

AUDIO & TECHNIEK

BOUWBESCHRIJVING

A-15-Mk III

15 Watt klasse - A

eindversterker

BOUWBESCHRIJVING A-15 Mk III

door Inge van Dokcum en John van der Sluis
tekeningen door Richard de Gruyl

Copyright 1992 by Audio & Techniek, Rotterdam, Holland

De in deze uitgave opgenomen teksten, schema's en tekeningen zijn uitsluitend bestemd voor huishoudelijk respectievelijk particulier gebruik.

Niets uit deze uitgave mag verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De auteursrechtelijke bescherming strekt zich mede uit tot de illustraties met inbegrip van gedrukte bedradingen (printed circuits), evenals de ontwerpen of delen van deze ontwerpen daarvoor. In verband met artikel 30 der Rijksoctrooiwet mogen de in Audio & Techniek en de in door Audio & Techniek uitgegeven bouwbeschrijvingen opgenomen schakelingen slechts voor particuliere doeleinden vervaardigd worden en niet in of door een bedrijf.

Voorwoord

De hierna beschreven schakeling, de A-15 Mk III, is inmiddels een vierde variant op één en hetzelfde thema. De eerste versies, de A-10 respectievelijk de A-15 Mk I en II, hebben inmiddels hun weg gevonden naar honderden (audiofiele) hobbyisten. De berichten die we daarover ontvingen waren eenduidig: "Klein maar Fijn!". Het gaat om een relatief kleine versterker die echter, mede door zijn uiterst korte signaalweg, een magnifiek geluidsbeeld weet neer te zetten.

Het eerste ontwerp, de A-10, dateert van 1986. Het idee toen was om een zo eenvoudig mogelijke schakeling te maken die goed te bouwen en nauwelijks kapot te krijgen was. Daarin zijn we aardig geslaagd, we zagen of hoorden nimmer van een defect apparaat! Wel kwam langzaam maar zeker het inzicht dat het beter kon. Beter in de zin van betere componenten en minder tegenkoppeling. De stroomversterker, die vanaf het eerste model bestond uit in klasse-A ingestelde mosfets, is vrijwel ongewijzigd gebleven.

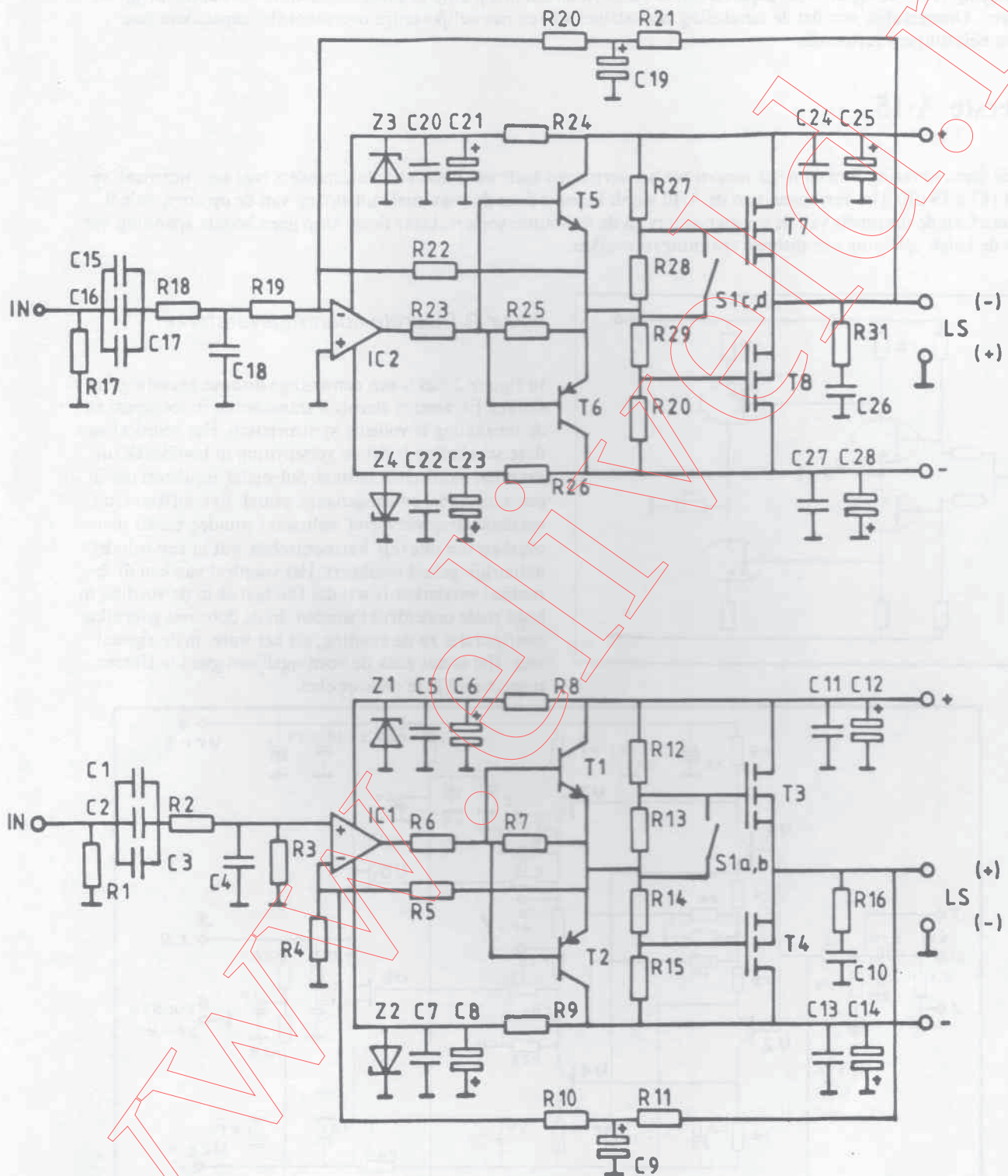
De bouw van de A-15 is sterk vereenvoudigd doordat er uitgekende prints geleverd worden die het bouwen tot een voor vrijwel iedereen doerlijke zaak maken. Wel verdient het aanbeveling enkele metingen te verrichten met behulp van een eenvoudige universeelmeter. Het is een elektrisch apparaat en voorzichtigheid loont!

De A-15 kan vrij veel luidsprekers aan en vooral met eenvoudige één- of tweewegsystemen is een voortreffelijk resultaat te behalen. We wensen u succes met de bouw en vooral jarenlang plezier met de muziek van uw keuze.

Rotterdam, april 1992

John van der Sluis

De oude A-10 schakeling



figuur 1. De A-10 versterker uit 1986.

In het eerste model, de A-10, was een IC (op amp) als spanningsversterker geschakeld. Daarna volgde een complementaire emittervolger die vervolgens twee powerfet's aanstuurde. Het aardige was dat de op amp in het ene kanaal inver-

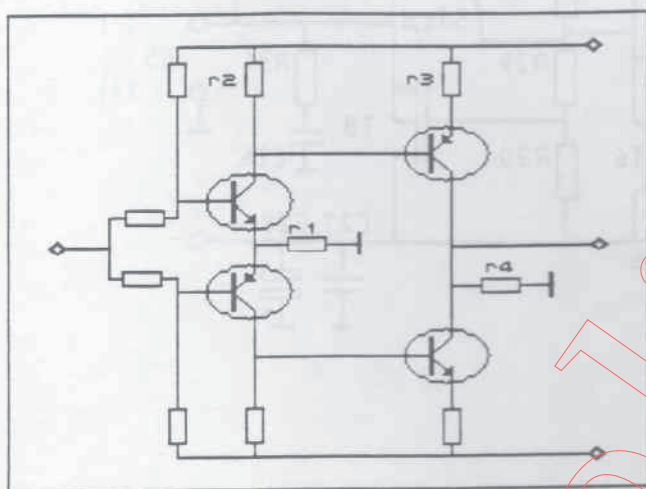
terde en in het andere in fase met de ingang stond. Op die manier werd bereikt dat de mono voeding symmetrisch belast werd indien er een spanningspiek in een laag register optrad. In dat geval belast één kanaal de positieve bufferelco's in de voeding terwijl het andere kanaal de stroom uit de negatieve elco's trekt. De voeding wordt dan op zo'n moment symmetrisch belast. Je kunt de voeding dan betrekkelijk klein houden. De gehele stereoschakeling werd gevoed uit een enkele 75 VA transformator afgevlakt (gebufferd) met in het totaal 8 elco's van 2200 uF

Aardig is ook dat er meekoppeling is toegepast tussen de uitgang van de op amp en de emitters van de emittervolgers (resp. R7 en R25).

Aan de ingang is een hoog-af filter geplaatst om te voorkomen dat de op amp te snelle signalen te verwerken krijgt en gaat slewen. Opmerkelijk was dat de schakeling zeer stabiel was en nauwelijks enige overshoot (bij capacatieve fase-draaiende belastingen) vertoonde.

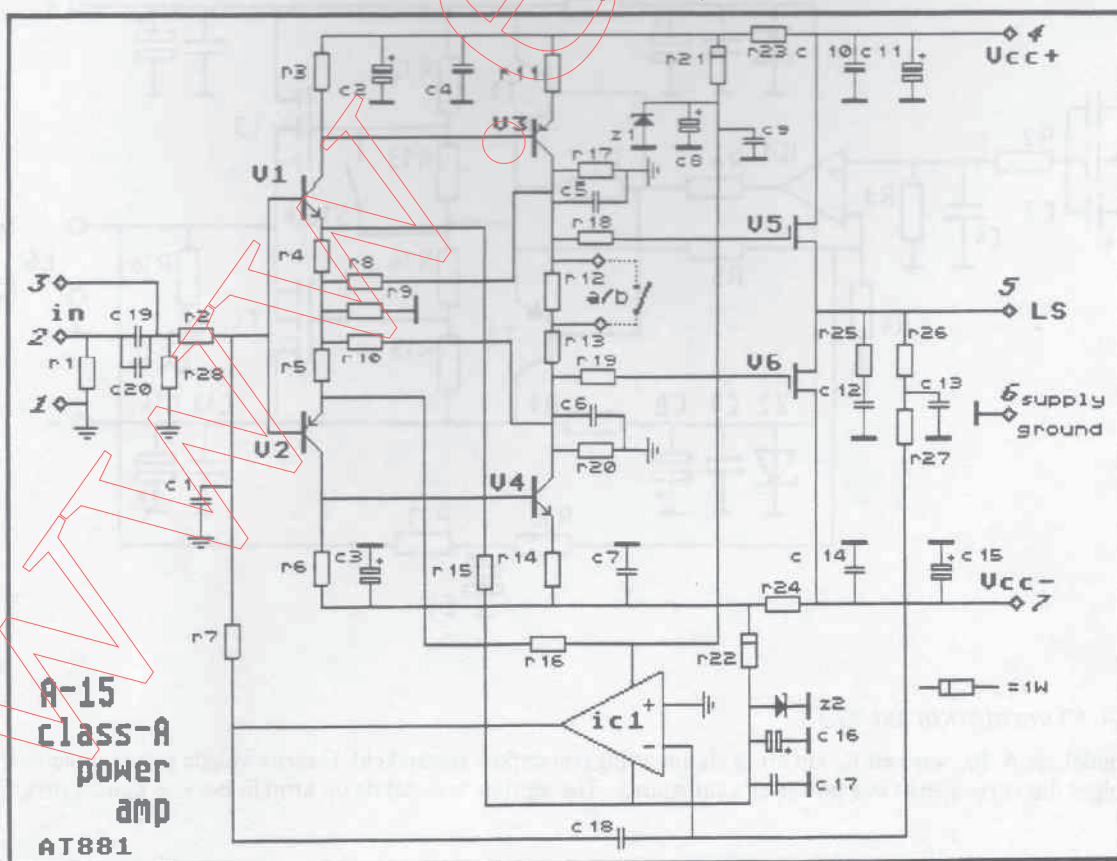
De eerste A-15

Na enkele jaren ervaring met de A-10 vonden we het vermogen toch wat klein voor luidsprekers met een 'normaal' rendement (87 à 89 dB). Het vermogen van de A-10 wordt beperkt door de maximale uitsturing van de op amp, zo'n 9 Volt effectief, en de drempels van de emittervolgers en de fet source-volgers. Daar de op amp geen hogere spanning verdraagt is de enige oplossing een discrete spanningsversterker.



figuur 2. Discrete spanningsversterker

In figuur 2 ziet u een eenvoudige discrete spanningsversterker. Er worden slechts 4 transistoren in toegepast en de schakeling is volledig symmetrisch. Het voordeel van deze schakeling is dat de vervorming in hoofdzaak uit even harmonischen bestaat. Subjectief resulteert dat in een acceptabel en aangenaam geluid. Een differentiaal versterkertrap vervormt weliswaar minder, echter dan overheersen oneven harmonischen wat in een minder natuurlijk geluid resulteert. Het voordeel van een differentiaal versterker is wel dat fluctuaties in de voeding in hoge mate onderdrukt worden. In de door ons gebruikte configuratie zit de voeding, als het ware, in de signaalweg. Het is dus zaak de voedingslijnen goed te filteren, respectievelijk te ontkoppelen.



figuur 3.

**A-15
class-A
power
amp**
AT881

De definitieve schakeling van de A-15 zien we in figuur 3. Zoals gebruikelijk werd er een passief ingangsfILTER toegepast bestaande uit R2 en C1, dit om te snelle signalen te voorkomen. Aan de uitgang van de spanningsversterker bij de collectoren van V3 en V4 zijn eveneens RC-filters aangebracht. Deze laatste filters hebben verschillende doelen. De weerstanden bepalen, met de emitterweerstand van V3 en V4, de open loop versterkingsfactor van V3 en V4. De condensatoren belasten de spanningsversterker zodanig dat er bij fasedraaiende belasting van de uitgang nauwelijks terugwerking naar de spanningsversterker kan optreden. Om de offsetspanning aan de uitgang laag te houden wordt een servo-versterker, IC1, toegepast.

Er is ook een (geringe) tegenkoppeling toegepast tussen de collectoren van V3-V4 en de emitters van V1-V2. Mede door die tegenkoppeling is de vervorming betrekkelijk laag: 0,15 %.

Het vermogen van de schakeling is beduidend hoger dan van de A-10: 15 Watt aan 8 Ohm en 25 Watt aan 4 Ohm.

De A-15 Mk II

Deze schakeling komt grotendeels overeen met de eerste A-15. Een verschil is dat er geen tegenkoppeling wordt toegepast en dat de (stroom-) instelling van de ingangstransistoren vastgelegd is door middel van stroombronnen. De voedingsspanning (en daarmee ook de stroom) voor de stroombronnen wordt gestabiliseerd met een geïntegreerde spanningsstabilisator.

Een minpuntje aan die schakeling was dat de servo-uitgang mede de ingangsimpedantie van de versterker bepaalde. Bovendien kan, indien de schakeling DC verbonden wordt met een DC bron, de servo terugwerken naar het ervoor geschakelde apparaat.

Ondanks de (kleine) problemen waren de meetresultaten gunstig:

Vermogen bij 10 kHz:

8 Ohm = 19 Watt

4 Ohm = 28 Watt

2 Ohm = 49 Watt

Bandbreedte = 4 Hz - 111 kHz

Overshoot:

8 Ohm//2 uF = 36 %

2 Ohm//2 uF = 20 %

Slew Rate = 20 V/us

S/R = 85 dB

Ingangsimpedantie = 8 kOhm

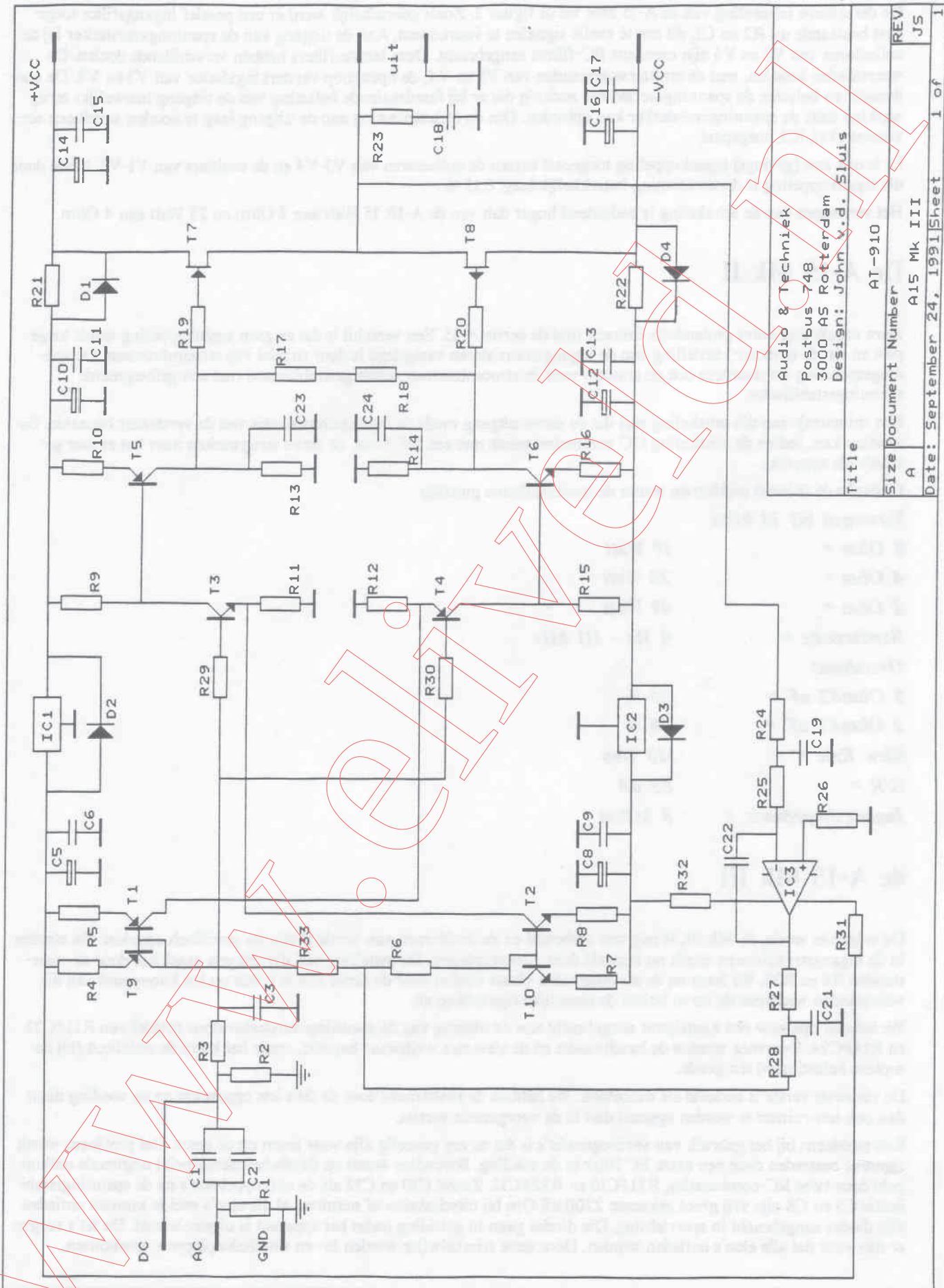
de A-15 Mk III

De volgende versie, de Mk III, is nog wat verbeterd en de problemen van versie II zijn nu goeddeels opgelost. De stroom in de ingangstransistoren wordt nu bepaald door stroomspiegels. De instelling van die spiegels geschiedt door de weerstanden R6 en R33. We laten nu de servocorrectie plaats vinden door de servo aan te luiten op het knooppunt van die weerstanden waarmee de servo buiten de eigenlijke signaalweg zit.

We hebben opnieuw een kantelpunt aangebracht aan de uitgang van de spanningsversterker door middel van R13//C23 en R14//C24. Daarmee worden de bandbreedte en de slew rate weliswaar beperkt, maar het komt de stabiliteit (bij complexe belastingen) ten goede.

De nieuwste versie is bedoeld als monoblok. We hebben de ruststroom door de fet's iets opgevoerd en de voeding dient dan ook iets ruimer te worden opgezet dan in de voorgaande versies.

Een probleem bij het gebruik van vermogensfet's is dat ze erg gevoelig zijn voor brom op de gates. Dat probleem wordt rigoreus bestreden door een extra RC filter in de voeding. Bovendien wordt op de eindversterkerprint nogmaals ontkoppeld door twee RC-combinaties, R21//C10 en R22//C12. Zowel C10 en C12 als de ontkoppelco's na de spanningsstabilisatie C5 en C8 zijn vrij groot gekozen: 2200 uF Om bij uitschakelen of netuitval al die elco's snel te kunnen ontladen zijn diodes aangebracht in sperrichting. Die diodes gaan in geleiding nadat het apparaat is uitgeschakeld. De fet's zorgen er dan voor dat alle elco's ontladen worden. Door deze schakelwijze worden in- en uitschakelploppen voorkomen.

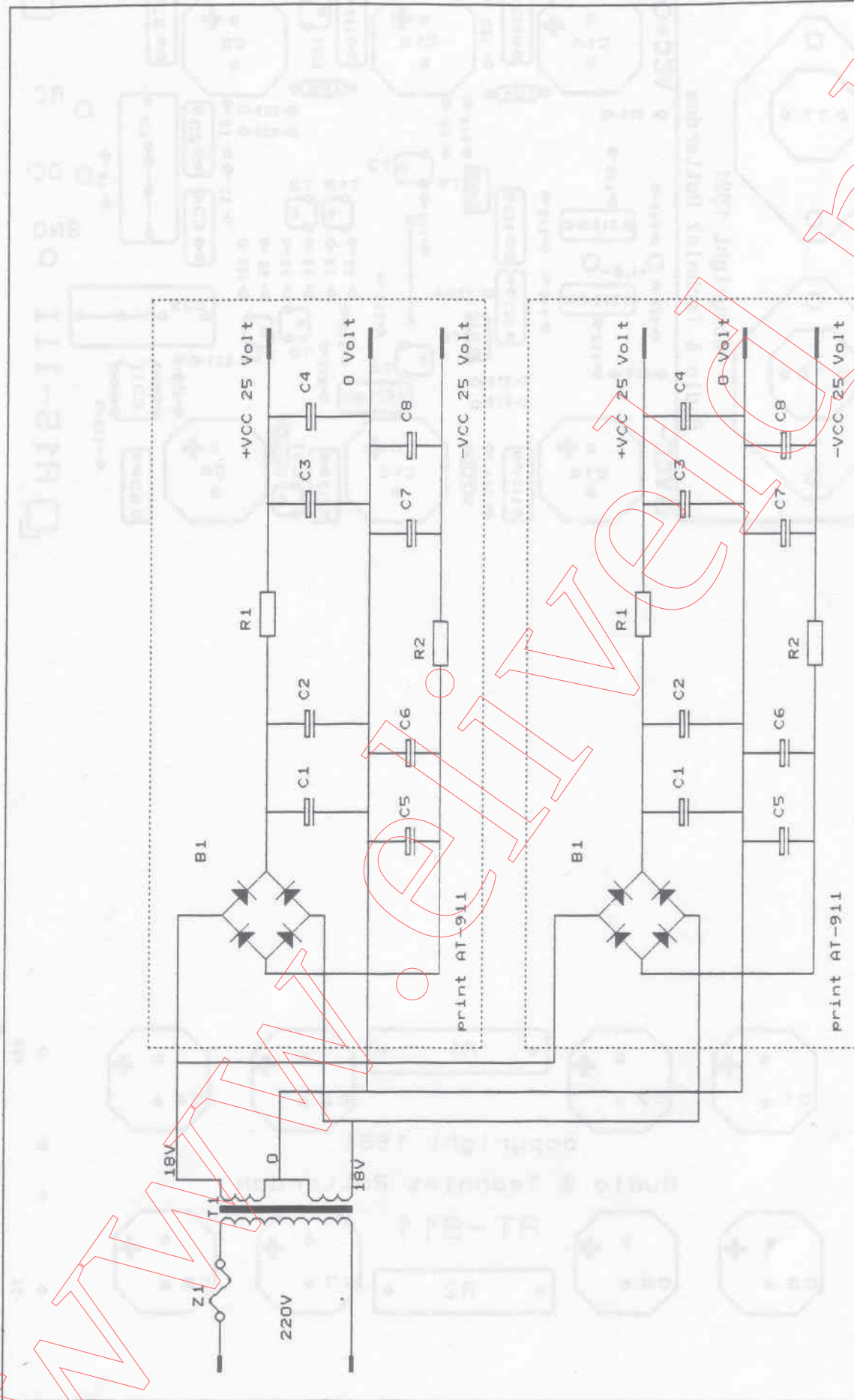


Title
 Size Document Number
 A
 Date: September 24, 1991

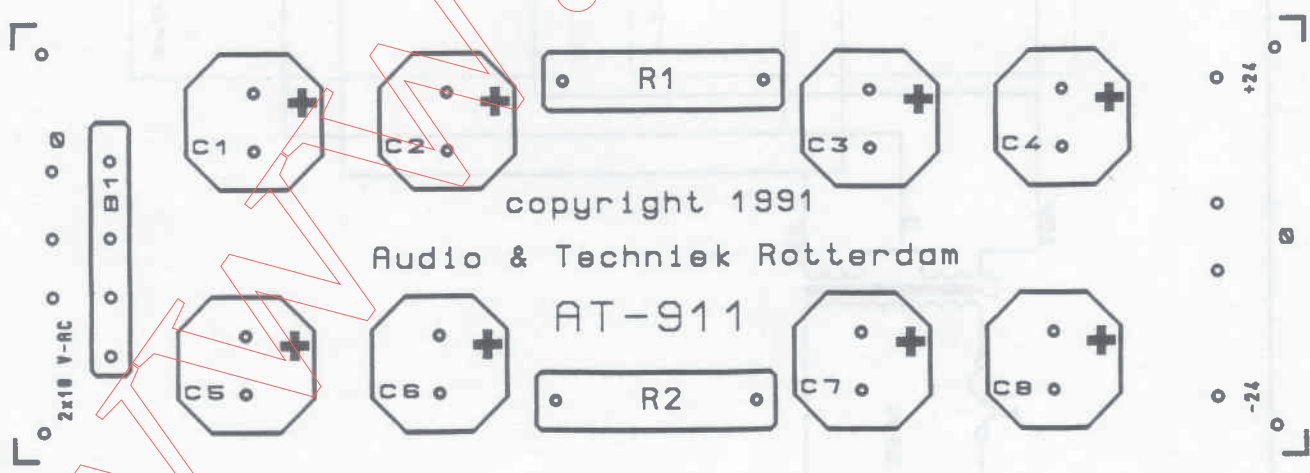
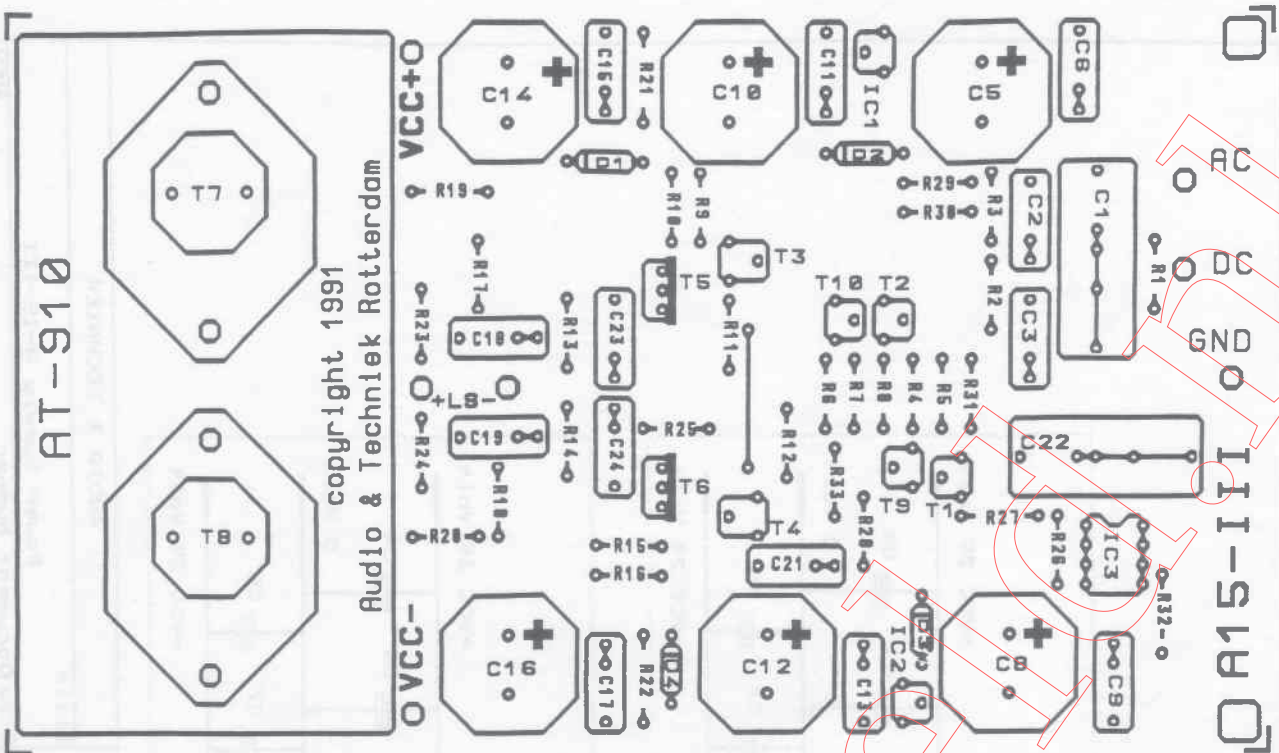
AT-910
 A15 Mk III
 Sheet 1 of 1

Audio 8 Techniek
 Postbus 748
 3000 AS Rotterdam
 Design: John v.d. Sluis

REV JS



Title			AUDIO & TECHNIK	
Power Supply A-15-III				
Size	Document Number	AT-911	REV	JS
A				
Date: September 24, 1991			Sheet	1 of 1



Onderdelenlijst A-15 Mk III

R 1 = 475 K
R 2 = 221 K
R 3 = 10 K
R 4 = 475
R 5 = 475
R 6 = 3,83 K
R 7 = 475
R 8 = 475
R 9 = 665
R 10 = 80,6
R 11 = 2,8 K
R 12 = 2,8 K
R 13 = 3,83 K
R 14 = 3,83 K
R 15 = 665
R 16 = 80,6
R 17 = 150
R 18 = 47,5
R 19 = 604
R 20 = 402
R 21 = 22,1
R 22 = 22,1
R 23 = 10
R 24 = 100 K
R 25 = 100 K
R 26 = 10 K
R 27 = 10 K
R 28 = 100
R 29 = 10
R 30 = 10
R 31 = 10
R 32 = 10
R 33 = 3,83 K
C 1 = 1,5 uF Wima MKS
C 2 = 0,047 uF Wima MKS
C 3 = 150 pF Wima FKP of MKP
C 4 = vervallen
C 5 = 2200 uF - 25 à 40 Volt
C 6 = 0,047 uF Wima MKS
C 7 = vervallen
C 8 = 2200 uF - 25 à 40 Volt
C 9 = 0,047 uF Wima MKS
C 10 = 2200 uF - 25 à 40 Volt
C 11 = 0,1 uF Wima MKS
C 12 = 2200 uF - 40 Volt
C 13 = 0,1 uF Wima MKS
C 14 = 2200 uF - 40 Volt
C 15 = 0,1 uF Wima MKS

C 16 = 2200 uF - 40 Volt
C 17 = 0,1 uF Wima MKS
C 18 = 0,047 uF Wima MKS
C 19 = 0,047 uF Wima MKS
C 20 = vervallen
C 21 = 0,068 uF
C 22 = 1,5 uF Wima MKS
C 23 = 330 pF Wima FKP of MKP
C 24 = 330 pF Wima FKP of MKP
T 1 = BC 556
T 2 = BC 546
T 3 = BC 546
T 4 = BC 556
T 5 = BD 140
T 6 = BD 139
T 7 = 2 SK 135
T 8 = 2 SJ 50
T 9 = BC 556
T 10 = BC 546
D1 t/m D4 = 1 N 4148
IC 1 = 78 L 12
IC 2 = 79 L 12
IC 3 = TL 071

Onderdelen voeding (per kanaal)

T1 = 2 x 18 V - 80 VA (ILP 31014)
of 2 x 18 V - 120 VA (ILP 41014)
zekering 0,3 A traag
B 1 = B40 - C2200
C 1 = 2200 uF - 40 Volt
C 2 = 2200 uF - 40 Volt
C 3 = 2200 uF - 40 Volt
C 4 = 2200 uF - 40 Volt
C 5 = 2200 uF - 40 Volt
C 6 = 2200 uF - 40 Volt
C 7 = 2200 uF - 40 Volt
C 8 = 2200 uF - 40 Volt
R 1 = 0,47 Ohm - 5 Watt
R 2 = 0,47 Ohm - 5 Watt

Bij stereo voeding (2 kanalen uit 1 transformator) minimaal een trafo van 120 VA toepassen.

De stroom door de Fet's = 600 mA voor de klasse-A instelling. De versterker kan in klasse-B gezet worden door R18 kort te sluiten. In dat geval loopt er totaal nog slechts 20 mA per kanaal.

Controleer vóór het aansluiten van de luidspreker met kortgesloten AC-ingang of er een offsetspanning aan de uitgang staat. Die spanning mag ten hoogste 20 mV bedragen.

Bouwbeschrijving

Lees voor u de componenten gaat aanbrengen eerst de bouwbeschrijving goed door. Controleer aan de hand van de onderdelenlijst of alle componenten aanwezig zijn. Gebruik een goede soldeerbout van 15 à 20 Watt en een goede hars-kernsoldeer. Het is beter geen soldeerrevolver te gebruiken, omdat zo'n revolver magnetische velden opwekt, die de componenten zouden kunnen beschadigen. Ook heeft een soldeerrevolver een zeer hoge temperatuur, die de componenten en de print zelf zou kunnen verwoesten.

Montage van de printplaat AT-910, de versterkerprint.

1. Printpennen. Het allereerst worden printpennen met een hamertje ingeslagen en vervolgens vastgesoldeerd (hier voor de printplaat op een houten plankje neerleggen, met de opdruk naar boven). Daartoe zijn er gaatjes van +/- 1,2 mm in de printplaat aangebracht, waar de printpennen klemmend in passen. Als deze gaatjes iets te klein zijn, is het nodig ze iets op te boren. Dit lukt het beste met een printboormachine. Natuurlijk moet dat zeer voorzichtig en vanaf de koperen onderzijde van de printplaat gedaan worden.

Printpennen worden aangebracht op: AC, DC, Gnd, +VCC en -VCC en LS+ en LS-.

Om te solderen moet men de printplaat omdraaien. Zorg ervoor dat het soldeer goed kan uitvloeien (dus de soldeerbout niet te kort tegen de pennen aanhouden, maar ook niet te lang). Een goede soldeerverbinding glimt, en ziet eruit als een klein rond eilandje.

2. Draadverbinding. De print bevat één draadverbinding (draadbrug). Deze draadbrug ligt boven R11. Dit mag van dun draad gemaakt worden. Het draad wordt ontdaan van zijn isolatie, omgebogen op de gewenste lengte en in de gaatjes gestoken tot hij vlak over de printplaat ligt. Aan de onderzijde worden de draaeindjes uit elkaar gebogen en vervolgens afgeknipt op +/- 2 mm afstand van de print en vastgesoldeerd.

3. Weerstanden. Na de draadbrug volgen de weerstanden. Weerstanden zijn voorzien van een kleurcodering, die voor een numerieke waarde of een vermenigvuldigingsfactor staan. Deze kleurcodering is in de vorm van 4 of vijf ringen op de weerstand aangebracht. Iedere kleur staat voor een bepaald cijfer. De laatste ring geeft de tolerantie van de weerstand aan.

Kleurcode weerstanden:

Kleur	A	B	C	D	Tolerantie	Kleur
zwart	0	0	0	x1	1%	bruin
bruin	1	1	1	x10	2%	rood
rood	2	2	2	x100	5%	goud
oranje	3	3	3	x1k	10%	zilver
geel	4	4	4	x10k	20%	geen kleur
groen	5	5	5	x100k		
blauw	6	6	6	x1M		
violet	7	7	7	x0,1	goud	
grijs	8	8	8	x0,01	zilver	
wit	9	9	9			

De betekenis van de ringen:

- 1e ring = 1e cijfer
- 2e ring = 2e cijfer
- 3e ring = 3e cijfer
- 4e ring = aantal nullen
- 5e ring = tolerantie

Bij deze versterker zijn metaalfilm precisie weerstanden met een tolerantie van 1% gebruikt.

Weerstandswaarden worden aangeduid in:

Ohm	=	Ohm
kiloOhm	=	kOhm
MegaOhm	=	MOhm

1 k(i)lOhm =	1 kOhm =	1.000 Ohm
1 M(ega)Ohm =	1 MOhm =	1.000.000 Ohm

Twijfelt men aan de kleurcode van een weerstand, dan is het beter de waarde na te meten met een universeelmeter (in de kOhm stand).

Een tip: zoek de weerstanden uit en leg een briefje met de weerstandswaarde in cijfers erbij.

Het solderen:

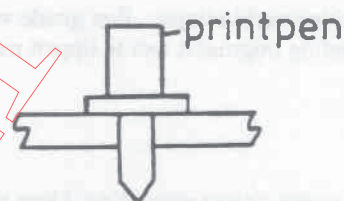
De draadjes van de weerstand vouwt men zodanig om, dat de weerstand keurig op de print past. Hierna steekt men de weerstand in de gaatjes. Het weerstandlichaam moet tegen de print aanliggen.

Buig de ingestoken pootjes aan de onderzijde uit elkaar, zodat ze niet meer uit de print kunnen vallen. Knip het draadje af op +/- 2 mm afstand van de printplaat en soldeer het vast.

Voor het solderen brengt men de punt van de soldeerbout bij het draadje. Het draadje en het vertinde rondje zullen tegelijkertijd verwarmd worden. Nu zal het inmiddels toegevoegde soldeer smelten. Het is de bedoeling dat er zoveel soldeer toegevoegd wordt dat er een bolletje ontstaat. Vervolgens haalt men het soldeer weg en laat de bout nog even op de soldeerplek totdat het bolletje uitvloeit tot een glanzende soldeerverbinding met holle zijkant.

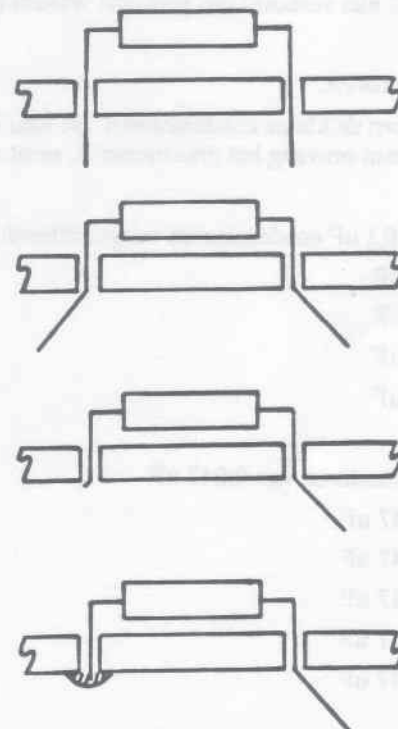
De eerste weerstanden:

R1	= 475 kOhm	geel violet groen oranje
R2	= 221 kOhm	rood rood bruin oranje
R3	= 10 kOhm	bruin zwart zwart rood
R4	= 475 Ohm	geel violet groen zwart
R5	= 475 Ohm	geel violet groen zwart



Het is overzichtelijk om steeds kleine groepjes weerstanden te solderen.

R6	= 3,83 kOhm	oranje grijs oranje bruin
R7	= 475 Ohm	geel violet groen zwart
R8	= 475 Ohm	geel violet groen zwart
R9	= 665 Ohm	blauw blauw groen zwart
R10	= 80,6 Ohm	grijs zwart blauw goud
R11	= 2,8 kOhm	rood grijs zwart bruin
R12	= 2,8 kOhm	rood grijs zwart bruin
R13	= 3,83 kOhm	oranje grijs oranje bruin
R14	= 3,83 kOhm	oranje grijs oranje bruin
R15	= 665 Ohm	blauw blauw groen zwart
R16	= 80,6 Ohm	grijs zwart blauw goud



Daarna de volgende groep weerstanden:

R17	= 150 Ohm	bruin groen zwart zwart (N.B. soms afwijkende kleuren)
R18	= 47,5 Ohm	geel violet groen goud
R19	= 604 Ohm	blauw zwart geel zwart
R20	= 402 Ohm	geel zwart rood zwart
R21	= 22,1 Ohm	rood rood bruin goud
R22	= 22,1 Ohm	rood rood bruin goud
R23	= 10 Ohm	bruin zwart zwart goud
R24	= 100 kOhm	bruin zwart zwart oranje
R25	= 100 kOhm	bruin zwart zwart oranje
R26	= 10 kOhm	bruin zwart zwart rood
R27	= 10 kOhm	bruin zwart zwart rood
R28	= 100 Ohm	bruin zwart zwart zwart
R29	= 10 Ohm	bruin zwart zwart goud
R30	= 10 Ohm	bruin zwart zwart goud
R31	= 10 Ohm	bruin zwart zwart goud
R32	= 10 Ohm	bruin zwart zwart goud
R33	= 3,83 kOhm	oranje grijs oranje bruin

De weerstanden voor één kanaal (mono) zitten nu op de print.

Bekijk nogmaals de soldeerverbindingen. Een goede verbinding glanst, een slechte verbinding is matgrijs. Het beste is om zo'n slechte verbinding nogmaals aan te tippen met de soldeerbout en een klein beetje extra soldeer op de bewuste plek te laten vloeien.

4. Het IC voetje.

Aan één kant van het voetje zit een uitsparing. Deze uitsparing zit ook op de printplaatopdruk. Men monteert het voetje zodanig dat de uitsparingen aan dezelfde kant zitten. Het IC zelf heeft ook zo'n herkenningsteken of een stip en op deze manier zal het IC niet verkeerd om geplaatst worden (zodat er geen verkeerde aansluiting van het IC volgt).

5. De condensatoren.

Hierbij gaat het om de kleine condensatoren. De elco's (elektrolytische condensatoren) worden pas later aangebracht, omdat vanwege hun omvang het praktischer is, eerst alle kleinere componenten aan te brengen.

Eerst worden de 0,1 uF condensatoren vastgesoldeerd:

C11	= 0,1 uF
C13	= 0,1 uF
C15	= 0,1 uF
C17	= 0,1 uF

Daarna de condensatoren van 0,047 uF:

C2	= 0,047 uF
C6	= 0,047 uF
C9	= 0,047 uF
C18	= 0,047 uF
C19	= 0,047 uF

Vervolgens de volgende condensatoren:

C3	= 150 pF
C21	= 0,068 uF
C23	= 330 pF
C24	= 330 pF

Zoals men kan zien wordt de waarde van een condensator aangegeven in microFarad (uF), nanoFarad (nF) of picoFarad (pF).

Let wel op de opdruk: de notering van de waarde kan per fabrikant verschillen, bijvoorbeeld:

$$1000 \text{ nF} = 1 \text{ uF en}$$

$$1000 \text{ pF} = 1 \text{ nF} = 0,001 \text{ uF}$$

Sommige condensatoren zijn gepolariseerd, dat wil zeggen dat ze een + of een - hebben die op de behuizing is aangegeven. Dat zijn de in een later stadium aan te brengen elco's. Men zal dan goed moeten opletten op die polarisatie. Om fouten uit te sluiten is op de print zelf de polarisatie ook aangegeven.

De isolatiespanning van de elco's is ook van belang. Kiest men ze met een te lage isolatiespanning (ook op de behuizing aangegeven) dan zullen zij defect raken (ze exploderen dan). In de onderdelenlijst is aangegeven elco's te gebruiken van 35 tot 40 Volt. In ons geval zijn elco's gebruikt van 2200 uF bij 35 Volt.

6. De halfgeleiders.

Halfgeleiders zijn transistoren, diodes en IC's. Een IC is een geïntegreerde schakeling van meerdere halfgeleiders in één behuizing. Een IC kan diverse schakelingen bevatten bijv. geheugens, elektronische schakelaars, maar ook computer-schakelingen. Ook zijn er IC's die bekend staan onder de verzamelnaam OPAMP's. Dit zijn operationele versterkers. De naam staat voor OPERational AMPlifier. Transistoren en OPAMP's zijn actieve elementen in een versterker. Ze doen iets met het signaal (bijv. versterken). Weerstanden en condensatoren zijn passieve elementen, hiermee kan men eigenschappen van actieve elementen veranderen en aanpassen aan de gewenste situatie.

Eerst worden de transistoren aangebracht, behalve de Fet's (field effect transistor) T7 en T8, en de IC's IC1 en IC2.

Allereerst:

T1	= BC 556
T2	= BC 546
T3	= BC 546
T4	= BC 556
T5	= BD 140
T6	= BD 139

Daarna:

T9	= BC 556
T10	= BC 546
IC1	= 78L12
IC2	= 79L12

Let op! De transistoren en IC1 en IC2 hebben een "basis, collector en emitter" die goed moeten worden aangesloten op de printplaat, anders volgt onherroepelijk vernieling van de transistor c.q. IC. Let er dus op dat de pootjes in dezelfde driehoek staan als op de printplaat. Men moet er goed op letten dat de soldeerbout tijdens het solderen niet te lang in contact kan komen met de pennen van de te solderen halfgeleider. Bij een voldoende hete bout duurt het solderen omstreeks 15 seconden. Een maximum van 30 seconden lijkt ons gewenst.

De transistoren worden gebruikt om de spanning te versterken en de IC's IC1 en IC2 moeten deze spanning stabiel houden.

IC3 wordt pas op het allerlaatst op zijn voet geplaatst:

IC3 = TL 071

Let op de stip of de uitholling aan één zijde. Dat moet overeenkomen met de uitholling op de printplaat resp. in het IC-voetje.

7. Dioden.

De dioden zijn nu aan de beurt:

D1 t/m D4= IN 4148

Deze diodes zijn zeer dunne buisjes met twee draadjes en zijn aan één zijde gemarkeerd met een zwarte streep. Deze streep moet aan dezelfde kant komen als de streep in het symbool op de printplaatopdruk (kathode).

Er wordt dezelfde soldeermethode gehanteerd als bij de weerstanden.

8. Condensatoren.

Nu worden de grote condensatoren geplaatst:

C1 = 1,5 uF

C22 = 1,5 uF

Dan de elco's ofwel elektrolytische condensatoren:

C5 = 2200 uF - 35/40 Volt

C8 = 2200 uF - 35/40 Volt

C10 = 2200 uF - 35/40 Volt

C12 = 2200 uF - 35/40 Volt

C14 = 2200 uF - 35/40 Volt

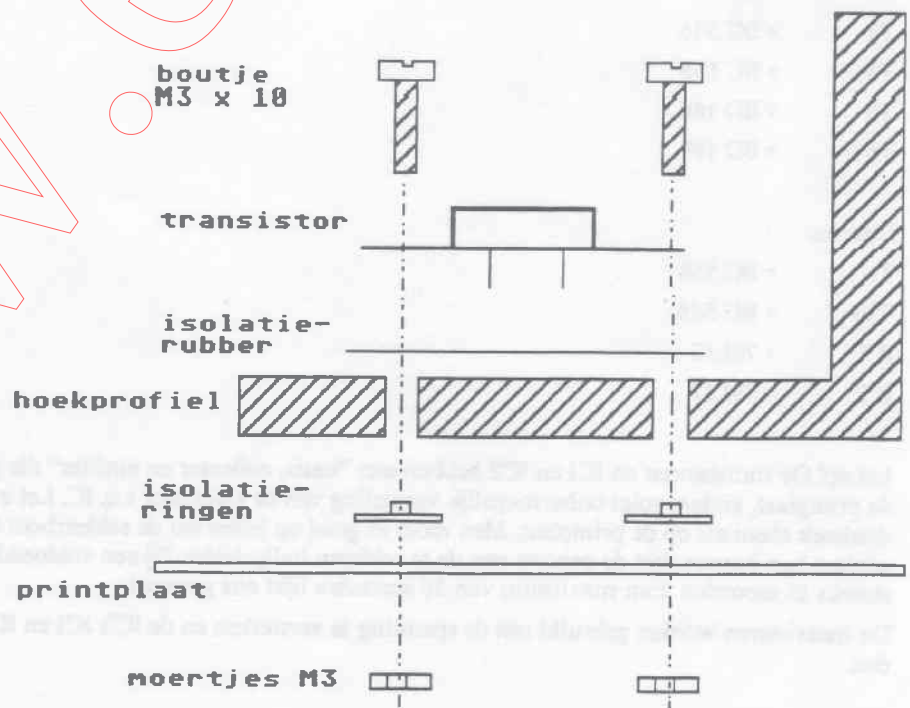
C16 = 2200 uF - 35/40 Volt

9. Plaatsing van de Fet's op het hoekprofiel en printplaat.

Fet's moeten gekoeld worden en daartoe wordt op de print een hoekprofiel gemonteerd. Per fet worden vier gaten in het profiel geboord (4 mm), t.w. twee gaten voor de boutjes waarmee de Fet wordt vastgezet en twee voor de pootjes van de Fet.

Let op! De Fet mag op het profiel geen elektrisch contact maken, anders blaast hij zich zelf op, en daarom plaatst men hiervoor busjes van 4mm in de boorgaten en siliconen isolatieplaatjes, tussen fet's en profiel.

Het is de bedoeling dat de vrije zijde van het hoekprofiel tegen een koelprofiel wordt gemonteerd. Om er zeker van te zijn dat de pootjes van de fet geen contact maken, moeten de te boren gaten ruim (in dit geval 4mm) genomen worden, zodat de isolatiebusjes er goed in passen. De grootte van de te boren gaten van het profiel moeten overeenkomen met gaten op de print. Het is mogelijk dat men daarom de gaten op de print ook iets moet uitboren.



Probeer de gaten zo nauwkeurig mogelijk af te tekenen. Ook een goede methode is om van een afvalstukje aluminium of iets dergelijks een soort malletje te maken, waarin de boorgaten al zijn aangebracht.

Er mogen in de boorgaten geen bramen achterblijven. Deze kunnen namelijk door het mee te bevestigen siliconen isolatieplaatje heen steken met verwoesting van de fet als gevolg. De bramen zijn heel gemakkelijk te verwijderen door een veel grotere boor (vele malen groter dan 4mm) handmatig rond te draaien op het boorgat oppervlak.

10. Montage van de fet's.

T7 = SK 135

T8 = SJ 50

Het hoekprofiel is van 5mm dik aluminium. De lengte bedraagt 20cm en de hoogte 8cm.

Het voorgeboorde profiel, waar de bramen al van verwijderd zijn, legt men met de opstaande rand naar boven. Op het hoekprofiel komt eerst het grijze isolatieplaatje, waarna men de dunne pootjes van de fet's door de gaatjes van het isolatieplaatje en van de bevestigingsgaten van het profiel steekt. In alle gaten wordt een busje geklemd. Steek een passend boutje van onderaf (dit is de koperzijde) door een bevestigingsgat. Leg de printplaat op een harde ondergrond (bijv. hout) zó dat de boutjes er niet uitvallen. Plaats nu het profiel met de fet's op de printplaat. De isolatiebusjes voorkomen ieder elektrisch contact. Draai de moertjes op de bevestigingsboutjes goed vast. Hierna soldeert men de pootjes van de fet's aan de print vast.

11. De voedingsprint AT-911.

Men begint ook hier weer met het inslaan en vastsolderen van de printpennen. Er zijn 7 pennen aangebracht, nl. voor 2*18V (AC), 0, -24 Volt en +24 Volt, alsmede twee stuks voor de "0".

12. Bruggelijkrichter.

Voor de gelijkrichting is een brugcel geplaatst, nl. de B40-C2200. De brugcelpoten worden omgebogen, afgeknipt en op de gebruikelijke manier vastgesoldeerd. De plusaansluiting van de bruggelijkrichter zit op iets grotere afstand dan de overige pootjes onderling. Die plus komt aan dezelfde kant waar +24 bij staat.

13. Weerstanden.

Ook hier moeten weerstanden gemonteerd worden. Dit zijn (draadgewonden) vermogensweerstand.

R1 = 0,47 Ohm - 5 Watt

R2 = 0,47 Ohm - 5 Watt

14. Condensatoren.

Deze condensatoren zijn de elco's C1 t/m C8 met de waarde van 2200 uF - 35/40 Volt. Denk om de polarisatie!

15. De trafo.

Het type trafo dat wordt gebruikt is de 41014 van Amplimo.

Het is een ringkerntrafo primair 220 Volt en secundair 2 * 18 Volt bij 50 Herz.

Het bijgeleverde montage materiaal bestaat uit twee neopreen isolatieschijven, een metalen afdekschijf en een lange bout met een bijpassende moer en ring. De neopreen schijven legt men zowel onder als boven op de trafo.

Aan de bovenzijde van de trafo komt daar de metalen afdekschijf nog overheen. Deze metalen schijf wordt op zijn plaats gehouden door de lange bout, die zowel door de metalen -en neopreen schijven heen gaat maar ook als bevestiging van de trafo aan de bodemplaat dient.

N.B. De bodemplaat is hier de bodemplaat van de kast waarin het geheel wordt ingebouwd.

De bedrading van de trafo.

Bekijkt men de trafo, dan ziet men zes verschillende draden uitsteken. De twee dunne draden met dezelfde rose kleur zijn de draden van de primaire wikkeling. In dit geval is de primaire wikkeling 220 Volt en zijn deze draden de verbinding met 220 Volt lichtnet aansluiting. Deze verbinding wordt gemaakt via een kroonsteen, met de bedrading van de primaire wikkeling aan de ene zijde en het netsnoer aan de andere zijde.

De overige dikke draden (in dit geval grijs, blauw, rood en geel), zijn de draden van de secundaire spoelwikkelingen. Deze draden gaan naar de voedingsprint.

Voordat de voedingsprint verbonden wordt met de versterkerprint, moet eerst het koellichaam aan het hoekprofiel van de fet's bevestigd worden.



16. Het koellichaam.

Het koellichaam is 20cm lang en 7,5cm hoog. Het lichaam is gemaakt van aluminium en bestaat uit een enerzijds vlakke kant en een uit ribben bestaande kant. Deze ribben maken bevestiging aan het hoekprofiel niet zo eenvoudig. Men moet namelijk tussen de ribben (zowel links als rechts) een gaatje boren en indien men in het gelukkige bezit mocht zijn van een tapset, met een tapset draad tappen voor een bevestigingsboutje. Is dit niet het geval, dan zal er moeten worden volstaan met het kiezen van een tussen de koelribben passend boutje, waarvoor men een gaatje moet boren tussen de koelribben en in het hoekprofiel van de fet's (eindversterkerprint).

De maat van de bevestigingsboutjes is 3 à 4mm.

17. meting 1

Alvorens de verbinding van de voeding met de eindversterker tot stand te brengen is het verstandig de voeding na te meten. Verbindt de transformator met het lichtnet en met de universeelmeter de uitgangsspanning van de voedingsprint na. De spanning kan zowel + als -23 à 25 Volt bedragen.

18. verbinding voeding met de printplaat

Verbreek de lichtnetaansluiting weer en verbindt de voedingsprint met de eindversterkerprint. Gebruik daarvoor het liefst massief draad (dat klinkt beter!), bijvoorbeeld 1,5 mm VD draad. Verzilverd snoer kan ook. Probeer dan snoer te vinden met weinig aders, bijvoorbeeld van van-den-Hul.

De nul-aansluiting van de voeding komt aan printpen tussen C18 en C19. Aan dezelfde aansluiting komt de zwarte min-draad voor de luidsprekerverbinding. De rode plus-draad voor de luidsprekerverbinding komt aan de printpen tussen R23 en R24. Voor de controle is het het gemakkelijkst indien ook die luidsprekerdraden er provisorisch aan worden gezet. Sluit de ingang provisorisch kort met een stukje draad tussen de punten AC en GND.

19. meting 2

Sluit het lichtnet weer aan en meet de gelijkspanning op de luidsprekeraansluitingen. Die spanning mag enkele millivolts bedragen echter maximaal zo'n 10 millivolt.

20. beproeving 1

Sluit nu een luidspreker aan op de luidsprekerdraden die uit de versterker komen. Luister met uw oor dicht bij de basunit. Er mag een geringe brom aanwezig zijn. Als er een luide brom te horen is dan heeft u een fout gemaakt en dient u onmiddellijk het apparaat uit te schakelen en alles goed te controleren. Als alles goed is luister dan ook even naar de tweeter en de eventuele middentoner. De ruis mag op 1 meter vanaf de luidspreker niet meer hoorbaar zijn. Indien heel duidelijke ruis optreedt dan kan dat een oscillatieverschijnsel zijn. Stop dan onmiddellijk met de procedure en meet de versterker (zonder luidspreker) na met een oscilloscoop en een generator.

21. beproeving 2

Neem een stukje aluminium plaat en leg daarop isolerend materiaal, bijvoorbeeld een dubbelgevouwen krant. Leg de versterkerprint daar bovenop. Verbreek de kortsluiting van het punt AC met GND. Neem twee korte stukje draad en soldeer die aan een ingangsbuise en aan de ingang van de versterker. De binnenbus wordt verbonden met AC, de buitenbus met GND. Maak ook een provisorische verbinding tussen GND en de onder de versterker liggende aluminium plaat. Sluit nu een in volume regelbare bron aan op de ingangsbus. Draai de volumeregelaar naar zijn minimum positie en zet de versterker aan. Met verbonden luidspreker kan er nu naar muziek geluisterd worden.

22. eindmontage

Zoals uit de afgedrukte tekeningen blijkt zijn er twee mogelijkheden om de versterker in een kastje te bouwen. Het meest compact is een monoblokje waarbij per kanaal een kast wordt gebouwd. De tekeningen geven slechts een indicatie. Bouw de monokast in twee verdiepingen met onderin de voeding (het zwaarste deel) en daarboven de versterker.

Indien u beide kanalen in één kast bouwt kunt u nog kiezen voor één dan wel twee voedingstrafo's. Met één trafo heeft u altijd een bromlus waardoor een of beide kanalen altijd een licht brommetje zal laten horen. Het is dan beter twee (desnoods kleinere) trafo's toe te passen. Bij voldoende kasthoogte kunt u die trafo's ook op elkaar stapelen.

Maak bij de eindmontage alle eerder gemaakte provisorische verbindingen los. Maak nadat de prints en de trafo's zijn bevestigd nieuwe verbindingen. In de lichtnetaansluiting dient nu een zekering van 0,5 à 0,3 Ampère traag te worden opgenomen. De aarding van de kast vindt uitsluitend plaats via de ingangsbus. Er komt een afgeschermd verbinding met coaxiale kabel vanaf de ingangen AC resp. DC naar de ingangsbus waarbij de afscherming aan beide zijden is doorverbonden. Indien u van plan bent de versterker altijd aan te laten dan kan het zinvol zijn op de voorzijde van de kast

een schakelaartje aan te brengen waarmee R18 kan worden kortgesloten. In rust (met kortgesloten R18) zal de versterker minder warm worden en minder stroom uit het lichtnet verbruiken.

Kontroleer na de eindmontage en voordat de kast dichtgaat nog een keer of er geen DC- (gelijk-) spanning op de uitgang staat.

23. gebruik

Plaats de eindversterker(s) altijd zodanig dat het koelribben van de koeler voldoende langsstromende lucht krijgen. Plaats de versterker ook niet onder andere apparatuur.

Na de eerste inschakeling heeft de versterker minimaal een week (liever nog 3 à 4 weken) nodig om een optimaal resultaat te kunnen geven. U kunt na die periode de versterker uitschakelen, waarna hij bij iedere keer inschakelen weer enkele uren nodig heeft om optimaal te klinken. Een tussenvorm is dat u de versterker aan laat staan maar hem tijdens niet-gebruik in klasse-B schakelt met het hiervoor beschreven kortsluitschakelaartje. In dit laatste geval heeft de versterker slechts 1 uur nodig alvorens goed te klinken.

Specificaties A-15 Mk III (2 x mono uitvoering met trafo's 120 VA)

Vermogen (10 kHz)	8	8//2 uF	4	4//2 uF	2	2//2uF
Watts	17	15	22	23	23	25
dB's	12,3	11,8	10,4	10,5	7,6	7,9

Verlies t.o.v. 1 Watt in dB's:

	-	-	1,1	-	2,9	-
--	---	---	-----	---	-----	---

Overshoot (%)	-	16	-	20	-	24
---------------	---	----	---	----	---	----

THD bij 10 kHz-1 W (%)	0,3	0,7	1	1,3	-	-
------------------------	-----	-----	---	-----	---	---

THD bij 10 kHz-8 W (%)	0,9	1,2	1,5	1,3	-	-
------------------------	-----	-----	-----	-----	---	---

Vermogensbandbreedte 1 Hz - 100 kHz

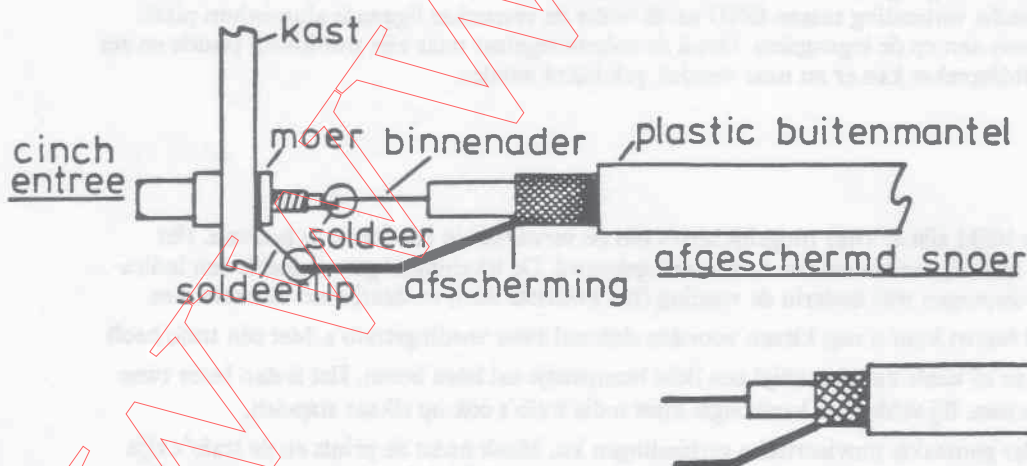
Frequentierespons (- 3 dB) 1 Hz - 100 kHz

Slew Rate 6,5 V/us

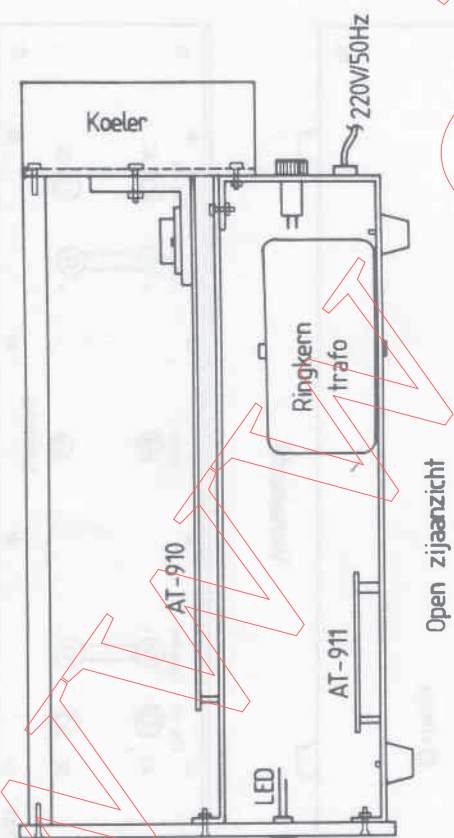
S/R-afstand 85 dB

Gevoeligheid 680 mV

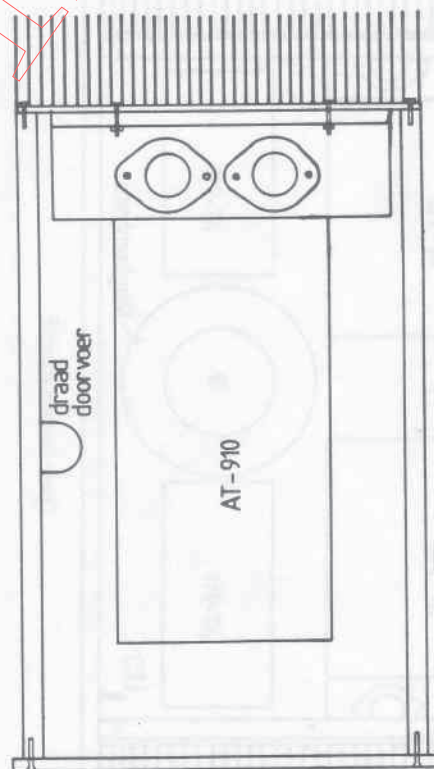
Ingangsimpedantie 40 kOhm



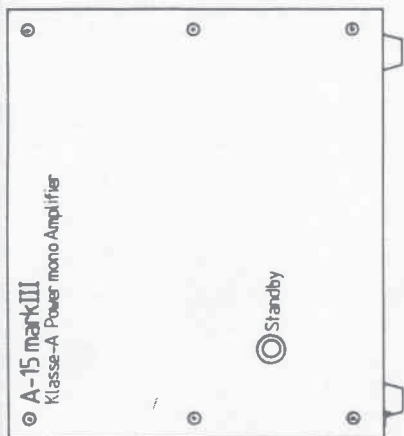
Aansluiting van een coaxkabel.



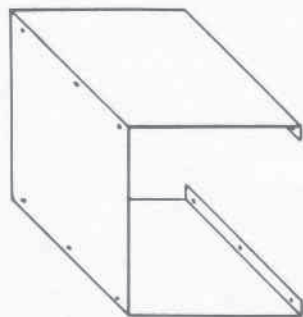
Open zij aanzicht



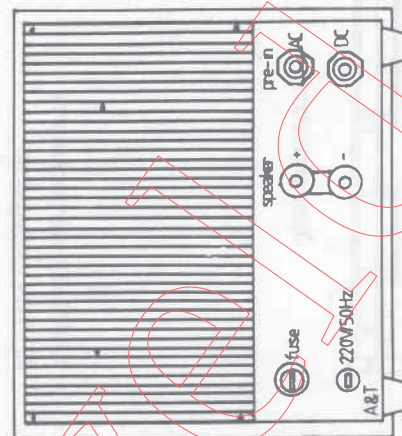
Open bovenaanzicht



Voor aanzicht



Kap



Achter aanzicht

Eindversiekerprint = AT-910
Voedingsprint = AT-911

PROJETTE	SCHAAL: rvt	GETEKEND: R. A. de Gruyl	OPMERKINGEN:
	MAATEENHEID:	BEDRIJF: Audio & Techniek	
	DATE: 3-12-90	PLAATS: Rotterdam	
	BENAMING:	Bouwontwerp kast A-15 mk III	NUMMER: 1
			FORT A 3