

Ned. Ver. v. Hist



VOOR MUZIEKWEERGAVE in hoogste perfectie

Volledige beschrijving van een door-en-door beproefde constructie

Vlak binnen 1 dB en met een totale vervorming van ca. 0.1 % over een frequentieschaal van 20 - 20.000 Hz biedt deze modelversterker het uiterste waartoe moderne audio-techniek in staat is — 'n radicaal nieuw geluidsbeeld

In combinatie met een „breedband”-luidspreker of duplexstelsel, plus een langs de in het Juni-nummer aangegeven lijnen samengestelde voorversterker, representeert de HV-215 een reproductiesysteem van uitzonderlijk gehalte.

Wat acoustische prestaties betreft een radicaal nieuw geluidsbeeld brengend van sterke omroepzenders en gramfoonplaten — zo volkomen anders, dat zij die deze installatie voor werkelijkheidsweergave al gehoord hebben, unaniem verklaarden voor

het eerst weer te beseffen wat muziek is — bereikt het enorme verschil met normaal als „zeer goed” gekwalificeerde radio- of versterkerapparatuur een haast onwezenlijke graad van contrast bij de weergave van FM zenders en het geluidskanaal van Lopik-TV.

Aldaar bekend als „Residence Audio System” heeft apparatuur van deze klasse in Amerika reeds een duizendvoudige toepassing; in de huizen der welgestelden vaak gekoppeld aan een door binnenhuisarchitecten verzorgd exterieur, dat platenwisselaar, discotheek, FM en TV unit omvat. Maar reeds over heel de wereld begint het „Audio Centrum” — al dan niet als luxueus uitgevoerd „Herenhuis Audio Systeem” — ingang te vinden in de huizen der muzikliefhebbers.

Hoofdversterker HV-215



15 Watt Super - WW - Muziekinstallatie voor woonhuis en kleine zalen

WIE zich de aanschaf van de allerbeste pickup en dito luidsprekersysteem kan veroorloven, zal pas ten volle van de bijzondere eigenschappen hiervan kunnen profiteren, indien hij ze gebruikt in combinatie met een uitzonderlijk goede versterkerinstallatie. Immers „een ketting is nooit sterker dan de zwakste schakel”, en dit spreekwoord is zeer van toepassing op de keten, welke wordt gevormd door de apparatuur tussen orkest en des luisteraars gewillig oor.

Voorzover het gaat om het eerste deel der keten, nl. van microfoon tot en met zendantenne of gramfoonplaat, zijn wij afhankelijk van omroepinstanties of platenfabrikanten en als deze heren een roestige schakel in hun gedeelte van de ketting niet tijdig vernieuwen staan wij machteloos. In het algemeen is echter de toestand zo, dat de eerste schakels bijzonder sterk zijn als gevolg van de tot hoge graad van perfectie opgevoerde zenderconstructie- en gramfoonopnametechniek. (Wij denken speciaal aan FM, resp. LP!)

Aangezien de hier te beschrijven WW versterker een bijzonder sterke schakel in de keten vormt, moet men zich terdege realiseren, dat zijn kwaliteiten

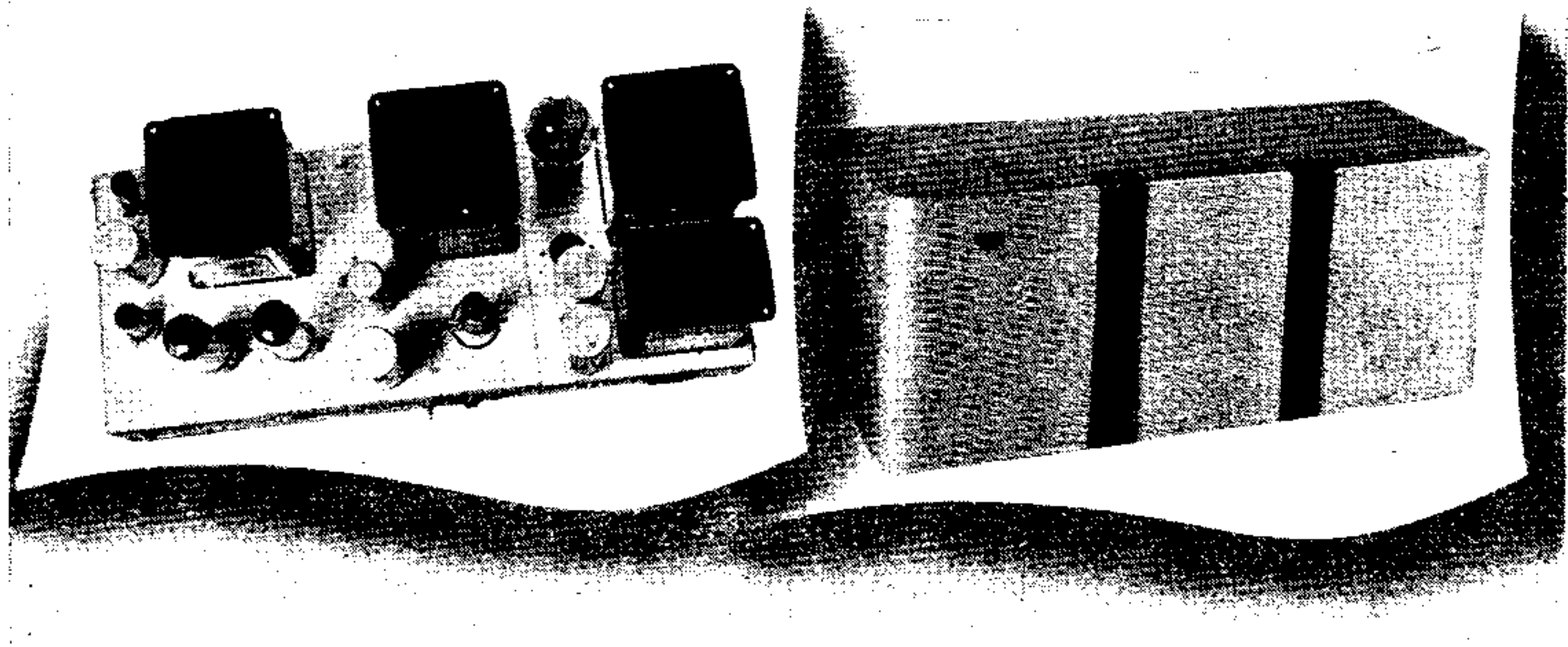
slechts dan ten volle tot hun recht komen, indien de er bij gebruikte luidspreker, pickup enz., op hun beurt van allerhoogste kwaliteit zijn.

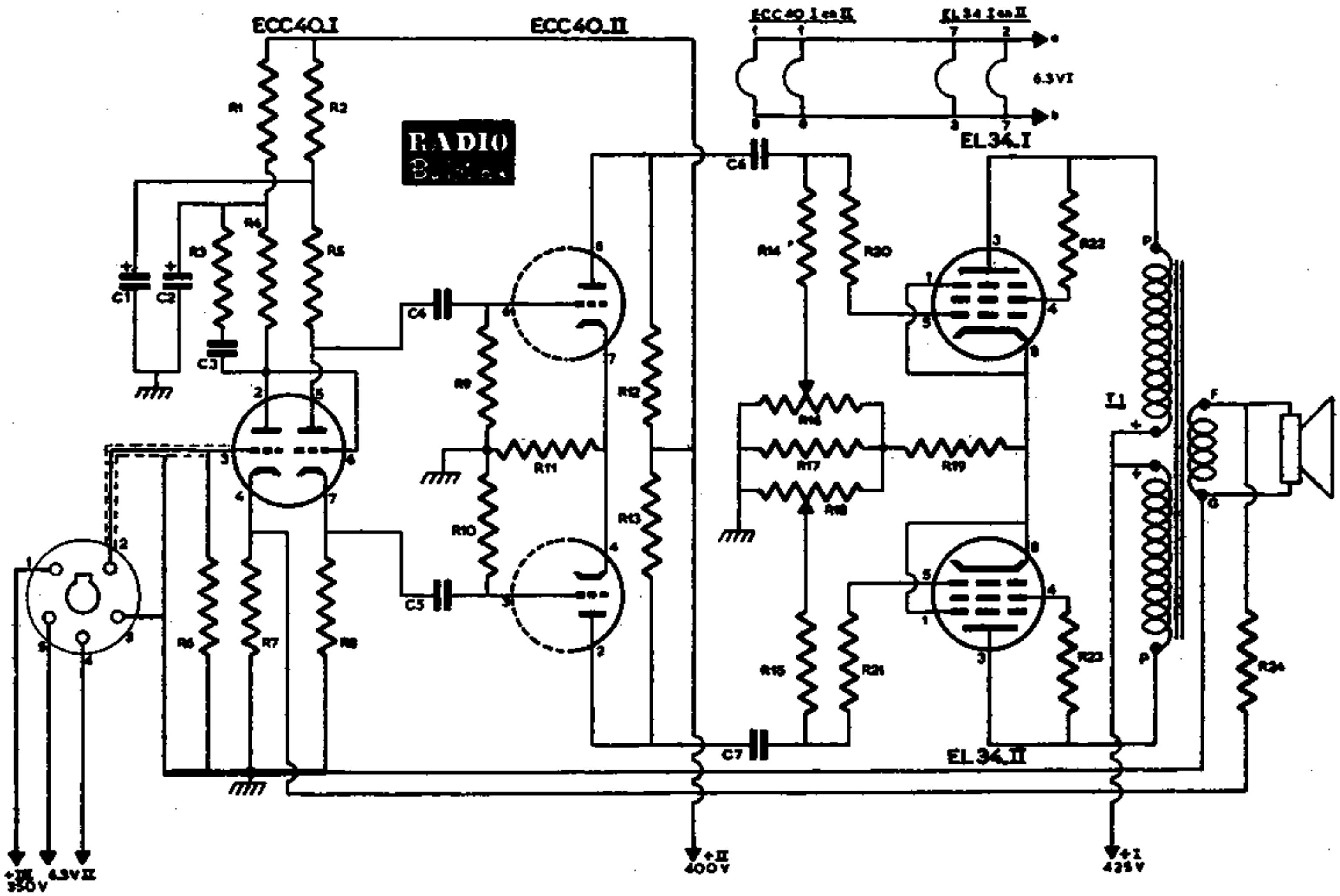
Opzet

Zodra er hoge eisen worden gesteld wat betreft toelaatbare vervorming en gelijkmatige weergave over een uitgestrekt frequentiegebied, dan kan men bij het ontwerpen uiteraard nauwelijks rekening houden met economische overwegingen. Immers geldt ook hier, dat men niet voor een dubbeltje op de eerste rang kan zitten.

Principieel wordt optimaal resultaat bereikt, indien de versterker zodanig wordt ontworpen, dat zonder tegenkoppeling reeds de gewenste frequentie-karakteristiek optreedt en de vervorming uiterst gering is. Alleen als hieraan is voldaan kan de heilzame werking van een op juiste wijze toegepaste tegenkoppeling volledig worden uitgebuit.

Leiddraad bij de keuze van het te leveren vermogen was de volgende overweging. Uitgaande van het feit, dat de voor WW in aanmerking komende luidsprekers nooit meer dan ongeveer 10 W „piek” vermogen nodig hebben voor de





SCHEMASLEUTEL

R 1	56 k Ω	1 W	10 %	R 17.....	75 Ω	6 W	20 %
R 2	33 k Ω	1 W	10 %				(Vitrohm type GL)
R 3	680 k Ω	1/2 W	10 %	R 19.....	230 Ω	6 W	20 %
R 4	82 k Ω	1 W	10 %				(Vitrohm type GL)
R 5-8-12-13	47 k Ω ¹⁾	1 W	5 %	R 20-21	1 k Ω	1/2 W	20 %
R 6-14-15	220 k Ω	1/2 W	20 %	R 22-23	100 Ω	1/2 W	20 %
R 7	1 k Ω	1/2 W	20 %				
R 9-10.....	470 k Ω	1/2 W	10 %	R 24	10 k Ω	voor Zs = 3,5 Ω	1/2 W; 10 %
R 11.....	620 Ω	1/2 W	10 %		13 k Ω	" "	= 5 Ω Zs = op uitgangs-
R 16-18	47 k Ω pot.m. lin.				15 k Ω	" "	= 7 Ω trafo ingestelde
	(Vitrohm type P100				18 k Ω	" "	= 10 Ω secund. imp voor
	curve I)				22 k Ω	" "	= 14 Ω prim. imp. v. 5 k Ω
							(plaat tot plaat).

C 1-2 32 + 32 μ F elmo, 450/525 V (Novocon)
 C 3 2000 pF papier, 10 %

C 4-5 0.05 μ F papier 2).
 C 6-7 0.25 μ F papier 2)
 T 1 Mu-Zed type U-200

1) R 5-8 en R 12-13 moeten onderling binnen 2 % aan elkaar gelijk zijn.
 2) Isolatie-weerstand groter dan 100 M Ω !

fortissimo-passages om in een flinke kamer of kleine zaal een realistische geluidswaergave te verwezenlijken, mag men verwachten, dat een zorgvuldig ontworpen versterker, die een max. energie van 15 Watt kan leveren, ruim voldoende is om het vereiste piekvermogen met verwaarloosbare vervorming te produceren. Hij behoeft dan immers nooit volledig te worden uitgestuurd, terwijl tevens een ruime marge is opengelaten met het oog op de verliezen in uitgangstrafo e.d.

De eindtrap

Minimale vervorming bereikt men met trioden in balans, klasse-A instelling.

Het rendement is dan weliswaar gering, nl. ca. 30 %, maar de voordelen zijn dit waard.

Wij kozen het type EL34, waarvan twee stuks als triode geschakeld een vermogen kunnen leveren van ruim 16 W bij 375 V anodespanning. Om het spanningsverlies in kathodeweerstand en uitgangstrafo's te compenseren moet de voedingsspanning dan ruim 400 Volt bedragen. Om elk spoor van voormagnetisering van de kern der uitgangstrafo te voorkomen moeten de anodestromen van de eindbuizen onderling precies gelijk zijn en om dit te bereiken is de neg. roostersp. van iedere eindbuis afzonderlijk regelbaar. Dit geschiedt m.b.v. de semivariabele pot.meters R₁₆ en R₁₈. pa-

rallel geschakeld aan een deel van de uit R₁₇ en R₁₉ bestaande gemeenschappelijke kathodeweerstand (zie schema).

Men kan de anodestromen meten door tijdelijk een mA-meter parallel over de resp. helft van de primaire der uitgangstrafo aan te sluiten. Een luxueuze methode bestaat hierin, dat twee meters (bereik 100 mA) permanent op de versterker worden gemonteerd en aangesloten in serie met de „plus” leiding en elke helft van de primaire. De anodestromen worden ieder ingesteld op 65 mA.

Faze-omkeer en tussentrap

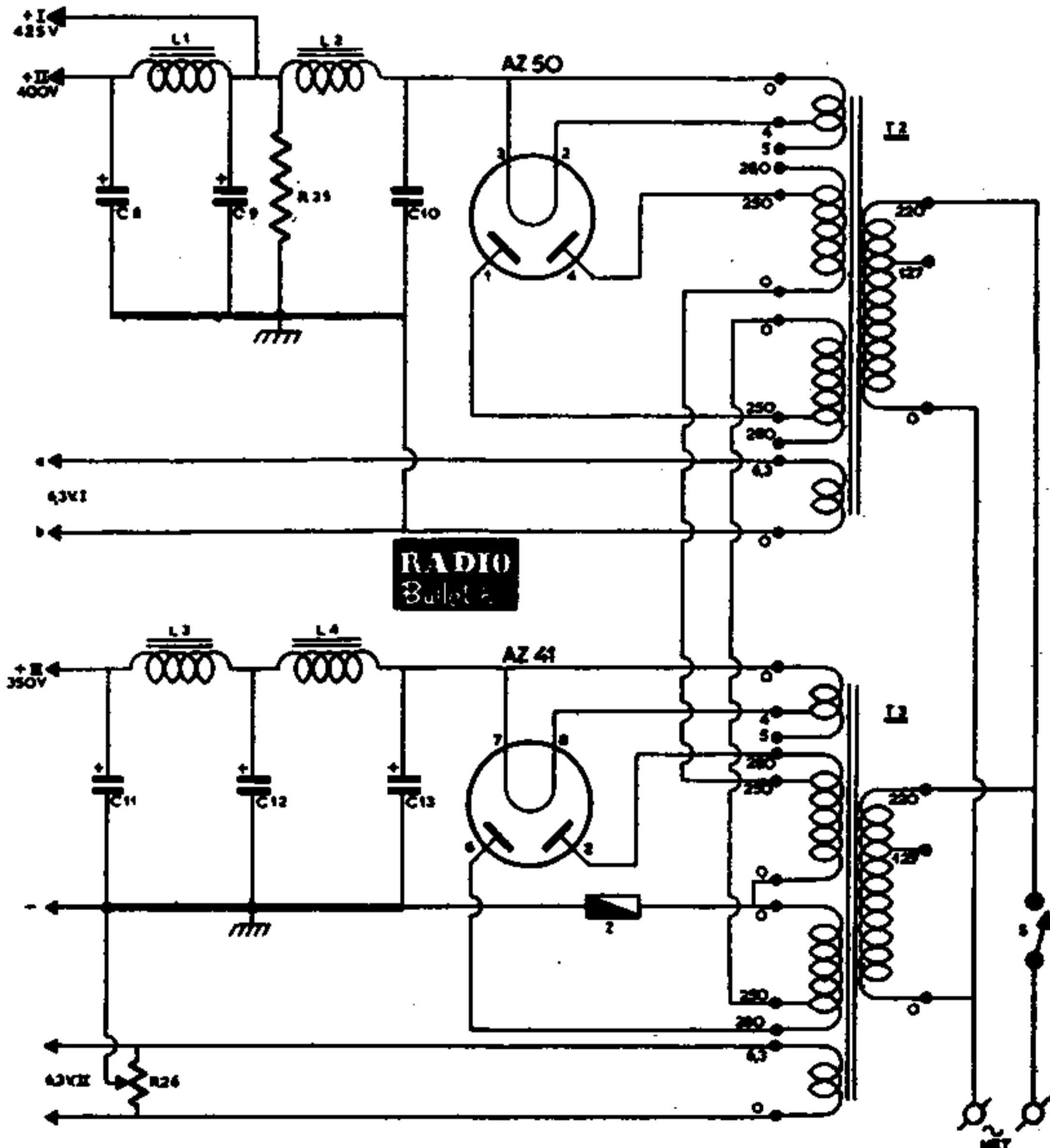
Voor volledige uitsturing van de buizen is een vrij hoge roosterwisselspanning vereist (ca. 2 × 22 Volt) welke door de voorgaande trap moet worden geleverd. Alhoewel een als faze-omkeerbuis-plus-voorversterker geschakelde dubbeltriode van het type ECC40 deze spanning gemakkelijk zou kunnen leveren bij een vervormingspercentage van slechts 1 %, is het toch beter een in balans' uitgevoerde spanningsversterker tussen faze-omkeer en eindtrap te schakelen en wel om de volgende reden: De kangoeroe faze-omkeerschakeling (zie eerste trap in het schema) geeft een ruim 20-voudige versterking, zodat er ca. 1 V wis-

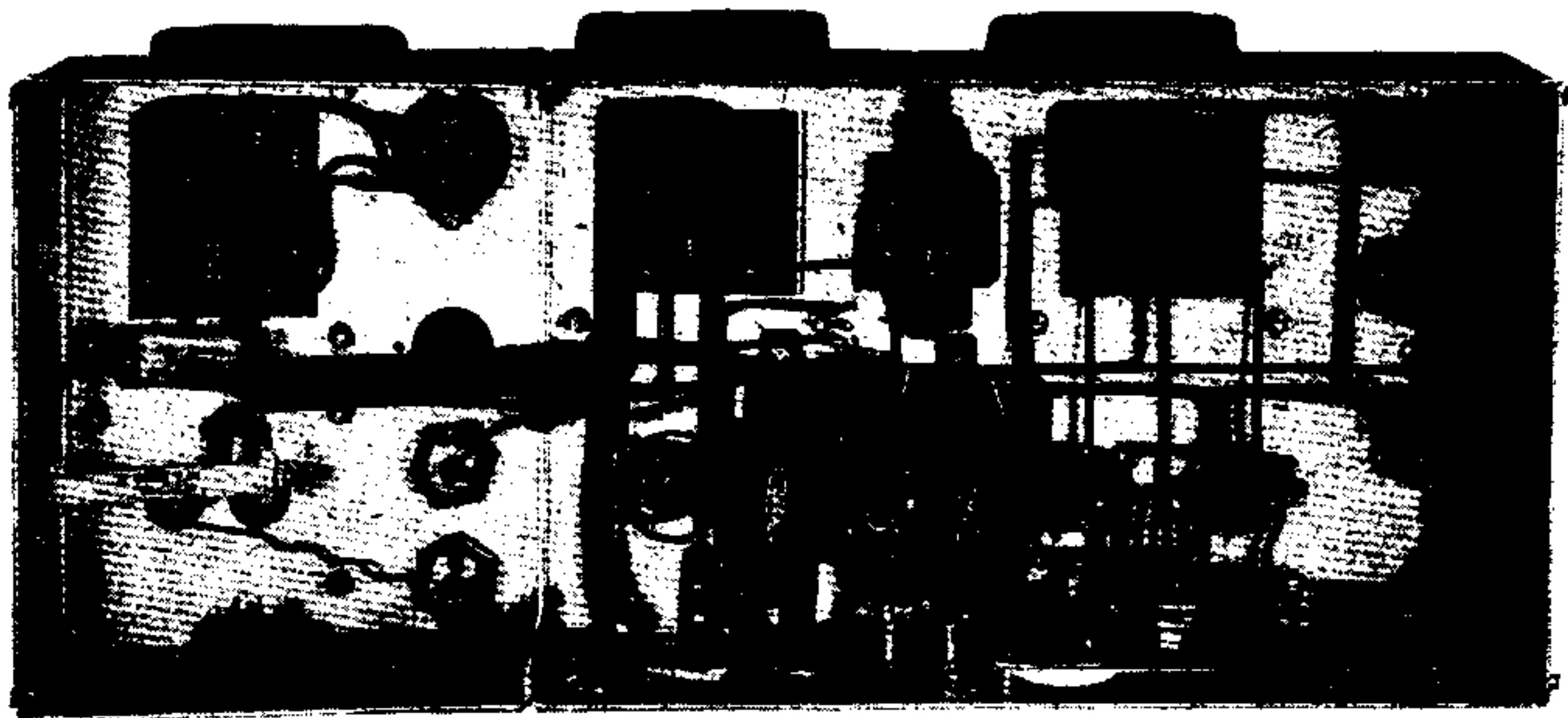
selspanning aan haar ingang nodig zou zijn om de eindtrap voluit te sturen (dus zonder de tussentrap). Wil men nu ca. 20 dB tegenkoppeling toepassen, dan wordt de vereiste ingangsspanning uiteraard groter, en wel omstreeks 10 V in dit geval. Om een dergelijk spanningsniveau te verkrijgen bij een vervorming van omstreeks 0,1 % zou toch weer 'n tegekoppelde voorversterker nodig zijn. Plaatst men echter de in elk geval noodzakelijke extra versterkertrap tussen de faze-omkeerbuis en de eindtrap, zoals dit in ons schema is gedaan, dan heeft dit nog het voordeel, dat de tekortkomingen van de faze-omkeertrap — niet volkomen symmetrische uitgangsspanningen bij hoge frequentie — door de tussenversterker goeddeels worden gecorrigeerd, zodat de roosters van de eindbuizen practisch zuiver in balans worden gestuurd. Genoemde correctie treedt op, omdat de niet ontkoppelde gemeenschappelijke kathodeweerstand van de tweede ECC40 de tussentrap „zelfbalancerend” doet zijn.

Deze tussentrap geeft, evenals de er aan voorafgaande kangoeroeschakeling, een ca. 20-voudige spanningsversterking, zodat nu de ingangsgoedigheid van de gehele schakeling ongeveer 55 mV bedraagt. Toepassing van sterke tegenkop-

SCHEMASLEUTEL

- R25.... 25 kΩ, 18 W 20 %
(Vitrohm type HF)
- R26.... 100 of 50 Ω pot.-
met. (draadgewonden
m. schoefinstelling)
- C8-9.. 32 μF elco,
525/600 V (Novocon)
- C10.. 0,25 μF pap, 600 V
werksp., zie tekst
- C11-12 32 + 32 μF elco,
450/525 V (Novocon)
- C13.... 32 μF elco,
450/525 V (Novocon)
- T2-3.. Muvolt type P200
- L1-3-4 6010
- L2.... S 200
- S aan/uit
schakelaar
- Z smeltveiligheid
300 mA





ONDERAANZICHT VAN DE HV-215. Alleen T2, AZ50 en L2 zijn op het verlengstuk (HV215) gemonteerd, T3 en AZ41 en de overige smoorspoelen staan het op chassis type PH200A.

peling over de gehele versterker (ruim 20 dB) brengt dan de voor volle output vereisteingangsspanning op ca. 0,65 V, waarvan de vervorming bij een dergelijk uitgangsniveau is te verwaarlozen

Tegenkoppeling

Om een gelijkmatige versterking voor het gehele frequentiegebied van 20—20.000 Hz te verkrijgen was het noodzakelijk, om de koppelweerstand R_5 en R_8 benevens R_{12} en R_{13} een vrij lage waarde te geven en de koppelcondensatoren C_4 t/m C_7 groter te kiezen dan normaal gebruikelijk. De eerste maatregel voorkomt moeilijkheden bij de hoge frequenties met het oog op de schadelijke invloed van de buiscapaciteiten en het Miller-effect, de tweede is noodzakelijk om ook de zeer lage frequenties onverzwakt over te dragen. Bovendien zijn beide maatregelen onontkoombaar in verband met de toe te passen tegenkoppeling, welke hier plaats vindt over vier versterkertrappen, nl. vanuit de secundaire van de uitgangstrap via R_{24} naar de kathode van de eerste versterkertrap. In elke trap veroorzaken immers de koppelcondensatoren en buiscapaciteiten fazeverschuivingen en aangezien het fazeverschil tussen uitgangsen ingangsspanning van de complete versterker bestaat uit de som der fazeverschuivingen van iedere trap, moet er dus zorgvuldig op worden gelet dat dit nooit zo groot kan worden, dat de tegenkoppeling overgaat in „mee”-koppeling binnen het frequentiegebied, waarin de versterking nog zo groot is dat er genereren kan optreden. Met het oog hierop is de combinatie R_3/C_3 parallel aan R_4 geschakeld, met het doel om de aanvan-

kelijke versterking voor zeer hoge frequenties te doen afnemen en gelijktijdig een compenserende faze-verschuiving te introduceren.

Uitgangstransformator

De ingewijde lezer zal reeds hebben opgemerkt, dat de HV-215 geheel is opgezet volgens de lijnen van de alom toegepaste versterker-techniek. Het succes hiervan ligt niet zozeer in die schakeling — die trouwens voordien reeds in diverse variaties werd toegepast — maar uitsluitend in de bijzondere constructie van de uitgangstrafo. Voldoet laatstgenoemde niet aan strenge eisen wat betreft hoge primaire zelfinductie (minstens 100 H) en zeer geringe spreiding (hoogstens ca. 30 mH), dan is het onmogelijk om de hierboven besproken sterke tegenkoppeling toe te passen; te kleine primaire zelfinductie geeft fazeverschuiving van zeer lage frequenties, waardoor de tegenkoppeling overgaat in meekoppeling; te grote spreidingszelfinductie geeft gelijksoortige moeilijkheden voor de hoge frequenties. Zou men dus een „gewone” uitgangstrafo gebruiken, dan is slechts een kleine tegenkoppelfactor toelaatbaar, met gevolg dat de vervormingsreductie onvoldoende is om de versterker in de „super WW klasse” te qualificeren. Het is dus absoluut noodzakelijk om een speciaal voor deze schakeling ontworpen transformator toe te passen, nl. de Mu-core type U-200, welke ruimschoots aan de gestelde eisen voldoet.

De bijzondere constructie — primaire en secundaire zijn in een groot aantal afzonderlijke wikkelingen onderverdeeld — brengt mede, dat voor het verkrijgen van verschillende luidsprekeraanpassin-

gen het gebruikelijke systeem van een aantal secundaire aftakkingen hier niet toegepast kan worden. Aangezien het noodzakelijk is, dat de afzonderlijke wikkeldingsgedeelten allen steeds „in bedrijf” zijn, kan bij dit type uitgangstrafo de transformatieverhouding alleen gewijzigd worden door de secundaire wikkelingen volgens een bepaald systeem in serie en/of parallel te schakelen. Duidelijke aanwijzingen hiervoor zijn op elke transformator aangebracht.

Om aan de gestelde eisen te voldoen is in dit soort uitgangstrafo's de toepassing van een afzonderlijke tegenkoppel-wikkeling ontoelaatbaar, met als gevolg, dat men bij verandering van de transformatieverhouding gelijktijdig de waarde van de tegenkoppelweerstand (R_{24}) moet wijzigen om de tegenkoppel-factor constant te houden. De voor iedere situatie vereiste waarde van R_{24} wordt gegeven door de betrekking:

$$R_{24} = 5875 \sqrt{Z_s} \text{ Ohm,}$$

waarin Z_s overeenkomt met de secundaire impedantie, welke een primaire aanpassing van 5000Ω (plaat tot plaat) oplevert. De waarde voor R_{24} wordt dus uitsluitend bepaald door de trafo-verhouding, ook al is een luidspreker aangesloten waarvan de spreekspoel-impedantie niet gelijk is aan Z_s .

Met de aangegeven waarden voor R_{24} wordt ca. 22 dB tegenkoppeling verkregen (ruim 10-voudig).

Voeding

Het voedingsgedeelte van deze versterker moet uiteraard aan hoge eisen voldoen: de inwendige weerstand moet klein zijn ter verkrijging van een goede spanningsregulatie, o.m. noodzakelijk voor behoorlijke stabiliteit bij zeer lage signaalfrequenties, terwijl zeer goede afvlakking noodzakelijk is voor het bereiken van een uitzonderlijk laag brom-niveau.

Zoals in het afzonderlijk getekende schema is te zien, is een originele schakeling toegepast, waartoe het speciaal voor de „200 Serie” ontworpen type voedingstrafo — de Muvolt P 200 — de mogelijkheid opent. Deze universele voedingstrafo voor grote versterkers bezit naast de gebruikelijke gloeistroomwikkelingen 'n hoogspanningswikkeling, die bestaat uit twee onderling geïsoleerde helften, terwijl elke helft is voorzien van een aftakking, zodat zowel 2×280 Volt als 2×250 Volt kan worden afgenomen. Het bijzondere van deze uitvoering is echter, dat men elke halve se-

cundaire wikkeling in serie kan schakelen met de overeenkomstige wikkeling van een tweede trafo van dit type, waar door de voor grote versterkers vereiste hoge anodespanning kan worden verkregen. Van deze mogelijkheid is hier gebruik gemaakt. De 250 Volt-secties van T_2 en T_3 zijn in serie geschakeld, zodat de AZ50 2×500 Volt op zijn platen krijgt. Bovendien is er 2×280 Volt (van T_3) beschikbaar voor de AZ41, welke deel uitmaakt van het afzonderlijke voedingsgedeelte voor de op deze versterker aan te sluiten voorversterker.

Het afvlakfilter van het hoogspanningsgedeelte is uitgevoerd met smoor-spoelingang, waardoor uitstekende spanningsregulatie is verzekerd. De zg. „swinging choke” L_2 , in combinatie met „de bleeder” R_{25} , zorgen ervoor, dat de gelijkspanning over C_9 nooit groter kan worden dan 450 V — wanneer er geen belasting is zolang de versterkerbuizen nog niet op temperatuur zijn gekomen — terwijl bij volle belasting (hier ca. 165 mA) deze spanning slechts tot 425 Volt daalt. Merk op, dat C_{10} ($0,25 \mu F$) een veel te kleine capaciteit heeft om als reservoircondensator te fungeren. Hij is dan ook niet als zodanig bedoeld, maar is hier noodzakelijk als „anti-ratel” condensator. Men kieze voor C_{10} een exemplaar van prima kwaliteit met 'n werkspanning van 600 Volt (minstens 2000 V proefsp.).

Om de kans op doorslag tot een minimum te beperken werd voor C_8 en C_9 een type van 525 V werkspanning gekozen, de grote capaciteitswaarde van deze electrolieten garandeert uitstekende afvlakking. De eindtrap kan dan ook rechtstreeks achter L_2 worden aangesloten, terwijl voor de voortrappen nog een extra afvlak- en ontkoppelfilter L_1-C_8 is toegepast. De hoge voedingsspanning (400 V) van de balans-tussentrap is gunstig voor het bereiken van minimale vervorming, hetgeen ook geldt voor de eerste trap en fase-omkeerbuis, waarvoor de spanningen achter de ontkoppelfilters R_1/C_2 resp. R_2/C_1 ongeveer 300-350 Volt bedraagt. Aangezien de gelijkrichter van het hoogspanningsgedeelte totaal 180 mA moet leveren, kozen wij hiervoor het type AZ50. Het kan de s-n-o-o-d-s nog met een 1561 doch dit type is dan lichtelijk overbelast, een ongewenste toestand, zeer zeker in een kwaliteitsversterker. Ofschoon de AZ50 max. 250 mA mag leveren, hebben wij er van afgezien om de voorversterker-voeding van het hoogspanningsgedeelte af te nemen. Dit zou nl. aanleiding kunnen geven tot instabiliteit („kikkeren”); men

bedenke, dat deze hoofdversterker nog frequenties beneden 5 Hz behoorlijk kan doorgeven! Bij volledige scheiding van afvlakfilter en gelijkrichters bestaat er geen enkele kans dat ongewenste koppeling optreedt via de inwendige weerstand van het voedingsgedeelte.

De voorversterkervoeding wordt geleverd door T_3 en de AZ41, de output van het dubbele afvlakfilter wordt rechtstreeks naar de 5-polige kabelaan-sluiting gevoerd, evenals de aan T_3 ontleende gloeispanning. Hierbij dient R_{26} — een draadgewonden pot.meter met schroefinstelling — om het gloeistroom-circuit van de voorversterker zodanig te aarden, dat minimaal bromniveau optreedt. Om beide trafo's zo gelijkmatig mogelijk te belasten, zijn de gloeidraden van de buizen in de hoofdversterker aangesloten op de 6,3 V wikkeling van T_2 , waarvan één zijde wordt geaard.

Inbedrijfstelling

Indien de gehele versterker kant en klaar is gemonteerd, geheel volgens de bouwtekening (zie hiervoor de door de MK uitgegeven Bouwmap E-3) en alle onderdelen de voorgeschreven waarden ook werkelijk bezitten, dan zal men geen moeilijkheden ondervinden, als men als volgt te werk gaat. R_{24} wordt tijdelijk los genomen, zodat de tegenkoppeling is uitgeschakeld, de netspanning wordt aangesloten, waarna de anodestromen van de eindbuizen worden ingesteld op 65 mA met de pot.meters R_{16} en R_{18} . Aangezien de instellingen hiervan elkaar wederzijds beïnvloeden moet men — bij gebruik van één mA-meter, die telkens wordt omgeschakeld — enige malen achter elkaar de instellingen herhalen, alvorens de anodestromen precies aan elkaar gelijk zijn.

Nu wordt een signaal aan de ingang toegevoerd om te controleren of de tegenkoppeling de juiste faze heeft. Dit doet men het beste door op de plaats van R_{24} even een vrij grote weerstand — bv. 100 à 200 k Ω — aan te brengen. Wordt 't uitgangssignaal zwakker, dan is de zaak gezond; neemt de output toe, dan moeten de aansluitingen van de uitgangstrafo met de eindbuizen worden omgewisseld, waarna men de voorgeschreven waarde van R_{24} kan aanbren-gen.

Nu zal het signaal aanmerkelijk zwakker zijn, evenals het bromniveau. Aansluiting van een der voorversterkers van de „200 Serie” zal de laatste bromresten doen verdwijnen, zodra R_{26} is ingesteld.

Deze instelling moet geschieden met

geheel opengedraaide sterkteregelaar (van de voorversterker uiteraard).

Mocht er nu toch nog brom waarneembaar zijn, dan is dit in de meeste gevallen te wijten aan een defecte ECC40, welke dan moet worden vervangen door een ander exemplaar. Soms is het euvel op te heffen door de betrokken buis van een afschermbuis te voorzien. Mocht de versterker instabiel blijken, dan kan dit een gevolg zijn van te sterke tegenkoppeling, veroorzaakt door te kleine waarde van R_{24} . Zou echter pas stabiele werking optreden bij groter waarde dan voorgeschreven voor R_{24} , dan is er een fout in de versterker. Onze proefmodellen werkten volkomen stabiel met de aangegeven tegenkoppeling van ca. 20 dB, terwijl in de meeste gevallen 25 dB of zelfs meer nog geen aanleiding tot instabiliteit gaf.

Prestaties

Over de prestaties van deze versterker zou een afzonderlijk artikel geschreven moeten worden, om alle bijzonderheden tot hun recht te doen komen. Wij volstaan daarom maar met de mededeling, dat naar onze overtuiging de HV 215 gerekend mag worden tot de topklasse van wat er momenteel op het gebied van WW versterkers op de wereldmarkt verkrijgbaar is.

HR