

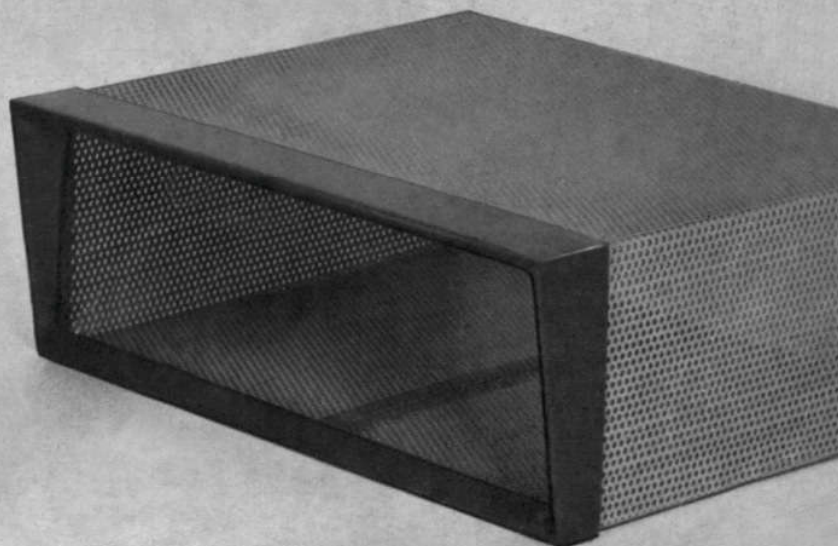
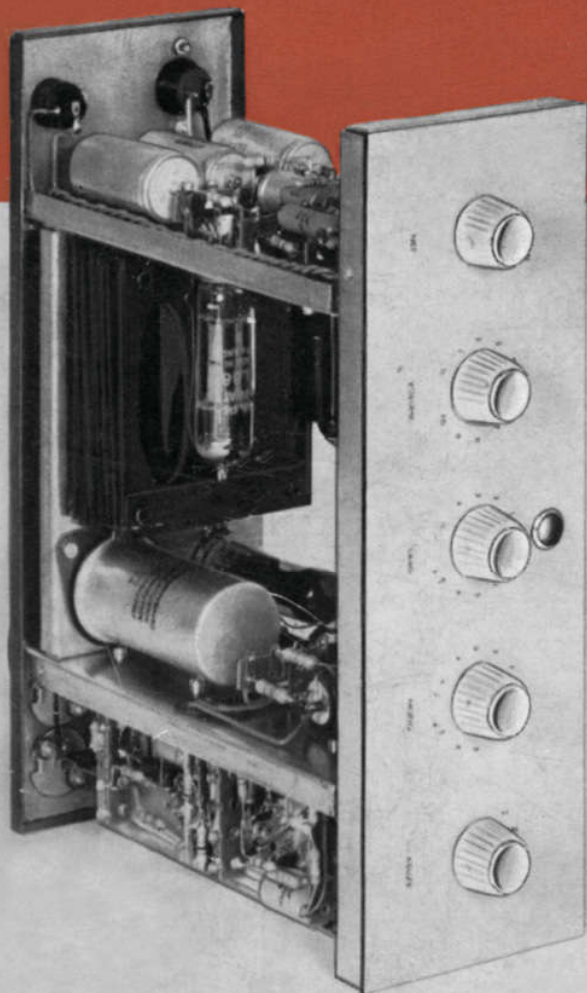
BOUWDOOS HF 302



**PHILIPS**

# BOUWDOOS

voor 10 W-kwaliteitsversterker



## INHOUD

Inleiding . . . . .	blz. 1
Schemabeschrijving . . . . .	blz. 4
Monteren en solderen . . . . .	blz. 12
Bouwbeschrijving . . . . .	blz. 16
Het gebruik van de versterker . . . . .	blz. 31
Praktische aanwijzingen en mogelijkheden	blz. 35
Beoordeling van de geluidsinstallatie . . .	blz. 47
Technische gegevens . . . . .	blz. 49
Toelichting bij de karakteristieken . . .	blz. 52
Inhoud van de bouwdoos . . . . .	blz. 56

# INLEIDING

De evolutie die het begrip „geluidswaergave” heeft doorgemaakt vanaf die gedenkwaardige dag in 1877, toen het Thomas Alva Edison voor het eerst en als eerste gelukke geluiden vast te leggen, is ongetwijfeld spectaculair. Waren de eerste door Edison geregistreeerde woorden bij waergave nog maar juist verstaanbaar, vooral sinds de invoering van minigroefplaten in 1948 is het mogelijk geworden geluidswaergave met een verrassende echtheid ook in de huiskamer te beleven.

Er zijn aan het met technische middelen waergeven van eveneens „technisch” vastgelegde klanken enige bijzonderheden verbonden, die waard zijn in een handleiding voor het zelf maken van een kwaliteitsversterker vermeld te worden. Het menselijk oor kan in het algemeen geluiden waarnemen met frequenties tussen ca. 30 en 16.000 trillingen per seconde (hertz of afkorting Hz). In de praktijk zijn de trillingen met de laagste frequenties meestal het heftigst, m.a.w.: de lage tonen vertegenwoordigen de grootste geluidsvermogens. Uit deze twee gegevens zijn reeds enkele eisen voor een geluidsversterkingsinstallatie af te leiden: tenminste alle door ons hoorbare frequenties moeten gelijkmatig worden versterkt en het vermogen van de installatie moet groot genoeg zijn om de lage tonen met voldoende sterkte weer te geven. Wat dit laatste betreft hebben onderzoeken aangetoond dat wanneer de laagste weer te geven toon een frequentie heeft van 80 Hz, een versterker met een vermogen van ca. 3 watt in een huiskamer bevredigende resultaten geeft. Voor



weergave tot 30 Hz, zoals gewent is voor een kwaliteits-installatie, is echter een vermogen van 10 watt pas voldoende.

Wanneer bij de geluidswaergave de zo juist genoemde eis „hoge kwaliteit” wordt gesteld, komt nog een aantal wensen naar voren: de vervorming moet een minimale waarde hebben, de frequentiearakteristiek moet ook nog buiten het „hoorbare gebied” gelijkmatig doorlopen, de stoorgeluiden (brom, ruis e.d.) moeten zwakker zijn dan de zachtste weer te geven passages, er mogen geen geluiden door de installatie zelf worden bijgevormd enz. Juist deze „kleine puntjes” blijken technische moeilijkheden te geven, die door een leek niet of met zeer veel moeite zijn op te lossen. Het is duidelijk dat het juist in dat geval grote voordelen heeft gebruik te maken van een door deskundigen opgezet bouwplan en van een collectie onderdelen van hoge kwaliteit, die onderling nauwkeurig op elkaar zijn afgestemd.

Bij zorgvuldige montage wordt uit de Philips bouwdoos HF 302 een kwaliteits-versterker verkregen die in elk opzicht de vergelijking met veel duurdere „Hi-Fi”-versterkers kan doorstaan. Afgezien van gereedschap is alles wat voor de bouw nodig is in de bouwdoos aanwezig, dus ook de buizen, montagedraad in verschillende kleuren, netsnoer, netsteker, soldeertin, bevestigingsmateriaal, speciale op de in- en uitgangen passende stekers enz. Een luidspreker wordt echter niet meegeleverd. De montage is eenvoudig en kan dank zij de uitvoerige bouwbeschrijving en de duidelijke tekeningen ook worden uitgevoerd door iemand die (nog) geen grote ervaring op dit gebied heeft. Wat het laatste betreft zijn slechts vereist een zekere handigheid en een dosis geduld, nodig om logisch en nauwkeurig te werken. Moeilijke montagetechnieken zijn niet toegepast, zodat het gereedschap beperkt kan blijven tot een goede kleine soldeerbout, een schroevendraaier en enkele tangetjes. Een stevige pincet is eveneens erg gemakkelijk.

De tekeningen zijn zo uitgevoerd dat tijdens het bouwen steeds een goed overzicht blijft bestaan en meestal slechts één tekening geraadpleegd behoeft te worden. In de bouwbeschrijving is o.m. aangegeven in welke volgorde de soldeerpunten kunnen worden afgewerkt, waar speciaal op gelet dient te worden en welke kleuren montage-draad gebruikt moeten worden om een overzichtelijk geheel te krijgen. Door het volgen van deze aanwijzingen zal het grote genoegen dat met het zelf maken van iets goeds samengaat, kunnen resulteren in een foutloos verklankend geheel. Een praktisch voordeel daarbij, dat overigens verbonden is aan alles wat met eigen handen werd vervaardigd, is dat de bouwer vertrouwd is met de opbouw van de versterker en daardoor onverhoopt noodzakelijke reparaties met behulp van de handleiding mogelijk zelf zal kunnen uitvoeren.

Behalve de eigenlijke bouwbeschrijving met de bijbehorende tekeningen bevat deze uitgave een aantal hoofdstukjes over de praktische mogelijkheden en het gebruik van de versterker en over de kunst van monteren en solderen. Om de montage tot een goed einde te brengen is het niet nodig de theorie geheel te beheersen, maar toch kan het verlangen bestaan om meer van het „hoe en waarom” te weten. De schema-beschrijving kan hierbij een leidraad zijn. Degene, die nooit bijzondere aandacht aan de elektronentechniek heeft besteed, zal er uit afleiden wat de functie is van de verschillende buizen en onderdelen. De meer ingewijden zullen de schemabeschrijving als een welkome toelichting bij het „lezen” van het schema beschouwen. Om overeenkomende redenen zijn ook de technische gegevens van een korte toelichting voorzien. Voor een goede geluidsinstallatie is uiteraard niet alleen de toegepaste versterker belangrijk. Het gezegde „geen keten is sterker dan zijn zwakste schakel” krijgt hierbij een bijzondere inhoud want ook de platenspeler, de luidspreker en de luidsprekerkast zijn van grote invloed op het uiteindelijke resultaat. Ook hieraan is dus de nodige

aandacht besteed. Van enkele luidsprekerkasten zijn bouwtekeningen opgenomen, voor andere kan de constructie uit de tekst over dit onderwerp worden afgeleid. Tenslotte is een complete onderdelenlijst met de volledige codering opgenomen, aan de hand waarvan de inhoud van de bouwdoos kan worden gecontroleerd en die eventueel ook van pas zal komen bij het vervangen van onderdelen.

### **Enige eigenschappen en bijzonderheden van de versterker HF 302**

- Hi-Fi-kwaliteit; geringe vervorming ook bij maximaal afgegeven vermogen.
- Eindversterker zonder uitgangstransformator, dus directe energie-overdracht aan de luidspreker.
- Uitgangsimpedantie 800 ohm.
- Grote gevoeligheid; ingebouwde voorversterker voor microfoon en magneto-dynamische toonopnemer.
- Volledige R.I.A.A.-correctie voor magneto-dynamische toonopnemer.
- Zeer effectieve, symmetrische toonregeling, gescheiden voor hoge en lage tonen.
- Laag stoorniveau (brom en ruis).
- Keuzeschakelaar voor 4 ingangen.
- Ingangen desgewenst eenvoudig aan te passen aan speciale wensen.
- Afzonderlijke netschakelaar.
- Geschikt voor 220 V en 127 V elektriciteitsnetten (wisselspanning).
- Beveiliging door smeltveiligheid in paneelzekeringhouder.
- Stevig freem opgebouwd uit vercadmiumd-stalen montageplaten.
- Logische, overzichtelijke opbouw.
- Eenvoudige montage door afzonderlijke montageplaten voor de verschillende eenheden.
- Moderne kast in twee rustige kleuren, passend in elk interieur.
- Geringe afmetingen.
- Duidelijke indicatieplaat.
- Alle voor de montage benodigde onderdelen zijn in het pakket aanwezig.
- Speciale stekers voor de ingangen en de luidsprekeraansluiting worden meegeleverd.

# SCHEMABESCHRIJVING

Bij de ontwikkeling van de versterker HF 302 is uitgegaan van de wens een kwaliteitsversterker samen te stellen. Dit betekent, dat eisen zijn gesteld die een zo natuurgetrouw mogelijke geluidswaergave moeten realiseren. Dat aan deze eisen is voldaan, blijkt uit de technische gegevens en vóór alles uit een luisterproef.

Behalve het gebruik van uitsluitend kwaliteitsonderdelen en de in alle opzichten zorgvuldig berekende opzet, dragen enkele gedeelten van de versterker wel in speciale mate bij tot de verkregen zeer gunstige eigenschappen. Dit geldt onder meer voor de eindversterker, die bij de HF 302 de energie direct, dus zonder tussenschakeling van een uitgangstransformator, aan de luidspreker overdraagt (serie-balanseindversterker). Dit biedt belangrijke voordelen, omdat een dergelijke transformator de waergavekwaliteit ongunstig beïnvloedt, de mogelijkheden voor de in een kwaliteitsversterker noodzakelijke sterke tegenkoppeling beperkt (fazedraaiing in de transformator!) en bovendien verliezen geeft. Zelfs bij zeer grote, speciaal gewikkelde en daardoor kostbare uitgangstransformatoren, kunnen deze nadelen niet afdoende worden voorkomen.

Er is gebruik gemaakt van een tweetal eindbuizen met geringe inwendige weerstand, type EL 86 (grote anodestroom bij kleine anodespanning), die bestand zijn tegen een hoge spanning tussen gloeidraad en katode. Met deze buizen is het mogelijk een luidspreker te gebruiken met de relatief lage spreekspoelimpedantie (impedantie = wisselstroomweerstand) van 800 ohm. De luidsprekers van dit type kunnen worden vervaardigd met eigenschappen, die volkomen gelijk zijn aan die van de „normale” uitvoeringen met een impedantie van 3 à 14 ohm, terwijl de prijs slechts weinig hoger is. Het toonregelsysteem staat bekend onder de naam Baxandall-toonregelschakeling en heeft de voordelen dat zowel het ophalen als het verzwakken van hoge en/of lage tonen zeer effectief geschiedt, de frequentiekaracteristiek regelmatig verloopt en het „midden” (1000 Hz) niet wordt beïnvloed bij wijziging van de instelling voor hoge en/of lage tonen. Bovendien komt de stand „recht” van de regelorganen (d.w.z. de stand waarbij de versterking voor alle in aanmerking komende frequenties even groot is) overeen met het midden van het regelgebied van de betrokken knoppen en is de regeling symmetrisch.

In de standaarduitvoering is de versterker voorzien van vier ingangen, waaruit door middel van een omschakelaar een keuze kan worden gemaakt, resp. een ingang voor kristal-toonopnemer, een voor radio, bandrecorder o.d., een voor magnetodynamische toonopnemer en een voor microfoon. Deze beide laatste ingangen worden gevolgd door een speciale voorversterker, die onder meer zó is ingericht, dat de bij het opnemen van grammofonplaten toegepaste frequentiekaracteristiek volledig

wordt gecompenseerd, zodat uiteindelijk een rechte weergavekarakteristiek kan worden verkregen. (Bij een kristal-toonopnemer vindt deze correctie in het element zelf plaats indien de toonopnemer wordt aangesloten op de daarvoor bestemde ingang.) In het hieronder volgende wordt het gehele schema (tekening 2) van de versterker onder de loep genomen, te beginnen bij de eindversterker. Deze bij eerste indruk misschien onlogische volgorde wordt gerechtvaardigd, wanneer men de aan de versterker gestelde eisen in aanmerking neemt: een uitgangsvermogen van ca. 10 watt, een gunstige frequentiekarakteristiek, een voldoende grote gevoeligheid enz.

Bij de beschrijving wordt er van uitgegaan, dat de lezer reeds enigszins op de hoogte is van de opbouw en werking van elektronische onderdelen als elektronenbuizen, transformatoren, weerstanden, condensatoren e.d. en van de daarvoor gebruikelijke schematische tekeningen (symbolen). Voor de niet-technisch georiënteerde lezer zal dit echter geen onoverkomelijk bezwaar zijn om toch een redelijk inzicht in het onderwerp te verkrijgen.

## Eindversterker

In het principeschema (tekening 2) is te zien, dat de beide eindbuizen  $B_5$  en  $B_4$  voor de voedings-gelijkspanning in serie staan. De katode van  $B_5$  is via de katodeweerstand  $R_{35}$  (door de condensator  $C_{21}$  voor wisselstroom ontkoppeld) verbonden met het chassis, dus met de „min” van de voedingsspanning. De anode van  $B_5$  is rechtstreeks verbonden met de katode van de tweede eindbuis  $B_4$ , waarvan de anode weer direct is verbonden met de „plus” van de voedingsspanning (ca. 340 volt).

Om de voordelen te behouden, die de beide eindbuizen als pentoden bezitten, dient het schermrooster (2e rooster, pen 9) van elke buis ongeveer dezelfde gelijkspanning t.o.v. de katode te voeren als de anode van dezelfde buis, terwijl dit schermrooster voor wisselspanningen juist zo goed mogelijk van de anode gescheiden moet zijn (anders zouden de eindbuizen in feite trioden worden). Aan deze eis kan het beste worden voldaan door een smoorspoel met hoge zelfinductie tussen anode en schermrooster op te nemen ( $S_1$  en  $S_2$  in de HF 302) en de schermroosters door middel van een condensator met grote capaciteit voor wisselspanning te ontkoppelen ( $C_{25}$  en  $C_{22}$ ). De hoge zelfinducties van  $S_1$  en  $S_2$  zijn bereikt, door deze spoelen op één kern te wikkelen en de wikkelingen zo aan te sluiten dat de stromen t.o.v. de kern in tegengestelde richting lopen. De kern zal hierdoor niet worden voorgemagnetiseerd en ondanks de verhoudingsgewijze kleine kern kan een hoge zelfinductie per smoorspoel worden verkregen.

Ook de stuurroosters (eerste roosters, pennen 2) van de eindbuizen, waaraan de te versterken signalen worden toegevoerd, moeten een gelijkspanning t.o.v. de katode krijgen. Deze „negatieve roosterspanning” wordt voor  $B_5$  verkregen door de spanningsval van ca. 12 volt tengevolge van de stroom door  $R_{35}$ . Het stuurrooster van  $B_5$  is via  $R_{34}$  en  $R_{32}$  (over deze weerstanden ontstaan geen gelijkspanningen) met het chassis en dus met  $R_{35}$  verbonden. De katode van  $B_4$  voert een positieve spanning van ca. 170 volt t.o.v. het chassis. Aangezien het stuurrooster van  $B_4$  via de weerstanden  $R_{33}$  en  $R_{31}$  eveneens met het chassis is verbonden (dit is noodzakelijk i.v.m. de tegenkoppeling), zou de katode dus eveneens een gelijkspanning van +170 volt t.o.v. het stuurrooster moeten voeren of: het stuurrooster een negatieve spanning van 170 volt t.o.v. de katode. Om nu de vereiste negatieve roosterspanning van ca. 12 volt t.o.v. de katode te verkrijgen, wordt aan het stuurrooster via  $R_{28}$  een positieve spanning t.o.v. het chassis toegevoerd, die ca. 12 volt kleiner is dan de

spanning tussen de katode van  $B_4$  en het chassis. Het resultaat is dus, dat het stuurrooster van  $B_4$  een negatieve spanning van 12 volt t.o.v. de katode voert.

Het te versterken signaal (een variërende elektrische spanning) wordt toegevoerd aan de stuurroosters van de beide eindbuizen, waarbij het aan  $B_4$  toegevoerde signaal in tegenfase is met het aan  $B_5$  toegevoerde, m.a.w. deze signalen vormen elkaars „spiegelbeeld” maar zijn overigens aan elkaar gelijk. Wanneer dus tengevolge van het signaal aan het stuurrooster van  $B_4$  de (anode)stroom van deze eindbuis toeneemt (de stuurroosterspanning van  $B_4$  wordt minder negatief), neemt op hetzelfde ogenblik de anodestroom van  $B_5$  af (de signalen zijn in tegenfase, dus de stuurroosterspanning van  $B_5$  wordt meer negatief). Een ogenblik later is de situatie tegengesteld en is de anodestroom van  $B_4$  minder dan die van  $B_5$  enz. Het verschil tussen de beide buisstromen dat dus tweemaal zo groot is als de stroomvariatie in elke buis afzonderlijk, gaat via  $C_{24}$  en de luidspreker naar het chassis, waarbij het elektrische signaal door de luidspreker wordt omgezet in geluidstrillingen. Dit type eindversterker wordt aangeduid als een serie-balansschakeling: voor de gelijkstroomvoeding staan de beide eindbuizen in serie, maar ten opzichte van het te versterken signaal parallel. (Ter nadere oriëntatie zij opgemerkt, dat volgens het serie-balansprincipe ook eenvoudiger schakelingen mogelijk zijn, waarin minder en/of goedkopere onderdelen worden toegepast. Hoewel voor vele doeleinden bruikbaar, verdienen deze echter geen voorkeur, indien geluidswaergave van zeer goede kwaliteit gewenst is.)

De twee signalen in tegenfase aan de stuurroosters van de eindbuizen worden via een dubbele voorversterktriode (ECC 83) verkregen. De beide triode-systemen van deze buis ontvangen negatieve roosterspanningen via resp.  $R_{23}$  en  $R_{25}$ . De condensator  $C_{18}$  is aangebracht om het zg. Miller-effect van de triode  $B_{3b}$  (neiging tot verzwakking van de hoogste frequenties) te compenseren. Het signaal voor het stuurrooster van  $B_5$  wordt afgenomen van de anodeweerstand  $R_{30}$  van één van de triode-systemen ( $B_{3a}$ ); deze triode wordt gebruikt als voorversterker. De verbinding tussen anode van  $B_{3a}$  en het stuurrooster van  $B_5$  wordt gevormd door  $C_{20}$ , die de anodegelijkspanning niet, maar het signaal (een wisselspanning) wel doorlaat. De weerstand  $R_{34}$  voor het stuurrooster van  $B_5$  is evenals  $R_{33}$  bij  $B_4$  alleen aangebracht om te voorkomen dat de eindbuis kan gaan genereren (= zelf elektrische trillingen opwekken). Via de condensator  $C_{17}$  wordt het signaal aan de anode van  $B_{3a}$  ook toegevoerd aan het stuurrooster van het tweede triode-systeem ( $B_{3b}$ ). Deze buis zorgt voor de gewenste fazedraaiing, hetgeen als volgt kan worden verklaard. Tengevolge van een signaal, dat het stuurrooster meer negatief maakt, neemt de anodestroom af en daardoor eveneens de spanningsval over de anodeweerstand. De anode van de buis krijgt dan dus een hogere positieve spanning. Een toename in negatieve zin van het signaal aan het stuurrooster heeft dus een toename in positieve zin van de anodespanning tengevolge: het signaal aan de anode van de buis is in tegenfase met het signaal aan het stuurrooster.

Het signaal, dat via  $C_{19}$  aan het stuurrooster van  $B_4$  wordt toegevoerd, is dus in tegenfase met het signaal aan de anode van  $B_{3a}$  en dus eveneens in tegenfase met het signaal aan het stuurrooster van  $B_5$ . Dit is juist wat nodig is voor de juiste „sturing” van de serie-balanseindversterker. Aan het toevoeren van het signaal aan  $B_4$  is overigens nog een bijzonderheid verbonden. Dit signaal moet immers werkzaam zijn tussen het stuurrooster en de katode. De katode van  $B_4$  voert echter t.o.v. het chassis het uitgangssignaal. In verband hiermede is de anode-voedingsspanning van  $B_{3b}$  via de anodeweerstand  $R_{27}$  afgenomen van het schermrooster van  $B_4$ , dat tengevolge van de condensator  $C_{25}$  eveneens het uitgangssignaal voert. Het signaal over  $R_{27}$  wordt



dus gevormd door de som van het uitgangssignaal (vanaf het schermrooster via  $C_{25}$ ) en het signaal dat het gevolg is van het aan het stuurrooster van  $B_{3b}$  aanwezige signaal. Via  $C_{19}$  worden deze signalen toegevoerd aan het stuurrooster van  $B_4$ . Omdat ook aan de katode van deze buis het uitgangssignaal reeds aanwezig is, blijft tussen stuurrooster en katode van  $B_4$  alleen over het signaal dat afkomstig is van buis  $B_{3b}$ .

De eindversterker is voorzien van een systeem van terug- (mee-) en tegenkoppeling, waardoor een grote gevoeligheid bij een zeer geringe vervorming en een grote dempingsfactor is verkregen. De tegenkoppeling ontstaat door het terugvoeren van het uitgangssignaal via  $R_{29}$  naar de katodeweerstand  $R_{23}$ . Dit heeft tot gevolg dat de versterking afneemt, maar ook (en daar is het om begonnen) dat de vervorming minder wordt. Het verminderen van de versterking wordt voor een deel weer gecompenseerd doordat zowel de katode van  $B_{3a}$  als de katode van  $B_{3b}$  via  $R_{23}$  met de montageplaat zijn verbonden. Theoretisch kan worden aangetoond, dat bij een juiste keuze van de waarden der onderdelen die in het mee- en tegenkoppelsysteem zijn betrokken, de vervorming van de eindversterker geheel kan worden onderdrukt, zodat alleen nog rekening behoeft te worden gehouden met de vervorming van de voorversterker. Tegenkoppeling wordt ook nog verkregen doordat zowel het stuurrooster van  $B_4$  (via  $R_{31}$ ) als het stuurrooster van  $B_5$  (via  $R_{32}$ ) met het chassis zijn verbonden. Ook dit draagt bij tot de geringe vervorming van de eindversterker. Uit het voorafgaande zal duidelijk zijn dat de waarden van de weerstanden en condensatoren nauwkeurig op elkaar zijn afgestemd voor een goede werking van het geheel. Wijzig dus vooral niets in de elektrische waarden van de onderdelen, omdat dan een minder goed resultaat wordt verkregen en bovendien de mogelijkheid tot beschadiging van buizen niet is uitgesloten. In verband hiermede wordt er nog op gewezen, dat het bijv. geen toeval is dat  $C_{19}$  en  $C_{20}$  niet gelijk in waarde zijn en dat het noodzakelijk is voor  $R_{25}$  en  $R_{28}$  de aangegeven waarden te gebruiken ondanks het feit dat deze buiten de normale reeks vallen. (Zoals ook uit de bouwtekening blijkt wordt  $R_{25}$  gevormd door twee weerstanden van elk 10.000 ohm parallel en  $R_{28}$  door twee weerstanden van resp. 470.000 ohm en 150.000 ohm in serie.)

## Toonregeling

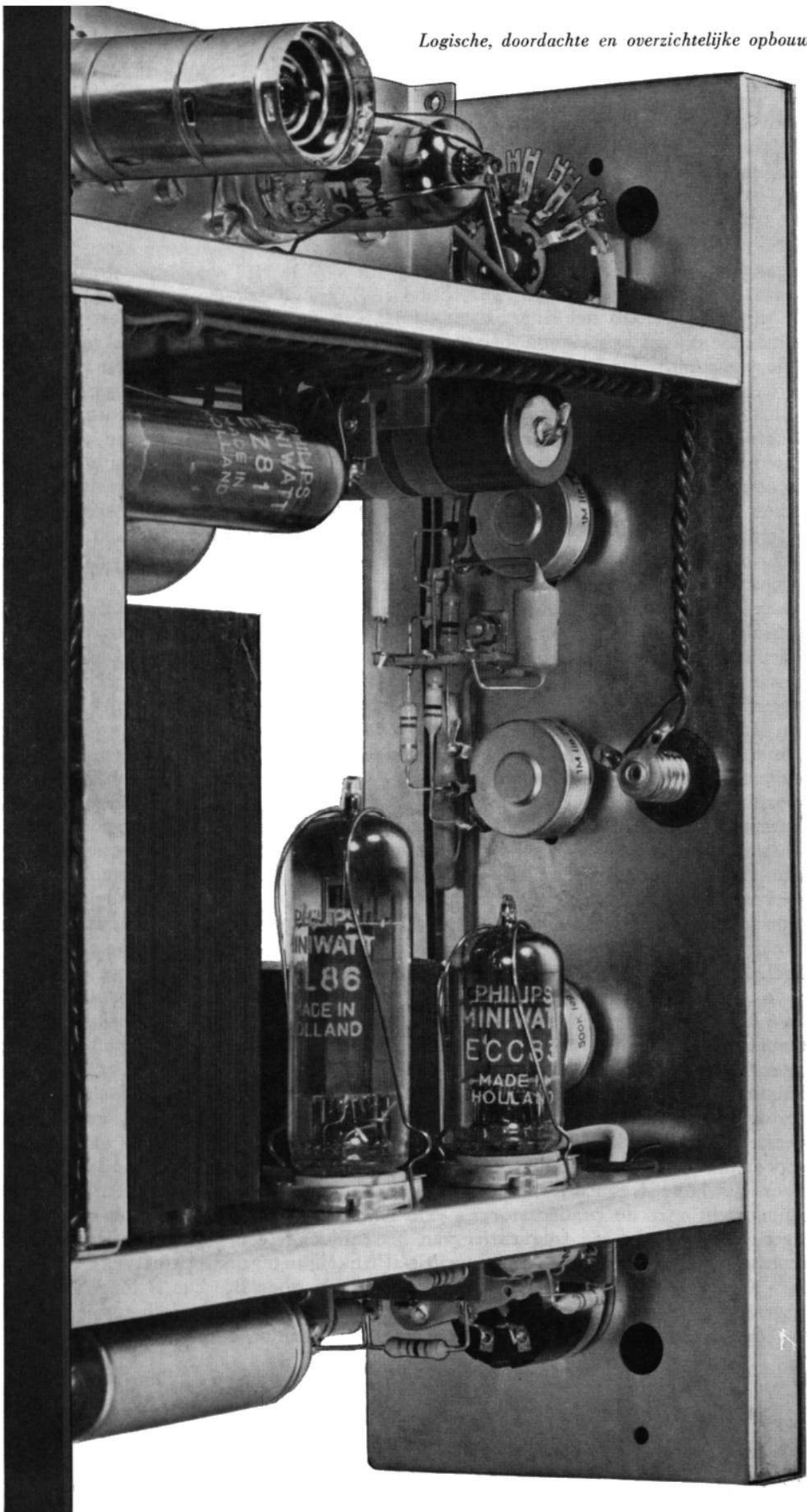
De gevoeligheid aan het stuurrooster van  $B_{3a}$  is ca. 500 mV (0,5 volt), d.w.z. dat hieraan een signaal met een spanning van 0,5 volt moet worden toegevoerd om een vermogen van 10 watt uit de luidspreker te verkrijgen. Vele toonopnemers kunnen deze spanning niet of nauwelijk afgeven, terwijl een toonregelsysteem, dat toch wel gewenst is, bovendien een ca. tienvoudige verzwakking geeft. Daarom is in de versterker HF 302 vóór  $B_{3a}$  een extra voorversterker toegepast, waarin gebruik wordt gemaakt van de twee triode-systemen ( $B_{2a}$  en  $B_{2b}$ ) van de buis ECC 82. De anodeweerstanden van  $B_{2a}$  en  $B_{2b}$  worden gevormd door resp.  $R_{13}$  en  $R_{20}$  en de katodeweerstanden door  $R_{12}$  en  $R_{19}$ . De katode van  $B_{2a}$  is voor alle frequenties ontkoppeld door condensator  $C_7$ , die een grote capaciteit heeft. De condensator  $C_{14}$  heeft een veel kleinere capaciteit en ontkoppelt de katode van  $B_{2b}$  daardoor slechts voor een gedeelte van het frequentiegebied (nl. voor de hoge frequenties). Op deze wijze is de frequentiearakteristiek gunstig beïnvloed.

Het toonregelsysteem is tussen de beide trioden aangebracht en werkt zowel in de „heenweg” — nl. tussen de anode van  $B_{2a}$  en het stuurrooster van  $B_{2b}$  — als in de tegenkoppelweg — van de anode van  $B_{2b}$  terug naar het stuurrooster van  $B_{2b}$  —.

De heenweg wordt vanaf  $C_8$  voornamelijk gevormd door  $R_{15}$ ,  $C_9$  en  $R_{17}$ ; de tegenkoppelweg wordt vanaf  $C_{13}$  gevormd door  $R_{16}$ ,  $C_{10}$  en  $R_{17}$ . In deze beide wegen zijn de condensatoren ( $C_9$  en  $C_{10}$ ) de frequentie-afhankelijke onderdelen. (Voor lage frequenties is de impedantie of wisselstroomweerstand van een condensator nl. belangrijk groter dan voor hoge frequenties; naarmate de frequentie lager is, vertegenwoordigt elke condensator dus een grotere weerstand.) In de heenweg betekent deze grotere weerstand bij lage frequenties een verzwakking, in de tegenkoppelweg is het effect juist tegengesteld. Tegenkoppeling veroorzaakt nl. een vermindering van de versterking; bij geringe tegenkoppeling is de versterking dus groter dan bij sterke tegenkoppeling. De invloed van de condensatoren  $C_9$  en  $C_{10}$  op de versterking van de schakeling kan worden geregeld met de potentiometer  $P_1$ . Indien het glijcontact van deze variabele weerstand op het uiteinde staat waaraan  $R_{15}$  is gemonteerd, is  $C_9$  kortgesloten en heeft deze condensator dus geen invloed meer.  $C_{10}$  is dan echter juist ten volle werkzaam (de weerstand van de gehele potentiometer, die dan parallel aan  $C_{10}$  staat, is groot in vergelijking met de impedantie van de condensator). Het resultaat van het niet verzwakken door  $C_9$  en het minder tegenkoppelen (dus meer versterken) door  $C_{10}$  is, dat de lage frequenties (dus de lage tonen) extra worden versterkt t.o.v. de andere frequenties. Omgekeerd worden, indien het glijcontact van de potentiometer op het uiteinde staat waaraan  $R_{16}$  is gemonteerd, de lage frequenties minder versterkt dan de overige frequenties en dus relatief verzwakt. Bij tussenstanden van het glijcontact van  $P_1$  is het resultaat uiteraard een tussen deze beide uitersten gelegen karakteristiek. Indien het glijcontact precies in het midden staat, heffen de „versterkende” invloed van  $C_{10}$  en de verzwakkende van  $C_9$  elkaar juist op. Dan wordt voor de lage tonen dus een „rechte” weergave verkregen, d.w.z. dat alle in aanmerking komende lage frequenties in gelijke mate worden versterkt.

Voor de hoge frequenties is in het toonregelsysteem nog een tweede mogelijkheid aanwezig, nl. in de heenweg via het knooppunt  $R_{14} - P_2$  en de condensator  $C_{11}$  en in de tegenkoppelweg via het knooppunt  $R_{18} - P_2$  en  $C_{11}$ . (Voor lage frequenties is deze mogelijkheid geblokkeerd door de kleine capaciteit van  $C_{11}$ ; deze vertegenwoordigt voor lage frequenties een vrij hoge impedantie.) De gelijke weerstanden  $R_{14}$  en  $R_{18}$  zijn in feite in serie geschakeld en samen parallel aan  $P_2$  aangebracht. Aangezien het knooppunt  $R_{14} - R_{18}$  met het chassis is verbonden, ontstaat nagenoeg het effect, alsof het midden van  $P_2$  met het chassis is verbonden (principe van een brugschakeling).

Indien het glijcontact van  $P_2$  op het uiteinde staat waaraan  $R_{14}$  is gemonteerd, is voor de hoge frequenties een weg rechtstreeks via  $C_{11}$  naar het stuurrooster van  $B_{2b}$  aanwezig. De hoge frequenties zullen dan dus meer worden versterkt dan de overige. Indien het glijcontact van  $P_2$  op het uiteinde staat waaraan  $R_{18}$  is gemonteerd, bestaat er via  $C_{11}$  — buiten  $R_{16}$ ,  $C_{10}$  en  $R_{17}$  om — een extra tegenkoppelweg voor de hoge frequenties, zodat deze dan dus minder worden versterkt (meer worden verzwakt) dan de overige frequenties. Bij het glijcontact op het midden van  $P_2$  is noch in de heenweg, noch in de tegenkoppelweg een extra mogelijkheid voor de hoge frequenties aanwezig. De geluidssterkteregelaar  $P_3$  is via de condensatoren  $C_{12}$  en  $C_{13}$  verbonden met de anode van  $B_{2b}$ , terwijl het glijcontact van deze potentiometer rechtstreeks op het stuurrooster van  $B_{3a}$  (de ingangsbuis van de eindversterker) is aangesloten. Het zou voor het verkrijgen van hetzelfde resultaat ook mogelijk geweest zijn, de „bovenzijde” van  $P_3$  via een condensator van 47.000 pF rechtstreeks met de anode van  $B_{2b}$  te verbinden. Het aansluiten op het knooppunt  $R_{16} - R_{18}$  in de HF 302 maakt het echter mogelijk  $C_{12}$  nabij de potentiometers voor de toonregeling te monteren, terwijl voor  $C_{12}$  bovendien een 125 volt type (kleiner formaat) kan worden gebruikt.



De verbinding van het rooster van  $B_{2b}$  met de katodeweerstand  $R_{19}$  (over welke weerstand de negatieve roosterspanning ontstaat) wordt gevormd door  $R_{17} - P_1 - R_{16}$  en  $R_{18}$  en door  $R_{17} - P_1 - R_{15}$  en  $R_{14}$ . Bij de triode  $B_{2a}$  is voor dit doel  $R_{11}$  aangebracht.

## Ingangen

De gevoeligheid aan het stuurrooster van  $B_{2a}$  is ca. 60 mV (0,06 volt), wat ruim voldoende is voor kristal-toonopnemers en andere bronnen die een signaal in dezelfde orde van grootte kunnen afgeven. De sectie SK 4 van de keuzeschakelaar maakt het bij de standaard-uitvoering van de versterker mogelijk een tweetal ingangen (I en II) rechtstreeks met dit stuurrooster te verbinden. De ingangen kunnen worden gebruikt voor aansluiting van een kristal-toonopnemer, bandrecorder o.d. en van een radio-afstemeenheid. Voor deze laatste aansluitmogelijkheid zou de gevoeligheid van ca. 60 mV wat groot zijn. Daarom is hier nog een „verzwakker” aangebracht:  $R_3$ , die samen met  $R_{11}$  een spanningsdeler vormt. Om te vermijden dat extra verzwakking optreedt voor de hoogste frequenties als gevolg van de ingangscapaciteit van  $B_{2a}$ , is  $R_3$  overbrugd door de condensator  $C_1$ .

Microfoons en magneto-dynamische toonopnemers geven signalen af, die nog aanzienlijk zwakker zijn dan die van bijv. een kristal-toonopnemer, zodat zij bij aansluiting op het stuurrooster van  $B_{2a}$  de versterker niet geheel zouden kunnen „uitsturen”. In verband hiermede is de versterker HF 302 nog voorzien van een extra voorversterkbuis ( $B_1$ ), die bij de resterende standen van de keuzeschakelaar is ingeschakeld (het stuurrooster van  $B_{2a}$  wordt dan door SK 4 via  $C_6$  met de anode van  $B_1$  verbonden).  $B_1$  versterkt zodanig, dat ondanks de tegenkoppeling over deze buis en de (verzwakkende) ingangsweerstanden de gevoeligheid aan ingang III voor magneto-dynamische (M.D.) toonopnemer 7,5 mV (0,0075 volt) en aan ingang IV voor microfoon zelfs 4,5 mV (0,0045 volt) is. De negatieve roosterspanning voor  $B_1$  ontstaat over  $R_8$  tengevolge van de stroom door deze weerstand. De katode en het schermrooster (pen 1) zijn ontkoppeld door resp.  $C_5$  en  $C_4$ . Het schermrooster krijgt een positieve spanning van de juiste grootte via  $R_9$ ; de anodeweerstand is  $R_{10}$ .  $R_7$  vormt de verbinding tussen het stuurrooster en de katodeweerstand  $R_8$ . In dit gedeelte van de versterker vindt voor M.D.-toonopnemers tevens de correctie op de opnamekarakteristiek van grammofoonplaten plaats (zie onder „Technische gegevens”: Toelichting op de R.I.A.A.-correctiekarakteristiek). Deze correctie wordt verkregen door een frequentie-afhankelijke tegenkoppeling vanaf de anode van  $B_1$  (achter  $C_6$ ) naar het stuurrooster (pen 9) van deze buis. De eigenlijke tegenkoppelweg wordt gevormd door  $C_3$  en  $R_4$ , waarbij  $C_3$  (die een kleine capaciteitswaarde heeft) voor de lage frequenties een grotere impedantie vertegenwoordigt dan voor de hoge frequenties. De lage frequenties worden dus minder tegengekoppeld en dientengevolge meer versterkt dan de hoge frequenties. De parallel aan  $C_3$  geschakelde weerstand  $R_5$  beperkt de tegenkoppeling voor de zeer lage frequenties (waarvoor de impedantie van  $C_3$  dus zeer groot is), zoals voor de juiste correctie noodzakelijk is. Voor de hoge frequenties is nog een extra tegenkoppelweg (buiten  $R_4$  om) aangebracht met de condensator  $C_2$ . De hoge frequenties worden dus nog meer tegengekoppeld dan de frequenties van het middengebied en worden dus relatief verzwakt. Het resultaat van het frequentie-afhankelijke tegenkoppelnetwerk  $R_4 - C_2 - R_5 - C_3$  is een frequentie-afhankelijke versterking door  $B_1$ . Dit is in een grafiek uitgezet (de R.I.A.A.-correctiekarakteristiek; zie blz. 55). Deze is het spiegelbeeld van de karakteristiek die bij het opnemen van grammofoonplaten wordt gevolgd.

Voor microfoonaansluiting wordt  $B_1$  frequentie-onafhankelijk tegengekoppeld door de weerstand  $R_6$ . Hierbij worden alle frequenties relatief dus evenveel verzwakt. Tegenkoppeling is hier nodig om de gevoeligheid op het juiste niveau te brengen, de versterking door  $B_1$  in het gehele frequentiegebied zo gelijkmatig mogelijk te maken en stoorgeluiden (brom, ruis e.d.) tot een laag niveau te beperken. Via de sectie SK 2 van de keuzeschakelaar wordt de ingang gekozen, die met het stuurrooster van  $B_1$  wordt verbonden (III of IV). Bij de hierop betrekking hebbende standen van de schakelaar is de anode van  $B_1$  via  $C_6$  verbonden met het stuurrooster van  $B_{2a}$  door de sectie SK 4. Het juiste tegenkoppelnetswerk wordt gekozen door de sectie SK 1 van de keuzeschakelaar. De vierde sectie (SK 3) verbindt telkens de drie ingangen die niet in gebruik zijn met het chassis via contact 6 van de schakelaar. In de getekende stand is ingang IV (voor microfoon) ingeschakeld en zijn alle andere ingangen via de contacten 7, 8 en 9 kortgesloten.

In feite werkt het kortsluitgedeelte van de rotor (het draaiend gedeelte van de schakelaar) gedeeltelijk ook in sectie 2. In afb. 9 (blz. 35) is een „uitslag” van de schakelaar getekend, waaruit de opbouw op eenvoudige wijze kan worden afgeleid.

## Voedingsgedeelte

Alle voor de buizen benodigde spanningen worden uiteindelijk ontleend aan de voedingstransformator ( $S_3 - S_4 - S_5 - S_6$ ). Deze heeft twee gescheiden wikkelingen voor de voeding van de gloeidraden. Op wikkeling  $S_6$  zijn de gloeidraden van  $B_6$ ,  $B_5$  en  $B_4$  aangesloten. Dit circuit is aan één zijde met het chassis verbonden. De gloeidraden van de buizen  $B_1$ ,  $B_2$  en  $B_3$  zijn evenals het indicatielampje aangesloten op wikkeling  $S_5$ . De verbinding van dit circuit met het chassis is zeer belangrijk in verband met het bromniveau van de versterker. Daarom is de draadpotentiometer  $P_4$  aangebracht, waarmee nauwkeurig (op het gehoor) ingesteld kan worden op minimale brom. De in beide helften van wikkeling  $S_4$  opgewekte wisselspanningen worden gelijkgericht door de beide in  $B_6$  ondergebrachte dioden, zodat tussen de katode (pen 3) van deze buis en het chassis een gelijkspanning ontstaat van ca. 370 volt (positief aan de katode). Door het drievoudige filter  $R_{37} - C_{26}$ ,  $R_{38} - C_{27}$  en  $R_{39} - C_{28}$  wordt deze gelijkspanning afgevlakt (voor een groot gedeelte ontdaan van de „resten” van de wisselspanning). De na dit filter verkregen gelijkspanning wordt gebruikt voor de voeding van de eindbuizen. De voorversterkerbuizen, die gevoeliger zijn voor storingen, worden gevoed met gelijkspanningen, die nog eens extra zijn afgevlakt en ontkoppeld door de filters  $R_{36} - C_{23}$ ,  $R_{22} - C_{16}$  en  $R_{21} - C_{15}$ . De primaire wikkeling  $S_3$  van de voedingstransformator is bestemd voor aansluiting op een elektriciteitsnet met een spanning van 220 volt; de aftakking kan worden gebruikt voor aansluiting op 127 volt. Tussen deze wikkeling en het netsnoer zijn een smeltveiligheid (Z) en een dubbelpolige netschakelaar (SK 5) opgenomen.

# MONTEREN EN SOLDEREN

*Enkele opmerkingen, die het  
bouwen zullen vergemakkelijken*

## Gereedschap

Voor het bouwen van de versterker HF 302 zijn nodig een stevige schroevendraaier, die geschikt is voor boutjes M 3, een niet te grote tang of een dopsleutel om de moeren vast te houden tijdens het aandraaien van de boutjes, een kniptang, waarmee het montage-draad kan worden bewerkt en vanzelfsprekend een elektrische soldeerbout met spitse soldeer-stift van niet al te groot vermogen, bij voorbeeld ca. 30 watt. Ook een stevig pincet is gemakkelijk bij de montage. Al het montage-materiaal, zoals boutjes en moertjes, veeringetjes, montage-draad en soldeertin is in de bouwdoos aanwezig.

## Codering en aanduiding van onderdelen

Elk onderdeel heeft een codenummer, waaruit door ingewijden onmiddellijk alle gegevens van dat onderdeel kunnen worden afgeleid, bij voorbeeld welk type onderdeel het is, welke waarde of grootte het heeft enz. Deze codenummers zijn opgenomen in de onderdelenlijst achterin het boekje. In de handleiding is eenvoudigheidshalve gebruik gemaakt van verkorte aanduidingen.

De meeste boutjes die in de bouwdoos zijn toegepast, hebben een diameter van 3 mm en zijn voorzien van „metrisch” schroefdraad. Verder is van zo'n boutje de lengte van belang. Deze gegevens zijn verwerkt in bij voorbeeld de aanduiding M 3  $\times$  10; dit is dus een boutje met „metrisch” schroefdraad, een diameter van 3 mm en een lengte van 10 mm (tussen kop en punt). In de moeren voor deze boutjes is vanzelfsprekend dezelfde soort schroefdraad gebruikt, dus eveneens „metrisch”. Voor een moer die past op een boutje M 3 wordt ook de aanduiding M 3 gebruikt.

De (elektrische) waarden van condensatoren

en weerstanden worden uitgedrukt in resp. de eenheden farad (afkorting: F) en ohm (afkorting:  $\Omega$  = Griekse letter omega), juist zoals een lengte in de eenheid meter (m) kan worden uitgedrukt. Omdat deze eenheden in de praktijk soms te groot of te klein blijken, combineert men ze veelal met aanduidingen, die een vermenigvuldigingsgetal betekenen, zoals:

mega (afkorting: M) voor 1.000.000  $\times$ ,  
kilo (afkorting: k) voor 1000  $\times$ ,  
milli (afkorting: m) voor 0,001  $\times$ ,  
micro (afkorting:  $\mu$  = Griekse letter mu) voor 0,000 001  $\times$  en

pico (afkorting: p) voor 0,000 000 000 001  $\times$ .  
Vergelijk bij voorbeeld met kilometer = 1000 meter en millimeter = 0,001 meter. Op onderdelen of in tekeningen worden de eenheden  $\Omega$  (ohm) en pF (pico-farad) daarbij vaak weggelaten of vervangen door de letter E, zodat volstaan wordt met de letters M, K, E, m en  $\mu$ . Indien deze letters tussen de cijfers zijn geplaatst, vervullen ze bovendien de functie van komma.  
Enkele voorbeelden zullen dit verduidelijken:

## Condensatoren

22 E = 22 pF (pico-farad)  
220 = 220 pF  
2 K 2 = 2,2 kpF („kilo-pico-farad”)  
= 2200 pF  
22 K = 22 kpF = 22.000 pF  
8  $\mu$  = 8  $\mu$ F (micro-farad)

## Weerstanden

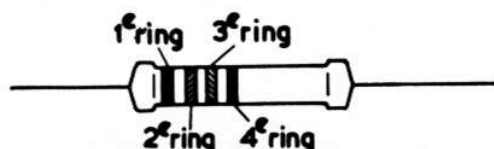
18 E = 18  $\Omega$  (ohm)  
180 = 180  $\Omega$   
1 K 8 = 1,8 k $\Omega$  (kilo-ohm) = 1800  $\Omega$   
18 K = 18 k $\Omega$  = 18.000  $\Omega$   
1 M 8 = 1,8 M $\Omega$  (mega-ohm)  
= 1.800.000  $\Omega$   
18 M = 18 M $\Omega$  = 18.000.000  $\Omega$

Wanneer op een condensator of weerstand andere letters dan de hier genoemde zijn aangebracht, hebben ze geen betekenis voor de aanduiding van de waarde.

Het vermogen waarmee een weerstand belast mag worden, kan in het algemeen worden afgeleid uit de afmetingen: een weerstand van  $13 \times 4$  mm kan  $\frac{1}{4}$  watt verdragen; een weerstand van  $20 \times 5$  mm:  $\frac{1}{2}$  watt; een weerstand van  $30 \times 7$  mm: 1 watt. In de bouwbeschrijving is zo nodig aangegeven welk type weerstand moet worden gebruikt.

### Kleurcodering

De waarde van een weerstand of condensator wordt, behalve door een opdruk met cijfers en letters, ook vaak op de onderdelen aangegeven door een kleurcodering. Op de weerstand of condensator is dan een aantal kleurringen of -strepen aangebracht, die elk een bepaald getal voorstellen. De kleurcodering van de betrokken weerstanden en condensatoren is bij de bouwtekeningen aangegeven. In de hieronder afgedrukte tabel is een overzicht van het toegepaste systeem gegeven. De eerste ring bij een condensator



of weerstand is die, welke het dichtst bij het uiteinde van dat onderdeel is gelegen. De waarde van de weerstanden wordt gegeven in ohm, die van de condensatoren in pico-farad. Kleurcodering wordt ook toegepast bij de isolatie van montagedraad waarbij de kleur dan betrekking heeft op de soort leiding,

d.w.z. het doel waarvoor de leiding gebruikt wordt. Hierdoor is de montage overzichtelijk en is het gemakkelijk bepaalde verbindingen te volgen. In de bouwtekeningen is bij elke leiding een kleur aangegeven. Hierbij is de volgende kleurcode toegepast:

- aardleidingen: zwart;
- gloeidraadleidingen: bruin;
- leidingen voor „plus” voedingsspanning: rood;
- schermroosterleidingen: oranje;
- katodeleidingen: geel;
- stuurroosterleidingen: groen;
- anodeleidingen: blauw;
- wisselspanningsleidingen: grijs.

### Monteren

Bij het bouwen van elektronische apparaten is het van groot belang dat van het begin af aan met grote zorgvuldigheid wordt gewerkt. Een slordig gesoldeerde verbinding geeft meestal aanleiding tot hinderlijke storingen waarvan de oorzaak vaak moeilijk is op te zoeken. Lees de hierna volgende aanwijzingen met aandacht; er kunnen ideeën in verwerkt zijn die goed van pas zullen komen.

Draai alle boutjes, zonder deze te forceren of te beschadigen, stevig aan, zodat de tandringen onder de moeren zich onder druk vastzetten in het materiaal, waardoor de bevestigde onderdelen niet zullen losraken. Na enige oefening is het mogelijk om met een kniptang of met een schaar de plastic isolatie aan het uiteinde van een montagedraad te verwijderen, zonder de metalen kern te beschadigen. De isolatie kan ook gemakkelijk worden verwijderd door deze te voren d.m.v. een soldeerbout warm te maken. Gebruik voor het verwarmen de zijkant van de soldeerstift. Deze methode mag echter niet worden gevolgd bij het verwijderen van de buitenste isolatie van afgeschermd snoer,

## KLEURCODERING WEERSTANDEN EN CONDENSATOREN

(Waarde in ohm of pico-farad)

Kleur	1e ring (1e cijfer)	2e ring (2e cijfer)	3e ring (aantal nullen)
zwart	—	0	—
bruin	1	1	0
rood	2	2	00
oranje	3	3	000
geel	4	4	0.000
groen	5	5	00.000
blauw	6	6	000.000
violet	7	7	0.000.000
grijs	8	8	00.000.000
wit	9	9	000.000.000

omdat daarbij de isolatie van het binnen-snoer zou kunnen smelten, waardoor kortsluiting zou kunnen ontstaan.

Bij het monteren van keramische condensatoren is het vaak van belang, dat de beide aansluitdraden niet worden verwisseld, hoewel ze bij verkeerde montage niet zullen worden beschadigd. Bij de buiscondensatoren is één draad aan het uiteinde van het buisje en de andere meer naar het midden bevestigd. In de bouwtekeningen is steeds duidelijk de juiste stand aangegeven.

Voor elektrolytische condensatoren geldt, dat ze beslist niet „andersom” mogen worden gemonteerd. Bij een verkeerde montage kunnen zij bij het inschakelen van de versterker onherstelbaar worden beschadigd. De juiste stand van een elektrolytische condensator is meestal af te leiden uit de ril, die aan één zijde in het huis is aangebracht.

### Solderen

Solderen is een van de moeilijkste montage-technieken, misschien wel vooral zo moeilijk omdat het zo gemakkelijk lijkt. Voor wie nog nooit met een soldeerbout heeft gewerkt, is het zaak eerst door serieuze oefening enige ervaring te verkrijgen. Gebruik een niet te grote elektrische soldeerbout (van bijv. 30 watt) met een spitse soldeerstift en uitsluitend harskern-soldeer, zoals dat in de bouwdoos aanwezig is. Dit harskern-soldeer bestaat uit een draad metaal van een speciale samenstelling, waarin een kern van voornamelijk hars is aangebracht. Bij verhitting smelt eerst het hars, dat over het te solderen metaal vloeit, en vervolgens het soldeer, dat zich dank zij het hars aan het metaal hecht. Dit betekent, dat het harskern-soldeer bij het solderen zo moet worden gehouden dat het hars gelegenheid heeft over het metaal te vloeien, dus tegen het metaal en niet daarboven.

Ga bij solderen als volgt te werk. Breng het harskern-soldeer tegelijk met de hete stift van de soldeerbout bij het te solderen punt. Na ongeveer 3 seconden zal de juiste hoeveelheid soldeer gesmolten zijn. Verwijder dan het soldeerdraad en houd de soldeerstift op zijn plaats tot het soldeer zich over de verbinding heeft verspreid. Neem dan onmiddellijk de soldeerstift weg en zorg er voor dat er gedurende tenminste vijf seconden verder niets kan bewegen. Het stollen van het soldeer is te zien aan het plotseling dof worden van het soldeeroppervlak. Enkele seconden na dit moment is de verbinding genoeg afgekoeld en kan het monteren worden voortgezet. Mocht de draad vóór of vooral tijdens het stollen toch zijn bewogen, neem dan het zekere voor het onzekere en verhit de verbinding opnieuw.

De volgende wenken mogen als het abc van het zelfbouwen gelden.

1. Bestudeer alle tekeningen en foto's en verkrijg op deze wijze een goede indruk hoe het worden moet.
2. Lees elk genummerd gedeelte van de bouwbeschrijving steeds volledig door, alvorens tot handelen over te gaan. Het is mogelijk dat in de laatste regels iets staat, waar reeds direct rekening mee moet worden gehouden.
3. Monteer alle onderdelen en leidingen precies volgens de bouwaanwijzingen.
4. Zorg er voor, de kunst van het solderen goed te beheersen. Bedenk, dat elke soldeerverbinding aan hoge eisen moet voldoen.
5. Let er op, dat de soldeerbout goed op temperatuur is gekomen. Een beetje soldeer dat op de punt van de soldeerstift wordt gebracht, moet onmiddellijk smelten.
6. Zorg steeds voor een schone soldeerstift. Verwijder vuil en overtollig soldeer door de stift vlug af te vegen met een doek. Maak van tijd tot tijd de soldeerstift met een vijl en schuurpapier helemaal schoon.
7. Houd de soldeerstift niet langer op de verbinding dan nodig is, anders verbrandt het soldeer of worden onderdelen oververhit.
8. Wees niet te zuinig met soldeer, maar beslist ook niet te royaal.
9. Kruis elk genummerd gedeelte van de bouwbeschrijving aan zodra het is afgewerkt, dat voorkomt vergissingen.
10. Werk accuraat en zonder haast. Succes is dan verzekerd.

### De bouwbeschrijving

Deze is zo opgezet, dat aan de bouwer binnen het bestek van de gegeven aanwijzingen een zekere vrijheid wordt gelaten om naar eigen inzicht en voorkeur te werk te gaan. Bij elk genummerd gedeelte van de handleiding is een letter geplaatst, die aangeeft tot welke „groep handelingen” de betrokken aanwijzing behoort. Hierbij is de volgende indeling aangehouden:

- m = **mechanische montage**  
(het bevestigen van onderdelen op de chassisplaten m.b.v. boutjes enz.);
- e = **elektrische montage**  
(solderen van onderdelen en leidingen);
- s = **samenvoegen**  
(het combineren van de verschillende „eenheden” zoals stuurversterker, eindversterker en voedingsgedeelte; dus een combinatie van „elektrische” en „mechanische” montage);
- a = **afwerken (aanbrengen van buizen e.d.);**
- c = **controle**



Wanneer de versterker wordt gebouwd aan de hand van de aanwijzingen in volgorde van de nummering, wordt beurtelings met tang en schroevendraaier en met soldeerbout gewerkt. Gedeelte voor gedeelte wordt dan voormonteerd en daarna samengevoegd met eventueel reeds gereedgekomen gedeelten, tot de gehele montage is voltooid.

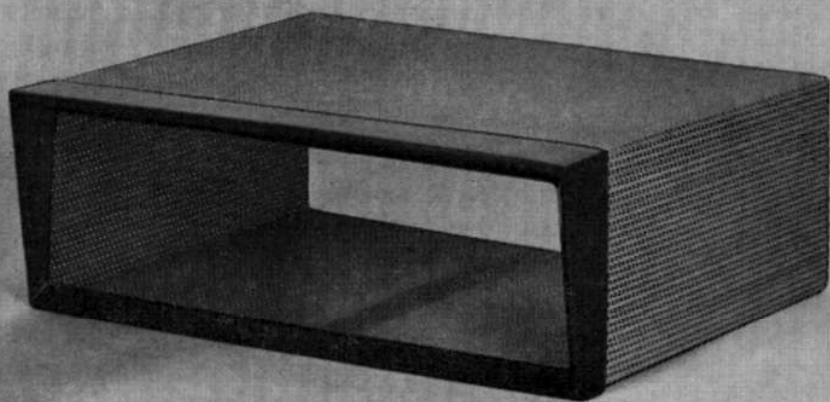
Sommigen zullen er voorkeur aan geven eerst alle afzonderlijke „eenheden” zoveel mogelijk gereed te maken en pas daarna met deze gedeelten de gehele versterker samen te stellen. Deze methode kan worden gevolgd door eerst alle nummers van de bouwbeschrij-

ving onder de opschriften „montage...” (letters m en e) af te werken en daarna alle gedeelten onder „samenvoegen...” (letters s). Verder is het mogelijk eerst de mechanische montage zoveel mogelijk af te werken (door de met de letter m aangegeven punten te volgen) en pas daarna de soldeerbout warm te maken voor de elektrische montage (letters e).

Welke van deze montagemogelijkheden ook wordt gekozen, het verdient in ieder geval aanbeveling elk punt van de bouwbeschrijving aan te kruisen zodra het is afgewerkt, dan kan gemakkelijk worden nagegaan wat reeds gereed is en wat nog gedaan moet worden.



*De kap kan van de versterker worden afgenomen zonder dat de indicatieplaat en de knoppen behoeven te worden verwijderd.*



# BOUWBESCHRIJVING

## Opbouw van de versterker

De versterker wordt gemonteerd op 6 montageplaten, die te zamen gevoegd een stevig freem vormen. Op deze wijze is het mogelijk een zeer compacte versterker te maken die een geringe plaatsruimte vergt. Door het loodrecht op elkaar opstellen van de vier voornaamste montageplaten is een logische opbouw verkregen, waarbij de buizen en onderdelen in de meest gunstige positie ten opzichte van elkaar zijn geplaatst en de verbindingen tussen de montagedelen kort kunnen zijn. De ingang van de versterker bevindt zich rechts achter en wordt gevolgd door de stuurversterker met de buizen EF 86 en ECC 82, waardoor het signaal naar de voorzijde wordt gevoerd. Hier bevinden zich de regelorganen, die via knoppen op de voorplaat kunnen worden bediend. De eindversterker met de buizen ECC 83 en  $2 \times$  EL 86 bevindt zich aan de linkerkant van het freem; de luidsprekeraansluiting bevindt zich weer aan de achterzijde van de versterker.

De bedrading ligt grotendeels aan de buitenzijde en is ook waar dit niet het geval is, zoals bij de voorplaat, toch goed bereikbaar voor metingen, controle enz. Het voedingsgedeelte is gemonteerd op een afzonderlijk montagepaneel, dat tussen de montageplaten van stuur- en eindversterker is aangebracht. Dit gedeelte is bereikbaar via een grote opening in de achterplaat, die is afgesloten met een sluitplaatje. De kap kan vanaf de voorzijde over de versterker worden geschoven; bij het aanbrengen of verwijderen behoeven de knoppen en indicatieplaat niet los te worden genomen. Het vastzetten van de kap gebeurt met slechts vier boutjes die tevens als pootjes dienst doen. Deze pootjes worden voorzien van plastic dopjes om beschadiging van meubels te voorkomen. In verband met de noodzakelijke ventilatie moeten de pootjes in ieder geval worden gebruikt indien de versterker op een tafel of een boekenplank wordt geplaatst omdat de lucht van onder de versterker moet kunnen worden aangezogen. Zorg er ook voor dat aan de bovenzijde voldoende ruimte blijft voor ventilatie en leg dus vooral niets op de versterker.

De luidspreker wordt aangesloten op een speciale contactbus, waarvoor de bijpassende stekker wordt meegeleverd. Denk er wel aan, dat op de luidsprekerbus een vrij hoge spanning kan staan. Voor aansluiting van de grammofoon, microfoon enz. op de ingangsbussen worden vier afgeschermd stekkers met plastic hoes meegeleverd. De versterker wordt beveiligd door een zekering, waarvoor de houder zich aan de achterzijde bevindt, zodat de smeltveiligheid kan worden uitgewisseld zonder de kap van de versterker te verwijderen. Verder is in de achterplaat een ontbrom-potentiometer gemonteerd, waarmee nauwkeurig op een minimaal bromniveau kan worden ingesteld.

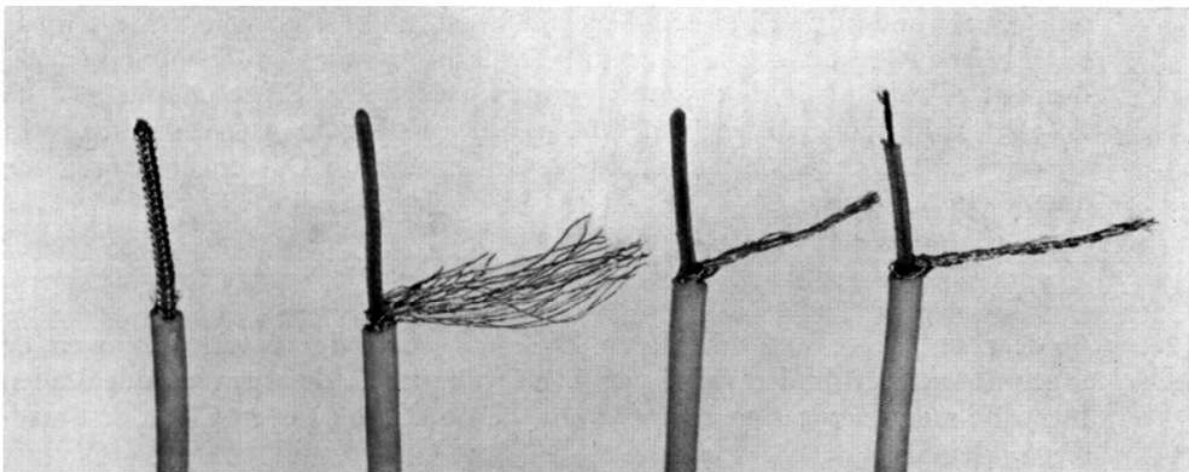
Voor de technische gegevens wordt verwezen naar blz. 49.

## Montage kleine montageplaat stuurversterker

### TEKENING 3

- 1m. Zet in de montageplaat voor de stuurversterker ( $15,5 \times 6$  cm) twee buishouders vast met boutjes M  $3 \times 6$  (6 mm lang), moeren M 3 en tandringen 3 mm. Let er op, dat de buishouders vanaf de juiste zijde in de gaten worden gestoken en dat zij in de juiste stand komen. De dikke pijlen in tekening 3 geven de positie aan van de openingen tussen de lippen 1 en 9 van de buishouders.
- 2m. Bevestig de vier 5-lips draadsteunen eveneens met boutjes M  $3 \times 6$ , moeren en tandringen. Alle „voetjes” van de draadsteunen dienen naar dezelfde zijde te wijzen, in tekening 3 naar rechts. Draadsteun  $D_5$  komt in het tweede gat van links. Met het bevestigingsboutje van draadsteun  $D_8$  moet tevens een dubbele soldeerlip worden vastgezet. Draai de boutjes stevig aan.
- 3e. Soldeer bruine draden aan de lippen 4 en 5 van buishouder  $B_1$ , draai deze twee draden in elkaar en soldeer de andere uiteinden aan de lippen 5 en 9 van buishouder  $B_2$ , samen met twee bruine draden waarvan de andere uiteinden nog niet aangesloten worden. Breng ook de doorverbinding aan tussen de lippen 4 en 5 van buishouder  $B_2$ .
- 4e. In de centrale bus van buishouder  $B_1$  moet nu de weerstand  $R_7$  worden aangebracht, zoals in een detail van tekening 3 is aangegeven. Vouw een van de aansluitdraden langs de weerstand en buig er een haakje aan. Laat daarna de weerstand in de centrale bus zakken en soldeer het haakje daaraan vast. Zorg er wel voor dat de weerstand niet aan de andere zijde uitsteekt. Steek de andere aansluitdraad van  $R_7$  voorlopig los in lip 9 van buishouder  $B_1$ .
- 5e. Monteer op overeenkomstige wijze  $R_{11}$  in de centrale bus van  $B_2$ . De tweede aansluitdraad komt los in lip 7 van deze buishouder.
- 6e. Neem een stukje afgeschermd snoer van 20 cm en verwijder aan weerszijden de buitenste isolatie over 1 cm. Zorg er voor de daaronder liggende gevlochten metalen afscherming niet te beschadigen. Rafel vervolgens met een puntig voorwerp (b.v. een stopnaald) aan beide einden de metalen omvlechting uiteen. Knip deze aan de ene zijde geheel weg en draai haar aan de andere zijde in elkaar. Verwijder dan aan weerszijden de isolatie van het binnensnoer over ca. 0,5 cm (zie afb. 1).

Afb. 1. Het gereedmaken van een stukje afgeschermd snoer in vier fasen.



Soldeer het binnensnoer **aan de zijde waar de afscherming in elkaar is gedraaid** in het onderste gat van lip 1 van draadsteun  $D_8$ . Houd tijdens het solderen de draad recht voor de soldeerlip, dus loodrecht op het isolatiegedeelte van de draadsteun en soldeer snel. Het verdient aanbeveling de draad en de betrokken soldeerlip eerst even vóór te solderen. Wacht met het buigen van de draad tot de binnenste isolatie is afgekoeld en weer ondoorzichtig is geworden. Steek de in elkaar gedraaide afscherming los in een gat van de soldeerlip die met een bevestigingsboutje van draadsteun  $D_8$  is vastgezet. Leg deze afgeschermd leiding (A) tenslotte tegen de montageplaat en tegen de opstaande zijrand aan, zoals in tekening 3 is aangegeven.

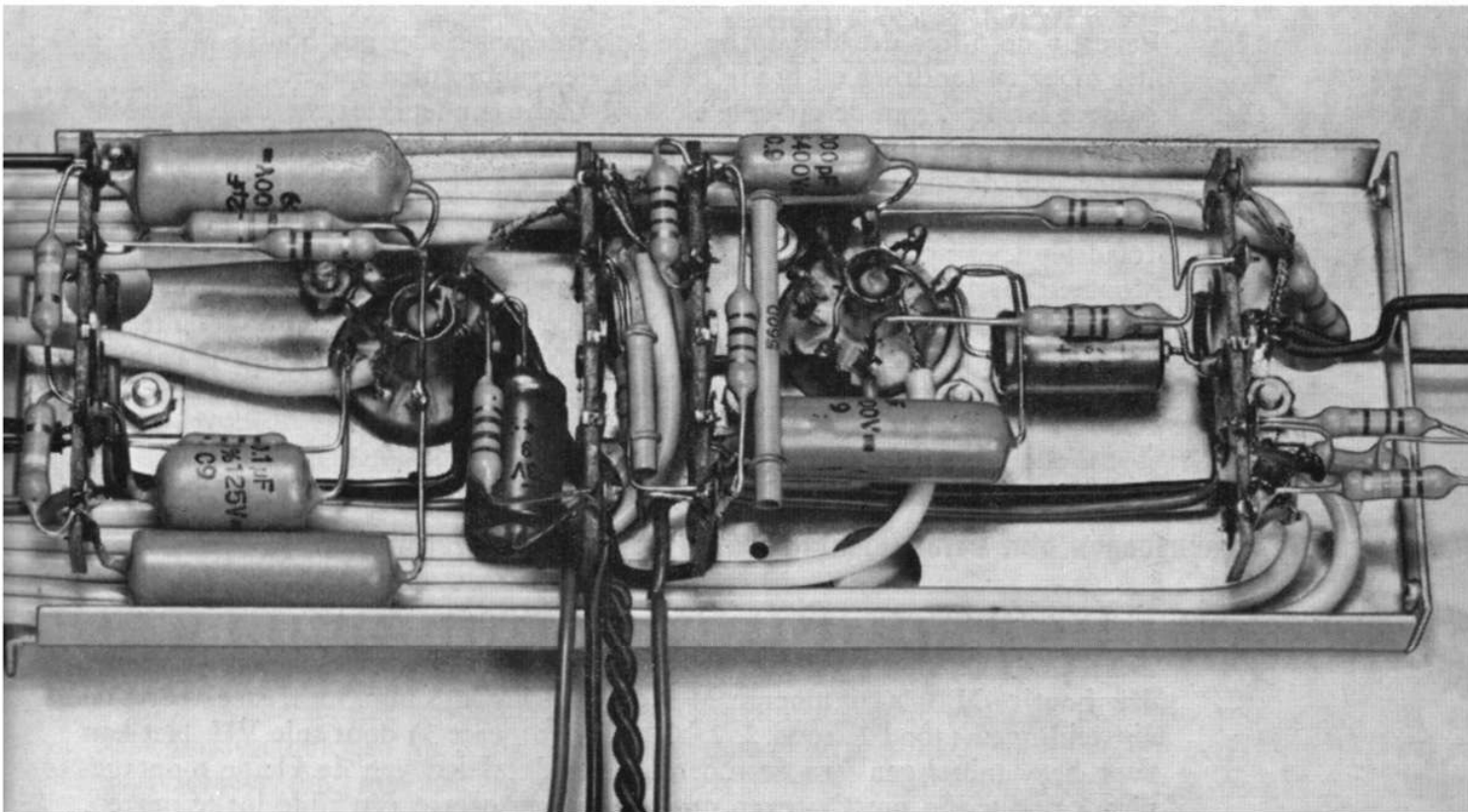
- 7e. Monteer op deze wijze achtereenvolgens alle afgeschermd leidingen B t/m K die in tekening 3 zijn aangegeven; leg alle leidingen zo dicht mogelijk tegen de montageplaat aan en voer ze onder de draadsteunen door. Door de onderdelen die later worden gemonteerd, worden ze voldoende tegen de montageplaat aangedrukt. De totale lengte van elke leiding is in de tekening aangegeven. Het binnensnoer van leiding B dient aan de rechterzijde (rechts in de tekening) nog ca. 3 cm boven de montageplaat uit te steken. Haal daarom aan deze zijde van leiding B de buitenste isolatie over 4 cm weg. **Neem de tijd om alle afgeschermd leidingen zonder haast zorgvuldig te bewerken en te monteren.**
- 8e. Soldeer in het onderste gat van lip 4 van draadsteun  $D_5$  drie zwarte draden. Twee daarvan blijven aan de andere zijde nog even onaangesloten; de lengte van deze draden is aangegeven. De derde draad wordt aan de andere zijde gesoldeerd aan de centrale bus van buishouder  $B_2$  samen met een zwarte draad naar lip 5 van draadsteun  $D_6$ .
- 9e. Breng dicht tegen de montageplaat ook de overige zwarte leidingen aan die in tekening 3 zijn aangegeven. Werk daarbij achtereenvolgens de volgende punten af:  
lip 5 van draadsteun  $D_6$ ;  
lip 2 van buishouder  $B_1$ ;  
lip 1 van draadsteun  $D_6$ ;  
beide zijden van de soldeerlip onder lip 3 van draadsteun  $D_8$ .  
Denk er bij dit laatste punt aan ook de afschermingen van de leidingen A, B, K en J vast te solderen. Monteer het verbindingsdraadje tussen lip 7 van  $B_1$  en de centrale bus, evenals het draadje van lip 2 naar de centrale bus van dezelfde buishouder.
- 10e. Maak met een stukje draad met gele isolatie de doorverbinding tussen lip 3 en lip 8 van buishouder  $B_1$ . Soldeer nog niet aan lip 8, omdat hieraan straks nog enkele onderdelen bevestigd moeten worden. Leg het gele draadje in de hoek tussen het keramische gedeelte van de buishouder en de montageplaat, dus niet zo ruim als in de tekening voor de duidelijkheid is aangegeven.
- 11e. Soldeer in het onderste gat van lip 2 van draadsteun  $D_5$  een rode draad van 16 cm; in het onderste gat van lip 2 van draadsteun  $D_8$  een eveneens rode draad van 19 cm.

#### TEKENING 4

- 12e. Soldeer aan lip 1 van draadsteun  $D_5$  een blauwe draad van 10 cm en de ingekorte aansluitdraden van  $C_8$  en  $R_{14}$ . Druk met  $C_8$  de afgeschermd draden tegen de montageplaat en zorg er voor dat de afstand tussen  $C_8$  en de draadsteun klein is.

- 13e. Soldeer de andere aansluitdraad van  $C_8$  te zamen met de aansluitdraad van  $R_{13}$  aan lip 6 van buishouder  $B_2$ .
- 14e. Breng op deze wijze alle onderdelen aan die in tekening 4 met dikke lijnen zijn aangegeven. Kies de volgorde zo, dat achtereenvolgens de volgende punten gesoldeerd kunnen worden. (Om vergissingen te vermijden verdient het aanbeveling elk van de punten a t/m r in deze opsomming af te kruisen zodra het is afgewerkt.)
- $D_5$  (draadsteun  $D_5$ ) - lip 2:  $R_{13}$  en  $R_{20}$ .
  - $B_2$  (buishouder  $B_2$ ) - lip 1:  $R_{20}$  en  $C_{13}$ ;  $R_{20}$  hoog aanbrengen,  $C_{13}$  tegen de afgeschermdde leidingen.
  - $D_5$  - lip 5 onderste gat:  $C_{13}$ .
  - $D_5$  - lip 5 bovenste gat: groene draad en  $R_{18}$ .
  - $D_5$  - lip 4 bovenste gat:  $R_{14}$ ,  $R_{18}$ ,  $C_{14}$ ,  $R_{19}$ .
  - $B_2$  - lip 3:  $C_{14}$  en  $R_{19}$ ;  $C_{14}$  tegen de bedrading aan.
  - $B_2$  - lip 8:  $C_7$  en  $R_{12}$ ;  $C_7$  zo laag mogelijk.
  - $D_6$  - lip 5 bovenste gat:  $C_7$  en  $R_{12}$ .
  - $D_6$  - lip 2:  $C_2$  en  $R_4$  boven elkaar.
  - $D_7$  - lip 5:  $C_2$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  en  $C_3$ ; deze beide laatste boven elkaar en vrij hoog in verband met  $C_4$ .
  - $D_7$  - lip 4: oranje draad en  $C_4$ .
  - $D_7$  - lip 2:  $R_6$ .
  - $D_7$  - lip 1:  $R_6$ ,  $R_5$ ,  $C_3$  en  $C_6$  met korte aansluitdraad.
  - $B_1$  - lip 6:  $C_6$  en  $R_{10}$ ;  $C_6$  tegen de bedrading aan.

Afb. 2. De gemonteerde stuurversterker (kleine montageplaat).



- o.  $B_1$  - lip 8:  $C_5$ ,  $R_8$  en  $C_4$ ; houd  $C_5$  en  $C_4$  dicht bij de montageplaat.
  - p.  $D_8$  - lip 3 onderste gat:  $C_5$  en  $R_8$ .
  - q.  $D_8$  - lip 2 bovenste gat:  $R_{10}$  en  $R_9$ .
  - r.  $B_1$  - lip 1:  $R_9$  en oranje draad.
- 15e. Kort van  $R_2$ ,  $R_3$  en  $C_1$  een aansluitdraad in tot 1 cm en soldeer deze onderdelen vervolgens in de bovenste gaten van lip 4 en lip 5 van  $D_8$ . Soldeer daarna  $R_1$  met een aansluitdraad van 2 cm aan lip 1 van  $D_8$ . De andere aansluitdraden van  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  en  $C_1$  worden voorlopig nog niet aangesloten.

## Montage grote montageplaat stuurversterker

### TEKENING 5

- 16m. Zet op de grote montageplaat van de stuurversterker (zie eventueel ook tekening 12) eerst de dubbele elektrolytische condensator  $C_{15}$  -  $C_{16}$  vast met behulp van de plastic strip volgens tekening 5. Steek een boutje  $M 3 \times 10$ , voorzien van een tandring, eerst door het gat in de montageplaat en dan achtereenvolgens door het gat en de sleuf in de plastic bevestigingsstrip. Draai het boutje dan enkele slagen in het van schroefdraad voorziene gat van het klemhoekje (zie detail A bij tekening 5). Leg de condensator in de lus die op deze wijze is gevormd en trek aan het losse einde van de plastic strip tot de condensator strak is omsloten. Draai het boutje tenslotte geheel aan. De condensator zal dan stevig tegen de montageplaat zijn bevestigd. Het uitstekende gedeelte van de plastic strip kan desgewenst worden afgeknipt. Let op de juiste stand van de condensator en de montageplaat ten opzichte van elkaar.
- 17m. Bevestig de 5-lips draadsteun op de bekende wijze met een boutje  $M 3 \times 6$  met moer en tandring en breng ook de vier rubbertulen aan.
- 18e. Soldeer aan lip 2 van de dubbele elektrolytische condensator een rode draad en één van de aansluitdraden van  $R_{22}$  ( $R_{22}$  is een  $\frac{1}{2}$  watt-weerstand en dus groter dan de meeste andere weerstanden die in het pakket aanwezig zijn). Soldeer de andere aansluitdraad van  $R_{22}$  in het **onderste** gat van lip 1 van de draadsteun. Monteer daarna de rode leiding samen met een aansluitdraad van  $R_{21}$  (eveneens een  $\frac{1}{2}$  watt-weerstand) in het **bovenste** gat van lip 2 van de draadsteun. Steek de andere aansluitdraad van  $R_{21}$  voorlopig los in lip 1 van de condensator.

## Samenvoegen van beide montageplaten van de stuurversterker

### TEKENINGEN 5 EN 6

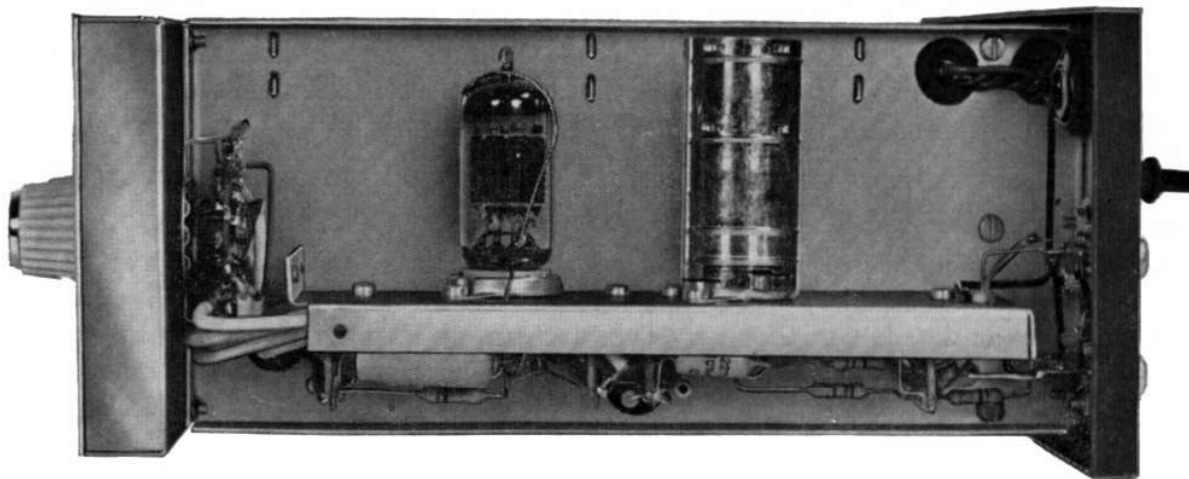
- 19s. Zet de kleine montageplaat van de stuurversterker aan de grote vast met drie boutjes  $M 3 \times 6$ , moeren  $M 3$  en tandringen 3 mm, maar steek eerst de vijf leidingen (rood 1, rood 2,  $2 \times$  bruin en zwart 3) door tule VII. Het kan voor het aanbrengen van de moeren (aan de zijden van de kleine montageplaat) nodig zijn om  $C_{13}$  even opzij te buigen of aan één zijde los te nemen.

- 20s. Soldeer de leidingen die door tule VII zijn gevoerd aan verschillende punten volgens tekening 5. Zorg er vooral voor dat de twee rode leidingen niet worden verwisseld. De leiding „rood 1” komt van de draadsteun  $D_5$  die in tekening 3 links is aangegeven; „rood 2” is verbonden met de draadsteun  $D_8$  (tekening 3).
- 21s. Soldeer aan lip 1 van de draadsteun (tekening 5) een rode draad van 30 cm en steek het andere einde zowel door tule IX als door tule VIII.
- 22s. Draai twee bruine draden van 17 cm in elkaar en eveneens twee bruine draden van 22 cm. Soldeer vier uiteinden twee aan twee aan de lippen 4 en 5 van de draadsteun. Zorg er voor, dat van elk paar een draad aan lip 4 komt en een draad aan lip 5. Steek de kortste in elkaar gedraaide draden door tule IX.
- 23s. Zet de bruine en rode draden vast met kleine stukjes montage draad die door gaatjes in de montageplaat worden gestoken en aan de andere zijde worden omgebogen (zie detail B op tekening 5).
- 24s. Steek de groene, blauwe en de zwarte draad (2) evenals de afgeschermd draad E die in de tekeningen 3 en 4 links zijn aangegeven door tule IV (zie de tekeningen 5 en 6).

## Montage voorplaat

### TEKENING 7

- 25m. Zet met de daarvoor bestemde grote moeren drie potentiometers en twee schakelaars vast in de voorplaat (zie tekening). Naast de van schroefdraad voorziene bussen aan de potentiometers en de schakelaars bevinden zich nokjes, die in gaatjes van de voorplaat dienen te komen. Let er op dat elke potentiometer op de juiste plaats komt.  $P_2$  en  $P_1$  zijn 1 M(ega-ohm) lin. en  $P_3$  is 500 k(ilo-ohm) log. Let op de juiste stand van de potentiometers en de voorplaat ten opzichte van elkaar; vergelijk met de positie van het gat voor de lamphouder. Bevestig de grote ring van de keuzeschakelaar onder de moer.
- 26m. Breng tussen  $P_1$  en  $P_2$  een 3-lips draadsteun aan met een boutje  $M 3 \times 6$ , moer en tandring en druk de grote rubbertule in het grote gat boven  $P_1$ .
- 27e. Soldeer aan lip 1 van  $P_1$  een aansluitdraad van  $R_{15}$  en een aansluitdraad van  $C_9$  (kort deze laatste aansluitdraad in tot ca. 1 cm).  
Monteer op overeenkomstige wijze  $C_{10}$  en  $R_{16}$  aan lip 3 van  $P_1$ . Zowel  $R_{15}$  als  $R_{16}$  dienen dicht bij de plaat te worden gemonteerd (onder de 3-lips draadsteun).
- 28e. Monteer achtereenvolgens de onderdelen die samenkomen op de volgende punten:
- lip 2 van  $P_1$ :  $C_9$ ,  $C_{10}$  en  $R_{17}$ ;
  - onderste gat van lip 3 van de draadsteun:  $R_{17}$  en  $C_{11}$ ;
  - bovenste gat van lip 1 van de draadsteun:  $C_{12}$ ;
  - onderste gat van lip 1 van de draadsteun: groene draad naar  $P_3$ .
- Soldeer ook aan lip 1 van  $P_3$  (groene draad) en aan lip 2 van  $P_2$  ( $C_{11}$ ), maar soldeer nog niet aan de andere lippen van  $P_2$  en  $P_3$ , in verband met de leidingen die hier nog aangebracht moeten worden.



*Afb. 3. Zij-aanzicht van de compleet gemonteerde versterker. Let op de afgeschermdde leidingen aan de zijde van de keuze-schakelaar.*

- 29e. Breng vervolgens de doorverbindingen aan tussen verschillende aansluitlippen van de keuzeschakelaar (zie tekening 6). Soldeer daarbij nog niet aan de lippen, waaraan volgens tekening 6 straks afgeschermdde leidingen moeten worden bevestigd.

### **Samenvoegen van de voorplaat met het stuurversterker-gedeelte**

- 30s. Om de afgeschermdde leidingen A t/m D en F t/m K op de keuzeschakelaar aan te kunnen sluiten, kan het beste de voorplaat voorlopig met 2 boutjes  $M\ 3 \times 10$  los-vast aan de grote montageplaat van de stuurversterker worden vastgezet (zie tekening 12). Draai daarom deze boutjes zover in de gaten met schroefdraad die in de rand van de grote montageplaat van de stuurversterker zijn aangebracht, tot zij slechts enkele millimeters aan de andere zijde uitsteken. De stuurversterker kan dan in een scheve stand ten opzichte van de voorplaat worden gebracht, waardoor tijdelijk een grotere ruimte tussen keuzeschakelaar en stuurversterker wordt verkregen, hetgeen de montage op dit punt vereenvoudigt.
- 31s. Soldeer nu de zwarte leiding (1) en de verschillende afgeschermdde leidingen aan de schakelaar volgens de tekeningen 3 en 6. Zorg er voor dat elke leiding op het juiste punt wordt aangesloten en neem de gemaakte opmerkingen over het monteren van afgeschermdde leidingen (zie punt 6) in acht.
- 32s. De stuurversterker kan nu definitief aan de voorplaat worden vastgezet met drie boutjes  $M\ 3 \times 6$  met tandringen. Draai eerst een boutje  $M\ 3 \times 6$  in het gat waarin zich nog geen boutje bevindt en vervang pas daarna de boutjes  $M\ 3 \times 10$  door boutjes  $M\ 3 \times 6$ .
- 33s. Sluit de leidingen die volgens tekening 6 door tule IV zijn gevoerd, aan op verschillende punten van de potentiometers en de draadsteun op de voorplaat (zie tekening 7). Soldeer echter nog niet aan lip 3 van  $P_3$ .
- 34s. Duw het lamphoudertje in de tule boven  $P_1$  en soldeer de twee bruine draden die links boven in tekening 7 zijn aangegeven aan de aansluitlippen.



## Montage eindversterker

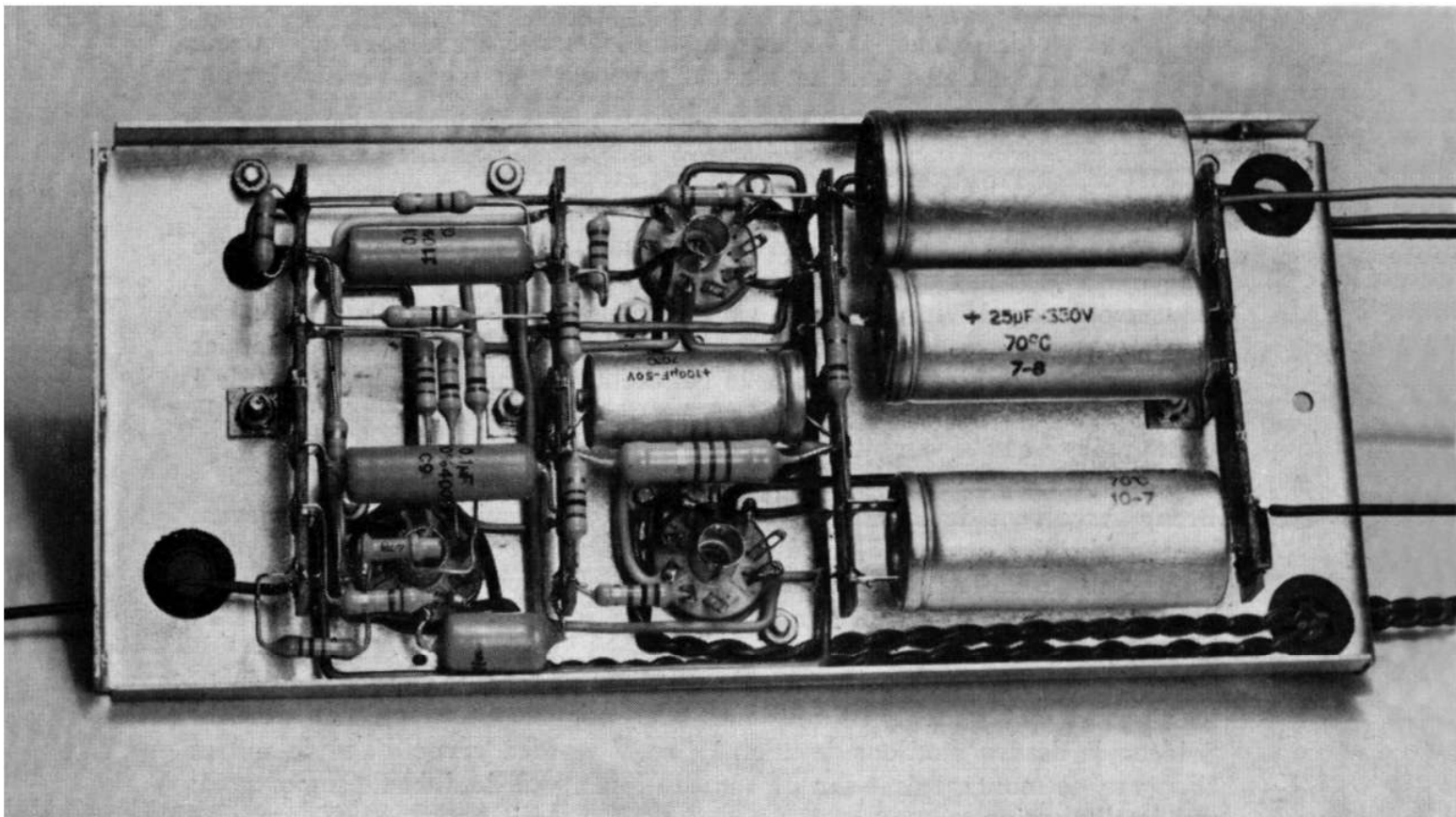
### TEKENING 8

- 35m. Monteer op de bekende wijze drie buishouders op de montageplaat voor de eindversterker (zie ook tekening 12), met boutjes  $M 3 \times 6$ , moeren en tandringen 3 mm. Let er op de buishouders vanaf de juiste zijde in de montageplaat aan te brengen en zorg er voor dat de openingen tussen de lippen 1 en 9 van de buishouders op de plaatsen komen, die in de tekeningen met dikke pijlen zijn aangegeven.
- 36m. Zet vervolgens de dubbele smoorspoel  $S_1 + S_2$  vast, eerst alleen met twee boutjes  $M 3 \times 6$ , sluitringen, moeren  $M 3$  en tandringen nabij de rand van de montageplaat. (Rechts onderaan op tekening 8; zie ook het detail bij deze tekening.)  
De beide andere „voetjes” van de smoorspoel worden met behulp van boutjes  $M 3 \times 10$ , sluitringen, moeren en tandringen vastgezet tegelijk met de 7-lips draadsteunen  $D_3$  en  $D_4$ . De „voetjes” van alle draadsteunen moeten naar dezelfde zijde wijzen (naar rechts in tekening 8).  $S_1$  en  $S_2$  zijn aan elkaar gelijk en mogen dus verwisseld worden.
- 37m. Bevestig de beide andere draadsteunen ( $D_1$  en  $D_2$ ) met boutjes  $M 3 \times 6$  met bijbehorende tandringen en moeren.  $D_1$  komt in het derde gat van links volgens tekening 8.
- 38m. Breng ook de drie grote tulen I, II, III en de kleine tulen IV en V aan.
- 39e. Soldeer in het onderste gat van lip 2 van draadsteun  $D_1$  vier zwarte draden volgens tekening 8. Twee van deze draden worden aan de andere zijde nog niet aangesloten; let op de lengte van deze draden. Soldeer het andere uiteinde van een derde draadje (het kortste van de vier) in het onderste gat van lip 1 van draadsteun  $D_1$  en leg de vierde zwarte draad naar de centrale bus van buishouder  $B_5$ . Soldeer aan deze centrale bus tegelijk een volgende zwarte draad.
- 40e. Monteer zo achtereenvolgens alle zwarte leidingen. De zwarte leiding door tule III wordt aan de andere zijde nog niet aangesloten.
- 41e. Maak een verbinding tussen lip 4 en lip 5 van buishouder  $B_3$  en soldeer zowel aan lip 5 als aan lip 9 een bruine draad van 29 cm. Draai deze twee draden in elkaar en steek ze door tule I.
- 42e. Soldeer ook aan de lippen 4 en 5 van buishouder  $B_4$  bruine draden, draai ze in elkaar en soldeer de andere uiteinden aan de lippen 4 en 5 van buishouder  $B_5$ , samen met bruine draden van 25 cm die aan de andere zijde door tule I worden gestoken. Breng tegelijkertijd een verbindingsdraadje aan tussen de centrale bus en lip 4 van buishouder  $B_4$ .
- 43e. Breng vervolgens de andere leidingen aan die op tekening 8 zijn aangegeven, behalve de vier grijze leidingen langs de rand van de montageplaat en de afgeschermdede leiding door tule III. Houd de leidingen zoveel mogelijk tegen de montageplaat aan en zorg er voor ze in de juiste gaten van de draadsteun te solderen.  
Aan lip 2, lip 6 en lip 8 van buishouder  $B_3$  dient nog niet te worden gesoldeerd in verband met onderdelen die daar later nog bevestigd moeten worden. Soldeer de draden die door de tulen IV en V worden gevoerd aan de andere zijde van de montageplaat aan de aansluitlippen van de dubbele smoorspoel; zie detailtekening.

## TEKENING 9

- 44e. Monteer de elektrolytische condensatoren  $C_{24}$  en  $C_{25}$  en de dubbele elektrolytische condensator  $C_{22} - C_{23}$ . Soldeer aan lip 7 van draadsteun  $D_2$  tegelijkertijd een aansluitdraad van  $R_{29}$  en aan lip 2 een aansluitdraad van  $R_{36}$ . Zorg er voor dat de huizen van de condensatoren geen contact maken met willekeurige lippen van de draadsteunen en ook het freem niet raken. Let er ook op, dat  $C_{24}$  niet buiten de zijrand van de montageplaat uitsteekt, maar tenminste 3 mm binnen deze rand blijft.
- 45e. Soldeer de tweede aansluitdraad van  $R_{36}$  in het bovenste gat van lip 6 van draadsteun  $D_2$  en de tweede aansluitdraad van  $R_{29}$  in het bovenste gat van lip 7 van  $D_3$ . Houd  $R_{36}$  boven de draadsteun.
- 46e. Kort een aansluitdraad van  $R_{34}$  in tot ca. 1 cm en soldeer deze draad in lip 2 van buishouder  $B_5$ . Soldeer de andere aansluitdraad van deze weerstand samen met een ingekorte aansluitdraad van  $C_{20}$  in het onderste gat van lip 1 van draadsteun  $D_3$ .
- 47e. Monteer op deze wijze achtereenvolgens alle weerstanden en condensatoren die op tekening 9 zijn aangegeven. Houd hierbij deze volgorde aan:
- draadsteun  $D_3$  - lip 1 bovenste gat:  $R_{32}$  (boven de draadsteun);
  - buishouder  $B_3$  - lip 6:  $C_{20}$  en  $R_{30}$  (monteer  $C_{20}$  dicht tegen de montageplaat aan, maar  $R_{30}$  boven de lippen van de buishouder);

Afb. 4. De gemonteerde eindversterker.



- c.  $D_4$  - lip 1 bovenste gat:  $R_{23}$  dicht tegen de montageplaat; de andere aansluitdraad van  $R_{23}$  nog even los in lip 8 van  $B_3$ ;
- d.  $D_4$  - lip 2:  $R_{30}$ ;
- e. buishouder  $B_4$  - lip 2:  $R_{33}$  (aansluitdraad inkorten tot ca. 1 cm);
- f.  $D_3$  - lip 6 onderste gat:  $R_{33}$  en  $R_{28b}$  <sup>1)</sup>;
- g.  $D_4$  - lip 7 onderste gat:  $R_{28b}$ ;
- h.  $D_4$  - lip 7 bovenste gat:  $R_{28a}$  <sup>1)</sup>;
- i.  $D_4$  - lip 6 bovenste gat:  $R_{28a}$ ,  $R_{27}$  en  $C_{19}$ ;
- j.  $D_3$  - lip 6 bovenste gat:  $C_{19}$  en  $R_{31}$  ( $R_{31}$  boven de draadsteun);
- k.  $D_2$  - lip 3:  $C_{21}$  en  $R_{35}$  ( $R_{35}$  onder  $R_{36}$ );
- l.  $D_3$  - lip 3:  $R_{32}$ ,  $R_{31}$ ,  $R_{35}$  en  $C_{21}$ ;
- m.  $B_3$  - lip 8:  $R_{26}$ ,  $R_{23}$ ,  $C_{18}$  en de gele draad vanaf  $D_3$  - lip 7;
- n.  $B_3$  - lip 3:  $R_{25a}$  en  $R_{25b}$  <sup>2)</sup>,  $C_{18}$ ;
- o.  $B_3$  - lip 2:  $R_{24}$  en de groene draad vanaf  $D_3$  - lip 2;
- p.  $D_4$  - lip 5 onderste gat:  $R_{26}$ ,  $R_{24}$ ,  $R_{25a}$ , en  $R_{25b}$ ;
- q.  $D_3$  - lip 5:  $R_{27}$ ;
- r.  $D_4$  - lip 3:  $C_{17}$  (boven  $R_{25a/b}$  en  $R_{24}$ );
- s.  $D_3$  - lip 2:  $C_{17}$ .

1)  $R_{28a}$  en  $R_{28b}$  vormen samen de weerstand  $R_{28}$  van 620 k $\Omega$ .

2)  $R_{25a}$  en  $R_{25b}$  zijn ieder 10 k $\Omega$  en vormen parallel dus de weerstand  $R_{25}$  van 5 k $\Omega$ .

## Samenvoegen van de eindversterker met de voorplaat en de stuurversterker

### TEKENINGEN 7 EN 9

- 48s. Bevestig met drie boutjes M 3  $\times$  6 en tandringen 3 mm de eindversterker aan de voorplaat. Zie ook tekening 12.
- 49s. Soldeer de zwarte leiding die door tule III is gevoerd (zie de tekeningen 8 en 7) samen met de zwarte leiding door tule IV aan lip 3 van potentiometer  $P_3$ .
- 50s. Maak met een stukje afgeschermd draad van 12 cm de verbinding tussen lip 2 van potentiometer  $P_3$  en lip 7 van buishouder  $B_3$  (tekeningen 7 en 8). De afscherming wordt aan de zijde van  $B_3$  gesoldeerd aan lip 1 van draadsteun  $D_4$ ; aan de zijde van  $P_3$  wordt deze afscherming afgeknipt en nergens mee verbonden.
- 51s. Bevestig met een boutje M 3  $\times$  6 met tandring en moer een 3-lips draadsteun aan de montageplaat van de eindversterker, aan de zijde waar straks de buizen ingestoken worden. De plaats van het boutje is links in tekening 9 aangegeven; zie ook tekening 10 (rechts).
- 52s. Soldeer aan elk van de twee buitenste lippen van deze draadsteun een grijze draad (tekening 10), draai ze in elkaar, steek ze door tule II en soldeer ze aan de lippen PP van de netschakelaar (zie tekening 8).
- 53s. Aan de lippen SS van de netschakelaar worden eveneens grijze draden gesoldeerd, waarvan de ene 30 cm en de andere 35 cm lang dient te zijn. Steek de langste draad door tule II; de kortste draad blijft aan dezelfde zijde van de montageplaat en wordt straks aan een lip van de zekeringhouder gesoldeerd.

## Montage voedingsgedeelte

### TEKENING 10

- 54m. Het aluminium huis, waarin de drievoudige elektrolytische condensator  $C_{26} - C_{27} - C_{28}$  is ondergebracht, heeft vier bevestigingslippen (voor het vastzetten van de condensator op een montageplaat), terwijl elk van de drie condensatoren een eigen aansluitlip heeft die zich in het witte isolatiegedeelte tussen de vier bevestigingslippen bevindt. De drie aansluitlippen zijn gemerkt met een cirkeltje, een vierkantje en een driehoekje.  
Steek de vier bevestigingslippen zó door het losse montageplaatje van bruin isolatiemateriaal, dat na het aanbrengen op de montageplaat de drie aansluitlippen zich in de positie bevinden die in tekening 10 is aangegeven. Zodra zekerheid bestaat, dat de bevestigingslippen op de juiste wijze in het plaatje zijn gestoken, kunnen deze vier lippen met een tang  $\frac{1}{4}$  slag gedraaid (getordeerd) worden. Laat daarbij de tang niet onder de stippellijnen komen die in het detail bij tekening 10 bij twee van de lippen zijn aangegeven.
- 55m. Bevestig het isolatieplaatje met de daaraan bevestigde drievoudige condensator met twee boutjes  $M 3 \times 6$ , bijbehorende moeren en tandringen aan de montageplaat voor het voedingsgedeelte. Let hierbij weer op de juiste stand van de aansluitlippen van de condensatoren.
- 56m. Monteer vervolgens de buishouder met twee boutjes  $M 3 \times 6$ , tandringen en moeren en zorg er voor dat de opening tussen de lippen 1 en 9 op de juiste plaats komt. Zie de dikke pijl in tekening 10.
- 57m. Steek de vier uiteinden van de bouten waarmee het blikpakket van de voedingstransformator wordt bijgehouden door vier gaten (diameter vier millimeter) nabij het grote rechthoekige gat in de montageplaat. Let op de juiste positie van de verschillende aansluitlippen. Leg om de vier draadeinden die door de montageplaat heen komen, eerst tandringen 4 mm en draai dan op elk draadeinde een moer M 4.
- 58e. Soldeer aan de met het teken O gemerkte lip van de drievoudige elektrolytische condensator een rode draad van 4,5 cm en monteer verder achtereenvolgens de onderdelen en leidingen die op de volgende punten samenkomen:
- centrale bus (gemerkt met een +) van de buishouder: de rode draad,  $R_{38}$  en  $R_{39}$ ;
  - lip gemerkt met  $\square$  van de elektrolytische condensator:  $R_{38}$  en  $R_{37}$ ;
  - lip 3 van de buishouder:  $R_{37}$ .
- De tweede aansluitdraad van  $R_{39}$  wordt nog even los in de met  $\triangle$  gemerkte lip van de elektrolytische condensator gestoken. Merk op, dat de centrale bus van de buishouder (voor de gelijkrichtbuis EZ 81) als steunpunt voor de „anodespanning” fungeert en dus niet met „aarde” (de montageplaat) is verbonden.
- 59e. Soldeer aan lip 1 en aan lip 7 van de buishouder elk een grijze draad, draai deze draden in elkaar en soldeer de andere uiteinden aan resp. lip 8 en lip 10 van de transformator.  
Voorzie lip 4 en lip 5 van de buishouder elk van een bruine draad, draai deze draden in elkaar en steek de andere uiteinden voorlopig los in de lippen 6 en 7 van de transformator.

**De andere draden die in tekening 10 zijn aangegeven, worden aangesloten na het samenvoegen van het voedingsgedeelte met de stuur- en de eindversterker.**

## Samenvoegen van het voedingsgedeelte met stuur- en eindversterker

### TEKENING 10

- 60s. Schuif de montageplaat van het voedingsgedeelte tussen de montageplaat van eind- en stuurversterker en bevestig deze drie delen aan elkaar met in totaal zes boutjes  $M 3 \times 6$  met tandringen 3 mm. De voedingstransformator komt aan de zijde van de eindversterker; zie ook tekening 12.
- 61s. Sluit de bruine draden die door tule I zijn gevoerd aan op de voedings-transformator. Let er op, dat van de twee paar bruine draden door tule I één paar ( $2 \times$  bruin 4) wordt aangesloten op de lippen 4 en 5 van de transformator en één paar op de lippen 6 en 7. Soldeer het paar (bruin 4), afkomstig van  $B_3$  (zie tekening 8) aan de lippen 4 en 5 samen met twee bruine draden van 12 cm, die door tule VIII worden gevoerd. De bruine leidingen vanaf  $B_5$  ( $2 \times$  bruin 5 - zie tekening 8) worden aangesloten op de lippen 6 en 7 van de transformator, waarin de bruine draden vanaf de buis-houder voor de EZ 81 reeds zijn gestoken.
- 62s. Door tule II komen reeds drie van de vier getekende grijze draden. Twee hiervan komen rechtstreeks van de schakelaar en zijn reeds aan de draadsteun gesoldeerd. Sluit de derde draad aan op lip 1 van de transformator. Steek daarna ook de vierde grijze draad (15 cm) door tule II en soldeer een uiteinde aan lip 3 van de transformator indien de versterker op een elektriciteitsnet met een spanning van 220 V (wisselspanning) wordt aangesloten en aan lip 2 indien de spanning van het elektriciteitsnet 127 V bedraagt. Het andere uiteinde van deze grijze draad wordt straks aangesloten op een soldeerlip van de zekeringhouder.
- 63s. Soldeer de rode draad die door tule VIII is gevoerd en de rode draad door tule II samen met  $R_{39}$  aan de lip van de elektrolytische condensator die is gemerkt met  $\Delta$ .
- 64s. Soldeer aan lip 9 van de transformator een zwarte draad en soldeer het andere uiteinde van deze draad samen met de zwarte draad die door tule II is gevoerd aan een van de bevestigingslippen van de elektrolytische condensator (tekening 10).

## Montage achterplaat

### TEKENING 11

- 65m. Monteer aan de achterplaat de zekeringhouder en de driepolige contactbus voor de luidspreker. Het bevestigingsgat van de zekeringhouder is bereikbaar na het uitnemen van het witte plaatje waarop desgewenst de waarde van de zekering genoteerd kan worden. Let bij de luidsprekerbus op de juiste stand van de contacten.
- 66m. Breng vervolgens aan de andere zijde van het grote rechthoekige gat de vier afgeschermd contactbussen aan. Monteer deze alle in dezelfde stand en vergeet niet de isolatieringen aan te brengen aan weerszijden van de aan de contactbussen bevestigde isolatieplaatjes. Voor een van de vier contactbussen is de montage gedetailleerd in tekening 11 aangegeven.

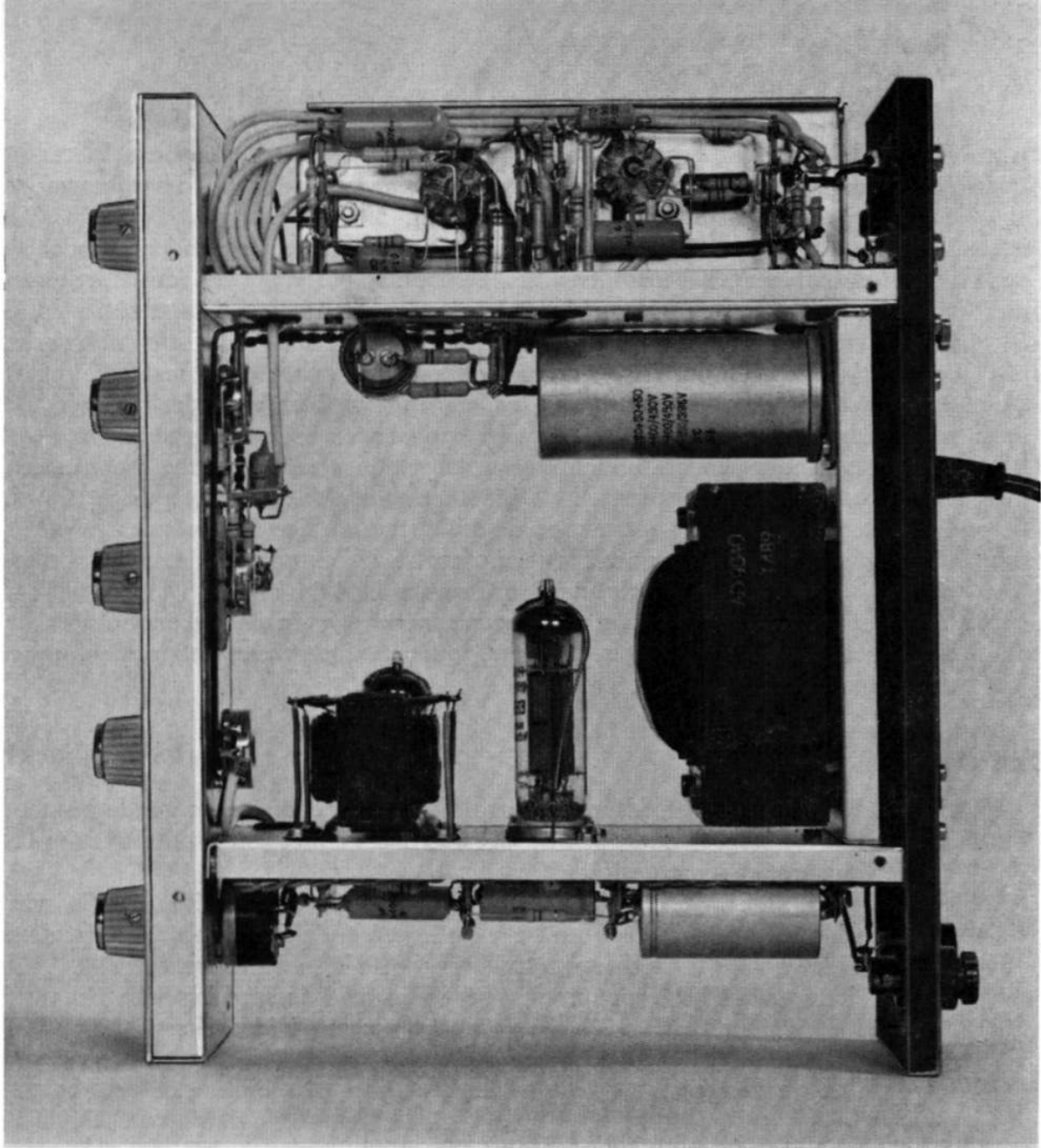
- 67m. Zet met behulp van de daarvoor bestemde grote ronde kartelmoer de ontbrompotentiometer  $P_4$  vast in de achterplaat.
- 68e. Maak met zwarte draad tenslotte de verbindingen tussen vier lippen van de ingangs-contactbussen (zie tekening 6).

### **Samenvoegen van de achterplaat met de versterker**

- 69s. Bevestig met vijf boutjes  $M\ 3 \times 6$  met tandringen de achterplaat aan de omgezette randen van de montageplaten van de stuurversterker en de eindversterker.  
Draai in het middelste van de drie gaten aan de zijde van de stuurversterker de bout met de grote kartelkop. Breng hier behalve een tandring ook twee sluitringen onder de kop aan. Deze bout dient om eventueel een aardleiding te kunnen bevestigen en kan dan gemakkelijk met de hand worden los- en vastgedraaid.
- 70s. Soldeer volgens tekening 6 de twee bruine draden die door tule VIII zijn gevoerd en de twee bruine draden door tule IX aan de uiterste lippen van de ontbrompotentiometer  $P_4$ . Aan de middelste lip van deze potentiometer wordt de zwarte draad (5) gesoldeerd.
- 71s. Sluit de zwarte draad (4) aan op de „aardlip” van een van de ingangs-contactbussen (zie tekening 6) en soldeer vervolgens de aansluitdraden van  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  en  $C_1$  en de afgeschermd leiding B aan de centrale lippen van deze contactbussen.
- 72s. Soldeer de twee grijze draden waarvan er één door tule II is gevoerd (vanaf lip 2 of 3 van de voedingstransformator) en één vanaf een lip S van de netschakelaar komt, aan de lippen van de zekeringhouder (zie tekening 8). Let er op dat de lip aan de zijkant van de zekeringhouder niet in aanraking kan komen met de kast. Zorg dat deze lip plat tegen de zekeringhouder ligt.
- 73s. Sluit een zwarte draad vanaf lip 2 van draadsteun  $D_1$  aan op de twee lippen van de luidspreker-contactbus, die het dichtst bij elkaar staan en een groene draad vanaf  $D_1$  - lip 7 op de derde lip van deze contactbus (zie tekening 8).

### **Het afwerken van de versterker**

- 74a. Plaats de buizen in de versterker. Let hierbij vooral goed op dat elke buis op de juiste plaats komt (zie tekening 12). In de stuurversterker komt de EF 86 ( $B_1$ ) nabij de achterplaat en de ECC 82 ( $B_2$ ) nabij de keuzeschakelaar. In de eindversterker komen de twee eindbuizen EL 86 ( $B_4$  en  $B_5$ ) naast elkaar en de ECC 83 ( $B_3$ ) naast de smoorspoel. De EZ 81 ( $B_6$ ) wordt aangebracht in de buishouder die op de montageplaat voor het voedingsgedeelte is gemonteerd.  
Druk elke buis voorzichtig maar stevig aan, tot de glazen ballon op het keramische gedeelte van de buishouder rust.
- 75a. Breng om de buis EF 86 de meegeleverde afschermbus aan. Deze afschermbus is aan de onderzijde voorzien van twee sleuven, waarin uitsteekseltjes aan de buishouder passen.



*Afb. 5. De complete versterker. Alle onderdelen zijn gemakkelijk bereikbaar en er is voldoende ruimte voor de noodzakelijke ventilatie.*

- 76a. Voorzie alle andere buizen van borgveren. Steek de uiteinden van deze veren in de kleine gaatjes naast de buishouders en zorg er daarbij voor dat ze aan de onderzijde geen contact maken met de bedrading of met een onderdeel. Druk de veren daarna over de buizen zoals in tekening 12 voor de ECC 82 is aangegeven.
- 77a. Draai het gloeilampje in de lamphouder in de voorplaat.
- 78a. Druk het groene plastic venstertje voor het indicatielampje in het daarvoor bestemde gat in de indicatieplaat. Zorg er daarbij voor dat de indicatieplaat niet verbogen of beschadigd wordt.
- 79a. Plaats de indicatieplaat op de versterker en zet de knoppen met behulp van stelschroeven (zonder kop) vast op de assen. Let er op dat de op de knoppen aangebrachte stippen in de juiste positie ten opzichte van de opdruk op de indicatieplaat komen.

- 80a. Schuif de grote rubber doorvoer over het netsnoer, tot aan de achterzijde (het vlakke gedeelte) ca. 11 cm uitsteekt en breng de doorvoer met het snoer dan aan in het sluitplaatje (zie tekening 11).
- 81a. Maak de uiteinden van de beide aders van het netsnoer over een klein gedeelte blank en soldeer ze vervolgens aan de lippen X en Z van de draadsteun volgens tekening 10. Zorg er voor dat na het vastzetten van het sluitplaatje aan de versterker de tule aan de zijde van de buishouder en de elektrolytische condensator komt. Het stukje netsnoer loopt dus straks over de wikkelingen van de transformator heen. Let er op dat de blanke gedeelten van de netleidingen niet in aanraking kunnen komen met de montageplaten.
- 82a. Zet het netsnoer aan de binnenzijde van het sluitplaatje vast met behulp van een kabelbeugeltje, een boutje  $M 3 \times 10$  en moer  $M 3$  en een tandring 3 mm.
- 83a. Controleer of geen trek ontstaat op de draadsteun indien het sluitplaatje wordt vastgeschroefd. Het netsnoer mag aan deze zijde echter ook niet te ruim zijn. Bevestig dan het sluitplaatje met vier boutjes  $M 3 \times 6$ .
- 84a. Voorzie het andere uiteinde van het netsnoer van de netsteker. Soldeer de blank gemaakte uiteinden van de aders, zodat stevige stukjes ontstaan, alvorens deze aan pennen vast te zetten.

## Controle

De versterker is nu gereed voor controle. Let vooral op de volgende punten.

- a. Sluit de versterker **nooit** aan op het elektriciteitsnet (stopcontact) vóórdat de luidspreker is aangesloten.
- b. Gebruik alleen een luidspreker met een spreekspoelimpedantie van 800 ohm, of meer dan één luidspreker in een zodanige combinatie dat deze impedantie wordt verkregen, bij voorbeeld één luidspreker 9710 AM (de letter A in het typenummer geeft aan dat de spreekspoelimpedantie van de luidspreker 800 ohm is) of twee luidsprekers 9710 BM ( $B = 400$  ohm) in serie. Tijdens metingen kan de luidspreker desgewenst worden vervangen door een weerstand van 800 ohm met een belastbaarheid van 10 à 15 watt.
- c. Controleer of de versterker op de juiste netspanning is aangepast (zie tekening 10). Voor 127 volt wisselspanning moet lip 2 van de voedingstransformator zijn gebruikt, voor 220 volt lip 3. Sluit de versterker nooit aan op een gelijkspanningsnet.
- d. Zorg voor de juiste smeltveiligheid in de zekeringhouder. Bij aansluiting op een 127 volt-net moet de doorsmeltstroom van deze smeltveiligheid 800 mA zijn; bij 220 volt-netten 400 mA.
- e. **Houd er rekening mee dat zodra de steker in het stopcontact is gestoken op verschillende plaatsen van de versterker hoge en dus gevaarlijke spanningen staan. Raak geen soldeerplaatsen of blanke leidingen aan indien de versterker op het stopcontact is aangesloten. Neem de steker uit het stopcontact indien iets aan de versterker gewijzigd moet worden. Indien het, bij voorbeeld bij metingen, noodzakelijk is met de aangesloten versterker te werken, gebruik dan veiligheidshalve slechts één hand en zorg voor goed geïsoleerde gereedschappen. Werk niet in een vochtige ruimte.**
- f. Het is ook uiterst belangrijk dat zekerheid bestaat dat de versterker nauwkeurig volgens handleiding en tekeningen is gemaakt. Neem de tijd voor grondige controle; dit kan veel ongenoegen voorkomen.



- 85c. De eerste controle geldt vanzelfsprekend het indicatielampje dat aan moet gaan zodra de versterker wordt ingeschakeld (netschakelaar op de voorplaat).
- 86c. Ga vervolgens na of de gloeidraden van alle buizen gaan gloeien. Bij de moderne buistypen is dit niet meer zo duidelijk te zien als bij de oudere buizen die niet helemaal ten onrechte „lampen” werden genoemd. Dicht bij de aansluitpenen in de buis zal in een niet te lichte omgeving echter toch duidelijk het gloeien kunnen worden waargenomen.
- 87c. Zet de keuzeschakelaar op I en steek een dunne schroevendraaier of iets dergelijks in de ingangsbuis die bij deze stand van de schakelaar behoort. Raak het metaal van de schroevendraaier aan met de vinger (dit kan geen kwaad) en draai de geluidssterkteregelaar („volume”) naar rechts. De luidspreker zal dan een luide brom te horen geven. Probeer zo achtereenvolgens alle ingangen.
- 88c. Meet zo mogelijk de verschillende gelijkspanningen na die opgegeven zijn onder het hoofd „Technische gegevens” blz. 49. Afwijkingen tot ca. 10 % van de vermelde waarden zijn niet van invloed op de goede werking van de versterker.

### **Afwerking (slot)**

- 89a. Indien alles in orde is kan de kap over de versterker worden aangebracht. Neem eerst de steker uit het stopcontact en schuif dan vanaf de voorzijde de kap over de versterker. Zorg er voor dat de sleufgaten in de kap aan de onderzijde komen en dat de achterzijde onder de rand van de achterplaat verdwijnt. Druk het geheel goed aan en zet dan de pootjes vast. Deze laatste worden gevormd door boutjes  $M\ 3 \times 15$  met afstandsbuisjes. Breng bij de twee pootjes aan de voorzijde tussen de afstandsbuisjes en de kap tandringen aan, zodat tussen kap en freem een goed elektrisch contact ontstaat. Bij de pootjes onder het geperforeerde gedeelte van de kap kunnen het beste ook nog sluitringen worden aangebracht (zie tekening 12). Zorg er voor dat geen van de bevestigingsboutjes de bedrading aan de binnenzijde kan beschadigen. Voorzie de pootjes van de zwarte plastic dopjes die in de bouwdoos aanwezig zijn.
- 90a. Tenslotte moet de ontbrompotentiometer nog worden ingesteld. Sluit eerst de luidspreker aan, duw de netsteker in het stopcontact, schakel de versterker in en zet de keuzeschakelaar in stand I. Verwijder uit alle ingangs-contactbussen de aansluitstekers. Draai vervolgens de toonregeling voor laag op maximum (knop geheel rechtsom) evenals de geluidssterkteregelaar („volume”). Verdraai nu met behulp van een schroevendraaier de ontbrompotentiometer (boven de ingangsbussen) tot de brom minimaal is. Zet de keuzeschakelaar vervolgens in stand III en controleer of bij de gevonden stand van de potentiometer ook nu de brom minimaal is.

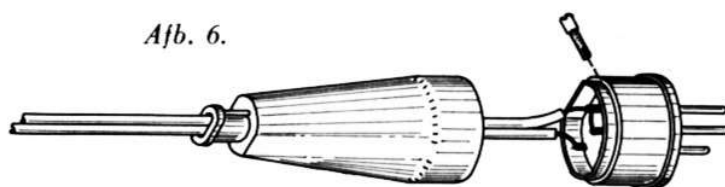
### **Het gebruik van de versterker**

Tot de belangrijkste onderwerpen die betrekking hebben op het gebruik van de versterker behoren de toe te passen luidspreker met zijn behuizing en de platenspeler. Hieraan zijn in deze handleiding echter afzonderlijke hoofdstukjes gewijd, zodat in het volgende alleen de overige punten ter sprake komen.

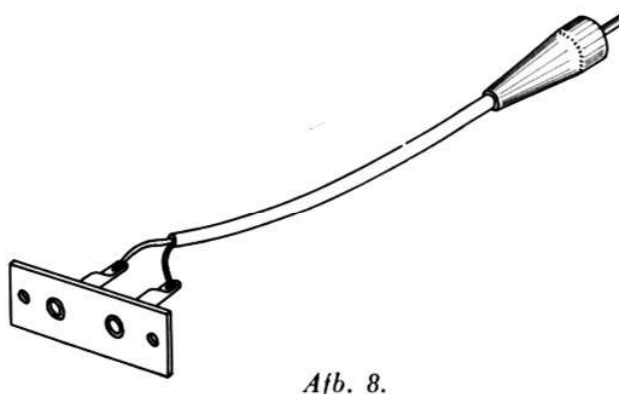
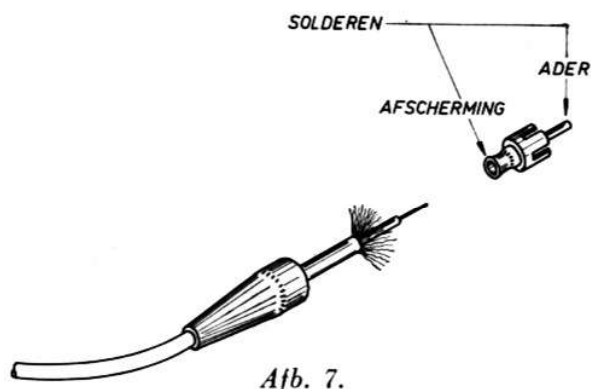
## Aansluitstekers

Voor het aansluiten van de luidspreker(s) is een driepolige stekker in de bouwdoos aanwezig. In afbeelding 6 is aangegeven hoe het luidsprekersnoer op deze stekker moet worden aangesloten. Het verdient aanbeveling de eveneens meegeleverde plastic tule aan te brengen, hoewel dit niet noodzakelijk is. De beste methode voor het monteren van de stekker bij gebruik van de plastic tule is, eerst de tule met een schroefbeweging in de kap van de stekker te draaien (let op de juiste stand) en vervolgens het snoer, dat over een wat groter gedeelte blank is gemaakt, door de tule te steken. Met behulp van een tang kan dan aan de binnenzijde het blank gemaakte uiteinde worden doorgetrokken. De aders moeten vervolgens vanzelfsprekend daarna weer iets worden ingekort. Eventueel kan met wat talkpoeder het glijden van het snoer door de tule worden vergemakkelijkt. Gebruik bij voorkeur „tweelingsnoer”, d.i. het platte snoer met plastic isolatie dat ook vaak als netsnoer wordt gebruikt. Het is mogelijk dat het boutje, waarmee de twee gedeelten van de stekker aan elkaar moeten worden bevestigd, na het aandraaien nog enigszins uitsteekt, waardoor de stekker scheef in de contactbus komt te zitten. Dit is geen bezwaar, maar desgewenst kan met een klein vijltje in de rand van de contactbus een uitsparing worden gemaakt waarin dan dit uitstekende gedeelte van het boutje valt.

Afb. 6.



Voor het aansluiten van een platenspeler, een microfoon enz. zijn afgeschermd stekkers met een plastic hoesje meegeleverd. Voor de ingangsledingen, die afgeschermd moeten zijn, kan het beste het dunne, soepele soort snoer worden gebruikt dat ook voor de afgeschermd verbindingen in de versterker wordt toegepast. In afbeelding 7 is aangegeven hoe een afgeschermd stekker kan worden bevestigd aan een afgeschermd snoer. Om het snoer door het hoesje te brengen kan dit laatste tijdelijk wat soepeler worden gemaakt door het te verwarmen, bij voorbeeld in heet water. Het is ook mogelijk de opening voor de leiding in het hoesje wat groter te maken met behulp van een vijltje.



Indien bij voorbeeld de platenspeler ook moet worden gebruikt bij andere versterkers die van aansluitbussen van een ander type zijn voorzien, kan een verloop-koppeling worden gemaakt. Een voorbeeld hiervan is aangegeven in afbeelding 8. Deze methode heeft echter het nadeel dat een gedeelte van de verbinding niet is afgeschermd, waardoor brom kan optreden. Dit kan worden verbeterd door de extra aansluitbus in een metalen doosje te monteren. Dit doosje dient dan te worden verbonden met de afscherming.

## **Toonregeling**

Indien een goede luidspreker in een geschikte luidsprekerkast wordt gebruikt zal bij ontvangst van FM-zenders en bij gebruik van een MD- (magneto-dynamische) toonopnemer het plaatsen van de beide toonregelaars in de middenstand een goede instelling geven voor een uitnemende weergavekwaliteit. Bij AM-ontvangst en oudere grammofoonplaten is het echter wel gewenst enige correctie toe te passen om minder last te hebben van ruis of om andere onvolkomenheden in plaat of uitzending zoveel mogelijk te corrigeren.

## **Gevoeligheid**

De gevoeligheid van alle ingangen van de kwaliteitsversterker HF 302 is zo groot, dat ook „muziekbronnen” die weinig spanning afgeven, gebruikt kunnen worden. Dit betekent echter ook dat bij geheel opgedraaide geluidssterkteregelaar de eindtrap van de versterker overbelast kan worden. Dit is dan uiteraard duidelijk te horen. Zorg er dus voor de geluidssterkteregelaar niet zover open te draaien dat in de „pieken” overbelasting optreedt. Denk er hierbij aan dat de toonregelaars voor een gedeelte van het frequentiegebied moeten worden beschouwd als geluidssterkteregelaars. Met behulp van de regelaar voor de hoge tonen bij voorbeeld kan de versterking voor tonen met hoge frequenties groter of kleiner worden gemaakt. Bij weergave van eenzelfde grammofoonplaat zal dus bij op maximum gedraaide regelaars voor hoog en laag eerder overbelasting optreden dan wanneer de toonregelaars op minimum staan. (Uiteraard is dit ook afhankelijk van de mate waarin hoge en lage tonen op de plaat zijn geregistreerd.) Voordat overbelasting optreedt zal het geluidsvolume van de HF 302 echter zelfs voor grote huiskamers of kleine zalen al te groot zijn.

## **Ventilatie**

Ventilatie van de versterker vindt plaats door een luchtstroom die onder de versterker wordt aangezogen en deze aan de bovenzijde weer verlaat. Verstoor deze ventilatie niet door de pootjes van de versterker te verwijderen, de versterker in een te nauwe ruimte te plaatsen of door iets boven op de versterker te leggen.

## **Aardleiding**

In het algemeen zal het aanleggen van een aardleiding naar de versterker niet nodig zijn om brom of andere storingen te vermijden. Desgewenst kan een aardleiding

echter worden aangesloten op de bout met de grote kartelkop aan de achterzijde van de versterker. Een goede aardleiding (bijv. verbonden met een metalen waterleiding-buis) voorkomt wel dat tengevolge van een defect of van een fout in de bedrading de kast van de versterker onder netspanning komt te staan en kan dus ook als veiligheidsmaatregel worden beschouwd.

## **Transfers**

In de bouwdoos is een transfer aanwezig, waarop verschillende teksten en symbolen zijn afgedrukt. Deze kunnen desgewenst worden aangebracht op de achterplaat nabij de ingangen, de luidspreker-contactbus, de zekeringhouder enz. (zie tekening 1). Indien de standaard-uitvoering van de versterker gehandhaafd blijft, kunnen bij de vier ingangen de cijfers I, II, III en IV, die overeenkomen met de aanduidingen bij de keuzeschakelaar op de indicatieplaat, worden aangebracht. Desgewenst kunnen ook de verkorte aanduidingen als micr., PU-krist., PU-m.d. enz. worden gebruikt. Indien de op de versterker aan te sluiten afstemeenheid alleen geschikt is voor ontvangst van FM-zenders, zou „radio” vervangen kunnen worden door „FM.” Bij speciale bandrecorder-contactbussen kunnen de aanduidingen rec. o. (recorder opnemen) en rec. w. (recorder weergeven) worden aangebracht. Voorts zullen diegenen die vertrouwd zijn met de in de elektronentechniek gebruikelijke symbolen voor toonopnemer, microfoon e.d. ook hiervan verschillende op de transfer aantreffen. De transfers kunnen als volgt worden aangebracht. Maak de plaats, waar de transfer moet worden aangebracht, zorgvuldig schoon (geen lak-afbijtende middelen!). Knip de uitgekozen opdruk enkele mm naast de rand van de gekleurde ondergrond uit en dompel het transfertje ca. 2 minuten in een schaaltje met water. De opdruk laat dan los van de papieren ondergrond. Houd de natte transfer met de opdruk naar boven op de plaats, waar de indicatie moet komen en schuif het papiertje er onderuit. Zorg er voor, dat de opdruk op de juiste plaats komt en verwijder voorzichtig het overtollige water met bijv. een stukje vloeipapier. Leg er dan een ander stukje papier over en strijk de transfer goed glad. Laat het geheel geruime tijd drogen, alvorens de opdruk aan te raken.

# PRAKTISCHE AANWIJZINGEN EN MOGELIJKHEDEN

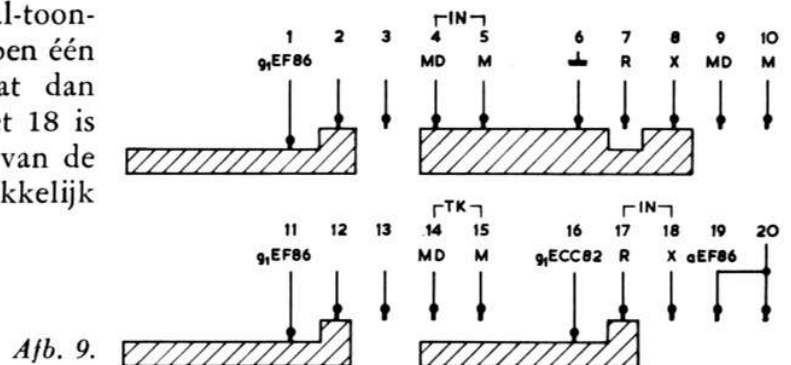
Bij een versterker met zulke goede eigenschappen als de HF 302 bezit, is het van groot belang dat ook de andere schakels in de „keten” van de gehele geluidsinstallatie aan zekere eisen voldoen. Op de volgende bladzijden worden deze eisen nader toegelicht, waarbij praktische aanwijzingen worden gegeven hoe een installatie van hoge kwaliteit kan worden opgebouwd.

Verder is bij de opzet van de versterker rekening gehouden met de mogelijk bij sommige gebruikers bestaande wens om dit hart van hun installatie aan specifieke omstandigheden aan te passen. De verschillende mogelijkheden hiervoor worden eveneens in het volgende aangegeven. Tenslotte worden nog toelichtingen gegeven die bij installatie en gebruik van de versterker van pas zullen komen.

## Ingangen en keuzeschakelaar

In de standaard-uitvoering is de versterker HF 302 uitgevoerd met ingangen voor radio, bandrecorder o.d. (I), kristal-toonopnemer (II), magneto-dynamische toonopnemer (III) en microfoon (IV). Het is mogelijk, dat deze combinatie niet voldoet aan de bij een bepaalde gebruiker bestaande wensen en dat bijv. een tweede ingang voor kristal-toonopnemer moet worden aangebracht of dat zowel een radio-afstemeenheid als een bandrecorder moet worden aangesloten. In verband met de mogelijkheden van de keuzeschakelaar kunnen evenwel niet meer dan vier ingangen worden gebruikt. Dit aantal zal echter in vrijwel alle gevallen voldoende zijn. Wijzigingen in het systeem van ingangen zijn eenvoudig uit te voeren aan de hand van het schema en bouwtekening 6, waar alle contacten van de schakelaar zijn voorzien van nummers die overeenkomen met die welke in het schema zijn gebruikt. Bovendien geeft afbeelding 9 nog een principetekening van de schakelaar in de vorm van een „uitslag”. Volgens deze tekening staat de schakelaar in de stand „radio”.

In de volgende stand („kristal-toonopnemer”) zijn de vier schakelstrippen één stap naar rechts verschoven, zodat dan o.m. 1 met 3, 11 met 13 en 16 met 18 is doorverbonden. De mogelijkheden van de schakelaar zijn uit deze figuur gemakkelijk af te lezen.



Afb. 9.

## Voorbeeld

De volgende combinatie van de ingangen wordt gewenst: radio - kristal-toonopnemer - bandrecorder en microfoon. In dit geval dient dus de ingang voor magnetodynamische toonopnemer te vervallen en daarvoor in de plaats dient deze ingang voor bandrecorder te worden aangepast. Deze kan op overeenkomende wijze worden gemaakt als de ingang voor kristal-toonopnemer.  $R_2$  vervalt dus (vervangen door een stukje draad) en de ingang (III) wordt verbonden met contact 19 in plaats van met contact 4. De verbinding van contact 19 met  $C_6$  (= de verbinding van de contacten 19 en 20) wordt verbroken. De verbinding tussen ingang III en contact 9 blijft bestaan (9 wordt nu dus in plaats van met contact 4 verbonden met 19).

Indien het (bijv. in verband met de gebruikte kristal-toonopnemer; zie onder „Platenspelers”) gewenst is de ingangsimpedantie van de ingangen I of II te verkleinen, kan dit gebeuren door parallel aan de betrokken ingang (dus tussen de centrale contactbus en de op het chassis gemonteerde dubbele soldeerlip) een weerstand aan te brengen. De grootte van deze weerstand kan worden bepaald uit de betrekking:

$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_{ing}} + \frac{1}{R_p},$$

waarin:  $R_x$  = de gewenste ingangsimpedantie,

$R_{ing}$  = de bestaande ingangsimpedantie (zie onder „Technische gegevens”) en

$R_p$  = de aan te brengen parallelweerstand.

De ingangsimpedanties van de ingangen III en IV kunnen desgewenst worden vergroot of verkleind door  $R_1$  of  $R_2$  te vergroten of te verkleinen (de ingangsimpedantie kan gelijk worden gesteld aan de grootte van  $R_1$  resp.  $R_2$ ).

## Platenspelers

Op de versterker HF 302 kunnen vrijwel alle platenspelers worden aangesloten. Door de uitstekende weergavekwaliteit en het uitgebreide frequentiegebied van de HF 302 zullen onvolkomenheden van een eenvoudige platenspeler echter eerder opvallen dan bij aansluiting van dezelfde platenspeler op een eenvoudige versterker of op de grammofooningang van een eenvoudig radiotoestel. Het is daarom verantwoord om bij de HF 302 een zeer goede of Hi-Fi-platenspeler te gebruiken. Hoewel het mogelijk is de aan een dergelijke platenspeler te stellen eisen in cijfers uit te drukken, zal het vooral voor de leek prettiger zijn de criteria op een meer begrijpelijke wijze te geven. De belangrijkste punten, waarop voor kwaliteitsweergave dient te worden gelet, zijn de volgende.

1. De verschillende draaisnelheden moeten nauwkeurig constant zijn. Het beste kan dit worden gecontroleerd bij 33 1/3 omw./min. en met gedragen muziek (piano). Zwevingen („jengel” of „flutter”) mogen niet hoorbaar of tenminste niet hinderlijk zijn.

2. Motordreun en andere bijgeluiden dienen belangrijk minder hoorbaar te zijn dan de zachte passages in de muziek.
3. De toonopnemer moet in staat zijn tenminste de frequenties tussen ca. 30 en ca. 16.000 hertz gelijkmatig weer te geven.
4. De naald mag ook bij sterke passages niet uit de groef springen, terwijl de naald-druk niet groter mag zijn dan ca. 8 gram om te grote slijtage van de platen te voorkomen.

De Philips „Hi-Fi”-platenspelers en -wisselaars voldoen in alle opzichten aan de voor kwaliteitsweergave te stellen eisen.

Bij de beoordeling dient er rekening mee te worden gehouden, dat niet alle geconstateerde onregelmatigheden aan de platenspeler behoeven te worden toegeschreven. Zwevingen bij voorbeeld kunnen ook het gevolg zijn van kromme of excentrisch geperste platen, een te groot middengat of een middengat dat niet nauwkeurig in het centrum van de plaat is aangebracht. (In al deze gevallen maakt de toonopnemer periodieke zijdelingse of op-en-neer gaande bewegingen.)

De gevoeligheid van de ingangen II en III van de HF 302 is groot genoeg voor vrijwel alle daarop aan te sluiten toonopnemers. De beste weergavekwaliteit wordt verkregen bij gebruik van een magneto-dynamische toonopnemer, zoals o.m. ook bij de Philips Hi-Fi-platenspelers wordt toegepast. Met een kristal-toonopnemer van goede kwaliteit kunnen echter eveneens uitstekende resultaten worden verkregen. Vooral in dit laatste geval is het van belang, dat de ingangsimpedantie van de HF 302 op ingang II overeenkomt met de voor de kristal-toonopnemer voorgeschreven afsluitweerstand. De correctie van de R.I.A.A.-opnamekarakteristiek, die voor een magneto-dynamische toonopnemer in de speciale voorversterker van de HF 302 plaats vindt (zie ook onder „Technische gegevens”) vindt dan nl. „automatisch” in de kristal-toonopnemer zelf plaats. Voor sommige kristal-toonopnemers kan een andere ingangswaerstand gewenst zijn dan in de standaard-uitvoering van de HF 302 is toegepast (1 M $\Omega$ ). In dit geval kan de juiste aanpassing worden verkregen op de wijze die in het hieraan voorafgaande is toegelicht. Voor de Philips kristal- en magneto-dynamische toonopnemers behoeft in de versterker niets gewijzigd te worden.

Alle Philips platenspelers zijn in principe geschikt voor het weergeven van stereofonische grammofoonplaten. Daarbij dient echter gebruik te worden gemaakt van twee gescheiden versterkers en gescheiden luidsprekers. Het is mogelijk hiervoor een tweetal versterkers HF 302 te nemen.

## **Radio-afstemeenheden**

Op ingang I van de versterker kunnen verschillende typen radio-afstemeenheden worden aangesloten, zowel voor ontvangst van AM- als van FM-zenders. Mede in verband met de in het voorafgaande gemaakte opmerkingen over de kwaliteit van de HF 302 wordt er op gewezen, dat een FM-afstemeenheid betere geluidswaergave mogelijk maakt dan een AM-afstemeenheid, hoewel ook met deze laatste resultaten kunnen worden verkregen die beter zijn dan die bij een gemiddeld radiotoestel. Zowel voor AM-afstemeenheden als voor de FM-afstemeenheid zijn Philips bouwdozen verkrijgbaar.

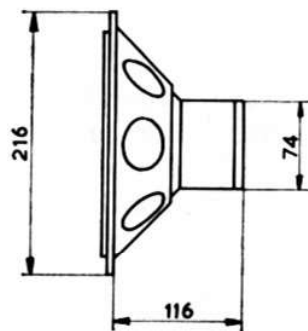
Het is niet mogelijk de voor een afstemeenheid benodigde voedingsspanningen af te nemen van het voedingsgedeelte van de HF 302. De afstemeenheid moet dus van een eigen voedingsgedeelte zijn voorzien.

## Luidsprekers

De luidspreker of luidsprekercombinatie bepaalt als laatste schakel in de geluidsweergave-keten de kwaliteit van het geheel. De zorgvuldig berekende opzet van de versterker en de mogelijk uitstekende eigenschappen van de platenspeler zouden aan betekenis inboeten wanneer het systeem dat tenslotte het geluid moet produceren in kwaliteit ten achter zou blijven bij de kenmerken van het weergave-apparaat. Op de versterker kunnen alleen luidsprekers of luidsprekercombinaties worden aangesloten met een impedantie van 800 ohm (luidsprekers voor aansluiting op een toestel met uitgangstransformator hebben meestal een impedantie van 5 à 7 ohm!). Afhankelijk van het toe te passen aantal en de schakelwijze zijn voor de HF 302 ongetwijfeld het meest geschikt de luidsprekertypen 9710 B, 9710 BM, 9710 A en 9710 AM uit de Philips „kroonserie”: luidsprekers die voldoen aan de hoogste eisen die bij geluidsproductie kunnen worden gesteld en verwezenlijkt. Wat betreft de constructie, de magneet en de afmetingen zijn de vier genoemde typen geheel aan elkaar gelijk. De luidsprekers met de letter B in het typenummer hebben echter een spreekspoelimpedantie van 400 ohm en die met de letter A een impedantie van 800 ohm. Luidsprekers, die bovendien met de letter M zijn aangeduid, zijn voorzien van een dubbele conus, die het frequentiegebied voor hoge tonen met een vol octaaf uitbreidt. In tabel II zijn de belangrijkste technische gegevens opgenomen. Elke luidspreker 9710... kan een vermogen van 10 watt verwerken. Het type 9710 AM is dus in principe geschikt om op de HF 302 te worden aangesloten voor het weergeven van het gehele frequentiegebied. Bij gebruik van een goede luidsprekerkast is de weergave dan uitstekend. Het is voor de weergavekwaliteit echter beter om de luidspreker(s) niet ten volle te belasten en daarom verdient het aanbeveling meer dan één luidspreker 9710... te gebruiken, bijv. twee typen 9710 BM in serie (gezamenlijke impedantie:  $400 + 400 = 800$  ohm). Deze combinatie kan 20 watt verwerken en zal dus zelfs in de „geluidspieken” voor niet meer dan 60 % worden belast.

Een betere spreiding van het geluid over de luisterruimte en bovendien een betere weergavekwaliteit kan nog worden verkregen door de hoge en lage tonen gescheiden weer te geven. Tussen de versterker HF 302 en de luidsprekers dient dan een scheidingsfilter te worden gebruikt. Het is ook nu mogelijk te volstaan met één luidspreker (9710 A) voor het lagetoneengebied en één luidspreker (9710 AM) voor het hogetoneengebied, hoewel het aanbeveling verdient tweemaal twee luidsprekers in serie toe te passen voor elk toongebied. De gunstigste resultaten worden verkregen, indien de karakteristieken van de verschillende luidsprekers in het gezamenlijk weer te geven toongebied gelijk zijn, wat bijv. het geval is wanneer alle luidsprekers worden genomen uit de serie 9710...

Tabel I geeft een overzicht van enkele goede luidsprekercombinaties. Hierbij dient te worden opgemerkt, dat luidsprekers de beste prestaties alleen kunnen leveren indien goede luidsprekerkasten worden gebruikt. Voor luidsprekers die het gehele toongebied moeten weergeven en voor speciaal voor het lagetoneengebied bestemde luidsprekers zijn dit bijv. de z.g. „akoestische boxen”, waarvan in deze handleiding enkele gegevens zijn opgenomen. Een luidspreker voor het hogetoneengebied kan worden aangebracht in een kastje van geringe afmetingen.



Afb. 10. Afmetingen in mm van de luidsprekers 9710...



**Tabel I - luidsprekers en luidsprekercombinaties**

lage tonen	hoge + lage tonen	hoge tonen	scheidingsfilter
—	9710 AM	—	—
—	9710 BM + 9710 BM *)	—	—
9710 A	—	9710 AM *)	zie afb. 12
9710 B + 9710 B *)	—	9710 BM + 9710 BM *)	zie afb. 12

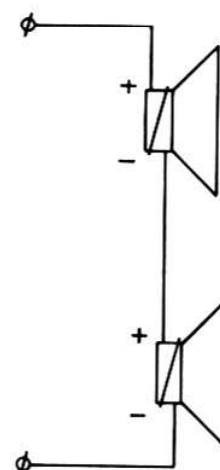
\*) Voor deze luidsprekers zijn tekeningen van goede luidsprekerkasten in deze handleiding opgenomen.

**Tabel II — enkele gegevens van de in tabel I opgenomen luidsprekers.**

typenr.	belastbaarheid	rendement	resonantiefrequentie	frequentiebereik	spreekspoelimpedantie
<u>9710 A</u>	10 W	5 %	ca. 50 Hz	15.000 Hz	800 Ω
9710 AM	10 W	5 %	ca. 50 Hz	20.000 Hz	800 Ω
9710 B	10 W	5 %	ca. 50 Hz	15.000 Hz	400 Ω
9710 BM	10 W	5 %	ca. 50 Hz	20.000 Hz	400 Ω

### Serieschakeling van luidsprekers

Bij het in serie schakelen van luidsprekers dient er voor te worden gezorgd, dat de luidsprekers in fase zijn, d.w.z. dat de conussen steeds gelijktijdig naar voren of naar achteren bewegen. Juiste aansluiting kan worden gecontroleerd met een batterij (bijv. 4½ of 6 volt). Wanneer deze op de aansluitlippen van een luidspreker wordt aangesloten, zal de conus naar voren of naar achteren uitslaan. In schema afb. 11 is aangegeven, hoe de luidsprekers in serie moeten worden geschakeld. De tekens + en — bij elke luidspreker geven aan, met welke aansluitlippen de + en — pool van de batterij moeten worden verbonden om de conus naar voren te doen uitslaan. Wanneer de batterij wordt aangesloten over beide in serie geschakelde luidsprekers, moeten beide conussen in dezelfde richting uitslaan. Indien een (Philips) luidspreker bij één der lippen is voorzien van een rood merkteken, kan deze lip als de plusaansluiting worden beschouwd.



Afb. 11.

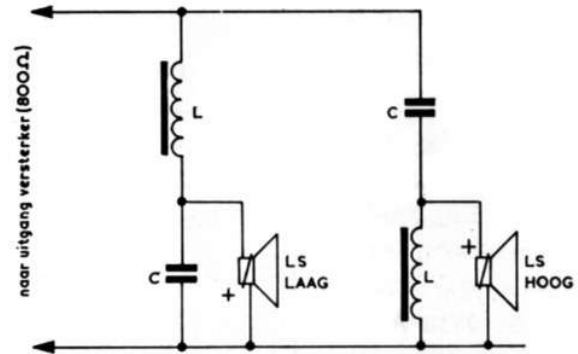
### Scheidingsfilters

Door de hoge en lage tonen te scheiden en elk toongebied met een afzonderlijke luidspreker(groep) weer te geven, kan een verbeterde spreiding van het geluid worden verkregen. De luidsprekers voor het hogetonengebied kunnen hierbij worden ondergebracht in kleinere kastjes, omdat ze geen lage tonen krijgen toegevoerd en gevaar voor overbelasting bij de resonantiefrequentie dus niet bestaat.

In afbeelding 12 is het schema van een geschikt scheidingsfilter voor aansluiting van 800  $\Omega$ -luidsprekers gegeven. De scheidingsfrequentie hiervan ligt bij ongeveer 400 Hz. Het filter bevat een tweetal spoelen L met hoge zelfinductie (Philips typenummer A 3.166.31) en twee condensatoren C.

De luidspreker voor het hogetonen-gebied wordt aangesloten parallel aan een spoel en dient bij voorkeur een dubbele conus te hebben. De luidspreker voor de lage tonen wordt aangesloten parallel aan een condensator. Hier is een dubbele conus niet nodig. Desgewenst kan elke luidspreker worden vervangen door twee luidsprekers van 400  $\Omega$  in serie, volgens de in het voorafgaande gegeven aanwijzingen.

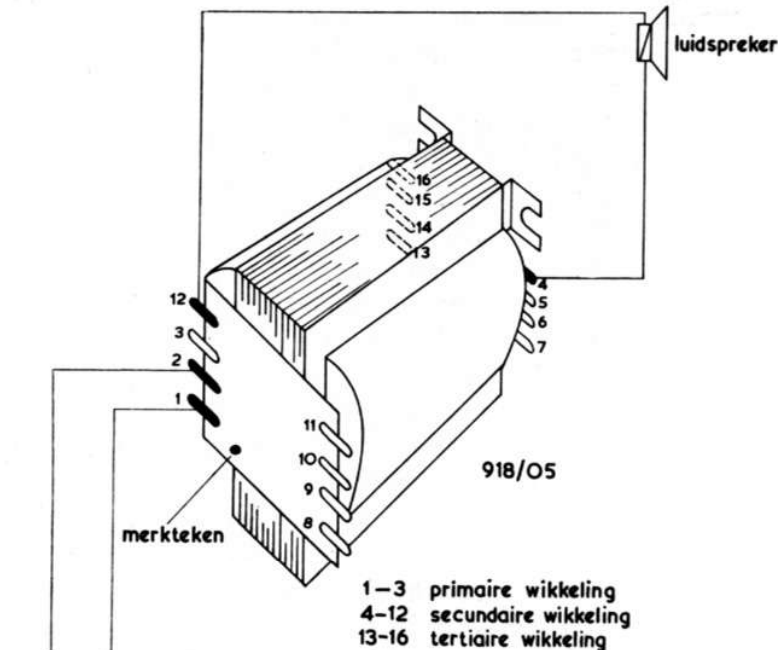
Merk op, dat ook in dit schema de aanduidingen + zijn gebruikt (zie onder „Serieschakeling van luidsprekers“). De spoelen en de condensatoren kunnen het gemakkelijkst op een plankje worden gemonteerd. De aansluitdraden van de spoelen en condensatoren mogen worden verwisseld. Het filter kan bij de versterker worden aangebracht of bijv. in de akoestische box worden ingebouwd.



Afb. 12. Scheidingsfilter voor 800  $\Omega$ -luidsprekers. L = zelfinductie (Philips typenummer A 3.166.31); C = polyestercondensator 330.000 pF - 400 V; LS = luidspreker met spreekspoelimpedantie 800  $\Omega$ .

### Aansluiting van „laagohmige” luidsprekers

Een van de belangrijkste voordelen van de versterker HF 302 is de directe energieoverdracht aan de luidspreker(s). De uitgangsimpedantie van de versterker is in verband hiermede 800 ohm, zodat het niet mogelijk is „laagohmige” luidsprekers (met een impedantie van 3 à 14 ohm) rechtstreeks op de versterker aan te sluiten. Mocht het om een of andere reden toch nodig zijn een laagohmige luidspreker op



Afb. 13. Aansluiting van transformator typenummer 918/05 bij gebruik van een laagohmige luidspreker.

de HF 302 aan te sluiten, dan kan dit gebeuren door tussenschakeling van een transformator voor 800  $\Omega$ -luidsprekerimpedantie (b.v. typenr. 918/05). De aansluiting van deze transformator is gegeven in afbeelding 13. Hoewel de transformator geen gelijkstroom zal voeren en er dus geen voormagnetisering van de kern optreedt, veroorzaakt elke transformator aan de uitgang van de HF 302 o.m. een belangrijke toename van de vervorming. Daarom verdient deze oplossing in geen enkel opzicht aanbeveling indien Hi-Fi-kwaliteit gewenst wordt.

## Luidsprekerkasten

Voor goede weergave van lage tonen moet een luidspreker worden aangebracht op een klankbord van voldoende grote afmetingen. Vooral bij gebruik van een kwaliteitsluidspreker met een lage resonantiefrequentie zal met een te klein klankbord spoedig vervorming van de lage tonen optreden, waarbij beschadiging van de luidspreker door overbelasting niet uitgesloten is. De oorzaak hiervan is uit afbeelding 14 af te leiden.

Wanneer de luchtweg van de voorzijde van de luidspreker (conus) naar de achterzijde kleiner is dan een halve golflengte van de (lage) weer te geven toon, zullen de geluidsgolven die voor de voor- en achterzijde van de luidspreker worden uitgestraald elkaar gaan tegenwerken en hierdoor de toon verzwakken. Wanneer de luchtweg gelijk is aan éénmaal de golflengte van een toon, zal deze toon versterkt worden weergegeven. De geluidswaergave is dus zeer onregelmatig en voor de laagste frequenties relatief zwak. Beschadiging van de luidspreker kan optreden tengevolge van de zeer heftige conusbewegingen bij de resonantiefrequentie, indien de luidspreker akoestisch niet voldoende wordt „gedempt”. Om deze verschijnselen te vermijden, zou voor „rechte” weergave tot 80 Hz een klankbord van  $2 \times 2$  meter gebruikt moeten worden; voor weergave tot 40 Hz zelfs een klankbord van  $4 \times 4$  meter!



Afb. 14.

Daar deze afmetingen — begrijpelijk — op praktische bezwaren stuiten, heeft men naar andere wegen gezocht, die o.m. hebben geleid tot het ontwerp van de akoestische box en de basreflexkast. Het praktische verschil tussen deze beide is, dat de basreflexkast schijnbaar meer lage tonen weergeeft dan de akoestische box, terwijl de laatste absoluut minder vervormt. Een basreflexkast is voorzien van een luchtspleet, waardoor tengevolge van fazeverschuivingen in een bepaald frequentiegebied een toename van het geluid wordt verkregen. Hierdoor wordt de indruk gewekt, dat voor alle frequenties een rijke lagetonenweergave bestaat, hetgeen in werkelijkheid niet het geval is. Dit verschijnsel wordt nog versterkt, doordat de demping van de basreflexkast zelden nauwkeurig op de luidspreker is afgestemd. De akoestische box daarentegen is — op de luidsprekeropening na — geheel gesloten en werkt bij voldoende akoestische demping als een oneindig groot klankbord. Dit geeft een nagenoeg „rechte” en natuurgetrouwe geluidswaergave.

Wanneer het door de luidspreker weer te geven frequentiegebied beperkt is tot de hoge tonen, zijn er minder problemen met de behuizing, omdat zelfs zonder luidsprekerkast de luchtweg van voor- naar achterzijde van de conus niet kleiner zal zijn dan de halve golflengte. Akoestische boxen zullen dus alleen nodig zijn voor luidsprekers die uitsluitend de lage tonen ofwel het gehele frequentiegebied moeten weergeven.

Het kenmerk van de akoestische box is dat de door de achterzijde van de luidspreker uitgestraalde geluidsgolven volkomen geabsorbeerd worden. Voorwaarden hiervoor zijn o.a. dat de inhoud (het volume) van de kast niet te klein is, dat de wanden zelf niet kunnen trillen en dat de kast aan de binnenzijde bekleed is met een materiaal, dat een goede geluidsabsorptie geeft.

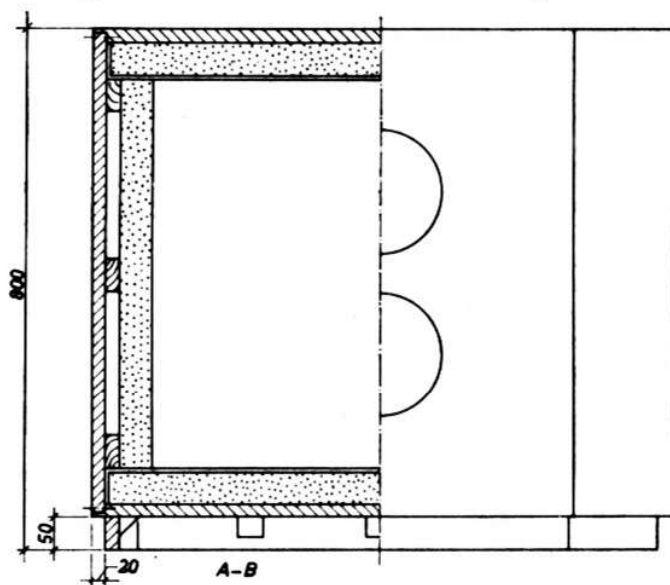
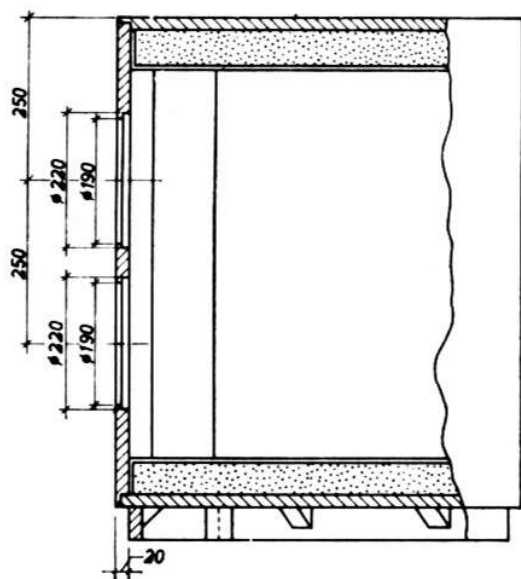
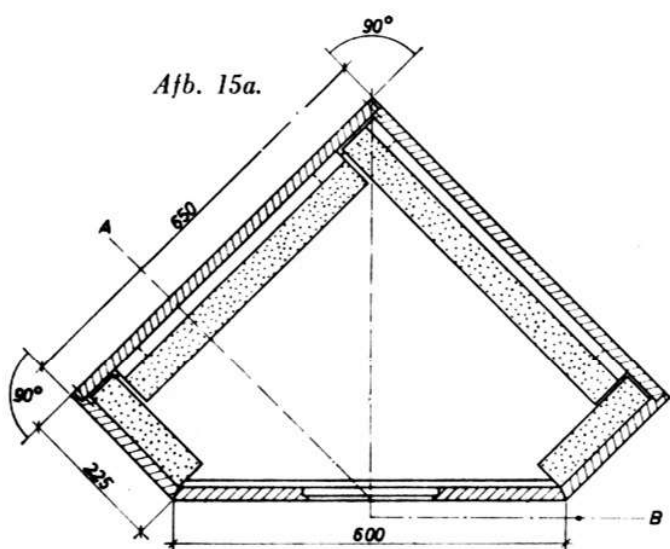
De kast moet dus worden vervaardigd van stevig materiaal, minimaal 20 mm dikte, terwijl de constructie tot een zo stijf mogelijk geheel moet leiden. Verder is het noodzakelijk dat de wanden volkomen op elkaar aansluiten, dus zonder kieren. Het materiaal moet dus trekvrij zijn (meubelplaat b.v.), terwijl het aanbeveling verdient tussen de aan elkaar te schroeven panelen een laagje stopverf aan te brengen.

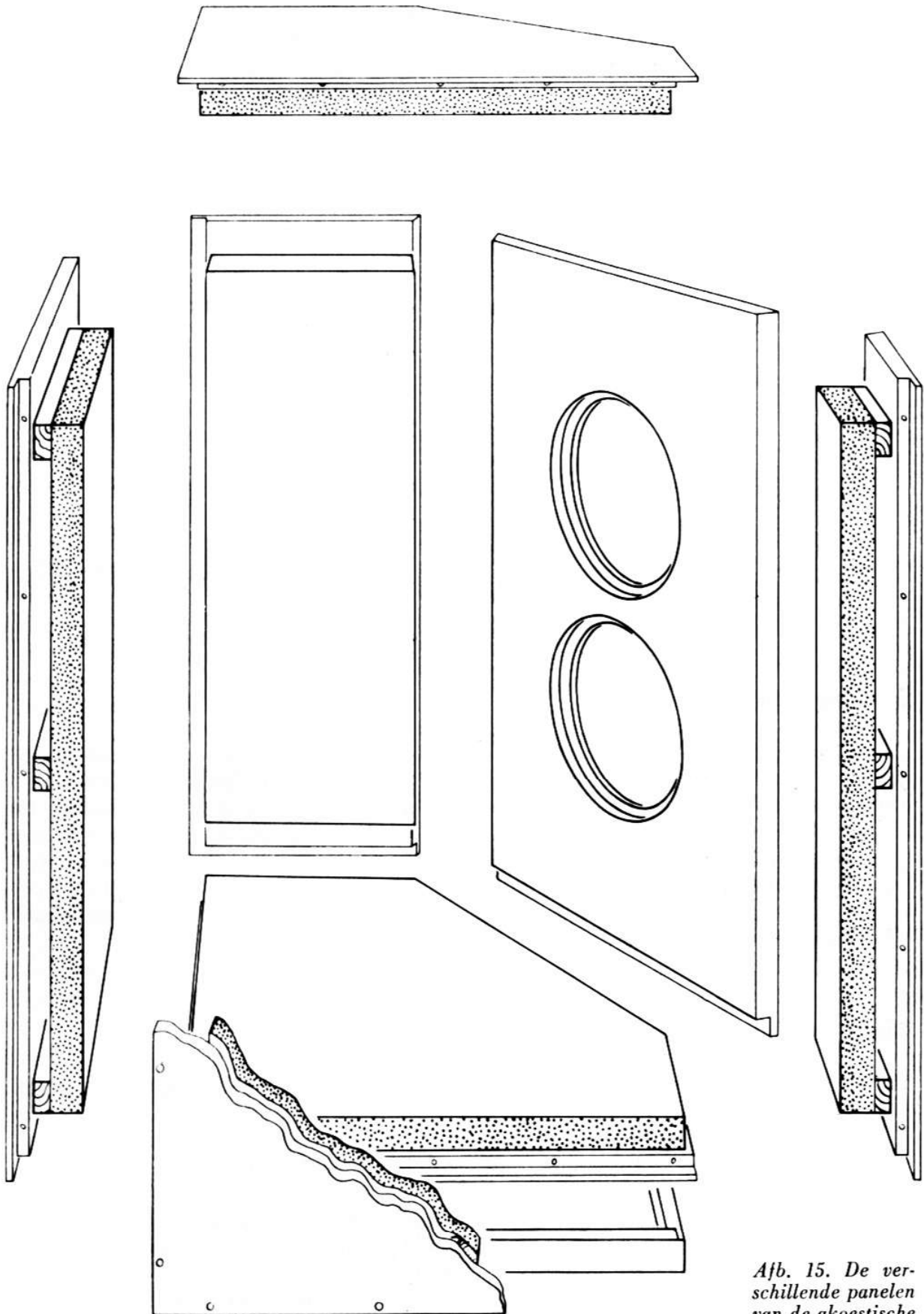
De voor een akoestische box gewenste afmetingen worden bepaald door het type en het aantal van de luidsprekers en door de frequentie van de laagste weer te geven toon. Bij gebruik van één Philips luidspreker 9710... in een box met een inhoud van  $50 \text{ dm}^3$  kan „rechte” weergave tot ca. 70 Hz worden bereikt; bij een box-inhoud van  $100 \text{ dm}^3$  tot ca. 50 Hz. Om bij het gebruik van meer dan één luidspreker 9710... dezelfde weergavekarakteristiek te verkrijgen, moet het volume van de box evenredig met het aantal luidsprekers worden vergroot. Zoals in het voorafgaande reeds werd opgemerkt, heeft toepassing van meer dan één luidspreker niet alleen het voordeel, dat het vermogen dat de luidsprekercombinatie kan verwerken, groter wordt, maar ook dat de weergavekwaliteit wordt verbeterd.

Het is niet noodzakelijk de box de vorm van een kubus te geven. Binnen bepaalde grenzen kan hiervan worden afgeweken en bijv. ook een prismavorm geeft uitstekende resultaten. Deze laatste vorm heeft het voordeel dat de kast in een hoek van het vertrek kan worden geplaatst, waarbij de wanden en de vloer nog als een soort hoorn een gunstige invloed hebben op de laagtonenweergave. In dat geval kan de opstelling zo worden gekozen, dat alleen een voorpaneel en een bovenplaat nodig zijn; de twee muren en de vloer fungeren als overige kastwanden. Vanzelfsprekend is het noodzakelijk dat de panelen goed aan wanden en vloer aansluiten.

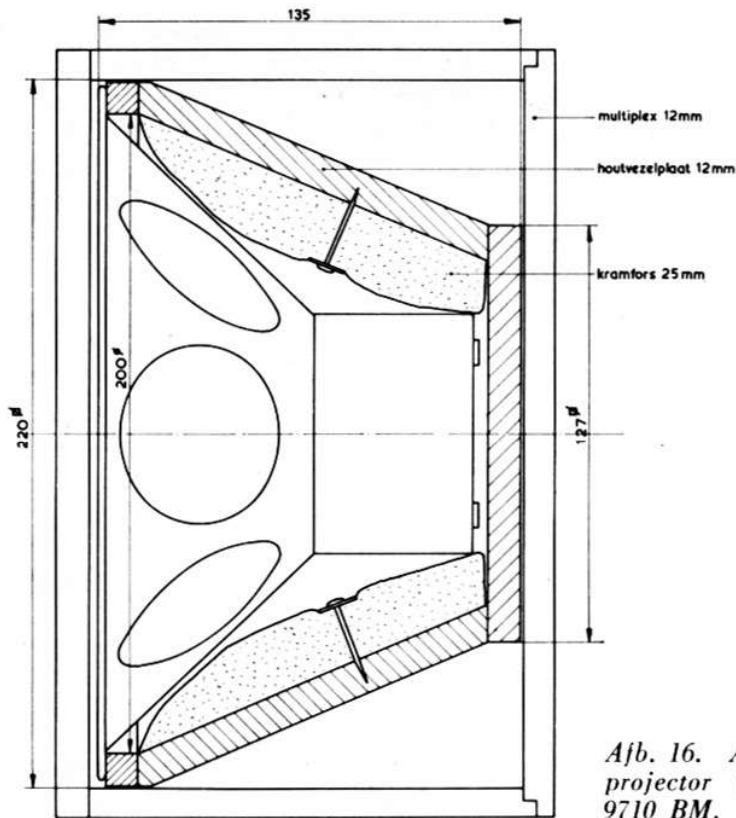
### Voorbeelden

In de afbeeldingen 15a en 15b zijn de bouwtekeningen gegeven van een akoestische box voor 2 luidsprekers 9710 B of 9710 BM. De inhoud van deze box is ca.  $200 \text{ dm}^3$ . Afbeelding 16 geeft een bouwtekening voor een kastje van een hogetonenluidspreker 9710 AM of 9710 BM. Ook hier is gebruik gemaakt van een geluiddempende bekleding. Dit heeft tot resultaat dat de luidspreker nog maar aan één zijde geluid uitstraalt en dus als „hogenonenprojector” kan worden gebruikt. Met eenvoudiger kastjes, die aan de achterzijde open zijn, kunnen evenwel ook goede resultaten worden verkregen.





*Afb. 15. De verschillende panelen van de akoestische box in hun onderling verband.*



Afb. 16. Afmetingen in mm van een hogetonenprojector met een luidspreker 9710 AM of 9710 BM.

## Geluiddempende materialen

De binnenzijde van de box moet bekleed worden met een materiaal, dat een goede geluidsabsorptie geeft (een grote geluidsabsorptie-coëfficiënt heeft). Hiervoor kan bijv. gebruikt worden kramfors van ca. 2½ cm dik, glaswol van ca. 4 cm dik of verpakkingswatten van ca. 4 cm dik. Ook bepaalde soorten schuimplastic lenen zich voor dit doel. Glaswol en watten moeten worden bevestigd op of tussen (grove) jute. Deze laag moet, zoals in de tekeningen is aangegeven, op een afstand van ca. 2½ cm van de wanden op tengels worden aangebracht. Kramfors en glaswol zijn verkrijgbaar bij de handel in bouwmaterialen.

## Opstelling van de luidsprekers

Hoge tonen hebben een veel sterker richteffect dan lage tonen, d.w.z. dat hoge tonen meer in een bundelvorm door de luidspreker worden uitgestraald. Terwijl het dus voor de lagetonenluidspreker(s) (eventueel in een akoestische box) niet van groot belang is waar ze worden opgesteld, moet er bij de hogetonenluidsprekers op worden gelet, dat een zo gunstig mogelijke spreiding van de hoge tonen in de luisterruimte wordt verkregen. Een middel om een betere spreiding te krijgen, is het geluid te laten reflecteren tegen een harde wand, waarbij de luidspreker dus als „hogetonenprojector” wordt gebruikt. Om een reële indruk te behouden is het gewenst dat de lage- en de hogetonenluidspreker(s) niet meer dan enkele meters van elkaar worden opgesteld. Een goede opstelling van de luidsprekers is verkregen, wanneer in een zo groot mogelijk gedeelte van de luisterruimte een egale weergave van zowel de hoge als de

lage tonen is verkregen, zonder dat de luidsprekers afzonderlijk kunnen worden gehoord. Wanneer één akoestische box wordt gebruikt voor weergave van het gehele toonegebied, moet met het richteffect van de hoge tonen vanzelfsprekend eveneens rekening worden gehouden, d.w.z. dat de opening van de luidspreker dan „vrij” naar de luisterruimte moet zijn gericht, zonder dat obstakels de hoge tonen kunnen absorberen.

### **Speciale uitgang voor bandrecorders**

Het is mogelijk een verbinding te maken tussen de versterker HF 302 en de ingang voor toonopnemer of radio van een bandrecorder. Het voordeel van deze methode is, dat toonopnemer, radio-afstemming en eventueel microfoon dan permanent op de HF 302 kunnen worden aangesloten. De meest praktische oplossing zal veelal zijn drie van de vier ingangen van de HF 302 te gebruiken voor aansluiting van een kristal- of magneto-dynamische toonopnemer, een radio-afstemming en de bandrecorder bij afspelen. De vierde contactbus kan worden gebruikt als speciale uitgang voor het toevoeren van het signaal aan de bandrecorder bij opnemen. Het verdient aanbeveling de microfoon direct op de bandrecorder aan te sluiten zodat, indien aanwezig, de mengmogelijkheid voor microfoon met een ander signaal blijft bestaan. Het opgenomen programma wordt dan, met uitzondering van het microfoonsignaal, normaal door de HF 302 en bijbehorende luidspreker(s) weergegeven.

De speciale uitgang kan op verschillende punten in de versterker worden aangesloten. Gewoonlijk zal het beste voldoen een rechtstreekse verbinding tussen het stuurrooster van  $B_{2a}$  (buishouder  $B_2$  - pen 7) en de uitgangsbuis (dit is dan dus bijv. de bus, die bij de standaard-uitvoering van de HF 302 voor aansluiting van een microfoon wordt gebruikt; de aan deze bus gesoldeerde weerstand verwijderen). Het toonregelsysteem van de versterker heeft dan tijdens het opnemen geen invloed op het signaal dat aan de bandrecorder wordt toegevoerd, zodat steeds met een rechte karakteristiek wordt opgenomen. Eventueel kan in deze leiding een weerstand worden opgenomen van 100 k $\Omega$  tot 2,2 M $\Omega$ .

Verder zou in aanmerking kunnen komen een verbinding met de anode van  $B_{2a}$  (buishouder 2 - pen 6) of met de anode van  $B_{2b}$  (buishouder 2 - pen 1) via een condensator van 100.000 pF - 400 V. Bij aansluiting op de anode van  $B_{2a}$  is een sterker signaal beschikbaar, terwijl bij aansluiting op de anode van  $B_{2b}$  bovendien de toonregeling van de HF 302 bij opnemen invloed heeft op het aan de bandrecorder afgegeven signaal.

### **Smeltveiligheid**

De versterker HF 302 wordt beveiligd door een smeltveiligheid (zekering). In de bouwdoos zijn **vertraagde** smeltveiligheden aanwezig: een van 400 mA voor 220 V - elektriciteitsnetten en een van 800 mA voor 127 V-netten. Deze vertraagde zekeringen kunnen kortstondige stroomstoten, zoals bijv. ontstaan bij het inschakelen van de versterker, verdragen, terwijl ze snel doorsmelten bij een continu te grote stroom, zoals kan voorkomen bij kortsluiting in het gloeistroom- of voedingsspanningscircuit van de versterker. Normale — dus niet-vertraagde — smeltveiligheden zouden een grotere doorsmeltwaarde moeten hebben om doorsmelten bij inschakelen te voorkomen, waardoor de beveiliging voor bepaalde soorten kortsluiting niet of pas na

geruime tijd in werking treedt. Dit kan uiteraard beschadiging van onderdelen tengevolge hebben. Het verdient dus aanbeveling, bij vervanging vertraagde zekeringen te nemen met de juiste doorsmeltwaarde.

Indien deze ter plaatse niet verkrijgbaar zijn, zouden normale zekeringen van 1000 mA (1 A) voor 220 V-netten of van 2000 mA (2 A) voor 127 V-netten gebruikt dienen te worden. **Gebruik de versterker niet zonder (met kortgesloten) smeltveiligheid.**

### **Inbouwen van de versterker**

De versterker kan op eenvoudige wijze worden ingebouwd, bijv. achter een wand of in een kast. Daarbij dient er op te worden gelet dat voldoende ventilatie mogelijk blijft. De versterker mag niet zonder pootjes op een plank worden gezet en ook boven het apparaat moet een redelijke ruimte vrij blijven. Het verdient geen aanbeveling de kap van de HF 302 te verwijderen, omdat dan kans bestaat op brom, instabiliteit en andere storingen.



# BEOORDELING VAN DE GELUIDSINSTALLATIE

Het kan wellicht zijn nut hebben in een handleiding als deze enkele woorden te wijden aan de beoordeling van de prestaties die de totale geluidsinstallatie tenslotte zal leveren. Zoals op verschillende bladzijden al met nadruk wordt gezegd, bezit de versterker HF 302 eigenschappen die rechtvaardigen ook aan de kwaliteit van de andere onderdelen van de installatie grote aandacht te besteden. Hoewel combinatie van de HF 302 met een eenvoudige platenspeler en eventueel met een luidspreker-(combinatie) die niet aan de hoogste eisen voldoet, zeer goed mogelijk is en ook voldoening biedende resultaten kan geven, verdient het aanbeveling de kwaliteit van platenspeler en luidsprekergroep in overeenstemming te brengen met de eigenschappen van de versterker. Dan is het mogelijk de installatie op een „high fidelity”-niveau te brengen. Vooral de „ware” muzikminnaars zullen de eventueel hieraan verbonden extra kosten zeer zeker niet vergeefs maken.

De volgens de moderne toepassingen van de geluidsregistratietechniek opgenomen langspeelplaten kunnen nagenoeg alle toonhoogten (frequenties) bevatten, waarvoor ons oor gevoelig is (van ca. 30 tot ca. 16.000 Hz). Bovendien is het mogelijk de dynamiek van het geregistreerde geluid (het verschil tussen de zachtste en luidste passage) zeer dicht tot de werkelijke dynamiek te laten benaderen. In principe is het dus mogelijk het op deze wijze vastgelegde geluid te reproduceren op een wijze waarbij de weergave nauwelijks van de werkelijkheid kan worden onderscheiden. Voor deze taak wordt de weergave-installatie gesteld. Hieruit volgt onmiddellijk dat aan de eigenschappen van deze installatie bepaalde eisen moeten worden gesteld. Wat de versterker HF 302 betreft wordt aan deze eisen voldaan.

Het is dus mogelijk met een installatie, waarin de HF 302 is opgenomen, geluidswaergave te verkrijgen van zeer goede kwaliteit. Op welke wijze dient dit nu te worden beoordeeld? Bij de opname voor een grammofoonplaat van een uit een groter aantal musici bestaand orkest wordt de microfoon daar geplaatst, waar de muziek akoestisch het duidelijkst tot haar recht komt. De luisteraar aan de luidspreker, die zich dus theoretisch op de plaats van de microfoon kan wanen, zal de klanken dus vaak veel scherper gedefinieerd waarnemen dan de orkestbezoeker op een willekeurige plaats in de zaal. Nog duidelijker komt dit naar voren bij een solistpassage, waarbij de microfoon meestal dicht in de nabijheid van het solo-instrument wordt gebracht. De luisteraar zit dan dus bij wijze van spreken in de onmiddellijke nabijheid van de musicus en is in staat ook de fijnste nuanceringen en de meest volledige klankrijkdom te horen. Het is in verband hiermede niet te verwonderen, dat niet zelden een eerste confrontatie met „high fidelity”-weergave minder gunstig wordt beoordeeld. Hier komt nog bij, dat geluidswaergave van mindere kwaliteit ons

dagelijks op zo vele wijzen bereikt (o.a. via eenvoudige AM-radio-ontvangtoestellen en grammofoons), dat velen vergeten zijn hoe een bepaald muziekinstrument in werkelijkheid klinkt. Dit „muzikale geheugenverlies” is vanzelfsprekend het sterkst bij degenen, die zelden een concert bezoeken.

De eigenschappen voor hoge tonen van de installatie kunnen het beste worden beoordeeld met muziekinstrumenten, die veel boventonen produceren (bijv. een viool). De klank van deze instrumenten (dus niet de toonhoogte, maar het gehele complex van nuanceringen die het karakter van het geluid bepalen) mag nagenoeg niet van de „echte” klank te onderscheiden zijn. Daarbij mag het weergegeven geluid niet te scherp (te „krasserig”) klinken. Lage tonen vertegenwoordigen meestal de grootste vermogens (de trillingen zijn het sterkst). Hiervoor kan er dus op worden gelet dat de bastonen bij een (in normale huiskamer) voldoende geluidssterkte nog onvervormd klinken en bovendien nog duidelijk gedefinieerd (goed van elkaar gescheiden) zijn. Er zijn speciale meetplaten in de handel, waarop tonen met verschillende frequenties zijn geregistreerd. Deze platen bevatten bovendien vaak een aantal geselecteerde muziekfragmenten, die zware eisen aan de weergave-installatie stellen en waarmee de kwaliteit van deze laatste vrij redelijk kan worden beproefd. Let onder meer ook eens op de slaginstrumenten (pauken, trommels, tam-tam enz.). Bij een goede geluidsinstallatie (waarvan het frequentiegebied nog boven het hoorbare uitkomt) moeten duidelijk zowel de „aanslag” als de klank kunnen worden waargenomen. Een laag vervormingspercentage van de weergave-installatie komt, behalve in het zuiver weergeven van afzonderlijke klanken, vooral ook tot uiting doordat de verschillende instrumenten bij een orkestopname nog goed gescheiden kunnen worden gevolgd.

Bij al deze proeven moet de kwaliteit van de toonopnemer in de beoordeling worden opgenomen. Niet zelden is deze de zwakste schakel in de keten (vooral voor zeer lage tonen). Philips magneto-dynamische toonopnemers voldoen in dit opzicht aan de hoogste redelijk te stellen eisen. Ook met kristal-toonopnemers zijn evenwel zeer goede resultaten mogelijk. Het spreekt overigens vanzelf, dat moet worden uitgegaan van langspeelplaten van zeer goede kwaliteit. De uiteindelijke beoordeling van een technische installatie die bedoeld is om muzikale schoonheid zo goed mogelijk tot haar recht te doen komen, komt eerder toe aan het gehoor dan een verzameling technische gegevens en karakteristieken, hoe waardevol deze laatste ook kunnen zijn. Wanneer men zich echter bewust is van de technische achtergronden bij de geluidsreproductie, zal het verkregen oordeel gebaseerd zijn op een meer van werkelijkheidszin getuigende kennis en dit zal het muzikaal genieten ongetwijfeld ten goede komen.

# TECHNISCHE GEGEVENS

## Toegepaste buizen

EF 86	- voorversterker
ECC 82	- toonregeling
ECC 83	- fazedraaier en voorversterker
2 × EL 86	- balans-eindtrap
EZ 81	- gelijkrichter
7121 D	- indicatielampje

## Frequentiegebied

10 - 45.000 Hz binnen 1 dB. \*)

## Afgegeven vermogen

Max. 10 watt. \*)

Vermogenskarakteristiek bij 1 % vervorming en tenminste 10 watt afgegeven vermogen: ca. 30 - ca. 25.000 Hz. \*)

## Vervorming

$d_{\text{tot}}$  bij 10 watt afgegeven vermogen; 1000 Hz: 0,3 %. \*)

Intermodulatievervorming (gemeten met 40 Hz en 10.000 Hz in verhouding 4 : 1)

bij 8,2 watt: 1 % \*)

bij 10 watt: 1,5 % \*)

## Gevoeligheid

Benodigde ingangsspanning voor 10 watt afgegeven vermogen:

radio (I): 130 mV

kristal-toonopnemer (II): 60 mV

magneto-dynamische toonopnemer (III): 7,5 mV

microfoon (IV): 4,5 mV

## Stoorniveau

Brom, ruis enz. t.o.v. 10 watt:

radio (I): -78 dB

kristal-toonopnemer (II): -78 dB

magneto-dynamische toonopnemer (III): -60 dB

microfoon (IV): -49 dB

\*) Zie ook de karakteristieken met de bijbehorende toelichting.

### Ingangsimpedantie

radio (I):	2,2 M $\Omega$
kristal-toonopnemer (II):	1 M $\Omega$
magneto-dynamische toonopnemer (III):	68 k $\Omega$
microfoon (IV):	470 k $\Omega$

### Toonregeling \*)

Bij 20 Hz is de maximale versterking t.o.v. 1000 Hz: +13 dB  
maximale verzwakking t.o.v. 1000 Hz: -16 dB.

Bij 20.000 Hz is de maximale versterking t.o.v. 1000 Hz: +13 dB  
maximale verzwakking t.o.v. 1000 Hz: -15 dB.

De beïnvloeding van de twee toonregelaars onderling is nihil.

### Correctie op M.D.-ingang (III)

Volgens de internationaal genormaliseerde R.I.A.A.-karakteristiek. \*)

### Uitgangsimpedantie

800 ohm.

### Smeltveiligheid

400 mA vertraagd, bij 220 V netspanning of  
800 mA vertraagd, bij 127 V.

### Netspanning

220 of 127 volt wisselspanning, 50 Hz.

### Opgenomen vermogen

Uit het net opgenomen vermogen: ca. 60 watt.

### Afmetingen:

breedte: ca. 280 mm

hoogte: ca. 105 mm (incl. pootjes)

diepte: ca. 240 mm (excl. contactbussen enz. aan achterzijde)

(zie ook tekening 1).

### Gewicht

ca. 5 kg.

### Elektrische spanningen

knooppunt R <sub>37</sub> - C <sub>26</sub>	366 V (gelijkspanning)
knooppunt R <sub>38</sub> - C <sub>27</sub>	349 V
knooppunt R <sub>39</sub> - C <sub>28</sub>	340 V
anode B <sub>4</sub> (pen 7)	340 V
tweede rooster B <sub>4</sub> (pen 9)	335 V
anode B <sub>5</sub> (pen 7)	176 V
tweede rooster B <sub>5</sub> (pen 9)	173 V
katode B <sub>5</sub> (pen 3)	11,8 V
anode B <sub>3b</sub> (pen 1)	270 V
katode B <sub>3b</sub> (pen 3)	20,5 V
knooppunt R <sub>36</sub> - C <sub>23</sub>	285 V
anode B <sub>3a</sub> (pen 6)	170 V

\*) Zie ook de karakteristieken met de bijbehorende toelichting.

katode B <sub>3a</sub> (pen 8)	1,7	V
knooppunt R <sub>22</sub> - C <sub>16</sub>	155	V
anode B <sub>2b</sub> (pen 1)	55	V
katode B <sub>2b</sub> (pen 3)	2,2	V
anode B <sub>2a</sub> (pen 6)	68	V
katode B <sub>2a</sub> (pen 8)	2,22	V
knooppunt R <sub>21</sub> - C <sub>15</sub>	132	V
anode B <sub>1</sub> (pen 6)	47	V
tweede rooster B <sub>1</sub> (pen 1)	43	V
katode B <sub>1</sub> (pen 3)	1,02	V

gloeidraden alle buizen (pennen 4-5) 6,3 V (wisselspanning)

Alle gelijkspanningen zijn gemeten met een universeelmeter (20.000 ohm/volt) tussen de aangegeven punten en het chassis.

### Elektrische stromen

Anodestroom B <sub>4</sub> en B <sub>5</sub>	70	mA (gelijkstroom)
stroom tweede rooster B <sub>4</sub>	4,2	mA
stroom tweede rooster B <sub>5</sub>	4,2	mA
anodestroom B <sub>3b</sub>	0,6	mA
anodestroom B <sub>3a</sub>	0,54	mA
anodestroom B <sub>2b</sub>	1,00	mA
anodestroom B <sub>2a</sub>	1,85	mA
anodestroom B <sub>1</sub>	0,39	mA
stroom tweede rooster B <sub>1</sub>	0,074	mA
totaalstroom (stroom door R <sub>37</sub> - R <sub>38</sub> - R <sub>39</sub> )	83	mA
gloeistroom EL 86 (elke buis)	0,76	A (wisselstroom)
gloeistroom EZ 81	1,00	A
gloeistroom ECC 83	0,30	A
gloeistroom ECC 82	0,30	A
gloeistroom EF 86	0,20	A
stroom door ontbrompotentiometer	0,03	A
stroom door indicatielampje	0,05	A

In verband met de normale toleranties van buizen en onderdelen is het mogelijk dat de gemeten waarden van spanningen en stromen bij een versterker enigszins afwijken van de hier gepubliceerde. Afwijkingen tot 10 % zijn toelaatbaar en beïnvloeden de goede werking van het apparaat niet.

De voedingstransformator van de HF 302 is speciaal voor deze versterker ontworpen. Het is niet mogelijk van het voedingsgedeelte nog stroom af te nemen voor andere toestellen (zoals een afstemme-eenheid).

## Toelichting bij de karakteristieken

Beter dan uit de hiervoor opgenomen gegevens kunnen de eigenschappen van de versterker HF 302 uit de karakteristieken worden afgeleid. Deze karakteristieken geven een overzicht van de mogelijkheden en prestaties van de versterker voor bijv. verschillende frequenties en/of vermogens. Het aflezen van de karakteristieken vereist enig inzicht. De hierna volgende toelichtingen zijn bedoeld om dit inzicht in zekere mate te geven.

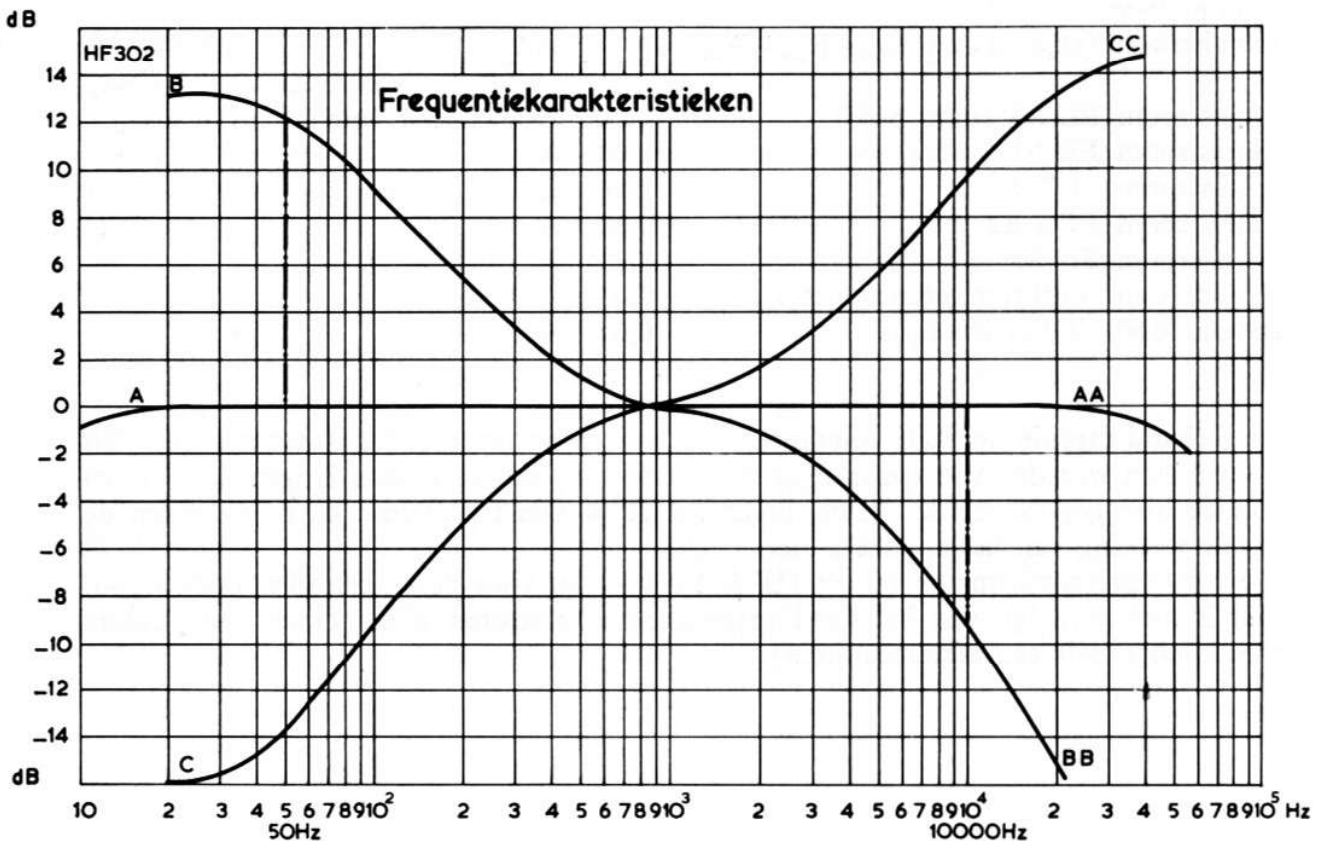
### Frequentiekarakteristieken

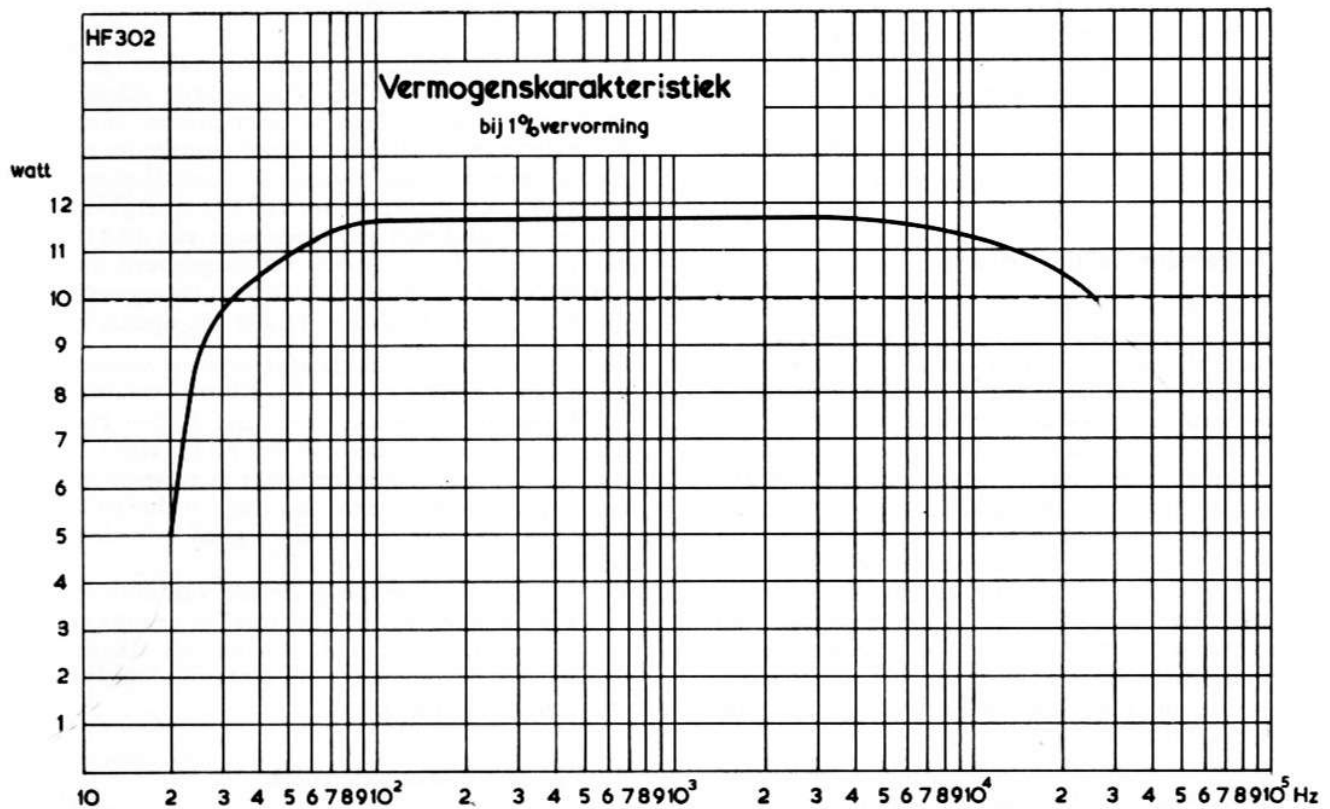
Deze karakteristieken, waaruit onder meer het effect van de toonregeling is af te lezen, werden als volgt opgenomen. Een toongenerator (l.f.-generator) die over het gehele frequentiegebied een constante spanning afgeeft, werd aangesloten op ingang II (kristal-toonopnemer). De luidspreker werd vervangen door een weerstand van 800 ohm; parallel aan deze weerstand werd een outputmeter (d.i. een voor het doel geschikte l.f.-spanningsmeter) aangesloten. Tijdens het opnemen van de karakteristieken werd de geluidsterkteregelaar van de versterker op maximum gezet. Met de regelaar van de toongenerator werd de grootte van het toegevoerde l.f.-signaal zo ingesteld, dat de

versterker bij 1000 Hz geen groter vermogen leverde dan ca. 100 mW (0,1 watt).

De toongenerator werd achtereenvolgens op verschillende frequenties ingesteld, waarbij telkens de uitgangsspanning van de versterker (d.i. de spanning over de weerstand van 800 ohm, af te lezen op de outputmeter) tengevolge van het signaal met een bepaalde frequentie werd vergeleken met de uitgangsspanning bij 1000 Hz. (1000 Hz is een frequentie, die in toonhoogte ongeveer midden tussen de laagste en de hoogste voor mensen hoorbare toon in ligt.) In de frequentiekarakteristiek zijn de gevonden verhoudingen genoteerd. Horizontaal zijn de frequenties uitgezet volgens een logaritmische schaal, die overeenkomt met de eigenschappen van ons oor. De spanningsverhoudingen zijn verticaal uitgezet in de algemeen aanvaarde eenheid decibel (dB). (Voor de wiskundig georiënteerden:  $1 \text{ dB} = 20 \times$  de logaritme van de spanningsverhouding.) De gevonden punten zijn door een lijn verbonden. Elke op deze wijze verkregen lijn geeft dus een overzicht van de genoemde spanningsverhoudingen voor alle in aanmerking komende frequenties.

De karakteristiek A-AA werd opgenomen met de beide toonregelaars in de middenstand. Het blijkt dus, dat bij deze instelling





alle signalen met frequenties tussen 20 en 20.000 Hz in precies dezelfde mate worden versterkt. Tussen 10 en 45.000 Hz is de afwijking ten hoogste 1 dB en tussen 8 en 57.000 Hz ten hoogste 2 dB. Ter oriëntatie hierbij diene, dat een verschil van 2 dB in de geluidssterkte nagenoeg niet hoorbaar is. Bij het opnemen van de karakteristiek B-BB werd de regelaar voor de lage tonen in de stand maximum gezet en de regelaar voor de hoge tonen in de stand minimum. Voor de karakteristiek C-CC was het juist andersom, dus „laag” minimum en „hoog” maximum. Deze karakteristieken geven dus de uitersten van het effect van de beide toonregelaars. Tussen de grenzen B-C en CC-BB zijn vele tussenstanden mogelijk. Uit deze karakteristieken kan bijv. worden afgelezen dat, wanneer de regelaar voor de lage tonen op maximum staat en de regelaar voor de hoge tonen op minimum, de versterker een signaal met een frequentie van 50 Hz 12dB meer zal versterken dan een signaal met een frequentie van 1000 Hz en een signaal van 10.000 Hz 8,5 dB minder dan 1000 Hz. Voor de duidelijkheid zijn deze beide frequenties met een streep-puntlijn aangegeven.

Een vaak gehoorde vraag is, waarom een goede versterker frequenties moet kunnen weergeven die buiten het hoorbare gebied van ca. 30 - 16.000 Hz liggen. De wenselijkheid hiervan houdt verband met het feit, dat het

geluid van veel muziekinstrumenten zeer plotseling inzet, m.a.w. in zeer korte tijd op een zeker niveau komt. Deze korte stijgtijd komt overeen met die van een signaal met hoge frequentie, bijv. 50.000 Hz. Voor zo natuurgetrouw mogelijke weergave is het gewenst dat de versterker in staat is de korte stijgtijd te volgen en dus ook zeer hoge frequenties kan weergeven.

Verder is het voor prettige geluidswaergave gewenst, dat de frequentiekarakteristiek van de versterker niet plotseling afvalt voor de hoogste en de laagste frequenties, maar geleidelijk in niveau afneemt. Ook dit betekent dat een uitgebreid frequentiegebied regelmatig versterkt moet kunnen worden. De versterker HF 302 voldoet in dit opzicht aan hoge eisen.

### Vermogenskarakteristiek

Behalve het gelijkmatig versterken van een groot frequentiegebied is het nog van belang dat de versterker bij alle daarvoor in aanmerking komende frequenties een voldoende groot vermogen kan leveren. De gegevens hiervoor kunnen worden afgelezen uit de vermogenskarakteristiek. Bij het opnemen van deze karakteristiek werd de vervorming constant op de waarde 1% gehouden. Horizontaal is het frequentiegebied weer logaritmisches uitgezet, verticaal nu echter het

afgegeven vermogen. Uit de karakteristiek blijkt, dat de HF 302 bij een vervorming van ten hoogste 1 % een vermogen kan leveren van 10 watt bij frequenties tussen 33 Hz en 26.000 Hz.

Tussen 80 en 7000 Hz kan bij dit vervormingspercentage zelfs een vermogen van 11,5 watt worden afgegeven.

### Vervormingskarakteristieken

Deze geven de vervormingspercentages voor drie frequenties (40, 1000 en 10.000 Hz) bij verschillende waarden van het afgegeven vermogen. Horizontaal zijn de vermogens uitgezet, verticaal de vervormingspercentages. Deze vervorming is het gevolg van het ontstaan van „harmonischen” in het signaal. Harmonischen zijn signalen met frequenties die een veelvoud zijn van de frequentie van het onderzochte signaal. Harmonischen van een toon van 40 Hz zijn dus 80 Hz, 120 Hz, 160 Hz enz. De verhouding tussen de spanning van de som der harmonische signalen en de spanning van het meetsignaal vormt in procenten uitgedrukt de „totale vervorming”  $d_{tot}$ .

Zoals uit de vermogenskarakteristiek ook reeds kan worden afgeleid, blijkt de vervorming bij normaal gebruik in een huiskamer (d.w.z. bij een nominaal vermogen van 0,5 - 1 watt) minder te zijn dan 0,2 %. In de geluidspieken is de vervorming dan nog niet groter dan 0,75 %.

### Intermodulatie-vervorming

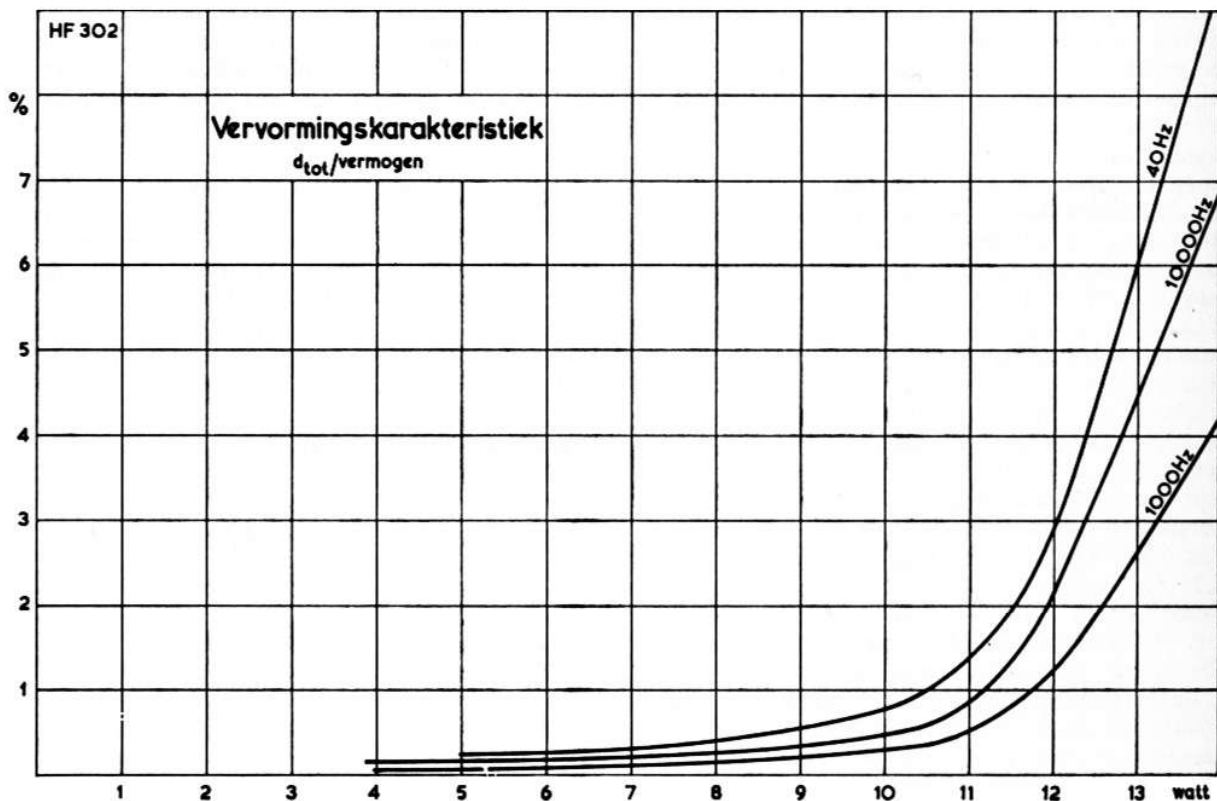
Er kan niet geheel worden vermeden dat signalen met verschillende frequenties elkaar in de versterker enigszins beïnvloeden. Om de mate waarin dit verschijnsel voorkomt te meten, werden aan ingang II (kristal-toonopnemer) van de versterker HF 302 tegelijkertijd een signaal met een frequentie van 40 Hz en een signaal van 10.000 Hz toegevoerd, in een sterkteverhouding 4 : 1 (het 40 Hz-signaal dus 4 × zo sterk als het 10.000 Hz-signaal).

Uit de door de versterker afgegeven spanning werd het 40 Hz-signaal uitgefilterd, waarna werd gemeten in welke mate het 10.000 Hz signaal in de versterker met het 40 Hz-signaal was gemoduleerd. Het resultaat is voor twee vermogens opgenomen bij de technische gegevens en kan bijzonder goed worden genoemd.

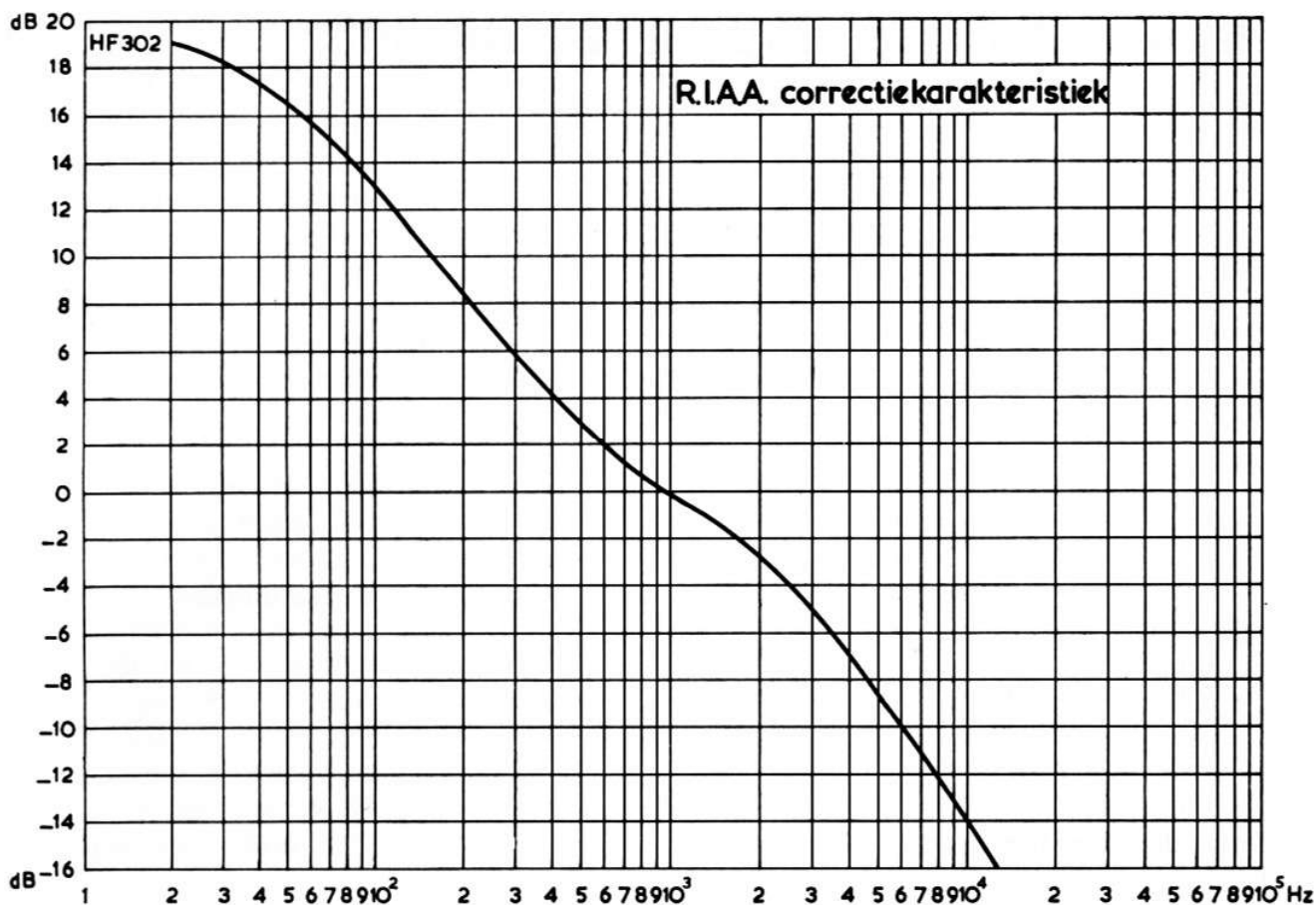
Bij vergelijking met de gegevens van andere versterkers moet wel in acht worden genomen dat bij meefrequenties die dicht bij elkaar liggen, het percentage I.M. (intermodulatievervorming) gunstiger is.

### R.I.A.A.-correctiekarakteristiek

Alle moderne grammfoonplaten worden opgenomen volgens een speciale karakteristiek, waarbij de signalen met lage frequenties sterk worden verzwakt en de signalen met de hoge frequenties worden versterkt ten







opzichte van de „middenfrequentie” van ca. 1000 Hz. Dit wordt gedaan, omdat bij de lage frequenties (de lage tonen) de mogelijkheid het grootst is dat sterk slingerende groeven in de plaat elkaar gaan raken of zelfs snijden. Door de signalen met lage frequenties te verzwakken kunnen deze moeilijkheden worden overwonnen zonder de afstand tussen de groeven te vergroten, waardoor er minder op de plaat zouden kunnen.

Het versterkt opnemen van de hoge frequenties houdt verband met de verhouding tussen de signaalsterkte van deze frequenties en de plaatruis. Deze laatste is het gevolg van korrels in het plaatmateriaal en onregelmatigheden in het groefoppervlak. Bij zachte passages met hoge tonen in de muziek zouden de afmetingen van deze onregelmatigheden in dezelfde orde van grootte zijn als de slingeringen van de groef, zodat de ruis vrijwel even sterk zou zijn als het weer te geven geluid. Door het versterkt opnemen van de hoge frequenties wordt het verschil tussen de plaatruis en de weer te geven hoge tonen veel groter gemaakt, aangezien de plaatruis uiteraard niet in de opneemapparatuur wordt meeversterkt. De speciale opnamekarakteristiek, waarvan in verband

met het hieraan voorafgaande de hoofdvorm is bepaald, kan in de details voor sommige platenfabrikanten verschillen. Momenteel wordt echter vrijwel steeds gebruik gemaakt van de internationaal gestandaardiseerde „R.I.A.A.”-karakteristiek.

Bij het weergeven van grammofoonplaten moet vanzelfsprekend een correctie worden toegepast, waardoor de lage tonen weer extra versterkt worden en de hoge tonen verzwakt. De correctiekarakteristiek (weergavekarakteristiek) moet het spiegelbeeld zijn van de opnamekarakteristiek. De voorversterker voor magneto-dynamische toonopnemer (ingang III) van de HF 302 is voorzien van een correctie, die de R.I.A.A.-karakteristiek volkomen compenseert. In deze versterker worden de lage frequenties dus weer opgehaald en de hoge frequenties verzwakt, zodat aan de tweede versterkbuis ( $B_2$ ) uiteindelijk een „recht” signaal wordt toegevoerd waarin alle frequenties relatief even sterk zijn vertegenwoordigd.

Ingang II van de versterker is niet voorzien van een correctie, omdat bij aansluiting van een kristal-toonopnemer die door de juiste weerstand is overbrugd, dank zij de eigenschappen van de opnemer zelf reeds een voldoende correctie wordt verkregen.

# INHOUD VAN DE BOUWDOOS HF 302

			Typenummer
1 pentode			EF 86
1 dubbele triode			ECC 83
1 dubbele triode			ECC 82
2 eindpentoden			EL 86
1 gelijkrichtbuis			EZ 81
1 voedingstransformator			AD 9040
1 dubbele smoorspoel			A 3 166 44
2 potentiometers 1.000.000 ohm lin. z. schak.			E 098 CG/30C15
1 potentiometer 500.000 ohm log. z. schak.			E 098 CG/30C13
1 gewonden draadpotentiometer 200 ohm			B 8 310 04 A/200E
1 schakelaar 4 standen, 4 moedercontacten			SW 44 N
1 netschakelaar			F 072 CD/230
1 koolweerstand	( 1/4 watt)	680 ohm	B 8 305 05 B/680E
2 koolweerstand	( 1/4 watt)	1.000 ohm	B 8 305 05 B/1K
1 koolweerstand	( 1/4 watt)	1.200 ohm	B 8 305 05 B/1K2
2 koolweerstand	( 1/4 watt)	2.200 ohm	B 8 305 05 B/2K2
2 koolweerstand	( 1/4 watt)	10.000 ohm	B 8 305 05 B/10K
1 koolweerstand	( 1/4 watt)	33.000 ohm	B 8 305 05 B/33K
1 koolweerstand	( 1/4 watt)	68.000 ohm	B 8 305 05 B/68K
6 koolweerstand	( 1/4 watt)	100.000 ohm	B 8 305 05 B/100K
1 koolweerstand	( 1/4 watt)	120.000 ohm	B 8 305 05 B/120K
1 koolweerstand	( 1/4 watt)	150.000 ohm	B 8 305 05 B/150K
3 koolweerstand	( 1/4 watt)	220.000 ohm	B 8 305 05 B/220K
2 koolweerstand	( 1/4 watt)	390.000 ohm	B 8 305 05 B/390K
3 koolweerstand	( 1/4 watt)	470.000 ohm	B 8 305 05 B/470K
4 koolweerstand	( 1/4 watt)	1.000.000 ohm	B 8 305 05 A/1M
2 koolweerstand	( 1/4 watt)	1.200.000 ohm	B 8 305 05 A/1M2
2 koolweerstand	( 1/4 watt)	10.000.000 ohm	B 8 305 05 A/10M
2 koolweerstand	( 1/2 watt)	47.000 ohm	B 8 305 06 B/47K
1 koolweerstand	( 1/2 watt)	56.000 ohm	B 8 305 06 B/56K
1 koolweerstand	(1 watt)	150 ohm	B 8 305 07 B/150E
2 gewonden draadweerstand	(5 1/2 watt)	100 ohm	83540 A/100E
1 gewonden draadweerstand	(5 1/2 watt)	200 ohm	83540 B/200E

		<b>Typenummer</b>
2 keramische condensatoren	47 pF/5 %	C 304 AH/B47E
1 keramische condensator	100 pF/5 %	C 304 AH/B100E
1 keramische condensator	200 pF/1 %	C 304 AH/D200E
1 keramische condensator	560 pF/1 %	C 304 AH/D560E
2 keramische condensatoren	3.300 pF/10 %	C 318 BA/A3K3
1 polyestercondensator	22.000 pF/400 V	C 296 AC/A22K
1 polyestercondensator	47.000 pF/400 V	C 296 AC/A47K
4 polyestercondensatoren	100.000 pF/400 V	C 296 AC/A100K
1 polyestercondensator	220.000 pF/400 V	C 296 AC/A220K
2 polyestercondensatoren	100.000 pF/125 V	C 296 AA/A100K
1 elektrolytische condensator	3 × 50 μF/400-400-350 V	AC 5480/50+50+50
1 elektrolytische condensator	50 μF/350 V	AC 5108/50
1 elektrolytische condensator	25 μF/350 V	AC 5108/25
1 elektrolytische condensator	2 × 8 μF/450 V	AC 5210/8+8
1 elektrolytische condensator	2 × 16 μF/350 V	AC 5208/16+16
2 elektrolytische condensatoren	100 μF/4 V	C 426 AM/B10C
1 elektrolytische condensator	100 μF/50 V	AC 8102/100
1 grote montageplaat stuurversterker		CH 5811 N/31A
1 kleine montageplaat stuurversterker		CH 5817 N/31A
1 montageplaat eindversterker		CH 5811 N/31B
1 montageplaat voedingsgedeelte		CH 5811 N/31C
1 achterplaat		CH 5811 N/34
1 voorplaat		CH 5811 N/35
1 afsluitplaatje		CH 5811 N/24
1 indicatieplaat		GD 5811 N/01
1 kast		CH 5811 N/33
6 buishouders (noval)		B 8 700 19
1 afschermbus (noval)		B 8 700 55
3 grote borgveren voor buizen		A 3 651 64
2 kleine borgveren voor buizen		A 3 651 65
2 draadsteunen (3 lippen)		A 3 404 41
5 draadsteunen (5 lippen)		A 3 404 38
4 draadsteunen (7 lippen)		A 3 405 00
1 paneelzekeringhouder		F 101 AA/01
1 vertraagde zekering (smeltveiligheid) 400 mA		974/V400
1 vertraagde zekering (smeltveiligheid) 800 mA		974/V800
1 luidsprekercontactbus		A 3 410 65
1 luidsprekerstekker met tule		978/3 × 7
4 afgeschermd contactbussen		V 3 606 83
4 afgeschermd stekers		V 3 737 15
4 plastic hoesjes voor afgeschermd stekers		P 5 674 44
1 isolatieplaatje voor drievoudige elektrolytische condensator		913/4
1 plastic bevestigingsstrip voor elektrolytische condensator		910/18 × 110
1 klemhoekje voor elektrolytische condensator		E 2 288 28
1 lamphouder		G 452
1 indicatielampje		7121 D

1 venstertje voor indicatielampje  
 5 knoppen  
 1 rubbertule voor lamphouder  
 7 rubbertulen voor gat 10 mm  $\varnothing$   
 2 rubbertulen voor gat 6 mm  $\varnothing$   
 1 doorvoer voor netsnoer  
 1 snoerbeugeltje  
 4 afstandsbusjes voor pootjes  
 4 plastic dopjes voor pootjes  
 60 boutjes M 3  $\times$  6  
 15 boutjes M 3  $\times$  10  
 5 boutjes M 3  $\times$  15  
 1 boutje met kartelkop  
 5 stelschroefjes M 4  $\times$  5  
 50 moeren M 3  
 5 moeren M 4  
 15 sluitringen 3 mm  
 20 hardpapieren (pentinax) onderleggingen  
 70 tandringen 3 mm  
 5 tandringen 4 mm  
 1 dubbele soldeerlip  
 200 cm afgeschermd snoer  
 220 cm montagedraad zwart  
 350 cm montagedraad bruin  
 170 cm montagedraad rood  
 50 cm montagedraad oranje  
 50 cm montagedraad geel  
 45 cm montagedraad groen  
 35 cm montagedraad blauw  
 175 cm montagedraad grijs  
 200 cm soldeertin  
 200 cm netsnoer  
 1 netsteker

## Typenummer

A 3 372 73  
 A 3 772 76  
 975/9  $\times$  5  
 975/7  $\times$  4  
 975/4,5  $\times$  4  
 V 3 362 50  
 R 205 AD/1 $\times$ 6 $\times$ 10  
 G 5814 N/A  
 PS 510 N  
 B 054 ED/3 $\times$ 6  
 B 054 ED/3 $\times$ 10  
 B 054 ED/3 $\times$ 15  
 996/3 $\times$ 10  
 B 061 ED/4 $\times$ 5  
 B 020 ED/3  
 B 020 ED/4  
 B 050 CD/3  
 B 050 CP/3  
 B 053 BD/3  
 B 053 BD/4  
 B 201 EF/3  
 R 367 KA/01BB10  
 R 780 KA/02A  
 R 780 KA/02B  
 R 780 KA/02C  
 R 780 KA/02D  
 R 780 KA/02E  
 R 780 KA/02F  
 R 780 KA/02G  
 R 780 KA/02J  
 N 994 JB/A16  
 R 613 KA/31AJ0  
 978/2 $\times$ 19AA

*De intellectuele eigendom van in deze uitgave voorkomende tekeningen en/of schema's blijft van n.v. Philips' Gloeilampenfabrieken. Overname — geheel of gedeeltelijk — zonder voorafgaand overleg niet toegestaan.*

## **Literatuuroverzicht**

„Van microfoon tot oor” door G. Slot (2e uitgebreide druk) 186 pag., 118 ill., prijs f 9,50.

„Buizen voor l.f.-versterking” door E. Rodenhuis 140 pag., 94 ill., 5 uitsl. schema's, prijs f 4,90.

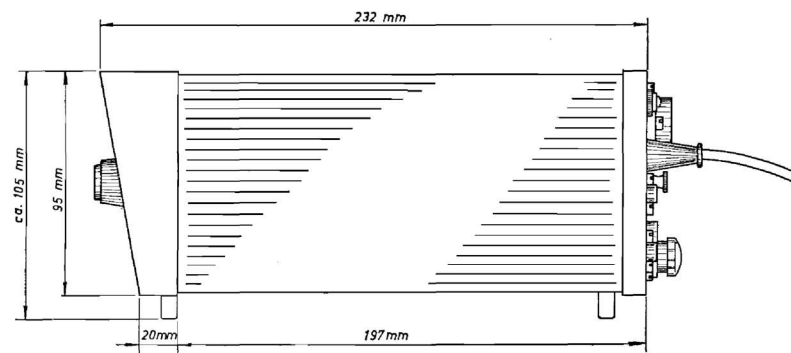
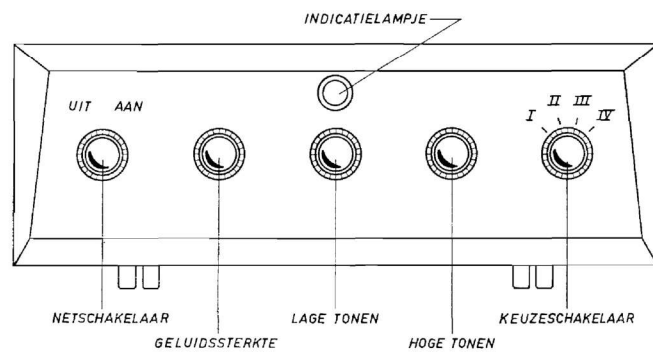
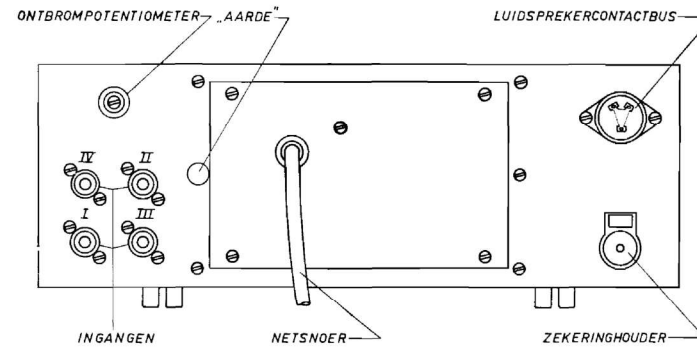
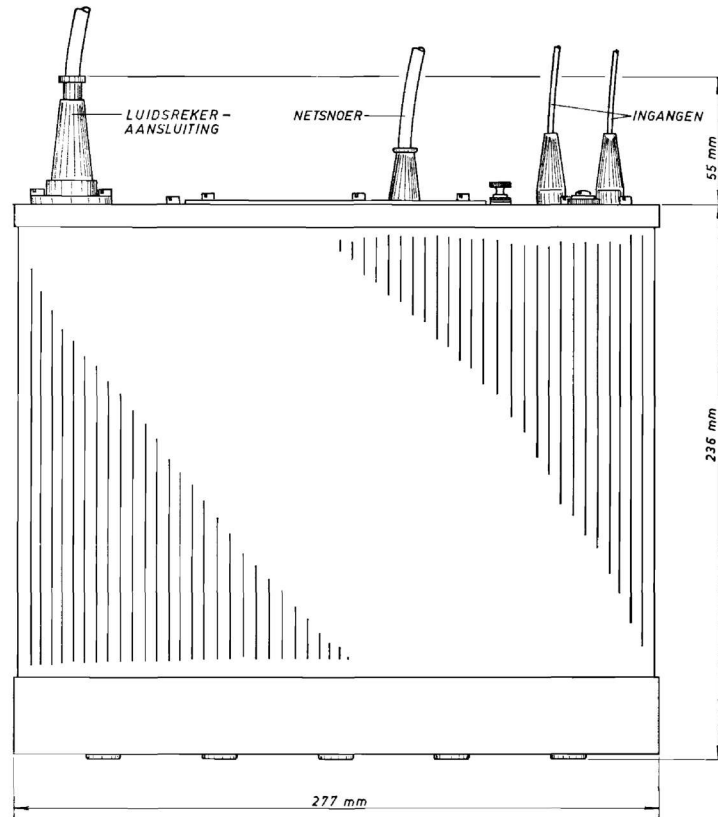
„Hi-Fi-versterkerschakelingen” door E. Rodenhuis 120 pag., 64 ill., prijs f 7,90.

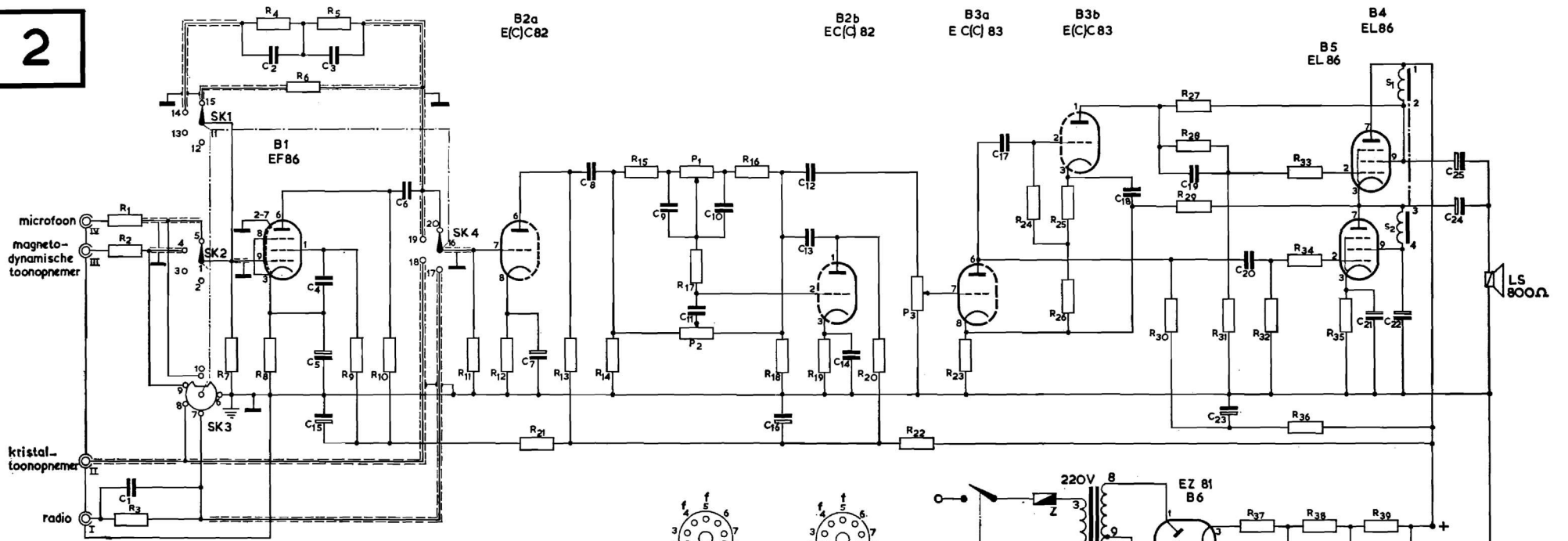
Bovengenoemde uitgaven zijn opgenomen in de serie Philips' Technische Bibliotheek en zijn verkrijgbaar bij de technische boek- en radiohandel. Uitgebreide inlichtingen worden op aanvraag verstrekt door de n.v. Uitgeverij. CENTREX, Cederlaan 2, Eindhoven.



PHILIPS NEDERLAND n.v. - EINDHOVEN

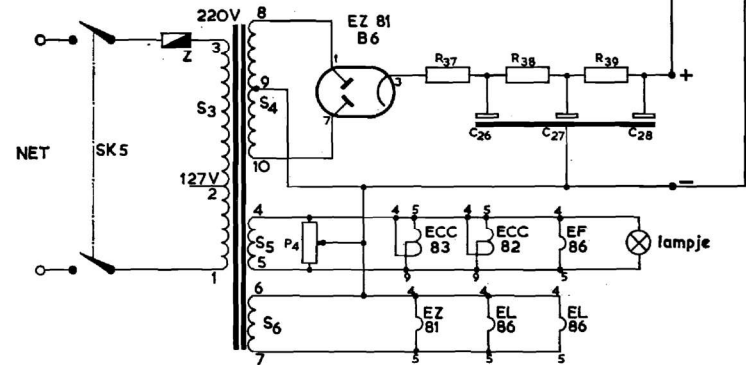
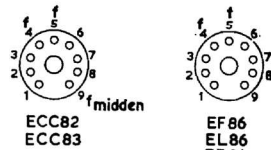
1





- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| C <sub>1</sub> - 47 pF - 5 %        | C <sub>25</sub> - 25 μF - 350 V    |
| C <sub>2</sub> - 200 pF - 1 %       | C <sub>26</sub> - 50 μF - 400 V    |
| C <sub>3</sub> - 560 pF - 1 %       | C <sub>27</sub> - 50 μF - 400 V    |
| C <sub>4</sub> - 0,1 μF - 400 V     | C <sub>28</sub> - 50 μF - 350 V    |
| C <sub>5</sub> - 100 μF - 3 V       | R <sub>1</sub> - 470.000 Ω         |
| C <sub>6</sub> - 22.000 pF - 400 V  | R <sub>2</sub> - 68.000 Ω          |
| C <sub>7</sub> - 100 μF - 3 V       | R <sub>3</sub> - 1.200.000 Ω       |
| C <sub>8</sub> - 0,22 μF - 400 V    | R <sub>4</sub> - 470.000 Ω         |
| C <sub>9</sub> - 3.300 pF - 10 %    | R <sub>5</sub> - 10.000.000 Ω      |
| C <sub>10</sub> - 3.300 pF - 10 %   | R <sub>6</sub> - 10.000.000 Ω      |
| C <sub>11</sub> - 100 pF - 5 %      | R <sub>7</sub> - 100.000 Ω         |
| C <sub>12</sub> - 0,1 μF - 125 V    | R <sub>8</sub> - 2.200 Ω           |
| C <sub>13</sub> - 0,1 μF - 400 V    | R <sub>9</sub> - 1.200.000 Ω       |
| C <sub>14</sub> - 0,1 μF - 125 V    | R <sub>10</sub> - 220.000 Ω        |
| C <sub>15</sub> - 16 μF - 350 V     | R <sub>11</sub> - 1.000.000 Ω      |
| C <sub>16</sub> - 16 μF - 350 V     | R <sub>12</sub> - 1.200 Ω          |
| C <sub>17</sub> - 0,1 μF - 400 V    | R <sub>13</sub> - 47.000 Ω (1/2 W) |
| C <sub>18</sub> - 47 pF             | R <sub>14</sub> - 390.000 Ω        |
| C <sub>19</sub> - 0,1 μF - 400 V    | R <sub>15</sub> - 100.000 Ω        |
| C <sub>20</sub> - 47.000 pF - 400 V | R <sub>16</sub> - 100.000 Ω        |
| C <sub>21</sub> - 100 μF - 25 V     | R <sub>17</sub> - 220.000 Ω        |
| C <sub>22</sub> - 8 μF - 450 V      | R <sub>18</sub> - 390.000 Ω        |
| C <sub>23</sub> - 8 μF - 450 V      | R <sub>19</sub> - 2.200 Ω          |
| C <sub>24</sub> - 50 μF - 350 V     |                                    |

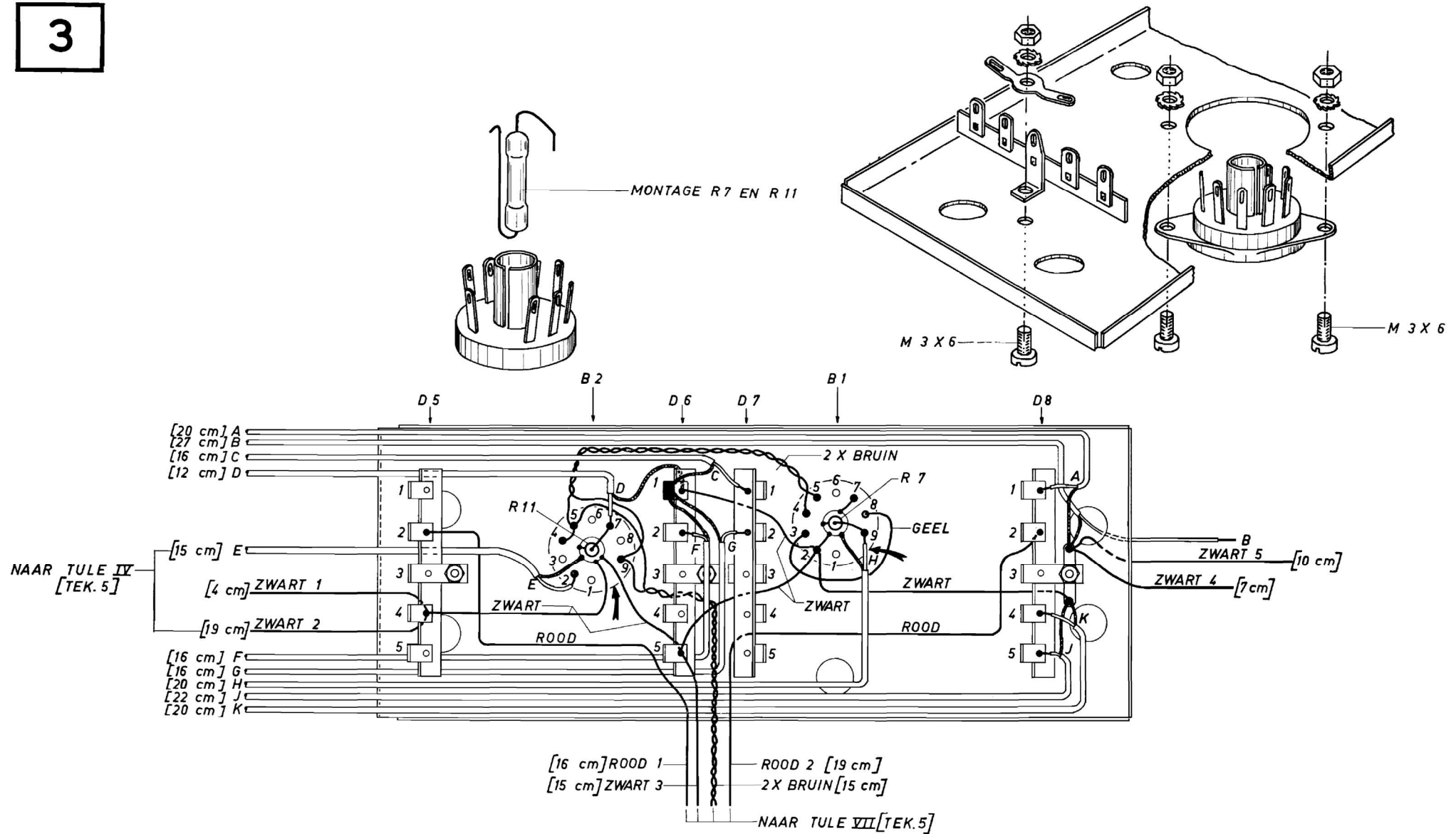
- |                                    |
|------------------------------------|
| R <sub>20</sub> - 100.000 Ω        |
| R <sub>21</sub> - 47.000 Ω (1/2 W) |
| R <sub>22</sub> - 56.000 Ω (1/2 W) |
| R <sub>23</sub> - 680 Ω            |
| R <sub>24</sub> - 1.000.000 Ω      |
| R <sub>25</sub> - 5.000 Ω          |
| R <sub>26</sub> - 33.000 Ω         |
| R <sub>27</sub> - 100.000 Ω        |
| R <sub>28</sub> - 620.000 Ω        |
| R <sub>29</sub> - 120.000 Ω        |
| R <sub>30</sub> - 220.000 Ω        |
| R <sub>31</sub> - 1.000.000 Ω      |
| R <sub>32</sub> - 1.000.000 Ω      |
| R <sub>33</sub> - 1.000 Ω          |
| R <sub>34</sub> - 1.000 Ω          |
| R <sub>35</sub> - 150 Ω (1 W)      |
| R <sub>36</sub> - 100.000 Ω        |
| R <sub>37</sub> - 100 Ω (5 1/2 W)  |
| R <sub>38</sub> - 200 Ω (5 1/2 W)  |
| R <sub>39</sub> - 100 Ω (5 1/2 W)  |
- (Alle overige waarden 1/4 W)



- P<sub>1</sub> - 1.000.000 Ω potentiometer (lin.)  
P<sub>2</sub> - 1.000.000 Ω potentiometer (lin.)  
P<sub>3</sub> - 500.000 Ω potentiometer (log.)  
P<sub>4</sub> - 200 Ω instelpotentiometer (draadgew.)
- S<sub>1</sub> - S<sub>2</sub> dubbele smoorspoel  
S<sub>3</sub> - S<sub>4</sub> - S<sub>5</sub> - S<sub>6</sub> voedingstransformator  
SK1 - SK2 - SK3 - SK4 keuzeschakelaar  
SK5 netschakelaar  
LS luidspreker  
Z smeltveiligheid (vertraagd) 400 mA (220 V) of 800 mA (127 V)

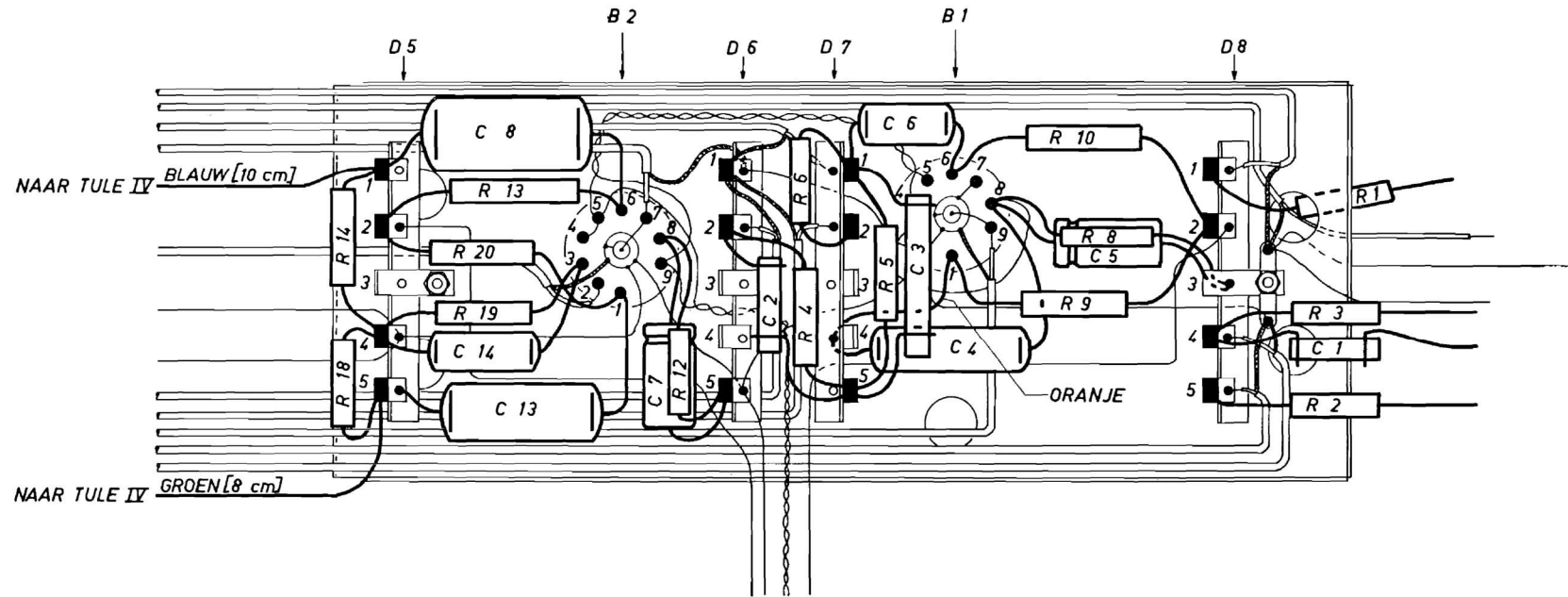


3



WEERSTANDEN

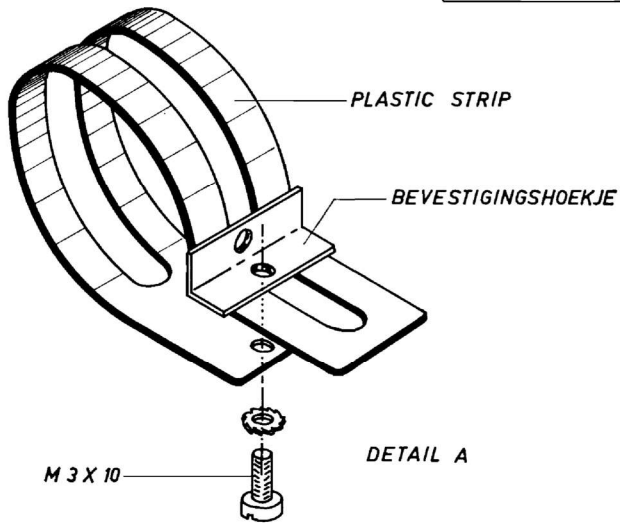
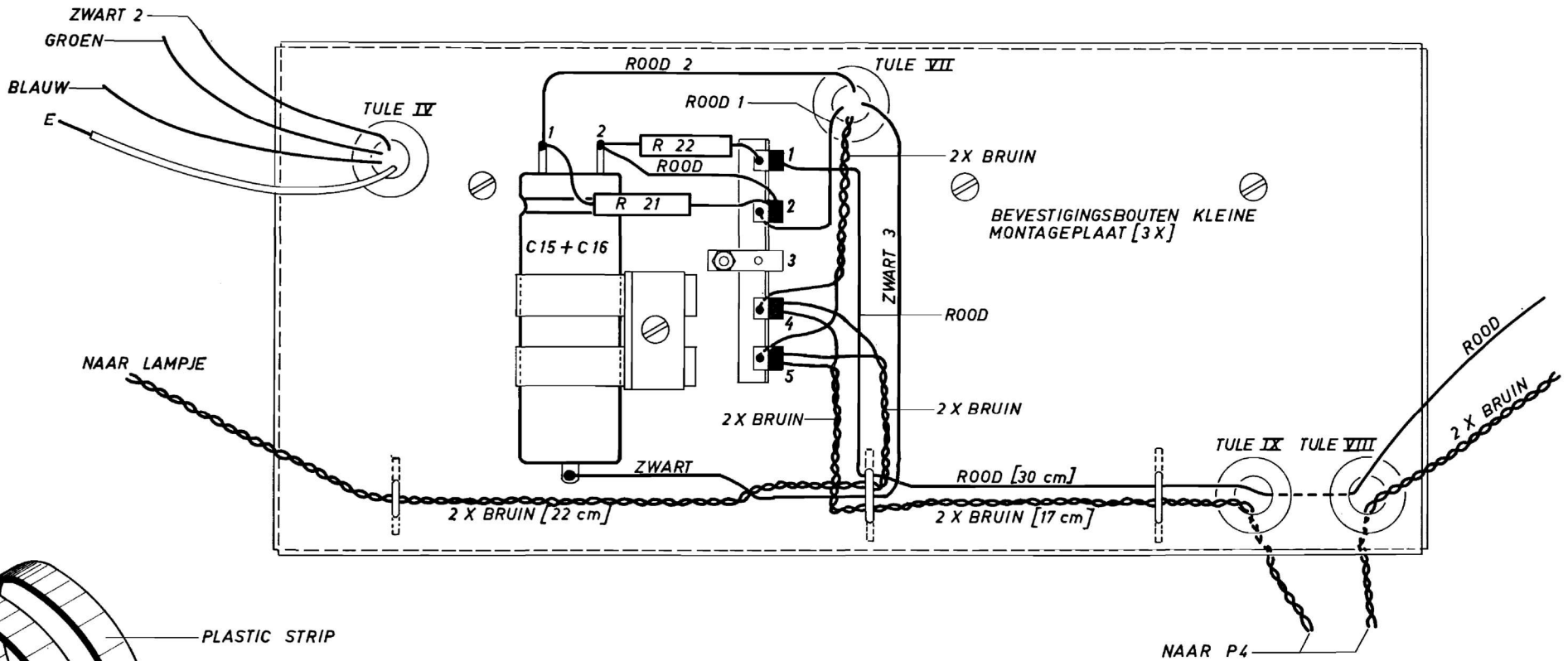
- R<sub>7</sub> - 100.000 Ω - 1/4 watt (bruin - zwart - geel)
- R<sub>11</sub> - 1.000.000 Ω - 1/4 watt (bruin - zwart - groen)



#### WEERSTANDEN EN CONDENSATOREN

R <sub>1</sub> -	470.000 Ω - 1/4 watt (geel - violet - geel)	R <sub>19</sub> -	2.200 Ω - 1/4 watt (rood - rood - rood)
R <sub>2</sub> -	68.000 Ω - 1/4 watt (blauw - grijs - oranje)	R <sub>20</sub> -	100.000 Ω - 1/4 watt (bruin - zwart - geel)
R <sub>3</sub> -	1.200.000 Ω - 1/4 watt (bruin - rood - groen)	C <sub>1</sub> -	47 pF - 5 % (keramisch)
R <sub>4</sub> -	470.000 Ω - 1/4 watt (geel - violet - geel)	C <sub>2</sub> -	200 pF - 1 % (keramisch)
R <sub>5</sub> -	10.000.000 Ω - 1/4 watt (bruin - zwart - blauw)	C <sub>3</sub> -	560 pF - 1 % (keramisch)
R <sub>6</sub> -	10.000.000 Ω - 1/4 watt (bruin - zwart - blauw)	C <sub>4</sub> -	0,1 μF - 400 V (polyester)
R <sub>8</sub> -	2.200 Ω - 1/4 watt (rood - rood - rood)	C <sub>5</sub> -	100 μF - 3 V (elektrolytisch)
R <sub>9</sub> -	1.200.000 Ω - 1/4 watt (bruin - rood - groen)	C <sub>6</sub> -	22.000 pF - 400 V (polyester)
R <sub>10</sub> -	220.000 Ω - 1/4 watt (rood - rood - geel)	C <sub>7</sub> -	100 μF - 3 V (elektrolytisch)
R <sub>12</sub> -	1.200 Ω - 1/4 watt (bruin - rood - rood)	C <sub>8</sub> -	0,22 μF - 400 V (polyester)
R <sub>13</sub> -	47.000 Ω - 1/2 watt (geel - violet - oranje)	C <sub>13</sub> -	0,1 μF - 400 V (polyester)
R <sub>14</sub> -	390.000 Ω - 1/4 watt (oranje - wit - geel)	C <sub>14</sub> -	0,1 μF - 125 V (polyester)
R <sub>18</sub> -	390.000 Ω - 1/4 watt (oranje - wit - geel)		

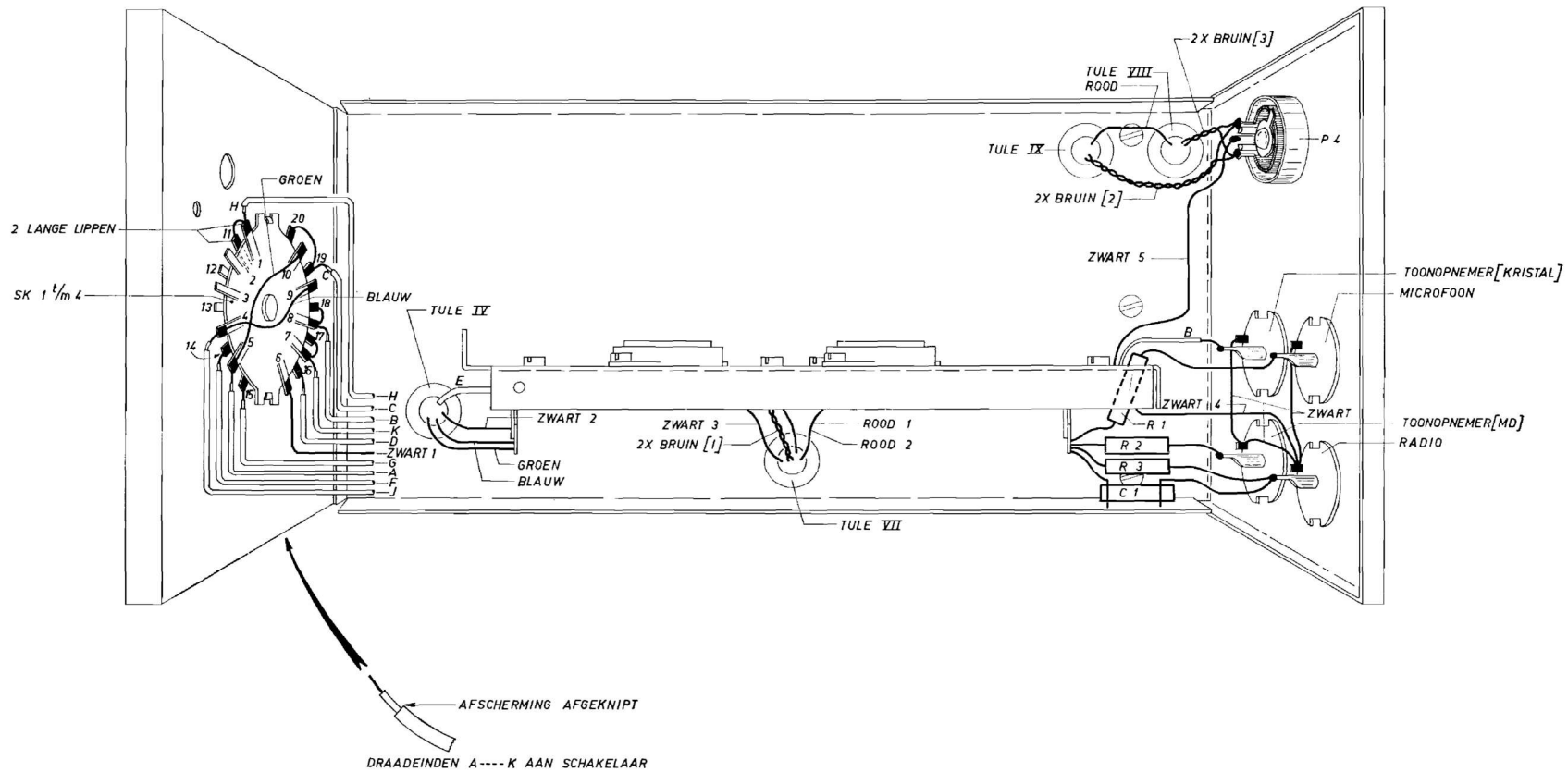
5



WEERSTANDEN EN CONDENSATOREN

- R<sub>21</sub> - 47.000 Ω - 1/2 watt (geel - violet - oranje)
- R<sub>22</sub> - 56.000 Ω - 1/2 watt (groen - blauw - oranje)
- C<sub>15</sub> + C<sub>16</sub> - 16 + 16 μF - 350 V (elektrolytisch)

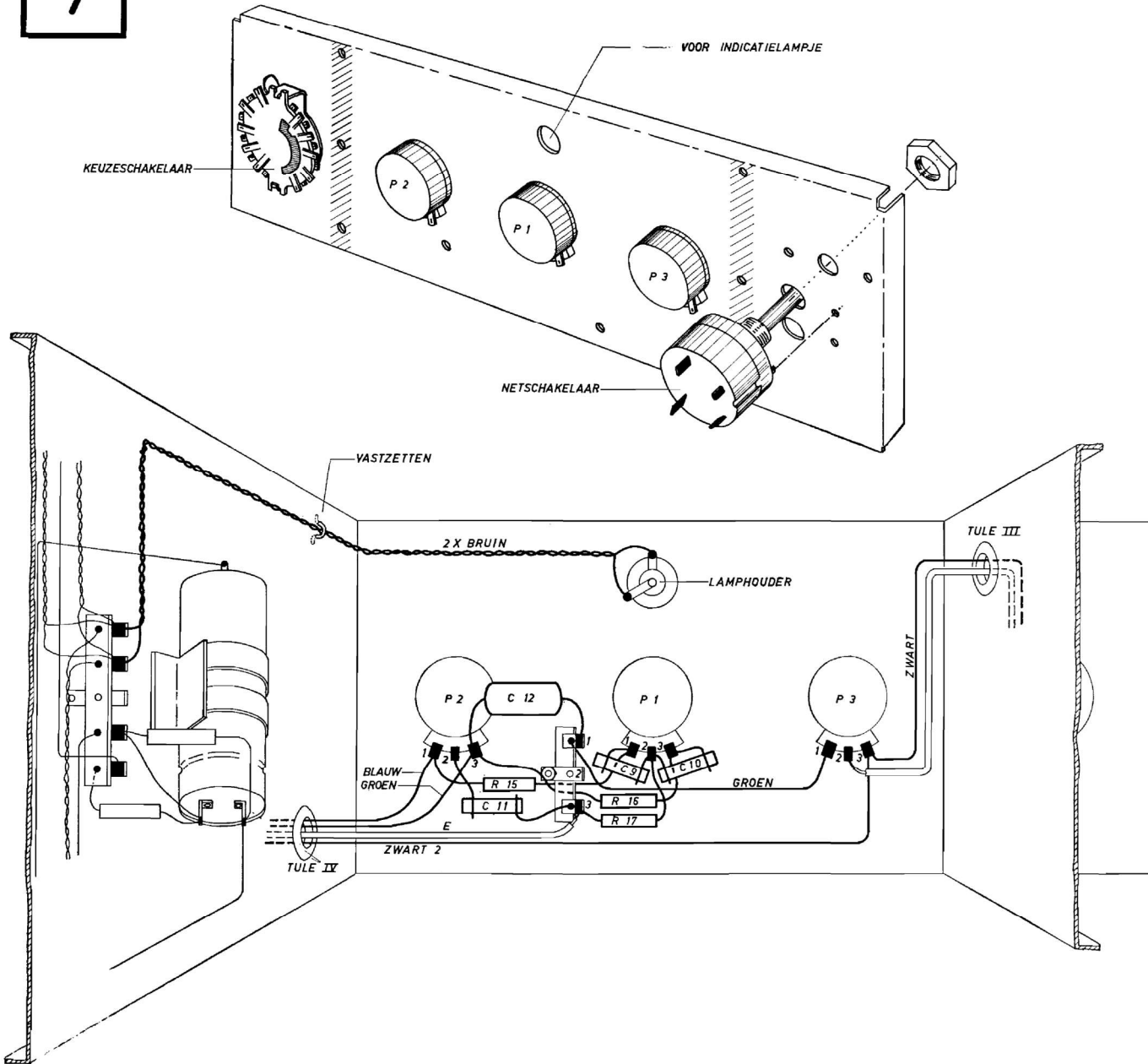
6



WEERSTANDEN EN CONDENSATOREN

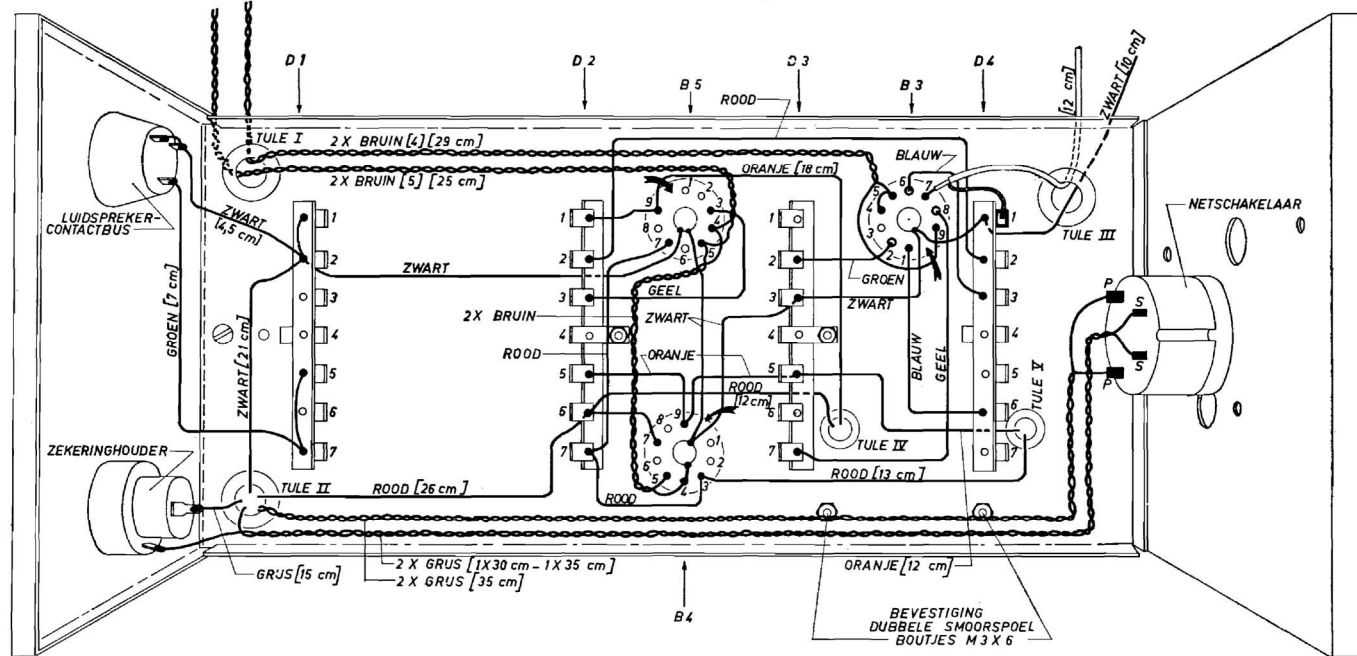
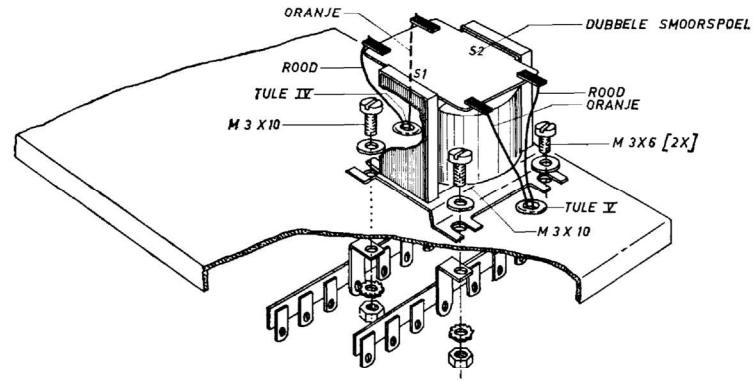
- R<sub>1</sub> - 470.000 Ω - 1/4 watt (geel - violet - geel)
- R<sub>2</sub> - 68.000 Ω - 1/4 watt (blauw - grijs - oranje)
- R<sub>3</sub> - 1.200.000 Ω - 1/4 watt (bruin - rood - groen)
- P<sub>4</sub> - 200 Ω - draadpotentiometer
- C<sub>1</sub> - 47 pF - 5% (keramisch)

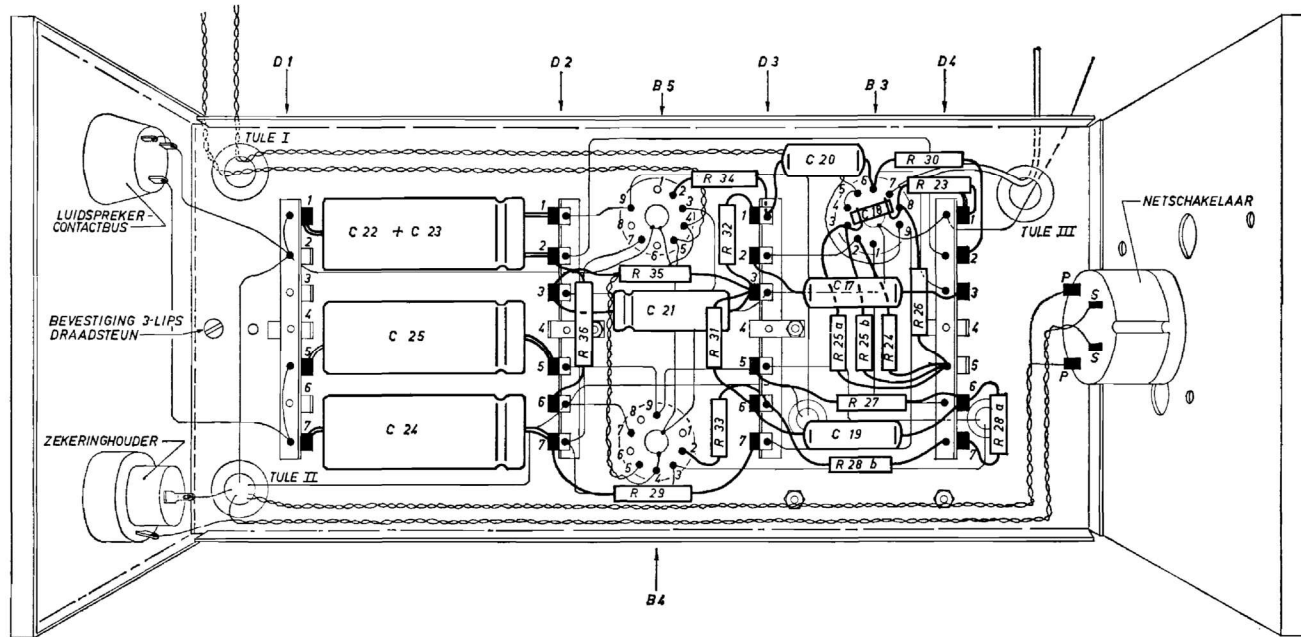
7



WEERSTANDEN EN CONDENSATOREN

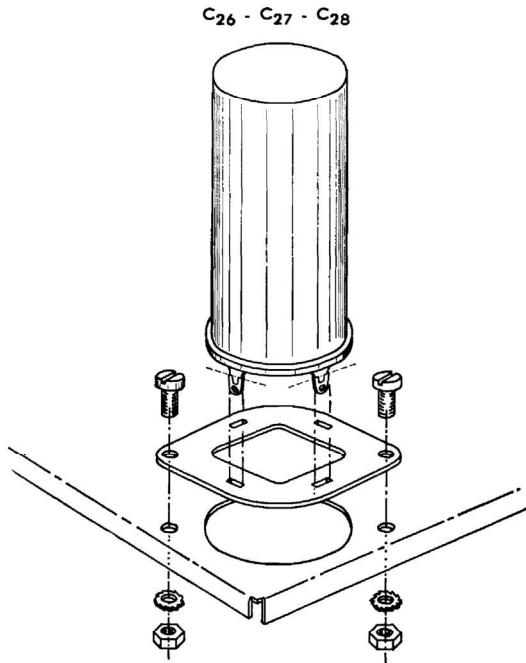
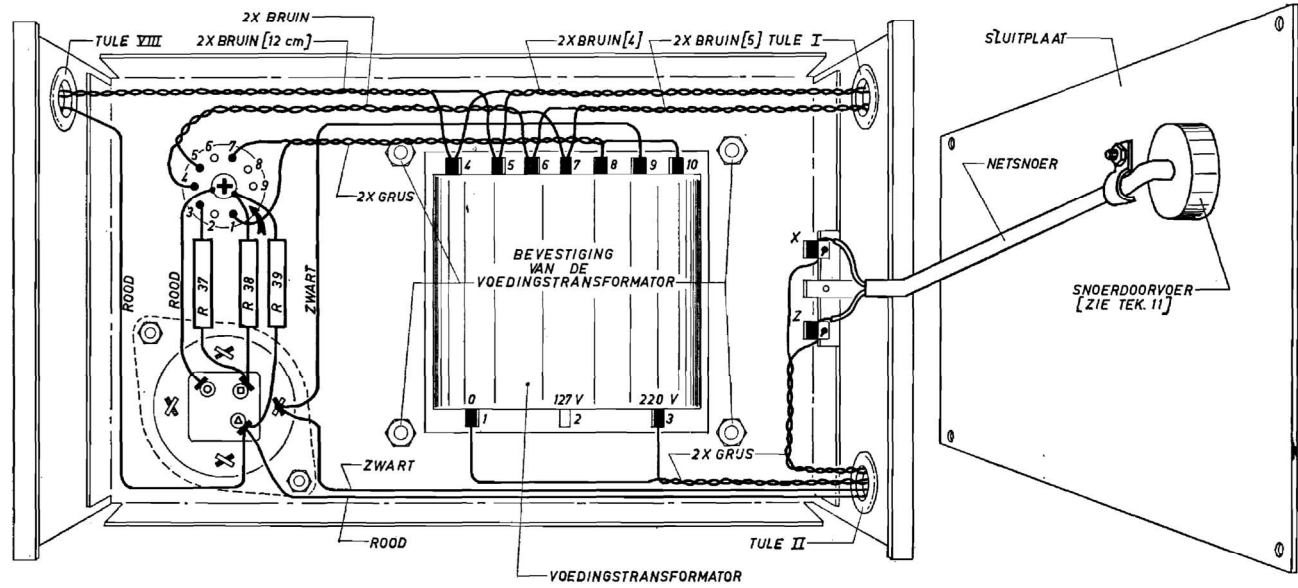
- R<sub>15</sub> - 100.000 Ω - 1/4 watt (bruin - zwart - geel)
- R<sub>16</sub> - 100.000 Ω - 1/4 watt (bruin - zwart - geel)
- R<sub>17</sub> - 220.000 Ω - 1/4 watt (rood - rood - geel)
- P<sub>1</sub> - 1.000.000 Ω - potentiometer (lineair)
- P<sub>2</sub> - 1.000.000 Ω - potentiometer (lineair)
- P<sub>3</sub> - 500.000 Ω - potentiometer (logaritmisch)
- C<sub>9</sub> - 3.300 pF - 10 % (keramisch)
- C<sub>10</sub> - 3.300 pF - 10 % (keramisch)
- C<sub>11</sub> - 100 pF - 5 % (keramisch)
- C<sub>12</sub> - 0,1 μF - 125 V (polyester)





### WEERSTANDEN EN CONDENSATOREN

R <sub>23</sub>	-	680 Ω - 1/4 watt	(blauw - grijs - bruin)	R <sub>33</sub>	-	1.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - zwart - rood)
R <sub>24</sub>	-	1.000.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - zwart - groen)	R <sub>34</sub>	-	1.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - zwart - rood)
R <sub>25a</sub>	-	10.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - zwart - oranje)	R <sub>35</sub>	-	150 Ω - 1 watt	(bruin - groen - bruin)
R <sub>25b</sub>	-	10.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - zwart - oranje)	R <sub>36</sub>	-	100.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - zwart - geel)
R <sub>26</sub>	-	33.000 Ω - 1/4 watt	(oranje - oranje - oranje)	R <sub>37</sub>	-	0,1 μF - 400 V	(polyester)
R <sub>27</sub>	-	100.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - zwart - geel)	C <sub>18</sub>	-	47 pF	(keramisch)
R <sub>28a</sub>	-	150.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - groen - geel)	C <sub>19</sub>	-	0,1 μF - 400 V	(polyester)
R <sub>28b</sub>	-	470.000 Ω - 1/4 watt	(geel - violet - geel)	C <sub>20</sub>	-	47.000 pF - 400 V	(polyester)
R <sub>29</sub>	-	120.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - rood - geel)	C <sub>21</sub>	-	100 μF - 50 V	(elektrolytisch)
R <sub>30</sub>	-	220.000 Ω - 1/4 watt	(rood - rood - geel)	C <sub>22 + C<sub>23</sub></sub>	-	8 + 8 μF - 450 V	(elektrolytisch)
R <sub>31</sub>	-	1.000.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - zwart - groen)	C <sub>24</sub>	-	50 μF - 350 V	(elektrolytisch)
R <sub>32</sub>	-	1.000.000 Ω - 1/4 watt	(bruin - zwart - groen)	C <sub>25</sub>	-	25 μF - 350 V	(elektrolytisch)



WEERSTANDEN EN CONDENSATOREN

- R<sub>37</sub> - 100 Ω - 5½ watt (draadweerstand)
- R<sub>38</sub> - 200 Ω - 5½ watt (draadweerstand)
- R<sub>39</sub> - 100 Ω - 5½ watt (draadweerstand)
- C<sub>26</sub> + C<sub>27</sub> + C<sub>28</sub> - 50 + 50 + 50 μF - 400/400/350 V (elektrolytisch)



