoog wordt en er sprake is van stroomsturing. Deze stroomsturing heeft tot gevolg dat de overnemingsvervorming van de versterker in grote mate wordt verminderd. Hierdoor is het mogelijk met een geringe tegenkoppelfactor toch een bijzonder lage vervorming te bereiken. De komplementaire stuurtrap is enigszins afwijkend van het basisschema in figuur 1 hetgeen zijn oorzaak vindt in de dubbele npn-eindtrap. Met diode D_1 wordt a.h.w. de basis-emitter-overgang van een eindtransistor gesimuleerd. De stroom door D_1 en R_{18} is natuurlijk gelijk aan de kollektorstroom van T_8 , zodat hiermee T_{10} kan worden gestuurd. De combinatie T_8 , T_{10} gedraagt zich eksakt eender als T_7 , T_9 , zodat de uitgangstrap kwa elektrische eigenschappen volkomen symmetrisch is. De emitterweerstand R_{17} en R_{18} (R_{19}) zijn laag gehouden, hetgeen ten goede komt aan een lage cross-oververvorming.

Vanaf de uitgang vindt volledige tegenkoppeling plaats via R_{10} naar de emitter van T_2 . Hierdoor is een zeer stabiele instelling van de gehele versterker verzekerd, onafhankelijk van de voedingsspanning. Het gebruik van een instelpotmeter is hier dan ook overbodig, zelfs bij grote variaties van de voedingsspanning.

M.b.v. R_5 en C_3 is de wisselspanningstegenkoppeling kleiner gemaakt. De versterking van het geheel is hierdoor gelijk aan $(R_{10} + R_5)/R_5$ en bedraagt ca. 11x. Ondanks de minder grote tegenkoppelfactor is door een juiste keuze van de weerstanden R_{17} en R_{18} en een goede stroomsturing op de bases van T_7 en T_8 de maximale vervorming kleiner dan 0,1%.

Bijzonder aardig is ook het effect dat de combinatie R_7 , C_5 heeft op de werking van de versterker. Wanneer de versterker volledig wordt uitgestuurd, dan zal op de voedingsspanning een flinke rimpelspanning staan, waardoor de uitstuurbaarheid wordt begrensd. De spanning over C_5 is dan gelijk aan de gemiddelde waarde van de voedingsspanning minus de spanningsval over R_7 . Deze spanning is echter praktisch gelijk of zelfs hoger dan de minimale waarde van de voedingsspanning (d.w.z. de onderkant van de rimpelspanning). Weerstand R_7 , die nodig is om de stroom door T_3 (in



Figuur 3. De voeding voor de nieuwe Edwinversterker.

geval van overbelasting) te begrenzen, heeft dus geen invloed op de maximale uitsturing. Het rendement van de versterker is mede hierdoor groter dan 60%, hetgeen bij een ongestabiliseerde voeding en een dergelijk uitgangsvermogen ongehoord groot is. Bovendien is bij oversturing de bovenkant van het afgekapte signaal volledig recht en is hierop geen rimpelspanning aanwezig. Grote signaalpieken, die de versterker oversturen, hebben dus een minder storende invloed.

Kortsluitbeveiliging

Om te voorkomen dat bij overbelasting de dissipatie en de piekstromen in de stuurtransistoren en eindtransistoren te groot worden is in dit ontwerp een beveiligingsschakeling ingebouwd. Het hier toegepaste circuit wordt in principe gevormd door de transistoren T_5 en T_6 . In rusttoestand staan de transistoren ingesteld via resp. R_{13} , R_{14} en R_{15} , R_{16} . Wanneer nu door overbelasting of kortsluiting de stroom door T_9 en T_{10} een bepaalde maximale waarde bereikt, dan zal over de weerstanden R_{20} en R_{21} een zodanige grote spanning opgebouwd worden dat de transistoren T_5 en T_6 in geleiding komen. Een gevolg hiervan is dat de stuurspanning hierdoor wordt begrensd en dientengevolge

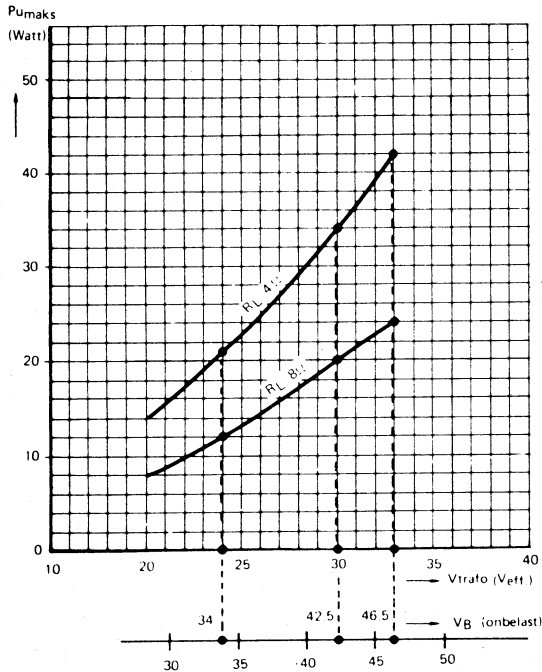
ook de piekstroom in de eindtrap. De weerstandsdelers R_{13} , R_{14} en R_{15} , R_{16} zorgen ervoor, dat de transistoren een voorspanning krijgen, die afhankelijk is van de momentele waarde van de uitgangsspanning. Hiermee wordt bereikt, dat bij een kleinere uitsturing (bijv. bij volledige kortsluiting) de piekstroom op een lagere waarde wordt begrensd. De dissipatie in de eindtransistoren zal hierdoor binnen de perken blijven, zodat de versterker ook gedurende lange tijd kortsluitvast is.

Voeding

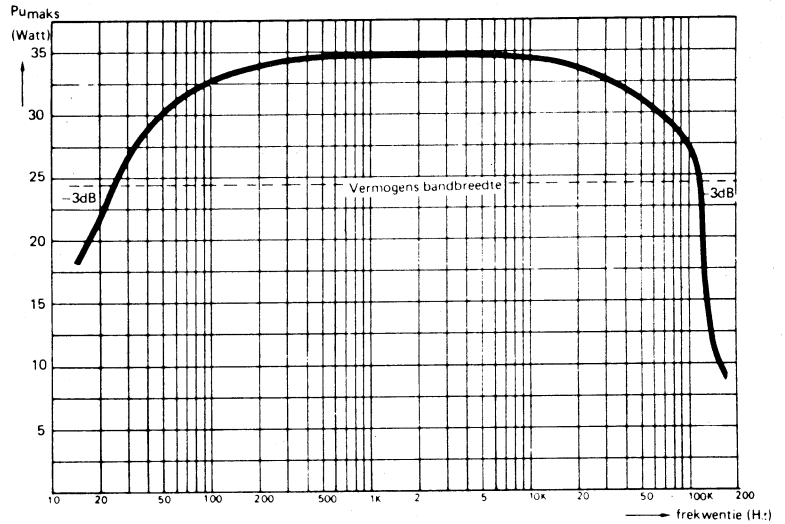
Voor deze versterker is een gestabiliseerde voeding volkomen overbodig en zal de eigenschappen nauwelijks beïnvloeden. Een eenvoudige en goedkope ongestabiliseerde voeding voldoet in hoge mate. Hierbij kan men dan nog kiezen uit een voeding met een Graetzschakeling of met twee dioden, zoals in figuur 3a resp. 3b is weergegeven.

De afgegeven wisselspanning mag in belaste toestand niet groter zijn dan 33 V_{eff} , omdat anders de maximale werkspanning van de transistoren wordt overschreden en bovendien de dissipatie in de stuurtrap te groot wordt.

In figuur 4 is het uitgangsvermogen van de versterker uitgezet als functie



Figuur 4. Het uitgangsvermogen als functie van de trafospinning bij een belasting van 4 Ohm resp. 8 Ohm.



Figuur 6. Het maximale uitgangsvermogen als functie van de frequentie.

Figuur 5. De voornaamste eigenschappen van de eindversterker.

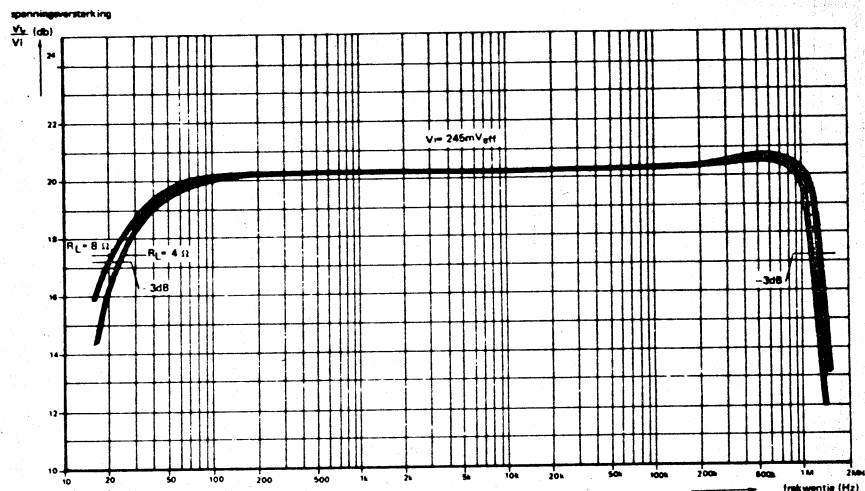
Eigenschappen van 35 Watt prototype ($V_{trafo} = 30 V_{eff}$)		
Maksimaal uitgangsvermogen	$f = 1 \text{ kHz}$ $d_{tot} = 1\%$ $d_{tot} = 10\%$	35 Watt (4Ω); 20 Watt (8Ω) 45 Watt (4Ω); 27 Watt (8Ω)
Rendement	$f = 1 \text{ kHz}$, $P_U = 35 \text{ W}$	> 60%
Luidsprekerimpedantie		0 tot ∞ (maksimaal vermogen bij 4Ω)
Overbelasting		volledig kortsluitvast over lange tijd
Maksimale capacatieve belasting		> 100 μF !
Ingangsgevoeligheid	$f = 1 \text{ kHz}$, $P_U = 35 \text{ W}$	ca. 1 V_{eff}
Ingangsimpedantie		ca. 45 $k\Omega$
Vervorming	$P_U = 0-30 \text{ Watt}$ $f = 1 \text{ kHz}$ $f = 30 \text{ Hz}$ $f = 10 \text{ kHz}$	< 0,1% < 0,2% < 0,25%
Frekwentiële bereik	$V_i = 245 \text{ mV}$	25 Hz - 1,2 MHz (-3dB) 40 Hz - 1 MHz (-1dB)
Vermogensbandbreedte		> 100 kHz (-3dB)
Signaal-stoorverhouding	open ingang kortgesloten ingang	77dB > 93dB
Signaal-ruis-verhouding	open ingang kortgesloten ingang	95dB > 105dB
Tegenkoppelfactor		ca 36dB
Oscilleren		uitgesloten

van de transformatorspanning. Voor de verschillende trafospinningen hoeft niets aan de eindversterker te worden gewijzigd en blijft een eksakte instelling behouden.

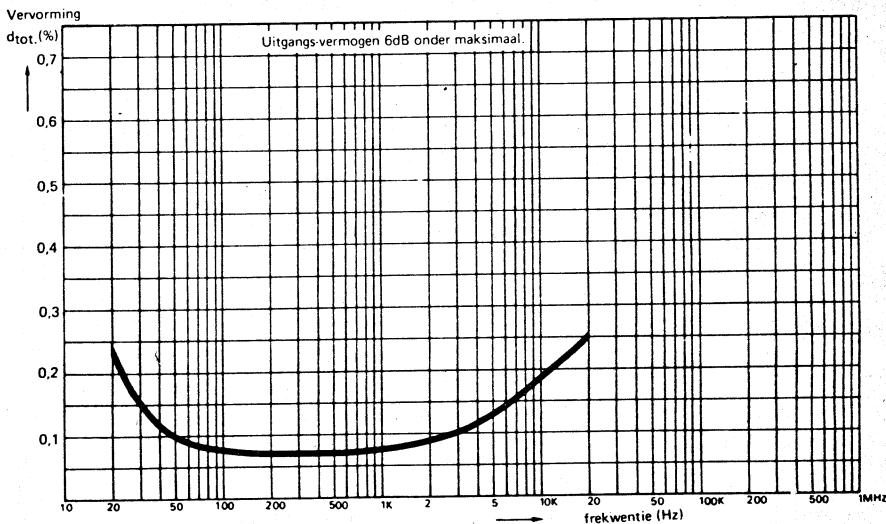
Resultaten

De eigenschappen van de versterker zijn verbluffend en in sommige opzichten misschien absurd. Het grote frekwentiebereik is natuurlijk nutteloos, maar het zou extra kosten vergen om dit slechter te maken. In figuur 5 zijn de eigenschappen in een tabel opgenomen. Enkele opvallende punten zijn o.a. de kortsluitvastheid en het feit, dat de kans op oscilleren nihil is. Hierop duidt ook al de maximale capacatieve belasting. Het enige resultaat van het belasten met 100 μF is het warm worden van de elko bij uitsturing. Verder is het rendement van de versterker, ondanks de ongestabiliseerde voeding erg hoog. Een belangrijke eigenschap is ook de goede signaal-stoor- en signaal-ruis-verhouding. In de figuren 6 t/m 9 zijn de vervormings- en frekwentiekarakteristieken

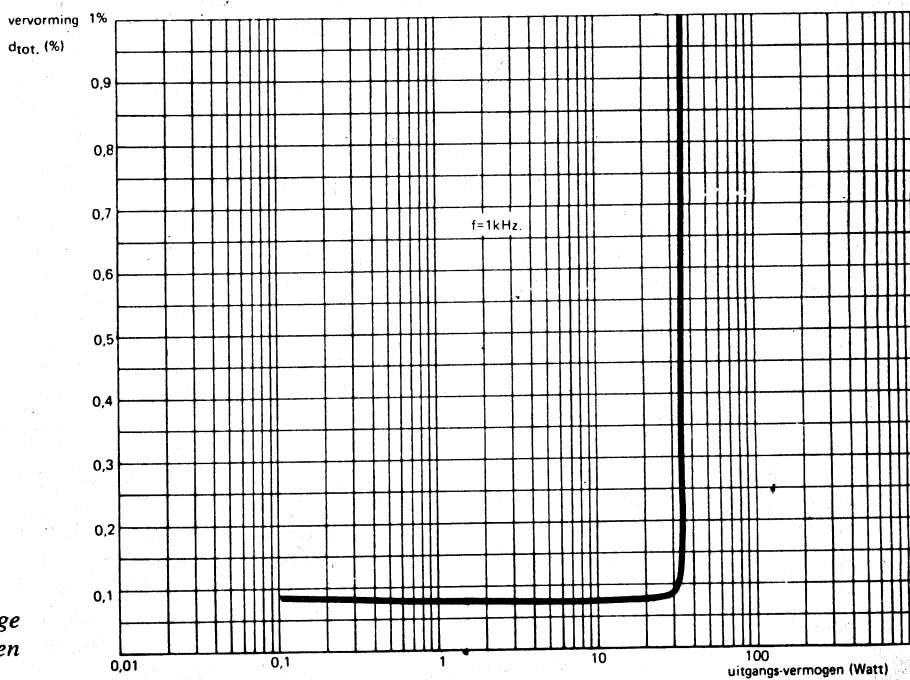
Figuur 7. Amplitude-frekwentie-karakteristiek.



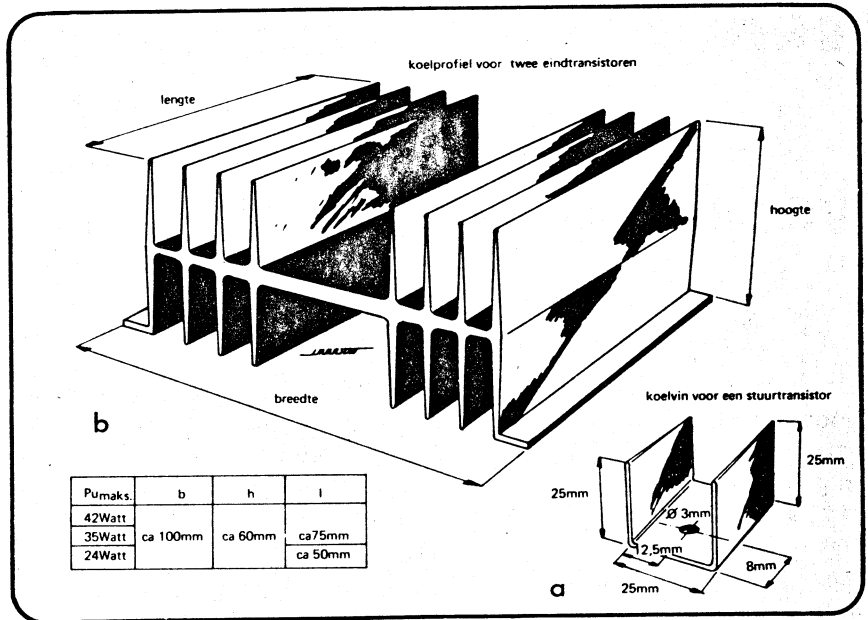
Figuur 8. De vervorming als functie van de frekwentie (uitgangsvermogen 6 dB onder maximaal).



Figuur 9. Het vervormingspercentage als functie van het uitgangsvermogen bij 1 kHz.



Figuur 11. Schets van de benodigde koelplaten voor de stuurtransistoren (a) en de eindtransistoren (b).



versterker, nl. de uitstekende reproduceerbaarheid, maakt dit ontwerp pas de moeite waard. Er bevinden zich geen afregelementen in de schakeling; de ruststroom door de eindtransistoren is nul, zodat de temperatuurafhankelijkheid en de toleranties van de halfgeleiders geen invloed hebben. Daar komt nog bij, dat de tegenkoppelfactor relatief laag kon worden gehouden, hetgeen tot uiting komt in de onmogelijkheid tot oscilleren.

Een tweede bijzonder gunstige factor is de kortsluitvastheid en de onafhan-

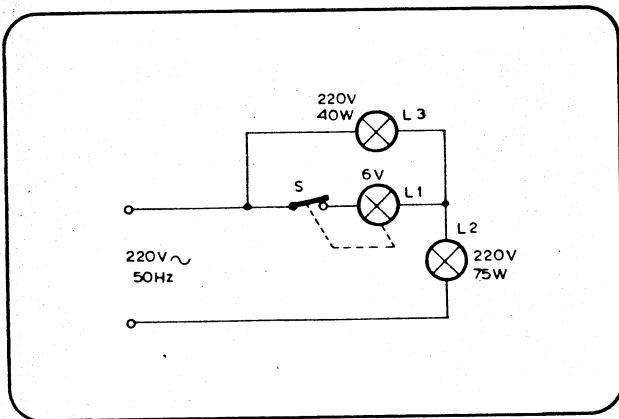
kelijkheid van de voedingsspanning m.a.w. de versterker is, eenmaal gebouwd, elektrisch gezien onverwoestbaar.

In een volgend artikel zal de constructie van een complete stereover-

sterker worden behandeld. Tevens is een superverversterker in voorbereiding, speciaal ontworpen voor de nieuwe edwinversterker en voorzien van o.a. een presentieregeling en een basisbreedteregeling.

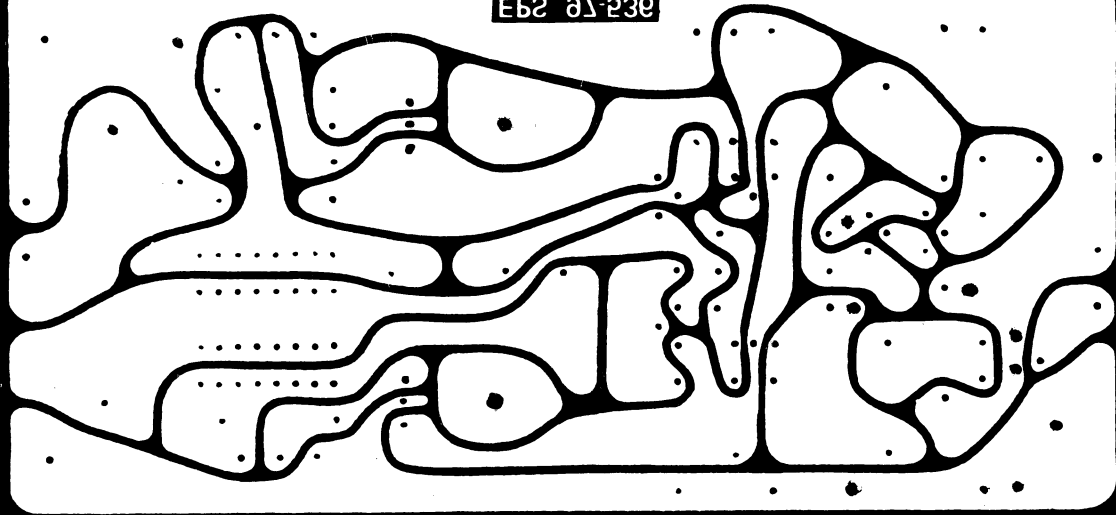
knipperlicht voor 220 Volt

H. de Haas



Met behulp van een knipperlampje, dat gebruikt wordt in pechlampen kan op eenvoudige wijze een knipperlicht voor groot vermogen worden gemaakt. S is de bi-metalen schakelaar in het lampje L₁. Bij inschakelen is S gesloten en brandt L₂ op volle spanning (over L₁ valt slechts 6 Volt). Na korte tijd gaat S open en staan L₂ en L₃ in serie. L₂ gloeit dan zwak en L₃ iets beneden normale sterkte. Het nut van L₃ is dat L₂ ook als S open is stroom blijft trekken. Wordt L₃ verwijderd dan koelt L₂ af, waardoor de weerstand afneemt, zodat lampje L₁ en S dan een grote inschakelstroom moeten verwerken (ca. 2,5 Amp.). L₁ is een lampje van 6 Volt met een stroom van 1/3 tot 1/2 Amp en voorzien van een bi-metalen schakelaar. Goede geïsoleerde lamphouders zijn i.v.m. de netspanning zeker een vereiste.

EB2 01-230



EB2 01-230

