

Een 15 watt **WW** versterker

Passend in de „200 serie”

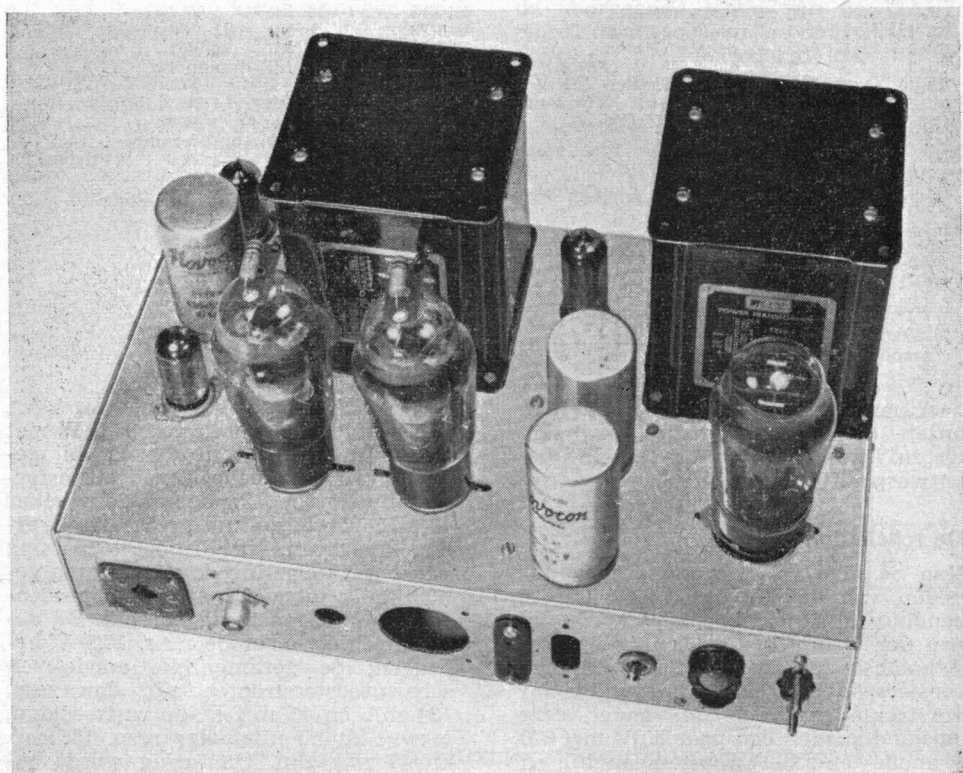
Ontwerp van C. M. van Zantwijk, te Nijmegen.

TOEN de heer van Zantwijk plannen maakte voor de bouw van een WW installatie, waarbij de vraag naar voren kwam, welk type hoofdversterker hiervoor in aanmerking zou komen, kwam hij tot de conclusie, dat de zo begerenswaardige HV 216 (zie RB '54-no. 12) wel een hele hap van de beschikbare financiën zou opeisen, maar dat hij toch wel weer iets meer op het WW-altaar wilde offeren dan de prijs voor de onderdelen van een HV 211 (RB '55-no. 2). Kortom, hij had zijn zinnen gezet op een versterker die qua technische kwaliteiten en kostprijs zo ongeveer het midden zou houden tussen genoemde twee typen. En omdat zo'n ontwerp nog niet bestond, zette hij een schema op papier van een soort

Williamson-versterker met EL84's in de eindtrap en koos als uitgangstransformator de beste die momenteel op de markt is, de Mu-Zed U 200, welke ook in de HV 216 wordt toegepast.

Toen ons dit ontwerp voor de rubriek „Gratis Experimenteren” onder ogen kwam, waren we op slag gewonnen voor de er aan ten grondslag liggende gedachte. Het bracht ons echter ook nog op een ander idee, namelijk om met het brengen van deze „missing link” in de „200-Serie” tevens een door vele RB-lezers gekoesterde wens in vervulling te doen gaan: Een ontwerp voor een balans-eindtrap met de zo populaire tetroden van het type 807 en diens vele equivalenten.

Daarom hebben wij in overleg met de



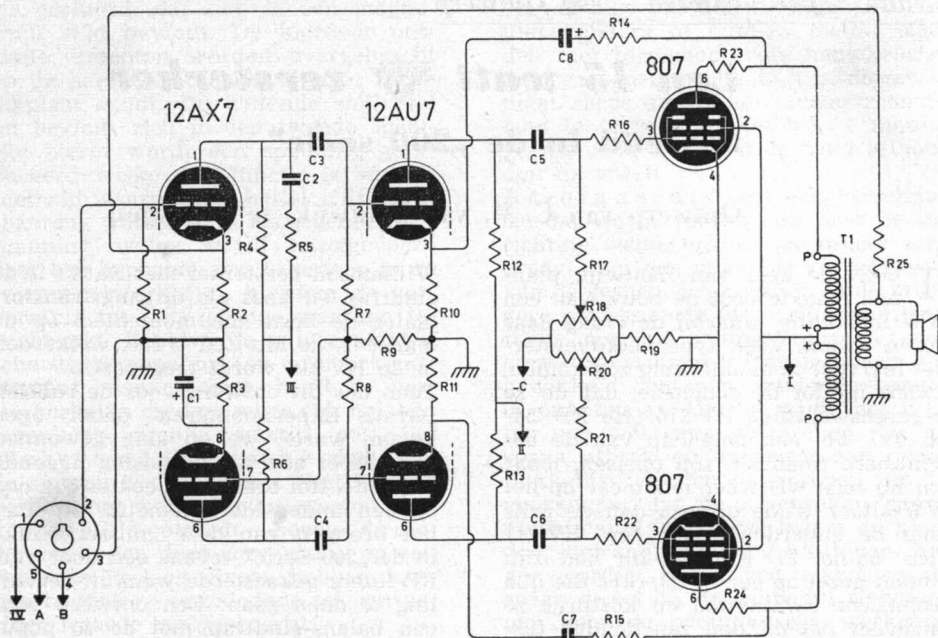


Fig. 1 - SCHAKELING VAN DE NIEUWE HOOFDVERSTERKER

| | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|-----------|---|
| C1 | 100 μ F, elco 12,5 V (Facon) | R12-13 | 47 k Ω | 1 W | (Vitrohm) | |
| C2 | 100 pF, mica (Mial) | R14-15 | 33 k Ω | 1 W | " | |
| C3-4 | 0,05 μ F, papier (Facon) | R16-22 | 1 k Ω | 1 W | " | |
| C5-6 | 0,25 μ F, papier (Facon) | R17-21 | 100 k Ω | $\frac{1}{2}$ W | " | |
| C7-8 | 8 μ F, elco 450 V (Facon) | R18-20 | 5 k Ω , draadpotm. | " | " | |
| C9-10; 11-12; 15-16 | 32+32 μ F, elco 450 V (Novocon) | R19 | 3,9 k Ω | 1 W | " | |
| C13-14 | 50 μ F, elco 50 V (Facon) | R23-24 | 100 Ω | 1 W | " | |
| G1 | OA85 (Philips) | R25 | zie tekst *) | 1 W | " | |
| L1 | Muvolt 1505 | R26 | 100 Ω , ontbrommer | " | " | |
| L2-3 | Muvolt 6010 | R27 | 4,7 k Ω | 1 W | (Vitrohm) | |
| R1 | 220 k Ω | $\frac{1}{2}$ W | R28 | 15 k Ω | 1 W | " |
| R2-3 | 1,8 k Ω | 1 W | S1 | aan/uit, tuimelschakelaar | | |
| R4-6 | 100 k Ω | " | T1 | Mu-Zed U 200 | | |
| R5 | 10 k Ω | $\frac{1}{2}$ W | T2 | Muvolt P 200 | | |
| R7-8-9 | 330 k Ω | $\frac{1}{2}$ W | V1 | signaallampje, 6,3 V | | |
| R10-11 | 1 k Ω | 1 W | Z1 | 250 mA, smeltveiligheid | | |

*) Voor sec. aanpassing moet R25 gelijk zijn aan:

| | | | | | |
|-----|-----|----|----|----|---------------|
| 2,2 | 3,5 | 5 | 7 | 11 | 14 Ω |
| 12 | 15 | 18 | 22 | 27 | 30 k Ω |

heer van Zantwijk zijn oorspronkelijke opzet dienovereenkomstig gewijzigd en zo kwam het hier te beschrijven ontwerp uit de bus.

De schakeling

Van de vele a.f. toepassingsmogelijkheden van de 807 (wist u, dat deze zendbuis al 20 jaar bestaat?) kozen wij een der weinig bekende, nl. de klasse A balansinstelling met vaste negatieve roosterspanning. Volgens door Brimar verstrekte gegevens kan onder deze omstandigheden een paar 807's met 270 V anode- en schermroosterspanning en

een plaat-tot-plaat belasting van 5 k Ω een vermogen leveren van 17,5 W met slechts 2% vervorming, zodat bij gebruik van een goede uitgangstransformator met hoog rendement dus zeker 12 à 15 W aan de luidspreker kan worden afgegeven, terwijl door toepassing van tegenkoppeling de vervorming gemakkelijk tot weinige tienden procenten kan worden teruggebracht. Bij deze instelling moet de n.r.s. 17,5 V bedragen; de gezamenlijke anode- en schermroosterstromen zijn dan resp. 134 mA en 11 mA in de rusttoestand, terwijl zij bij uitsturing resp. 155 mA en 17 mA zijn. Uitsturing wordt be-

reikt met een signaal-amplitude van 35 V (rooster-tot-rooster), dus per buis een effectieve roosterwisselspanning van ca. 12 V. Doordat hier geen hoge anodespanning wordt toegepast heeft men het voordeel, dat ook 6L6'en in de eindtrap kunnen worden gebruikt met precies dezelfde instelling (voor a.f. is de 6L6 nl. elektrisch gelijk aan de 807).

Bij toepassing van vaste n.r.s. mogen de roosterweerstand R_{17} en R_{21} niet groter zijn dan 100 k Ω en dat betekent een vrij lage belastingweerstand voor de voorgaande trap. Daarom is deze uitgevoerd als balanstrap met een 12AU7 (= ECC82), welk type onder dergelijke omstandigheden uitstekend op zijn plaats is. Deze schakelwijze opent tevens de mogelijkheid om tegenkoppeling toe te passen over de afzonderlijke takken van beide balans-trappen, nl. van de anoden der eindbuizen naar de katoden van de respectievelijke secties van de 12AU7. Hierdoor wordt de effectieve inwendige weerstand van de eindbuizen aanmerkelijk verlaagd, in het onderhavige geval (ca. 16 db tegenkoppeling) tot een orde van grootte als van trioden.

Hierdoor wordt bereikt dat de stabiliteit niet in gevaar komt wanneer een sterke tegenkoppeling over de gehele versterker wordt toegepast, nl. van de uitgang via R_{25} naar de katode van de ingangstrap. Deze tegenkoppeling bedraagt ca. 18 db en de versterker blijft stabiel, zelfs onbelast of met een vrij zware capacatieve belasting. De grens werd bereikt, wanneer 2 μF op de 5 Ω

uitgang werd aangesloten; de versterker genereerde dan nog juist niet, zolang geen signaal werd toegevoerd. Werd echter een signaal aangelegd en werd de frequentie hiervan opgevoerd tot 80 kHz, dan ging de schakeling zelf aan het oscilleren op ca. 85 kHz.

De fase-omkeertrap is uitgerust met een 12AX7 (= ECC83) en heeft wat de Engelsen noemen de „floating paraphase” schakeling. Doordat deze zelfbalancerend werkt, is de instelling niet bijzonder kritisch — mede door de grote versterkingsfactor van de 12AX7 — zo lang de weerstanden R_{7-8-9} binnen de 10 % tolerantiegrenzen liggen. Wil men beide stuurspanningen voor de 12AU7 precies gelijk maken, dan moet R_7 ca. 4 % kleiner zijn dan R_8 ; in de praktijk is het echter voldoende indien men de kleinste van de voorhanden 330 k Ω weerstanden en de plaats van R_7 monteert. C_2 en R_5 dienen voor fasecorrectie i.v.m. de tegenkoppeling over de gehele versterker.

Voor symmetrische sturing van de eindtrap moeten in eerste instantie de weerstanden, gevormd door R_{12} parallel aan R_{17} en R_{13} parallel aan R_{21} , gelijk zijn. Doordat echter iedere eindbuis afzonderlijk is tegengekoppeld op de voorgaande sectie van de 12AU7, wordt de invloed welke onderlinge afwijkingen in de buiskarakteristieken op de symmetrie uitoeffenen verminderd. Dit betekent echter tevens dat de tegenkoppelweerstand R_{14} en R_{15} onderling gelijk moeten zijn, zo ook R_{11} en R_{12} . In de praktijk behoeft men zich geen zorgen te maken wanneer ge-

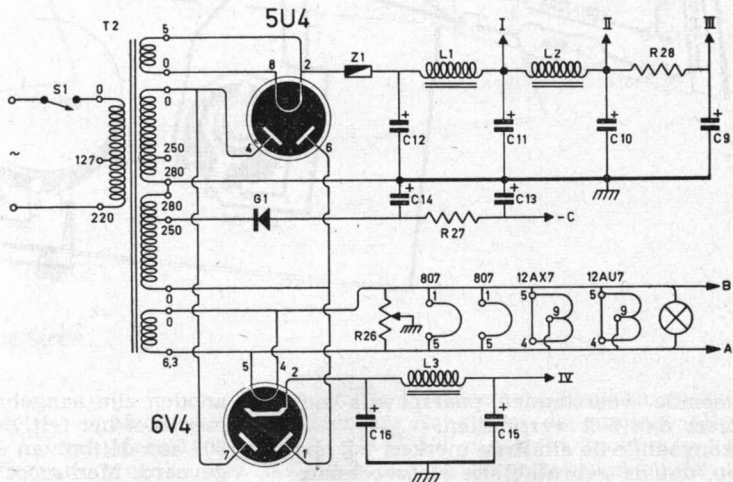


Fig. 2 - SCHAKELING VAN HET VOEDINGSGEDEELTE

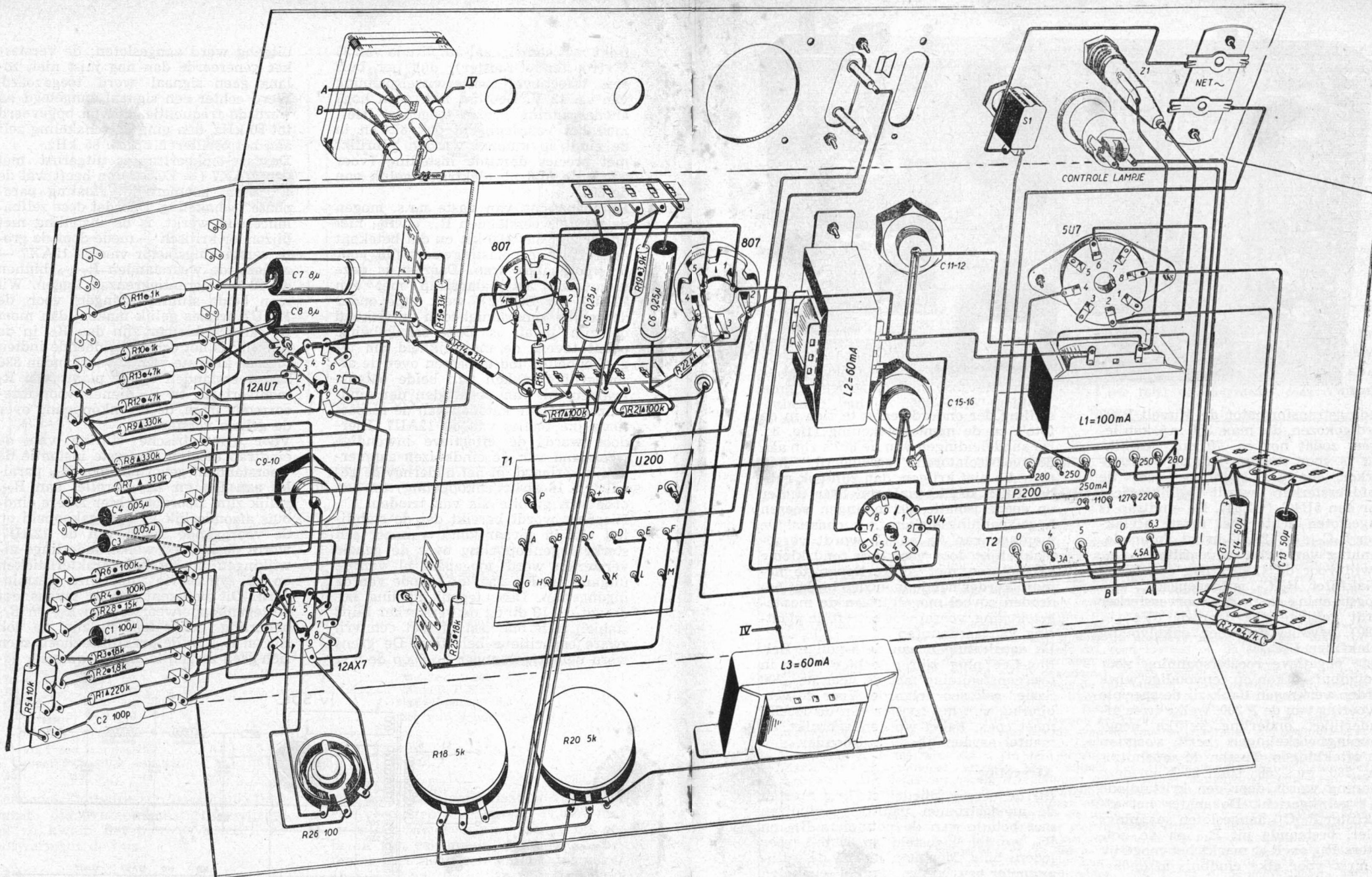


Fig. 3 - MONTAGETEKENING VOOR DE NIEUWE HOOFDVERSTERKER

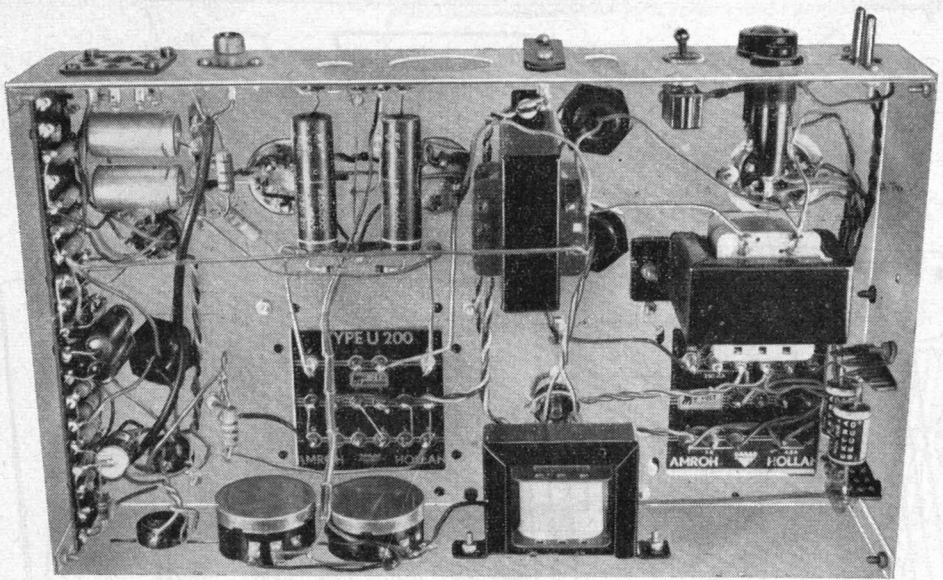
noemde weerstanden paarsgewijs niet meer dan 5 % verschillen. Aangaande de eindtrap merken wij nog op, dat de gebruikelijke stopweerstand van 100 Ω (R₂₃ en R₂₄) hier niet voor de schermroosters maar voor de

anoden zijn aangebracht. Dit hangt samen met het feit, dat de anode van de 807 aan de top van de ballon wordt uitgevoerd. Men moet deze stopweerstand dan ook aan de toplem monteren.

Voeding

Het voedingsgedeelte — afzonderlijk gegeven in fig. 2 — is uitgerust met een enkele transformator, welke alle voedingsspanningen levert, zowel voor de hoofdversterker als voor een in com-

binatie hiermee te gebruiken voorversterker. Aangezien de eindtrap alleen al 145 ... 175 mA trekt, moet men voor de hoofdversterker rekenen op een totaal anodestroomverbruik van 180 mA. Dit was een der redenen waarom als



voedingstransformator de Muvolt P200 werd gekozen, die max. 250 mA kan leveren, zodat nog ca. 70 mA beschikbaar is voor voeding van de voorversterker, enz. De spanning voor de hoofdversterker wordt gelijkgericht door een 5U4G (GZ34). De eindtrap is aangesloten achter het eerste afvlakfilter L_1C_{11} ; de 12AU7 krijgt z'n anodespanning van het tweede filter L_2C_{10} , terwijl voor de 12AX7 nog een derde afvlakfilter, $R_{28}C_9$, is toegepast.

Hoogspanning voor de voorversterker wordt gelijkgericht door de 6V4 (= EZ80), gevolgd door een enkelvoudig afvlakfilter L_3C_{16} .

Vaste negatieve roosterspanning voor de eindbuizen kon op eenvoudige wijze worden verkregen dank zij de speciale uitvoering van de P 200, welke twee afzonderlijke, onderling gelijke hoogspanningswikkelingen bezit, voorzien van aftakkingen. Tussen de aansluitingen „280” en „250” staat 30 V en deze spanning wordt door een kristaldiode (G_1) gelijkgericht. De achter het afvlakfilter $R_{27}C_{14}$ aangesloten spanningsdeler, bestaande uit R_{19} en de potmeters R_{18} en R_{20} , maakt het mogelijk de n.r.s. voor elke eindbuis afzonderlijk in te stellen.

De bouw

De versterker is gemonteerd op een AMROH chassis type CH 200-A. Behoudens enkele kleine gaten voor de bevestiging van draadsteunen e.d., behoeft men alleen nog een 16 mm gat te boren tussen de beide transformatoren voor de buishouder van de 6V4. De op-

stelling der onderdelen is te zien in de foto's en de montage-tekening (fig. 3). De anodeleidingen van de 807's zijn aan doorvoerisolatoren gesoldeerd; kan men die niet krijgen, dan zijn ook rubber tullen bruikbaar, men lette echter op goede isolatie, de leidingen voeren hoge spanningspieken t.o.v. chassis! De montage van C_5 en C_6 wordt vergemakkelijkt door voor deze cond. kleine exemplaren met soldeerlippen te nemen. Verder houde men zich bij het bebraden zoveel mogelijk aan de montage-tekening, vooral wat betreft de plaatsing van aardpunten.

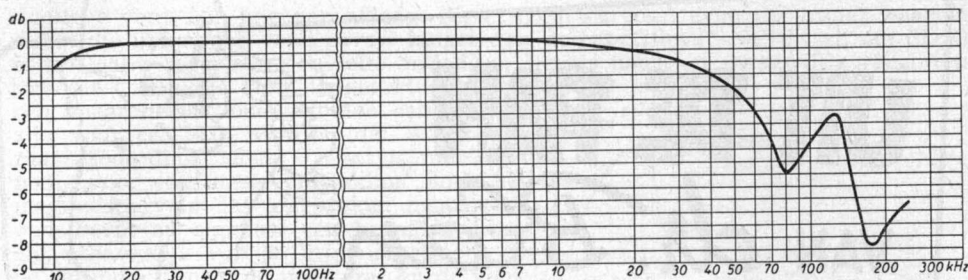
De aansluitingen aan de 5-polige Belling-Lee plug zijn ook hier weer in overeenstemming met de voor de „200 Serie” gekozen volgorde. Voor de verbinding met het rooster van de 12AX7 moet coax. kabel worden gebruikt, de mantel aarden bij de buishouder.

Afregeling

Bij de eerste inbedrijfstelling moeten de anodestromen van de eindbuizen met behulp van de potmeters R_{18} en R_{20} worden ingesteld op 67 mA voor iedere buis. Men kan hierbij de milliammeter beurtelings parallel schakelen aan een helft van de primaire van T_1 . De instelling moet enkele malen worden herhaald.

De potmeter R_{26} wordt ingesteld op minimum brom; wordt de voorversterker uit de HV gevoed, dan moet deze instelling geschieden met aangesloten voorversterker.

Vergeet niet de juiste waarde voor R_{25} te kiezen. deze is nl. afhankelijk van



FREQUENTIE-KARAKTERISTIEK HOOFDVERSTERKER. Het vlakke gedeelte van de kromme tussen 150 Hz en 1,5 kHz is niet getekend. 0 db komt overeen met 0,775 V over 5 ohm belastingweerstand

de gekozen aanpassingsimpedantie van de secundaire van de U 200.

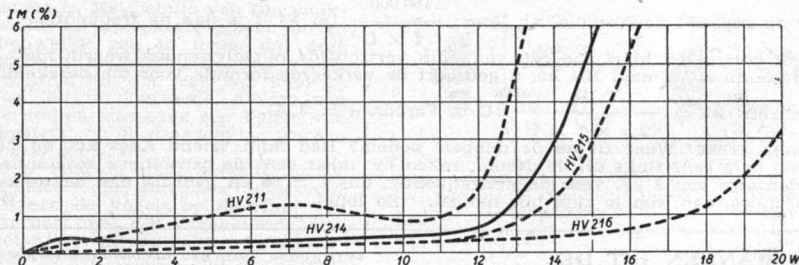
Met een ingangsspanning van ca. 0,8 V wordt het maximale uitgangsvermogen geleverd, hetgeen dus in overeenstemming is met de voor de voorversterker-eenheden van de „200-Serie” geldende norm.

De Brimar en Lorenz buizen voor het prototype werden belangeloos beschikbaar gesteld door de Ned. Standard Electric Mij., de onderdelen door AMROH.

DE NIEUWE 15 WATT WW VERSTERKER

BIJ de beschrijving van de 15 watt hoofdversterker in RB '56 no. 12, blz. 941, werd alleen de frequentiekarakteristiek gegeven, want door omstandigheden waren wij toen niet in de gelegenheid ook de vervorming te meten. Dat is inmiddels echter gebeurd en

put gemiddeld ruim 50 % kleiner dan die van de HV 211 en nauwelijks groter dan die van de HV 216, terwijl bij 3 % IM-vervorming het uitgangsvermogen van de HV 211 iets kleiner is, nl. 12,5 W tegenover 14 W voor de HV 214, hetgeen bij dit percentage echter weer heel wat minder is dan de 20 W van de HV 216.



hiernevens drukken wij de karakteristiek van de intermodatievervorming af.

Deze blijft beneden de 0,5 % tot een uitgangsvermogen van 11 W. In de inleiding van voornoemde beschrijving werd gezegd, dat dit ontwerp was gebaseerd op de wens om een versterker te bouwen, die qua technische kwaliteit en kostprijs het midden zou houden tussen de HV 211 en de HV 216. Ten bewijze, dat deze opzet is geslaagd, hebben wij in bijgaande grafiek eveneens (met onderbroken lijnen) de IM-karakteristieken van deze versterkers ingetekend.

Zoals men ziet, is de vervorming van de nieuwe versterker — hier gemakshalve aangeduid als HV 214 — tot ongeveer 11 W uit-

Volledigheidshalve is ook nog de karakteristiek van de HV 215 — voorloper van de HV 216 — gegeven om aan te tonen dat dit thans verouderde ontwerp nauwelijks beter resultaten oplevert dan de nieuwe versterker, ondanks de veel omvangrijker en kostbaarder opzet.

Het bromniveau van de nieuwe versterker is zeer laag, nl. beter dan -80 db t.o.v. 12,5 W.

In de bouwbeschrijving zijn de Europese type-aanduidingen van de toegepaste Amerikaanse buistypen aangegeven, behalve voor de 807; Philips vervaardigt deze zendbuis met de aanduiding QE 06/50.