

## 10 WATT STEREO VERSTERKER DUETTE

---

**Tweekanaalversterker van eenvoudige opzet voor stereo kristal-pickup — geeft zeer goede weergave van stereoplaten**

**Uitgangsvermogen: 2 x 4,25 W bij 0,5 % vervorming, max. 2 x 5 W**  
**Gevoeligheid: beter dan 100 mV voor 5 watt output per kanaal**  
**Stereo-balans instelling**

Gaan we uit van de ervaring dat voor werkelijkheidsweergave in de huiskamer een 10 W versterker in negen van de tien gevallen volkomen bevrediging schenkt, terwijl velen reeds dolgelukkig zijn met een vier-wattertje van prima kwaliteit, dan volgt hieruit dat ook voor stereofonie een max. uitgangsvermogen van 10 W (5 watt per kanaal) toereikend is.

### **Het schema**

De beide geheel gelijke versterkers zijn met de gemeenschappelijke voeding op een Amroh versterkerchassis ondergebracht, het geheel passend in de Universum-kast. Elke versterker is uitgevoerd met enkelvoudige eindtrap omdat de voordelen van de balansschakeling — gelet op de goede eigenschappen van de tegenwoordig beschikbare eindbuizen en vooral ook de uitgangstransformatoren — pas bij hogere vermogens, zo bij 10 W en meer duidelijk tot hun recht komen. Bovendien zou een werkelijk goede 5 W balanstrap ongeveer even duur worden als een 10 W trap, wanneer we het voedingsgedeelte buiten beschouwing laten.

Door toepassing van uitgangstransformatoren van goede kwaliteit en een zorgvuldig uitgekiende schakeling kon de niet-lineaire vervorming dankzij sterke tegenkoppeling (totaal bijna 40 dB) bijzonder laag worden gehouden, n.l. oplopend tot max. 0,5 % bij 4,25 W en 1000 Hz, terwijl de intermodulatie daarbij nog slechts 2 % bedraagt; getallen waarmee deze versterker menige 5 watt balansversterker overtreft.

Dit werd bereikt door de eindbuis vooraf te laten gaan door een in cascade geschakelde triode-pentode ECL84, welke een grote voorversterking geeft, waarvan weer het grootste gedeelte wordt „opgesoupeerd” door tegenkoppeling. Ten eerste van anode EL84 naar katode van de voorgaande trap d.m.v.  $R_{19}$  resp.  $R_{36}$ ;  $C_{12}$  en  $C_{24}$  dienen voor fazecorrectie. Deze frequentie-onafhankelijke tegenkoppeling is on-

geveer 40-voudig (32 dB). Bovendien is nog eens 6 dB tegengekoppeld over het gehele hoofdversterkergedeelte, nl. van de secundaire van de uitgangstransformator naar de katode van het triodedeel van de ECL84. Deze tegenkoppeling is frequentie-afhankelijk wegens de aanwezigheid van  $C_{10}$  in serie met  $R_{16}$  (resp.  $C_{22}$  in serie met  $R_{33}$ ), waardoor de lage tonen beneden 150 Hz minder worden tegengekoppeld en dus meer versterkt.

Om de ca. 20 dB verzwakking van het klankregelsysteem weer goed te maken en tevens de gevoeligheid op te voeren tot beter dan 100 mV – stereo-pickups geven zwakkere signalen af dan overeenkomstige monotypen – is in een voorversterker voorzien, voor ieder kanaal een helft van de dubbeltriode. Hiervoor werd het type ECC85 gekozen. Deze buis heeft het voordeel van een inwendige afscherming tussen beide trioden, van belang om overspreken tussen beide kanalen tot een minimum te beperken. De optredende tegenkoppeling over de katodeweerstand  $R_3$  resp.  $R_{24}$  biedt namelijk een mogelijkheid voor instelling van de stereo-balans. De potmeter  $R_4$  is zo geschakeld, dat de weerstanddelen ter weerszijden van zijn looper ieder parallel staan aan een der genoemde katodewestanden ( $C_2$  verbindt de looper voor wisselstroom aan aarde en dient alleen om de gelijkspanning over de katodewestanden niet te verstoren). Door draaien aan  $R_4$  wordt de totale wisselstroomweerstand – en daarmee de tegenkoppeling – voor de ene triode kleiner en voor de andere groter, zodat we met  $R_4$  gelijktijdig de versterking van het ene kanaal kunnen opvoeren en die van het andere verminderen.

Deze balansregelaar is in de eerste plaats noodzakelijk om de akoestische output van elk der luidsprekers gelijk te kunnen maken en zo „het midden” van het geluidsbeeld ook werkelijk midden tussen de luidsprekers te kunnen plaatsen. Daarnaast heeft hij zijn nut om eventueel optredende afwijkingen in de gelijkloop van de gekoppelde sterkteregelaars te compenseren alsmede de afwijkingen die soms in de stereo-opname zelf reeds voorkomen.



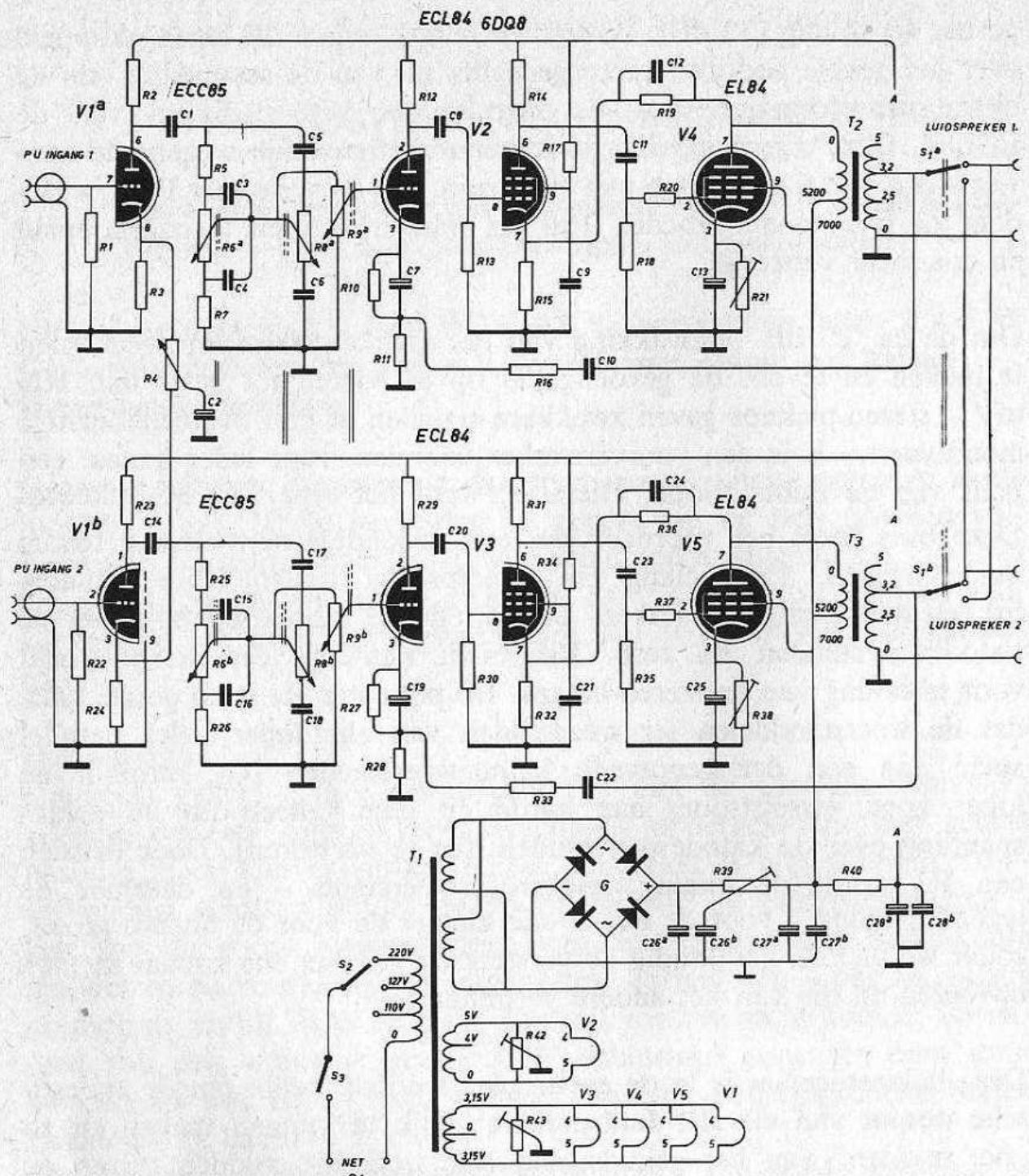


Fig. 1 Schakeling van de „Duette”.

## Regelorganen

De potentiometers voor sterkteregeling ( $R_{9a-b}$ ) zijn op één as gemonteerd en speciaal op elkaar aangepast met het oog op een behoorlijke gelijkloop over hun regelgebied. Ook voor de diskant- en basregelaars (resp.  $R_8$  en  $R_6$ ) in beide klankregelnetwerken zijn dergelijke tandem-potmeters toegepast, zodat de klankregeling van beide kanalen „gelijk-op” geschiedt.

Fig. 1. SCHAKELING EN ONDERDELEN VAN DE DUETTE

Alle  $\frac{1}{2}$  W weerstanden „Vitrohm”

R1-13-18-22-

30-35	470 k $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R2-23	100 k $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R3-24	4,7 k $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R4	potmeter 47 k $\Omega$ (Amroh nr. 54.803)
R5-25	330 k $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R6a-b-9a-b	stereo potmeter 2 x 1 M $\Omega$ (Amroh nr. 54.899)
R7-16-26-33	22 k $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R8a-b	stereo potmeter 2 x 1 M $\Omega$ m. schak. (Amroh 54.999)
R10-27	2,7 k $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R11-28	220 $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R12-29	220 k $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R14-19-31-36	390 k $\Omega$ 1 W
R15-32	3,3 k $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R17-34	1 M $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R20-37	1 k $\Omega$ $\frac{1}{2}$ W
R21-38	250 $\Omega$ 6 W (GLA-Vitrohm)
R39	500 $\Omega$ 6 W (GLA-Vitrohm)
R40	33 k $\Omega$ 1 W

R42-43 ontbrom potmeter 100 $\Omega$  (Amroh)

(alle weerstanden Vitrohm 10%)

C1-4-14-16	polystyreen cond. 0,01 $\mu$ F (Amroh/Mial)
C2	elektrol. cond. 50 $\mu$ F/35 V (Amroh)
C3-15	polystyreen cond. 1000 pF (Amroh/Mial)
C5-17	polystyreen cond. 200 pF (Amroh/Mial)
C6-18	polyester cond. 4700 pF (Amroh)
C7-19	elektrol. cond. 100 $\mu$ F/10 V (Amroh)
C8-11-20-23	polystyreen cond. 0,02 $\mu$ F (Amroh/Mial)
C9-21	polyester cond. 0,1 $\mu$ F (Amroh)
C10-22	polyester cond. 0,047 $\mu$ F (Amroh)
C12-24	polystyreen cond. 25 pF (Amroh/Mial)
C13-25	elektrol. cond. 100 $\mu$ F/15 V (Amroh)
C26a-b-27a-b	elektrol. cond. 32 + 32 $\mu$ F (Amroh)
C28a-b	elektrol. cond. 16 + 16 $\mu$ F (Amroh)
T1	voedingstransformator P141N (NN) (Amroh)
T2-3	uitg. transformator U72 (N)
G	Soral gelijkrichtercel 300 V/150 mA (Amroh)
S1	schuifschakelaar dubbelpolig om (Amroh)
S2	spanningsoverzetter (Amroh)
S3	schakelaar op R8a-b
V1a-b	buis ECC85
V2-3	buis ECL84
V4-5	buis EL84

Overige onderdelen:

1 Universeel chassis (Amroh)	2 m Netsnoer
1 Frontplaat Duette (Amroh)	1 Netsteker
1 Afschermplaat (Amroh)	1 Montagebordje 2 x 35 lippen (Amroh)
1 Schaalverl. fitting	2 Afschermbussen (Amroh)
8 Rubbertulen	1 Afschermbus voor R8a-b (Amroh)
15 Boutjes M3 x 5 mm	4 Soldeerlippen, 1- spr.
23 Boutjes M3 x 10 mm	1,2 m Micr.kabel, 1-ad.
2 Boutjes M3 x 12 of 15 mm	4 Knoppen (Amroh)
8 Boutjes M3 x 20 mm	4 m Montagedraad 0,5 mm, rood
1 Boutje M3 x 50 mm	4 m Montagedraad 0,5 mm, zwart
8 Boutjes M4 x 12 mm	4 m Montagedraad 0,5 mm, geel
61 Moertjes M3	1 Rood controleglasje
4 Moertjes M4	4 m Tinsoldeer 60/40
2 Stekerbusplaatjes (Amroh)	1 Schaalverl. lampje 8045D
2 Sockets L 603 B (Amroh)	
2 Noval buishouders met rand (Amroh)	
1 Afschermbus Noval 50 mm (Amroh)	
2 Afschermbussen Noval 60 mm (Amroh)	
1 Draadsteun 5-lips (Amroh)	



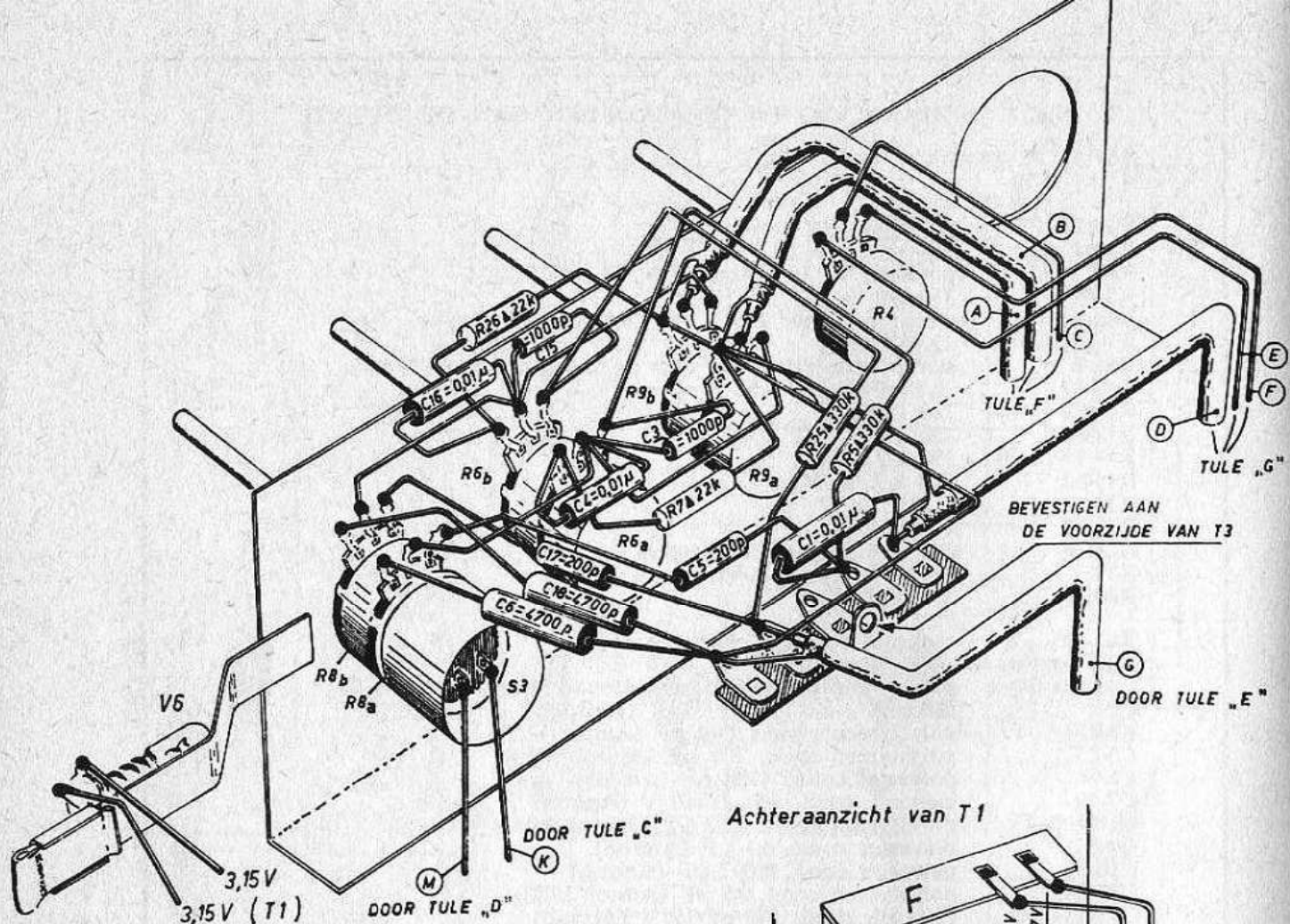
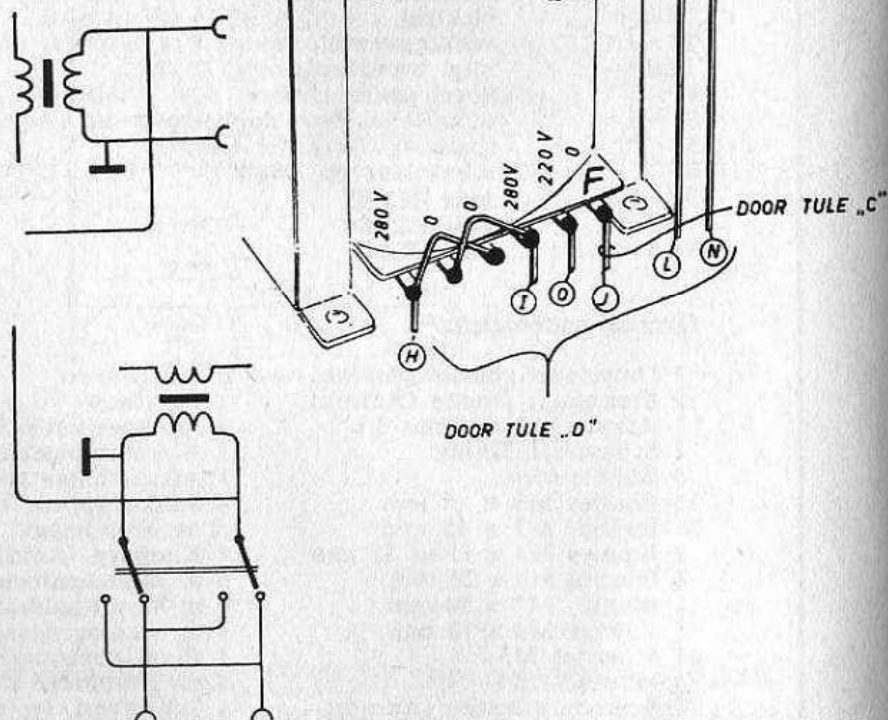


Fig. 2. Het potmeter-paneeltje.

Fig. 3. Schakeling voor omkering van de faze van de luidspreker.



### Luidspreker schakeling

Met de dubbelpolige omschakelaar  $S_1$  (achter op het chassis gemonteerd) kan men de luidsprekers onderling verwisselen, d.w.z. de linker





luidspreker op het rechter kanaal aansluiten en de rechter op het linker kanaal. Op het eerste gezicht lijkt dit een overbodige luxe; er zijn echter stereoplatten in omloop, die nog niet volgens de officiële norm zijn gesneden en waarbij linker en rechter kanaal van plaats zijn verwisseld. Wie niet dergelijke afwijkende platen bezit, kan met voordeel  $S_1$  anders verbinden om de faze van een der luidsprekers te kunnen omkeren.

### **Voeding**

De voeding is gemeenschappelijk en om zowel zeer goede afvlakking te verkrijgen bij het grote stroomverbruik (totaal 120 mA) als de vereiste ontkoppeling tussen beide kanalen, zijn grote capaciteiten in het filter noodzakelijk en vandaar de parallelgeschakelde secties van dubbele elco's.

Door van de op de draadweerstand  $R_{39}$  aanwezige aftakking gebruik te maken (zet de clip in het midden) is nog een extra filtersectie gevormd.

De totale stroom bedraagt 120 mA. De katode-weerstanden van de eindbuizen zijn instelbaar om de anodestromen elk op 50 mA te kunnen instellen.

Om gloeidraadbrom van de ECL84's te elimineren is voor elke versterker een ontbrommer ( $R_{43}$  resp.  $R_{42}$ ) aangebracht. Daarvoor was het noodzakelijk een der ECL84's op de 5 V gloeistroomwikkeling aan te sluiten; aangezien deze buizen slechts zeer geringe anodestromen trekken, is de lagere spanning geen groot bezwaar.

### **Bouwbeschrijving**

Begonnen wordt met in het universele chassis de gaten aan te brengen, welke voor enkele onderdelen van de Duette extra nodig zijn (zie fig. 5).

- a) Vier 3,2 mm gaten voor T2;
- b) Eén 3,2 mm gat in de voorzijde van het chassis voor bevestiging van de gelijkrichtcel G;
- c) De beide 3 mm gaatjes voor bevestiging van  $S_1$  aan de achterzijde van het chassis uitvijlen tot sleufgaten.

Daarna worden de buishouders gemonteerd (fig. 6). Let op de juiste stand van de buishouders.

Hierna brengen we de rubber tulen A t/m G, alsmede de tule voor het netsnoer aan.

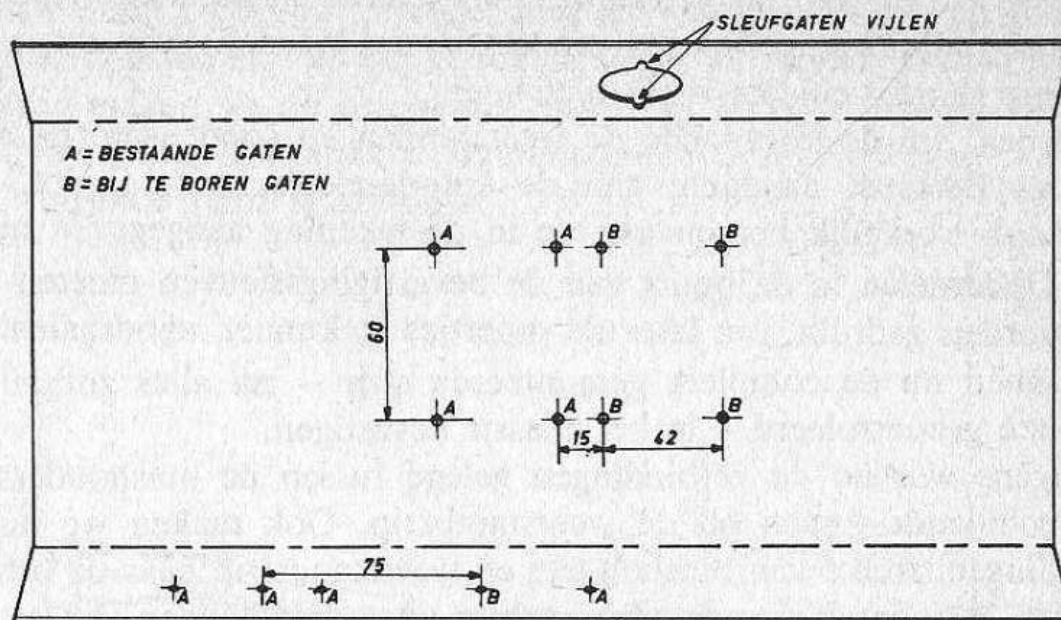


Fig. 5. Nog te boren extra gaten in het Universeel chassis.

We gaan nu beginnen met het leggen van de gloeidraadverbindingen tussen de verschillende buishouders. Bij V5 solderen we twee eindjes draad (U en T) aan resp. lip 4 en 5 van de buishouder, welke draden we dan vervolgens door tule A steken en verder voorlopig laten rusten. We monteren nu de ontbrompotmeters  $R_{42}$  en  $R_{43}$  op de daarvoor bestemde plaatsen. Nu leggen we de gloeidraadverbinding tussen V2 (lip 4 en 5) en  $R_{42}$  en van  $R_{42}$  weer naar tule A, steken ze er door heen en laten ook deze eindjes rusten; dat zijn dus de draden P en Q van tule A. Tenslotte wordt de laatste gloeidraadverbinding gelegd (van V1).

Leg tenslotte de verbinding tussen V4 en  $R_{42}$ . Alle gloeidraadverbindingen zijn getwist, d.w.z. in elkaar gedraaid. Druk de verbindingen zover mogelijk in de hoek van het chassis, dus in de omgezette achterkant.

### De montage van de weerstandstrip

Het verdient sterk aanbeveling zowel aan de onderzijde als de bovenzijde van de strip langs de lippen een smal strookje papier te plakken, waarop we de nummering kunnen aanbrengen. Dit vergemakkelijkt niet alleen het leggen van de verbindingen en het monteren van de onderdelen, doch vermindert tevens de kans op vergissingen aanzienlijk. Let erop, dat de strip niet symmetrisch is wat betreft de bevestigingssleuven.

Allereerst worden de verbindingen gelegd, welke aan de onderzijde



van de strip (fig. 6) zijn getekend. Voor elkaar kruisende verbindingen moet natuurlijk geïsoleerd montagedraad worden gebruikt, voor de andere (korte) eindjes is dit niet nodig.

Nu worden aan de bovenzijde de weerstanden en condensatoren aangebracht. Besteedt aandacht aan de katode-elco's, zodat „plus” en „min” ook werkelijk komen aan de in de tekening aangegeven nummers. Onderdelen in de buurt van de bevestigingssleuven moeten wat opzij worden gedrukt, om later de moertjes te kunnen aandraaien.

We kunnen nu de compleet gemonteerde strip – na alles zorgvuldig te hebben gecontroleerd – in het chassis bevestigen.

Vervolgens worden de verbindingen gelegd tussen de buishouders en de verschillende lippen op de weerstandstrip. Ook maken we nu de verbindingen, welke van buishouders en weerstandstrip naar de bovenzijde van het chassis voeren. Zorg echter voor draadeinden van ca. 12 cm lengte, welke dan straks op maat kunnen worden afgeknipt.

We vervolgen nu de bouw van de versterker met het aanbrengen van de nog niet gemonteerde onderdelen aan de achterzijde van het chassis. Dit zijn in fig. 6 de spanningskiezer S2, de stekerbussplaatjes LS1 en LS2, de luidsprekeromschakelaar S1 en de coax ingangen PU1 en PU2. Onder het bevestigingsmoertje van LS1, aan de zijde van S1, alsmede onder de moertjes van PU2 en PU1 aan de open chassiszijde, monteren we gelijktijdig een soldeerlip.

Aan de nu bevestigde onderdelen kunnen we – ook weer volgens fig. 6 – verbindingen maken naar buishouders, weerstandstrip, enz. De afgeschermdde leidingen worden pas het laatste gemonteerd.

Aan de bovenzijde van het chassis (fig. 4) monteren we de twee elektrolytische condensatoren C<sub>26a-b</sub> en C<sub>27a-b</sub>.

Nu maken we aan de onderzijde van het chassis de verbindingen tussen deze elco's en R<sub>39</sub> en de gelijkrichtcel, resp. V4 (fig. 6). Natuurlijk vergeten we niet, ook alle draden te solderen aan de contactringen van de elco's, welke draden dan resp. door tule A en gat H worden gevoerd.

Vervolgens gaan we de voedingstransformator T1 en de uitgangstransformatoren T2 en T3 op het chassis monteren. De draadeinden welke door de tulen A en D steken kunnen nu aan T1 worden gesoldeerd en nu kunnen we ook de verbindingen tussen T1 en de spanningkiezer S2 leggen. Tevens kunnen T2 en T3 worden verbonden met de draadeinden, komende uit tule B en gat H.

Thans komen de afgeschermdde leidingen aan de beurt. Als eerste van de afgeschermdde leidingen nemen we de stukjes welke de coax aansluitbussen PU1 en PU2 met de buishouder van V1 verbinden, resp. de

lippen 7 en 2 (fig. 6). Vergeet niet de weerstanden  $R_1$  en  $R_{22}$  in de afschermbussen te verwerken (zie ook de detailtekening fig. 7). Daarna maken we de verbinding tussen lip 1 van V1 en lip 18 van de weerstandstrip. De andere afgeschermdde leidingen leggen we nadat het volgende punt is voltooid.

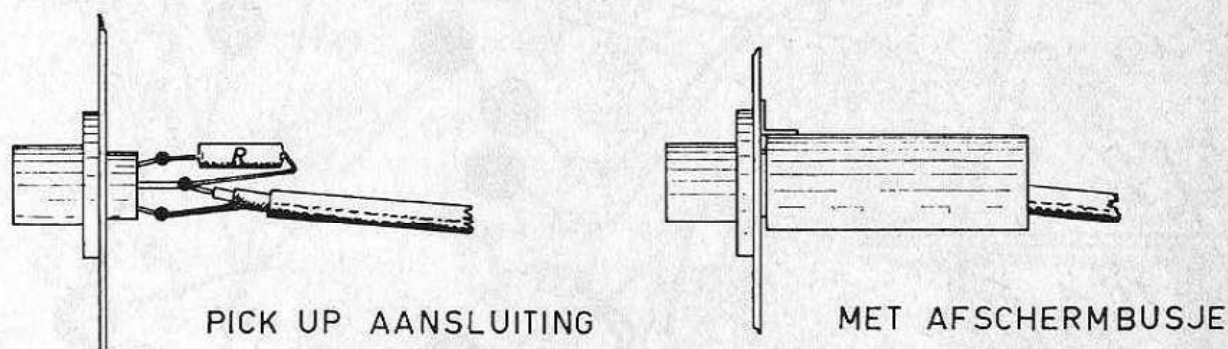


Fig. 7. Detailschets voor de montage van de coax bussen.

### Het potmeterpaneeltje

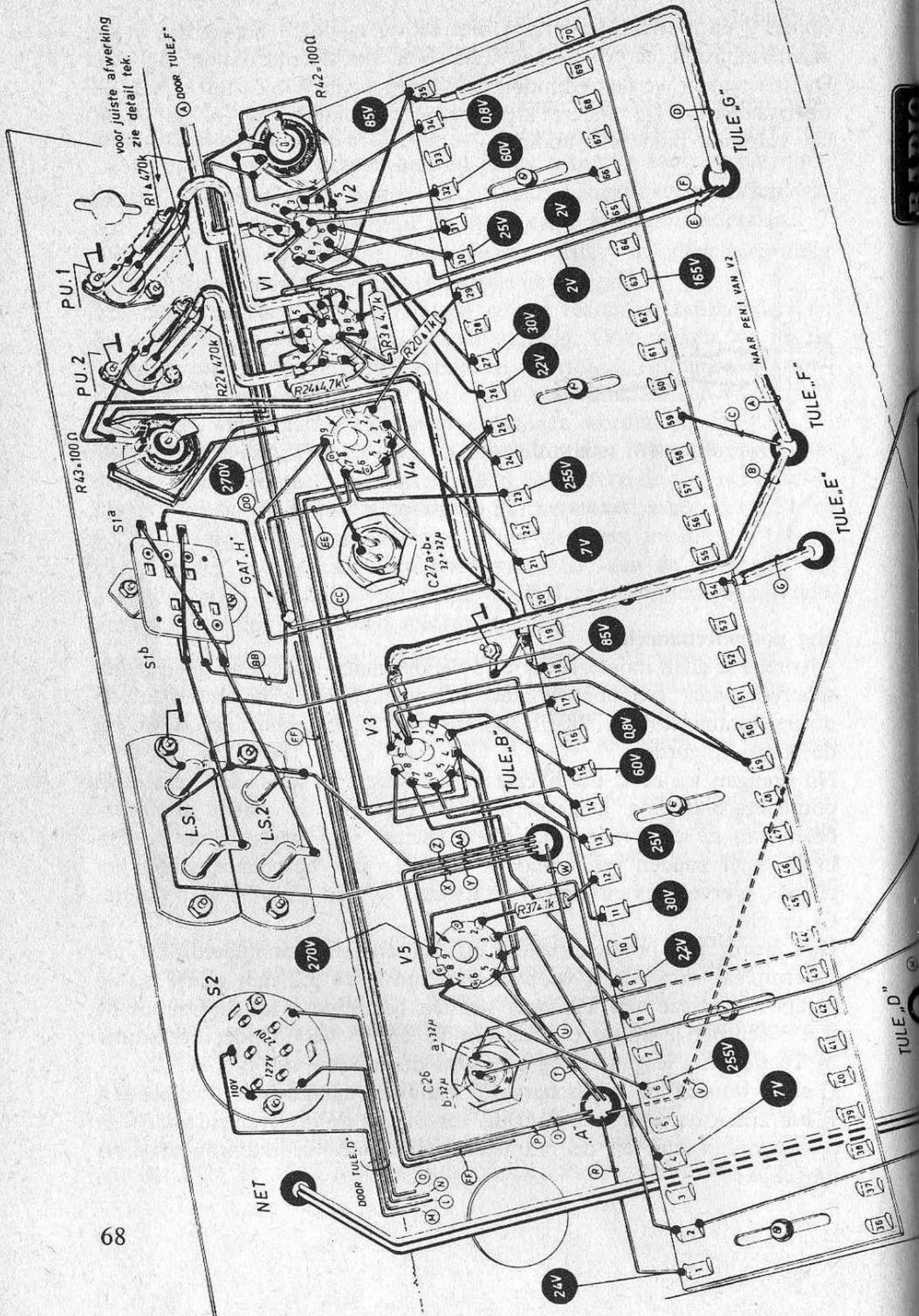
Alvorens te gaan monteren moeten we de smalle onderkant goed blank schuren, zodat een goed contact is verzekerd. We monteren nu de diverse potmeters  $R_4$ ,  $R_9$ ,  $R_6$  en  $R_8$  (fig. 2). Uiteraard letten we op de goede volgorde.

Nu brengen we eerst de diverse verbindingen (draden) aan tussen de potmeters onderling. Denk er om, dat geen van de draden of onderdelen aan de achterzijde van de potmeters mag liggen, daar ze dan in de knel zouden raken tijdens montage van het paneeltje op het chassis. Vervolgens monteren we  $R_7$  en  $R_{26}$ , dan  $C_3$  en  $C_{15}$  en daarna  $C_4$  en  $C_{16}$ .

Dan wordt het potmeterpaneel op het chassis gemonteerd. De afschermplaat wordt eerst voorzien van een extra 3,2 mm gaatje op de plaats waar deze aan T2 moet worden bevestigd. Met de boutjes M 3 x 3 schroef je nu deze plaat aan T2 en T3 vast. Onder het boutje in T3 bevestig je gelijktijdig de 5-lips draadsteun (zie fig. 4).

Hierna worden de afgeschermdde leidingen aangebracht, welke aan  $R_{9a-b}$  zitten en door tule F gaan; vervolgens de onderdelen tussen en op de draadsteun en de potmeters. Houd de verbindingen zo kort mogelijk.







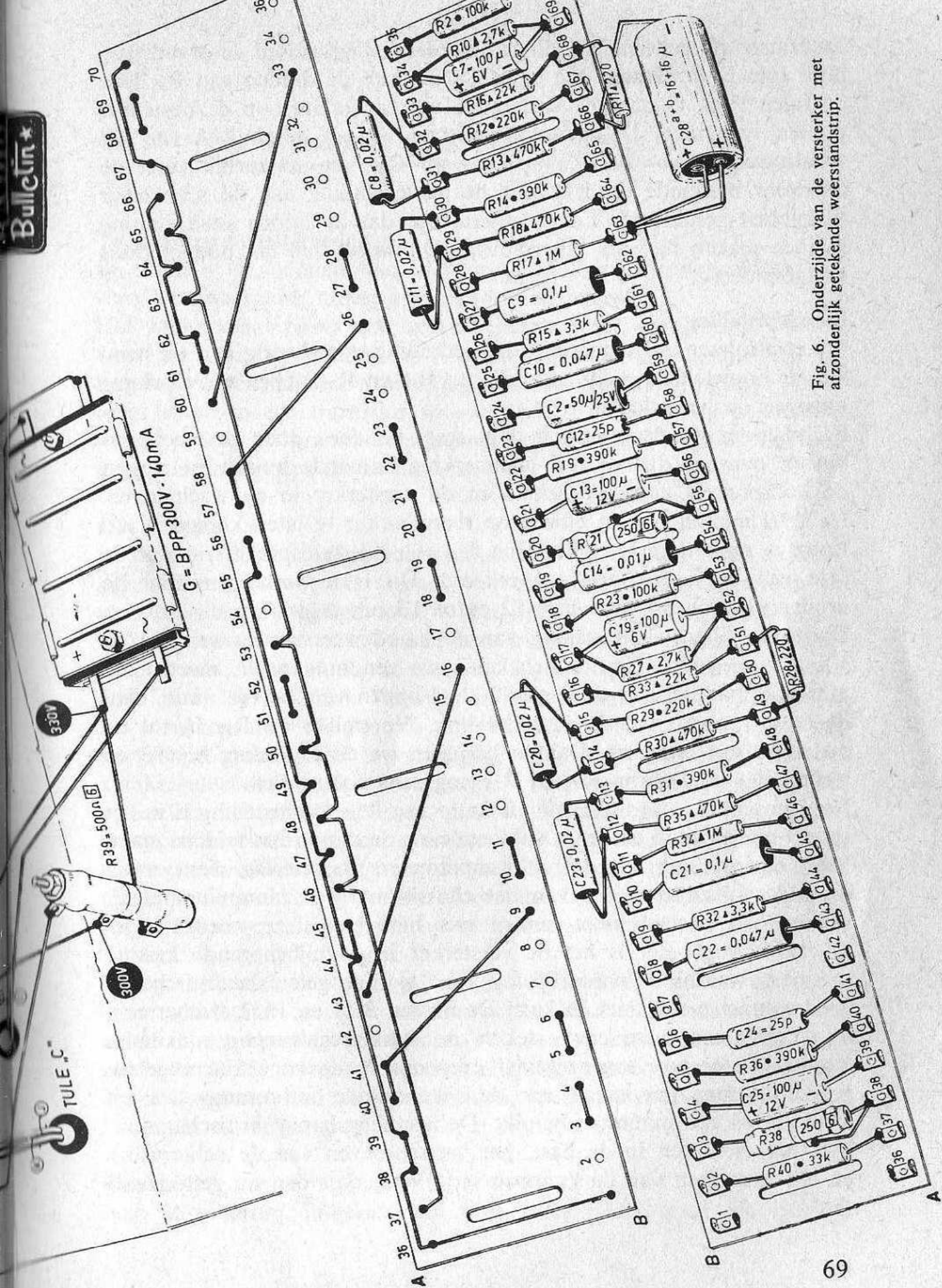


Fig. 6. Onderzijde van de versterker met afzonderlijk getekende weerstandstrip.



De laatste afgeschermdde leidingen worden gelegd tussen de draadsteun door tule E en G naar V2 en V3. Tenslotte de draden van R<sub>4</sub> door de tulen F en G naar de onderzijde voeren en daar op de bestemde punten verbinden. De afwerking bestaat uit het opschuiven van het schermbusje over de netschakelaar op R<sub>8a</sub>, na natuurlijk eerst de daarvoor bestemde draden voor de netverbinding aan de schakelaar te hebben gesoldeerd. Let er vooral op, dat de lippen geen sluiting kunnen maken met het schermbusje. Dit wordt aan het potmeterhuis vastgesoldeerd.

### Inbedrijfstelling

We controleren eerst nog eens de bedrading **nauwkeurig** aan de hand van de bouwtekening. De aftakclip op R<sub>21</sub> en R<sub>38</sub> stellen we voorlopig ongeveer in het midden in.

Nu plaatsen we de buizen in hun resp. houders, doen de afschermbussen over de daarvoor in aanmerking komende buizen en sluiten de luidsprekers aan. We schakelen de versterker in en wachten ca. 1/2 à 3/4 minuut om de buizen op temperatuur te laten komen.

Komt er nu een hevige giltoon uit één of beide luidsprekers, dan is de faze van de tegenkoppeling verkeerd. Dit is te verhelpen door de draden naar de primaire van T2 en/of T3 om te draaien.

Dan komt thans de instelling van de katodeweerstand van V4 en V5 aan de beurt. Hiertoe schakelen we een mA meter, meetgebied 100 mA, parallel aan de 0 en 5200  $\Omega$  lippen van T2 (de „min” aan de 0, de „plus” aan de 5200  $\Omega$  lip). We stellen nu R<sub>21</sub> in tot de meter 50 mA aangeeft. Daarna herhalen we de procedure bij T3 en stellen R<sub>38</sub> in. Daarna R<sub>21</sub> en R<sub>38</sub> nog eens controleren.

Nog een enkel woord over de aftakclip van R<sub>39</sub>. De instelling is in het geheel niet kritisch en het is voldoende als de clip in het midden staat. Voor de instelling van de ontbrompotmeters R<sub>42</sub> en R<sub>43</sub> dient zowel de onder- als bovenzijde van het chassis met een aluminium plaat, welke goed contact moet maken met het chassis, te worden afgeschermd. Nog beter is het de versterker in de bijbehorende kast te schuiven, waarbij er natuurlijk op moet worden gelet, dat het chassis goed contact maakt met de kast. De bussen PU1 en PU2 afschermen, bv. d.m.v. een losse coax steker; de sterkteregelaar op maximum (rechtsom), de lage tonenregelaar eveneens en de hoge tonenregelaar geheel linksom. Per kanaal aan de bijbehorende ontbrommer draaien tot de brom een minimum bereikt. De instelling is niet kritisch.

Met het monteren in de kast, het vastschroeven van de achterwand en het vastzetten van de knoppen is je versterker dan nu geheel voltooid.