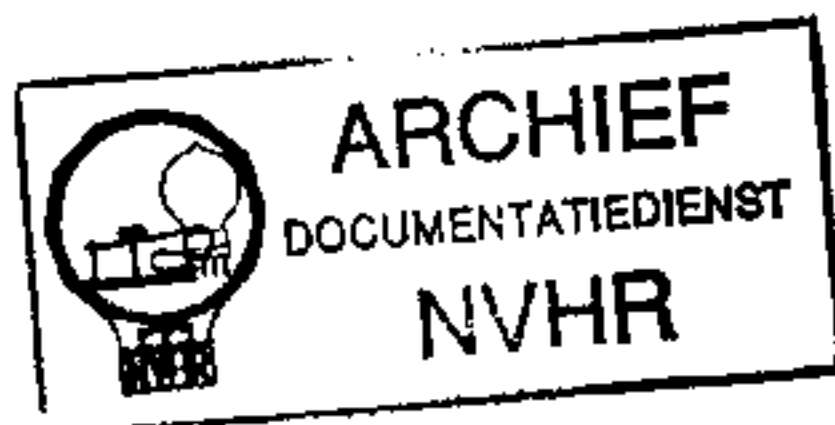




NIEUWE AANWINST
voor de
"200 SERIE"

Ned. Ver. v. Historie v/d Radio



MK modelversterker HV 230

30 Watt Netto output -- Nieuwe klasse AB schakeling

IN een voorgaand nummer (RB '52 no. blz. 134) gaven wij 'n uiteenzetting van de overwegingen die ons er toe hebben gebracht een complete serie versterkers te ontwerpen van zodanige opzet, dat voor vrijwel iedere toepassingsmogelijkheid de meest geschikte installatie kan worden samengesteld door combinatie van een aantal standaardversterkereenheden.

Zo ontstond de „200-serie”, waarvan reeds twee hoofdversterkers zijn beschreven (HV 210 in RB '52 no. 5, bouwmap E1; HV 215 in no. 8 van dezelfde jaargang en bouwmap E3), benevens een vijftal voorversterkereenheden (RB '52 no. 6, bouwmap E2). Thans voegen wij hieraan toe een 30 Watt hoofdversterker, de HV 230, die dus ook weer in combinatie met een willekeurige voorversterker van de „200-serie” een complete geluidsinstallatie vormt.

Opzet

Tweeërlei overwegingen liggen aan dit nieuwe ontwerp ten grondslag. In de eerste plaats zijn wij de overtuiging toegedaan dat de onmiskenbaar groeiende belangstelling voor „Werkelijkheids-Weergave” tot gevolg zal hebben, dat men ook hoger eisen gaat stellen wat betreft de muziekreproductie in grotere ruimten, zoals verenigingslocaliteiten e.d. De tot nu toe voor dit doel gebruikte versterkerinstallaties laten in het algemeen nog veel te wensen. De frequentie-omvang is haast altijd onvoldoende

en de vervorming is dikwijls beslist hinderlijk. Het laatste is gewoonlijk het gevolg van de omstandigheid, dat in vele gevallen de gebruikte versterker niet voor het doel is berekend en dan noodgedwongen op de grens van overbelasting moet werken. Ook de beste WW-installatie geeft ernstige vervorming, wanneer men er niet voor zorgt dat zelfs tijdens fortissimo-passages de opgewekte energie nog altijd iets beneden de „max. output” van de versterker blijft. Dat betekent dus onder meer, dat voor WW-werk een heel wat ruimere energiereserve is vereist dan men gewend is bij de gebruikelijke installaties.

Het tweede punt van overweging betreft de keuze van de schakeling. Gezien de wenselijkheid om de verschillende hoofdversterkers van de „200-Serie”, voor zover mogelijk, te standaardiseren, ligt het voor de hand om deze nieuwe versterker op gelijksoortige wijze op te zetten als de HV 215.

Schema

Zoals in de beschrijving van laatstgenoemde werd uiteengezet (RB '52 no. 8) verkrijgt men minimale vervorming bij toepassing van een balanseindtrap met in klasse A ingestelde trioden. De keerzijde van de medaille is dan echter, dat het rendement van zo'n versterker gering is waardoor reeds een extra ruime voeding en buizen met grote anodedissipatie nodig zijn om een heel bescheiden output te verkrijgen. Heeft men nu

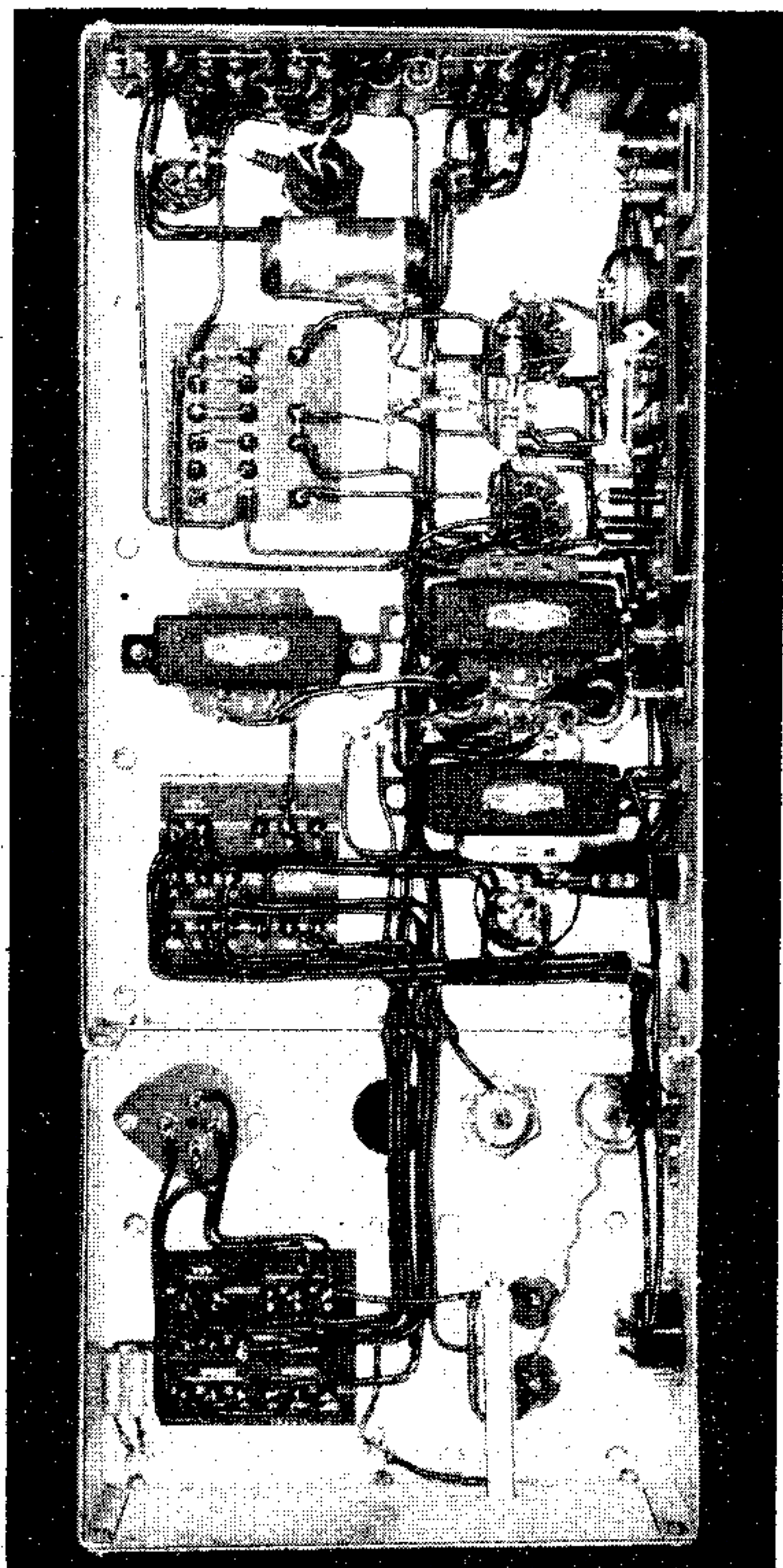
voor een bepaald doel een flinke audio-energie nodig, dan wordt zo'n triode-balanstrap wel een heel dure geschiedenis. In dergelijke gevallen is een klein offer op het gebied van vervormingspercentage meestal wel verantwoord, als dit een aanzienlijke besparing op buizen en transformatoren kan opleveren.

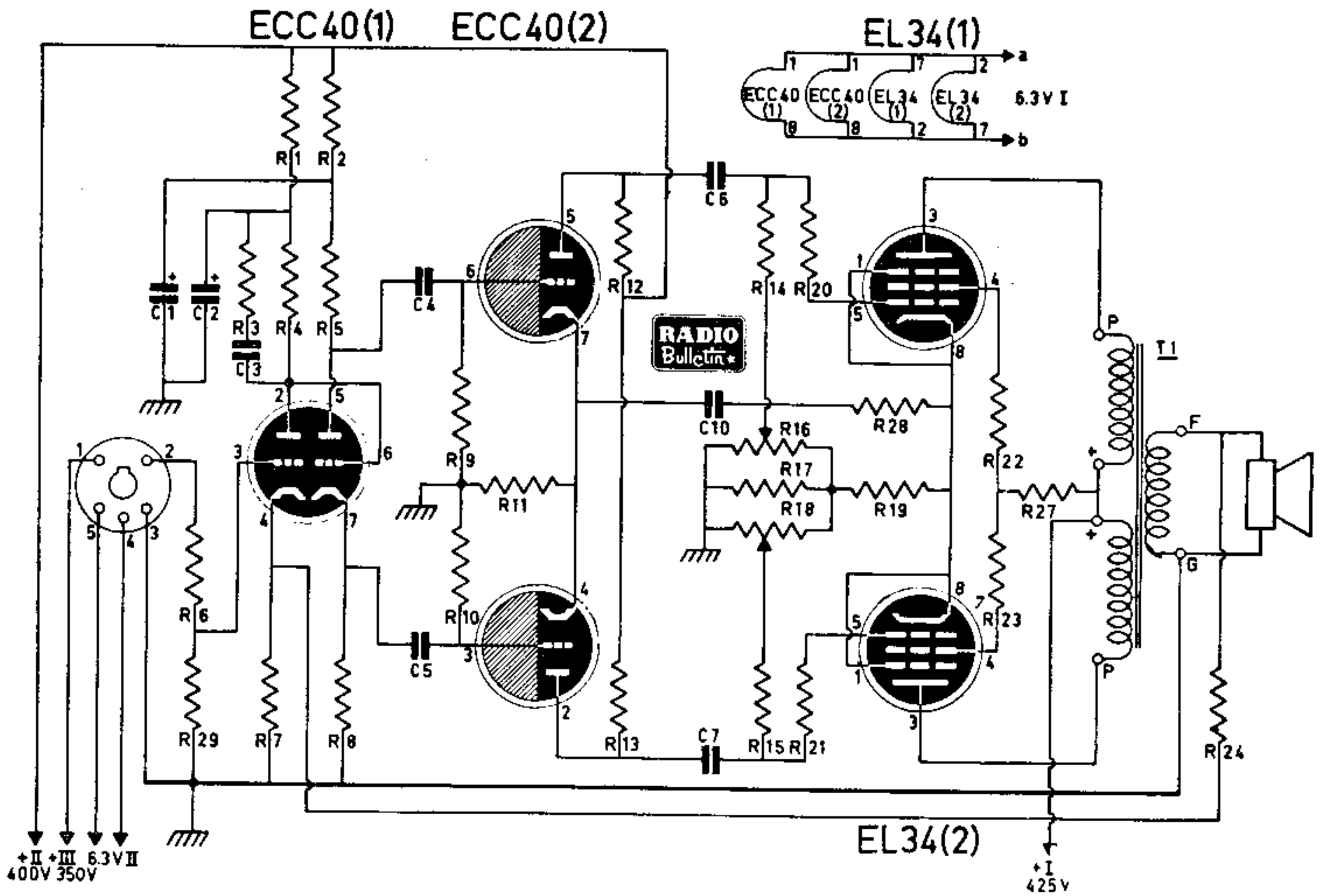
Deze weg hebben wij hier dan ook bewandeld door de eindtrap van de HV 230 uit te rusten met twee pentoden van het type EL34 werkend in klasse AB. Tot verdere concessies hebben wij ons echter niet laten verleiden. Om sterke tegenkoppeling over de gehele versterker te kunnen toepassen met behoud van een redelijke ingangsgevoeligheid is het noodzakelijk om twee trappen spanningsversterking aan de eindtrap te laten voorafgaan. De eerste wordt gevormd door de linker triodesectie van de ECC40-I in het schema. Het andere triodesysteem van deze buis fungeert als „faze-splitser”. De tweede spanningsversterker is als balanstrap uitgevoerd met de beide trioden van de ECC40-II. Ongeveer 20 dB tegenkoppeling wordt toegepast, nl. vanuit de secundaire van de uitganstrafo via R_{24} naar de kathode van de eerste trap. Een zo sterke tegenkoppeling over een totaal van vier trappen is alleen mogelijk, indien de fazehoek tussen ingangs- en uitgangsspanning slechts weinig verandert binnen de grenzen van het doorlaatgebied. Dit vereist een zorgvuldige dimensionering van de verschillende koppellementen tussen de trappen; van overwegend belang is echter het gedrag van de uitganstrafo op dit gebied. Zoals reeds uitvoerig uiteengezet in de beschrijving van de HV 215 (RB '52 blz. 239) moet deze aan zeer hoge eisen voldoen. Om moeilijkheden als instabiliteit en genereeroneigingen te voorkomen moet men een speciaal voor dit soort schakelingen ontworpen uitgangstransformator gebruiken zoals de hier aangegeven MuZED U-200. De grote overeenkomst tussen de schakelingen van deze nieuwe versterker en de HV215 maakt het overbodig om nogmaals de detailpunten uitvoerig te bespreken.

Er is echter één bijzonderheid, welke nadere toelichting vraagt. Doordat de eindtrap in klasse AB werkt, reeds 't probleem van een juiste vorm van ont-koppeling der gemeenschappelijke kathodeweerstand (R_{17} plus R_{19}). De anodewisselstromen van de eindbuizen (ia_1 en ia_2) van in balans-geschakelde buizen zijn in tegenfaze, zodat zij elkaar a.h.w. „tegenkomen” in de gemeenschappelijke kathodeweerstand R_k . Er ontstaat dan een wisselspanning tussen kathoden en

„aarde”: $ek = (ia_1 - ia_2) R_k$. Zijn de absolute waarden van beide anodestromen gelijk, dan is $ek = 0$. Zijn ze niet gelijk, bv. als gevolg van niet geheel gelijke buizen of onvolkomen symmetrie van de stuurspanning, dan ontstaat er in eerste instantie een wisselspanning over de kathodeweerstand, welke in fase is met de grootste van beide stroomcomponenten. Deze spanning geeft dus tegenkoppeling voor de buis met de grootste anodestroom, maar gelijktijdig terugkoppeling voor de andere. Het gezamenlijke effect hiervan is heilzaam, 't compenseert eventuele asymmetrie.. zolang de trap in klasse A werkt! Gaan wij echter een AB-trap zover uitsturen,

ONDERAANZICHT VAN DE HV-230. Het voedingsgedeelte is tezamen met de versterker op een uit twee delen bestaand chassis gebouwd.





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	150 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 6-29	100 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 24.....	27 k Ω	voor Zs = 3,5 Ω	1 1/2 W; 10 %	
R 9-10	470 k Ω	1/2 W	10 %		33 k Ω	" "	= 5 Ω	Zs = op uitgangs-
R 11	620 Ω	1/2 W	10 %		39 k Ω	" "	= 7 Ω	trafo ingestelde
R 14-15.....	220 k Ω	1/2 W	20 %		47 k Ω	" "	= 10 Ω	secund. imp. voor
R 16-18.....	47 k Ω	20% pot.m. lin. (Vitrohm type P100 curve I)			56 k Ω	" "	= 14 Ω	prim. imp. v. 5 k Ω (plaat tot plaat).
				R 27	470 Ω	1 W	20 %	
				R 28	10 k Ω	1/2 W	20 %	

C 1-2	32 + 32 μ F elco 450/525 V (Novocon)	C 4-5	0.05 μ F papier ²⁾
C 3	2000 pF papier, 10 %	C 6-7	0.25 μ F papier ²⁾
		C 10.....	2 μ F papier
		T 1	MuZed 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 !

dat hij in het klasse B-gebied werkt, dan gaat het mis met die compensatie.

Immers, het kenmerk van de klasse B instelling is, dat de buis zover wordt uitgestuurd, dat er gedurende een deel van de periode geen anodestroom vloeit. In de balanstrap betekent dit, dat beurtelings ia_1 of ia_2 gedurende korte tijd wegvalt, waardoor tijdens elke halve periode twee verschillende toestanden optreden. Zolang in beide buizen anodestroom vloeit treedt de hiervoor genoemde compenserende invloed van de

kathodeweerstand op, maar vanaf het ogenblik dat de ene buis „dicht” gaat, is dit afgelopen, want dan werkt de andere buis helemaal alleen en hij ondervindt dus plotseling sterke tegenkoppeling vanwege de niet ontkoppelde kathodeweerstand. Het zal duidelijk zijn, dat deze vrij plotseling overgang aanleiding geeft tot ernstige vervorming.

Ontkoppelt men R_k met een voldoende grote capaciteit, dan kan er geen wisselspanning tussen kathoden en „aarde” optreden en we hebben dus niet meer

te maken met bovengenoemde vervorming. Maar daarvoor in de plaats komt er nu een ander soort vervorming op de proppen, die weliswaar niet zo ernstig is, maar toch in een WW versterker dient te worden vermeden.

Het principe van de klasse AB versterker berust op het feit dat de gemeenschappelijke anode-gelijkstroom afhankelijk is van het signaalniveau. Bij max. output is die het grootst en men kiest nu een zodanige waarde voor de kathodeweerstand, dat op dat moment de juiste negatieve roosterspanning voor klasse B instelling wordt verkregen. Bij kleiner ingangssignaal daalt de anode-gelijkstroom, dus ook de gelijkspanning over de kathodeweerstand. De negatieve roosterspanning heeft dan een waarde waarbij de buizen in klasse A werken.

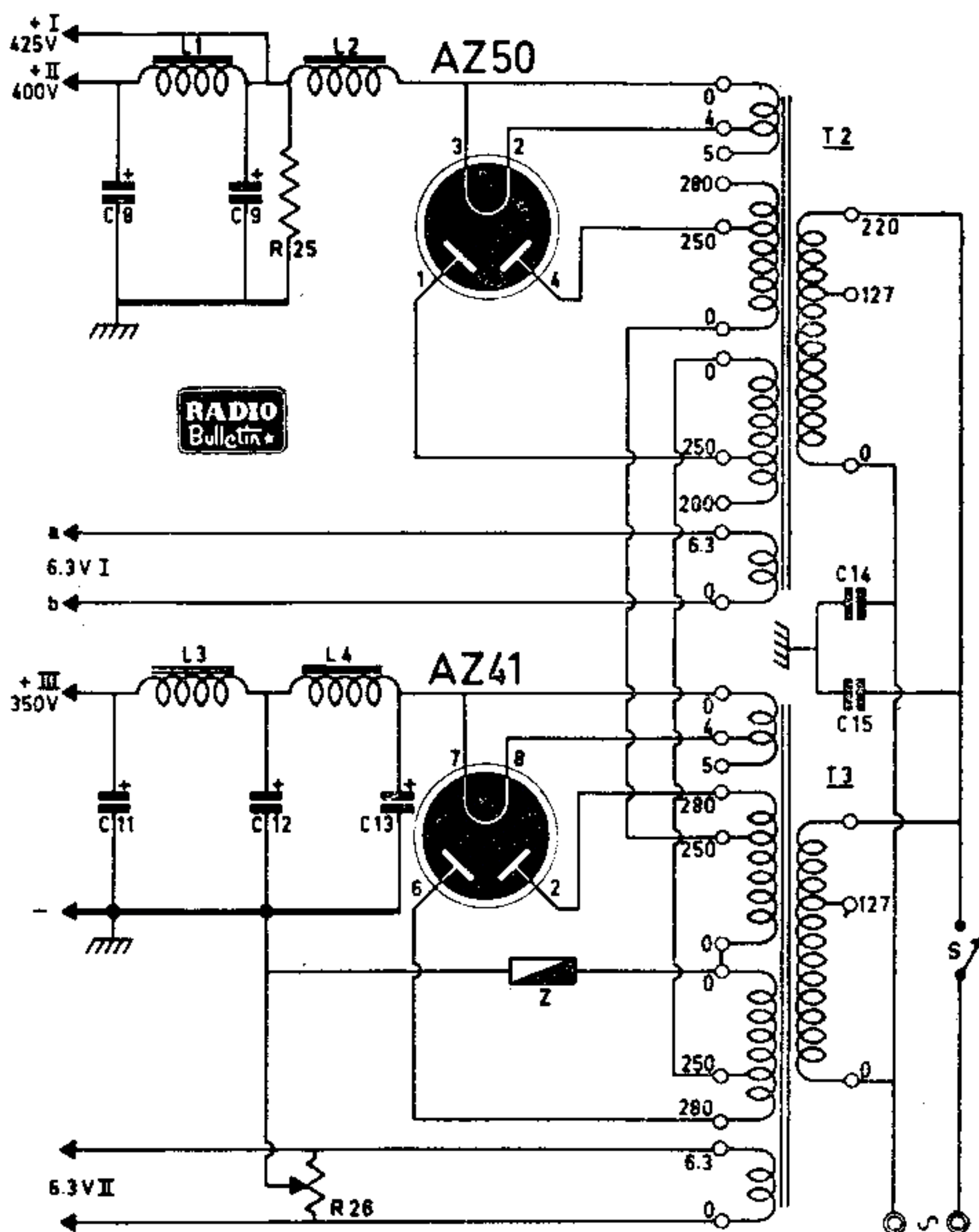
Bij geleidelijke variatie van het signaalniveau is de overgang van A naar B instelling gelijkmatig en er is niets bijzonders aan de hand. De situatie is echter geheel anders zodra het signaalniveau sprongsgewijs verandert, wat in de praktijk uiteraard dikwijls voorkomt. Dan kan de gelijkspanning over de kathodeweerstand zich niet snel genoeg instellen op de voor elk moment ver-

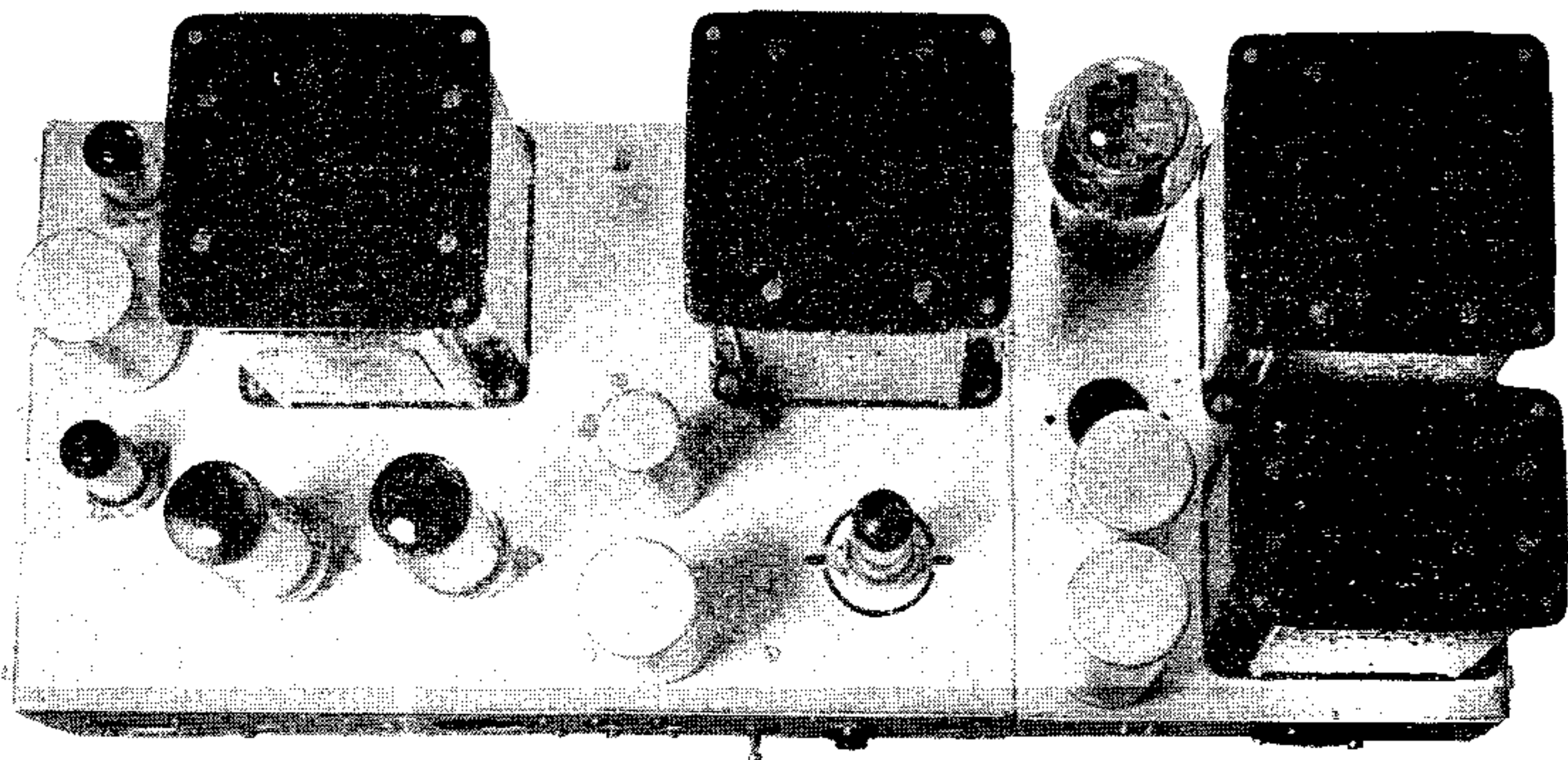
eiste waarde indien door aanwezigheid van een ontkoppelcondensator ook deze gelijkspanningsvariatiën worden afgevlakt. Het gevolg is dan ook een ernstige — zij het kortstondige — vervorming, telkens wanneer het signaalniveau plotseling verandert. Zonder ontkoppelcondensator treedt dit hinderlijke effect natuurlijk niet op, maar dan zitten we weer met de hiervoor genoemde vervorming.

Wat we dus feitelijk nodig hebben is een systeem, dat de signaalcomponenten over de kathodeweerstand ontkoppelt, maar variaties in de gelijkspanningscomponent in geen enkel opzicht belemmert. Mag dit op het eerste gezicht een onvervulbare wens schijnen, toch hebben wij hiervoor een originele en hoogst eenvoudige oplossing gevonden. Gaat men nl. uit van de gedachte dat ontkoppeling van de kathodeweerstand in de eerste plaats ten doel heeft om het optreden van een ongewenste wisselspanningscomponent tussen kathoden en stuurroosters te voorkomen, dan ligt het voor de hand, dat hetzelfde resultaat zal worden verkregen als men de wisselspanning tussen kathoden en aarde rustig laat bestaan,

SCHEMASLEUTEL

R25.....	25 k Ω , 18 W 20 %
	(Vitrohm type HF)
R26.....	100 of 50 Ω pot-
	meter (draadgewonden
	met schroefinstelling)
C8-9.....	32 μ F elco 525/600 V
	(Novocon)
C11-12	32 + 32 μ F slco,
	450/525 V (Novocon)
C13.....	32 μ F elco 450/525 V
	(Novocon)
C14-15	5000 pF papier
	250 V wisselspanning
T2-3	Muvolt type P 200
L1-3-4	" " 6010
L2	" " S 200
S.....	aan/uit schakelaar
Z.....	smeltveiligheid
	300 mA





maar tegelijkertijd een gelijksoortige spanning met gelijke amplitude en fase aan beide stuurroosters toevoert. Dan zullen immers de roosters „meedansen” met de kathoden en is er geen ongewenste wisselspanningscomponent meer aanwezig tussen deze elektroden.

Dit principe is nu in de HV 230 toegepast en wel door het aanbrengen van een soort asymmetrische terugkoppeling tussen de beide balanstrappen. Deze terugkoppeling komt tot stand door de serieschakeling van R_{28} en C_{10} tussen de kathoden van de eindtrap en die van de ECC40-II. C_{10} dient slechts voor blokkering van de gelijkspanning, R_{28} vormt met R_{11} een spanningsdeler waardoor een gedeelte van de wisselspanning over R_{19} en R_{17} op de kathoden van de ECC40 komt. Deze buis werkt ten aanzien van genoemde spanning als „geaard rooster” versterker waarvoor beide triodesecties parallel staan, met gevolg, dat nu ook de roosters van de eindtrap parallel — d.w.z. in gelijke fase — worden gestuurd. De amplitude van deze compensatiespanning aan de roosters hangt af van de verhouding $R_{11}/(R_{28} + R_{11})$ en de versterking van de geaard-rooster-trap. In de praktijk regelt men dit dus door juiste keuze van de waarde voor R_{28} . Erg kritisch is deze instelling niet, men moet echter oppassen voor overcompensatie.

Deze nieuwe methode blijkt dus inderdaad de wisselspanningscomponent over de kathodeweerstand te „ontkoppelen”, terwijl door afwezigheid van een ont koppelcondensator de variaties in de gelijkspanningscomponent ongemoeid blijven. De invloed van C_{10} is in dit opzicht immers volkomen te verwaarlozen omdat er een grote weerstand (R_{28}) mee in serie is geschakeld.

Een uitvoerige theoretische uiteenzetting vergt te veel plaatsruimte, wij volstaan dus met enkele opmerkingen. Bij nadere beschouwing van de schakeling zal men zien, dat het „ontkoppelleffect” ook optreedt ten aanzien van de kathodeweerstand van de ECC40-II; dat is op zichzelf niet erg, alleen is hierdoor de zelfbalancerende werking van deze klasse A trap nu ook opgeheven. Verder moet men er rekening mee houden, dat een te kleine waarde voor R_{28} aanleiding kan geven tot genereren; de eindtrap is nl. ook op te vatten als een kathodevolger (met beide EL34-ers parallel) die wordt voorafgegaan door de eerder genoemde geaard-roosterversterker. De terugkoppeling via R_{28} en C_{10} maakt van het geheel in principe een oscillator-schakeling.

Voeding

Het voedingsgedeelte is praktisch gelijk aan dat van de HV 215, voor toelichting op de originele schakeling met twee universele MuVOLT trafo's van 't type P-200 verwijzen wij dan ook naar blz. 240 in RB '52. De AZ50 levert weer de anodespanning voor alle trappen van de hoofdversterker, de AZ41 levert een geheel afzonderlijke voedingsspanning voor de voorversterker, welke via een 5-polige plug wordt aangesloten. Hier komt ook het signaal van de voorversterker binnen, de spanningsdeler voor het rooster van de linkertriode van de ECC40-I dient om de gevoeligheid van de hoofdversterker terug te brengen op het voor de „200-Serie” gestandaardiseerde niveau van 0,6—1,5 V. Zonder deze spanningsdeler zou nl. de gevoeligheid van de complete installatie veel te groot worden.

Constructie

De versterker is tezamen met het voedingsgedeelte gemonteerd op een stevig chassis, bestaande uit de twee aan elkaar geschroefde delen type CH 200-A en CH 200-B. Een en ander wordt door Amroh in de handel gebracht, compleet met bijpassende hulpstukken. Het is van belang, zich er van te overtuigen dat de verwerkte onderdelen als weerstanden, condensatoren enz., ook werkelijk de opgegeven waarden bezitten.

Inbedrijfstelling

Na zorgvuldige controle van bedrading enz., kunnen de buizen worden ingezet en een luidspreker worden aangesloten. De tegenkoppelweerstand R_{24} wordt tijdelijk losgenomen. Na inschakeling van de netspanning moeten eerst de anodestromen van de eindbuizen zorgvuldig worden ingesteld op 'n waarde van 60 mA elk. Men kan zonder bezwaar de milliammeter parallel aan een helft van de primaire van de uitgangstrafo aansluiten, mits er tijdens de meting geen signaal aan de versterker wordt toegevoerd. Men regelt de anodestromen met de potentiometers R_{16} en R_{18} . Is dit gebeurd, dan moet worden geprobeerd of de tegenkoppeling de juiste faze bezit. Aansluiting van R_{24} moet het bromniveau aanmerkelijk doen afnemen. Is d't niet het geval, dan moeten de verbindingen van de primaire der uitgangstrafo met de anoden der eind-

buizen worden omgewisseld. Is e. e. a. in orde, dan kan R_{24} definitief worden aangebracht.

De vereiste waarde voor deze tegenkoppelweerstand hangt af van de transformatieverhouding van de uitgangstrafo. Wijzigt men de schakeling van de secundaire wikkelingen, dan moet dus gelijktijdig een andere waarde voor R_{24} worden genomen (zie schemasleutel). Wanneer men echter de belasting verandert, bv. door bijschakelen van een andere luidspreker, zonder de secundaire om te schakelen, dan late men R_{24} ongewijzigd.

Prestaties

De prestaties van de HV 230 beantwoorden geheel aan de verwachtingen. De frequentiekaracteristiek is binnen ca. 1 dB vlak van 20—20.000 Hz, de max. output — gemeten aan een op de secundaire van de U-200 aangesloten weerstand — bedraagt ruim 30 Watt; de vereiste anodebelasting is dan ca. 5 k Ω van plaat tot plaat. De weergavekwaliteit, ook bij vol vermogen, is van dien aard, dat deze versterker zonder voorbehoud tot de WW-klasse kan worden gerekend. Bij verschillende vergelijkingsproeven kwam inderdaad aan het licht, dat voor geluidsreproductie op kamersterkte de HV 230 het met zijn penthoden in klasse AB toch nog net even aflegt tegen de HV 215 met de triode-balans eindtrap. Het verschil is echter heel klein.

DICHTBIJBEELD van de:

Faze-omkeer, tussen- en eindtrap

