

De HQSE 12, een monoblock Single Ended audioversterker met de 300B door Bert Fruitema

Gepubliceerd in RB Electronica nummers 2 t/m 7 jaargang 2001 gevolgd door nummer 1 van 2002 met een aanvullende beschrijving van een stereo versie.

Pas na publicatie van deze artikelen zijn door Amplimo specifiek voor deze versterkers voedingstrafo's ontworpen, de datasheets vindt u bijgevoegd.

blz 1 : De 300B triode

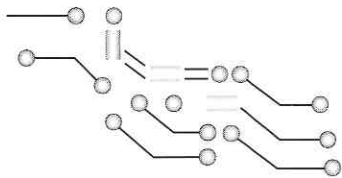
blz 9 : De HQSE 12

blz 29 : De stereo versie

blz 37: De nieuw ontwikkelde ringkern voedings transformatoren voor de mono en de stereo versie.

Ontwikkelingen rond een oude triode

Hij is de laatste 20 jaar wereldwijd weer helemaal terug, de radiolamp alias elektronenbuis. En speciaal is er voor de direct verhitte trioden veel belangstelling, ook al omdat de triode de meest simpele vorm van een versterkende elektronenbuis is. Maar ook omdat er de laatste jaren bij versterkerbouwers een zekere magie m.b.t. de oude trioden is ontstaan.



Bert Fruitema

Stukje geschiedenis

Om de allereerste ontdekkingen die tot de verwezenlijking van de radiolamp (elektronenbuis) leidden te volgen, komen we terecht al in 1773. In dat jaar ontdekte Du Fay dat elektrisch geladen lichamen hun lading sneller verloren als ze verwarmd werden. Honderd jaar later in 1873 ontdekte Guthrie dat een tot gloeien gebracht lichaam wel negatief kon worden geladen maar niet positief. Werd de temperatuur nog verder verhoogd, dan was ook negatief laden niet meer mogelijk. In 1880 waren het Elster en Geitel die ontdekten dat een gloeidraad en een plaat in een vacuüm ballon een positieve lading op de plaat liet

zien, als de draad tot roodgloeiend werd gebracht. Bij hogere temperaturen werd de lading negatief en nam sterk toe.

Thomas Edison deed in 1883 gelijke onderzoekingen en ontdekte als eerste dat een draad of plaat geplaatst in het vacuüm van een werkende gloeilamp een negatieve elektrische lading voerde. Het wordt tot op de dag van vandaag "Edison effect" genoemd. In 1889 publiceerden Elster en Geitel dat een buis met een hete en een koude elektrode een éénrichtings geleidingsvermogen liet zien. E.e.a. kon nog niet worden verklaard met behulp van de toen geldende electriciteitstheorie. Pas na 1897 toen J.J.Thomson het bestaan van het elektron aantoonde, werd de juiste verklaring gegeven. Ook werd ontdekt dat de verschijnselen des te sterker optraden wanneer de ballon sterker geëvacueerd was. In 1913 kon prof. O.W. Richardson aantonen dat het totale aantal elektronen welke door een gloeiende draad worden geëmitteerd, behalve van de materiaalconstanten, alleen afhankelijk is van de temperatuur. Hij noemde deze ladingstromen dan ook "thermionische emissie" Deze ontdekkingen werden in 1895 ook onderzocht door de Brit J.A.Fleming, en in 1904 patenteerde hij ze als resultaat van zijn studie onder de



naam "two electron tube" een diode welke bekendheid verwierf als "the Fleming valve" Dr. Lee de Forest ontdekte in 1906 dat een derde element kan worden toegevoegd om de aanwezige stroom te reguleren. Dit derde element werd rooster genoemd omdat het ook daadwerkelijk een rooster was, later werden ook spiralen toegepast. Het resultaat was de geboorte van de triode. (1)

De eerste versterkerbuis ter wereld was dus een triode. Sinds de ontwikkeling van de triode hebben heel wat typen het levenslicht aanschouwd, en werden ook al spoedig andere soorten toegevoegd, door meer en andere elementen toe te voegen. Hiervan zijn tetrode, penthode, octode, hexode enkele belangrijke varianten. Van de elektronenbuis bestaan er nog talloze andere varianten, waaronder de heden meest gebruikte, namelijk de beeldbuis.

Over elektronenbuizen is al zo veel geschreven, dat ik niet de moed kan opbrengen dit hier nog eens allemaal te herhalen. Talloze boeken bestaan er die hier uitputtend over verhalen. Om maar iets te noemen, een serie van de Philips Technische Bibliotheek getiteld, hoe kan het ook anders, "Elektronenbuizen" waarvan de eerste, doch niet het eerste deel, in de jaren 1933 tot 1939 verscheen, en het laatste, doch niet het laatste deel, in 1953. (2) Maar ook bij de toenmalige "De Muiderkring" verschenen allerlei artikelen in Radio Bulletin en in hun boeken. Er zijn echter nog veel meer Nederlandse uitgaven op dit

vlak. Roorda's "Radiotechniek" bijvoorbeeld (3). Het meeste over elektronenbuizen is toch wel in het buitenland gepubliceerd. Duitstalig: magazine Funkschau, boeken: Barkhausen – Elektronenröhren Teil 1- 2 en 3. Engelsstalig: magazine Wireless World, magazine Amateur Radio, boeken: Radiotron Handbook, Radio Handbook enz.

Gloeien 1

Zoals altijd met een nieuwe vinding, volgden allerlei verbeteringen elkaar snel op. De eerste trioden waren allemaal uitgerust met een direct verhitte gloeidraad d.w.z. dat de stroom die door de gloeidraad vloeit, deze direct aanzet tot gloeien. Daarbij kunnen onder voorwaarden elektronen worden uitgestoten, men noemt dit "emitteren". Echter om elektronen gemakkelijk te emitteren, moet de gloeidraad voorzien worden van een stof welke dit bevordert. Er zijn diverse stoffen die hiervoor geschikt zijn, echter de bekendste hiervan is wel thorium oxide v.w.b. de direct verhitte kathode. Reden waarom de gloeidraden van de meeste direct verhitte trioden maar ook dioden (gelijkricht buizen), meestal gedoteerd zijn en/of met een laagje van deze stof bedekt zijn.

Er zijn drie typen direct verhitte gloeidraden (Direct Heated Filament), (DHT = Direct Heated Tube) namelijk: Het pure wolfram draad (Tungsten Filament) deze heeft een lage emissie en

korte levensduur en is breekbaar. De kleur van de gloeiende draad is zeer helder witgeel, de temperatuur bedraagt ongeveer 2500°K en de levensduur is betrekkelijk kort. Om deze redenen werd deze vorm van gloeidraad al in een vroeg stadium verlaten.

Van thorium voorziene wolfram gloeidraad (carburized thoriated tungsten filament), hier is in de gloeidraad ca 1% thorium gedoteerd en bedekt (carburisatie). De emissie is nu beduidend hoger. De kleur van de gloeiende draad is helder geel om dat de temperatuur gemakkelijk 1900°K kan bedragen. De fabrikant geeft meestal een levensduur verwachting op van tussen de 1000 en 5000 uur, afhankelijk van het gebruik.

Tot slot de van een oxydelaagje voorziene gloeidraad (oxide-coated filament). Hier is de strip of draad van nikkel of een nikkellegering, voorzien van een coating van een mengsel van barium en strontiumoxyde. Deze gloeidraad onderscheidt zich van de andere doordat deze tot donkerrood en zelfs tot oranje rood wordt verhit. Het is de meest efficiënte vorm van een direct verhitte gloeidraad (DHT). De temperatuur van de in werking zijnde gloeidraad (kathode) bedraagt ca 700 ... 800°C. Tevens is de levensduur van de met dit soort gloeidraden uitgeruste buizen het hoogst. Een levensduur verwachting van 3000 tot 5000 uur is onder normale condities normaal, maar er zijn gevallen bekend waarbij, als de buis voorzichtig werd ingesteld en gebruikt, 50.000

uur haalbaar was. Kenmerk van deze soort gloeidraad is dat deze boven de 600V anodespanning niet gebruikt kan worden. Er zijn een aantal jaren dit soort buizen geproduceerd voor 2000V, maar deze zijn alle van het toneel verdwenen. Door het positieve ionen bombardement dat altijd plaats vindt, zelfs in het beste vacuüm, zal het oxide laagje van de gloeidraad bij deze hoge potentiaalverschillen, versneld vernietigd worden.

Vermeld moet nog worden dat het hele stelsel van elektroden t.w. gloeidraad, kathode, rooster en anode van de oudere buizen, meestal bevestigd worden op een z.g. kneep. Dat is de glazen verdikking welke onder in de buis is te zien. Deze kneep vormt tevens een deel van de scheiding tussen het vacuüm en de buitenwereld en verzorgt ook de draaddoorvoer. De draad voor deze doorvoer is geen gewoon draad maar is gemaakt uit chroomijzer (legering), dit materiaal heeft dezelfde uitzettingscoëfficiënt als glas. Dit moet hetzelfde zijn anders zou bij verhitting het vacuüm verloren gaan. Alle buizen van een modern ontwerp gebruiken geen kneep, maar daarbij worden de stiften (chromiumijzer) tevens gebruikt als steun voor de opbouw van het elektrodesysteem.

Hier zijn de toepassingen met inachtnaam van de spelregels belangrijk. Een 300B of 2A3 heeft dus de laatste vorm van de besproken gloeidraden, terwijl een VT4-C of GL-211 zendtriode of b.v. de moderne SV572 van Svetlana de tweede gloei-

draadvorm bezit, omdat de werkspanning hier wel 750 V tot 1500 V kan bedragen.

Om helemaal compleet te zijn wil ik nog vermelden dat er nog een vierde variant bestaat, en wel de meest gebruikte, n.l. de indirect verhitte gloeidraad (indirectly heated filament, IHT). De ontwikkeling van deze variant ontstond doordat het steeds meer noodzakelijker werd om de gloeidraad met wisselspanning te voeden en brom te vermijden. Hij bestaat uit een nikkel cilinder welke bedekt is met een laagje barium en strontiumoxyde, laagdikte tussen 20 en 80 µm (micron). Het blijkt dat alleen een bepaald mengsel van beide stoffen een veel grotere emissie bewerkstelligt, dan de stoffen afzonderlijk. In de cilinder bevindt zich een meestal dubbel gespiraliseerde wolframdraad, welke van deze cilinder geïsoleerd is door aluminiumoxyde. Bij oudere uitvoeringen van de indirect verhitte kathode werd de isolatie van de gloeidraad en cilinder bewerkstelligt door in de cilinder nog een buisje van magnesiumoxyde te schuiven. Daardoor wordt de tijd van opwarmen echter beduidend langer en blijft bij gelijke gloeispanning, de temperatuur van de kathode lager. De koppeling van de temperatuur van de gloeidraad met die van de cilinder vindt het meest door straling plaats. De gloeidraad zelf heeft in dit geval een zeer hoge temperatuur van zo'n 2000 °K. De officiële naam van de cilinder is in dit geval "kathode". Na fabricage en pompen (evacueren) is de klus nog niet geklaard, de kathode moet nog "uitbranden".

Dat betekent dat de buis of draad op een hoge temperatuur wordt gebracht ca 1° tot 2 maal hoger dan de normale werkteemperatuur. Tegelijkertijd wordt de emissie door anode en rooster- spanningen uit de kathode getrokken. De kathode emitteert en dit gaat gedurende dit uitbranden steeds beter. Na het uitbranden van de buis wordt nog een tijd met verhoogde gloeidraadspanning maar met lage emissie, verder gegaan. Dit noemt men ruststroombranden. Na deze behandeling bevat de kathode een percentage metallisch barium en strontium. Bij normaal gebruik bereikt de kathode meestal tussen de 15 en 30 s de temperatuur, nodig om te emitteren.

Weer een stukje geschiedenis

Na dit stukje oude techniek is wel duidelijk dat we met zo'n DHT-triode een fraai stukje evolutie en een respect afdwingende ontwikkeling in handen hebben. In Amerika zijn net als in Europa in de begintijd veel trioden ontwikkeld. In de begintijd was het de gewoonte om de elektrodeopbouw horizontaal te plaatsen. Pas later deed men dit verticaal. Europese types als D110 / D404 / AD1 / AD30 / AD100 / DA60 / DA100 / DA250 en PX-4 en PX25A (de laatste twee zijn van Engelse origine) waren in de dertiger jaren zeer succesvol. Het gaat echt wel een beetje te ver om ze allemaal te noemen, maar ook onze vaderlandse industrie Philips droeg haar steentje bij met o.a. de bekende E406,

E408, E424, B405 en B406, Nu nog steeds echte juweeltjes, en zeer goed klinkende trioden.

Echter de Amerikaanse industrie zou een echte triodentopper voortbrengen zoals de geschiedenis ons leert. Daar hebben we in de 50er en 60er jaren hier in Nederland niet zo heel veel van gemerkt. Hier waren bij het grote publiek tetroden en penthoden populair, zoals de 807, 6L6, EL34, en EL84. Echter ook nog de oudjes zoals B443, AL4, EL3, EL6 en EL41. Ook wel een beetje logisch omdat het rendement van tetroden en penthoden belangrijk hoger is. En ook belangrijk, er waren er heel veel van.

De belangrijke bouwontwerpen van Philips en De Muiderkring waren praktisch allemaal gemaakt met deze typen. Natuurlijk hielden de echte ingewijden de ontwikkeling in Amerika en Engeland wel in de gaten ook al omdat er veel dumpmateriaal uit legervoorraden in de handel was in die tijd. Deze "kenners" wisten ook toen al dat de triode voor echte High Fidelity de enige juiste vorm van een versterkend element was, ook al door zijn eenvoud. Deze trioden waren in die tijd, de 50er jaren, voldoende en voor nu lage prijzen voorhanden. Types als PX25, de eerder genoemde Philips E406, en ook de 300B, maar ook de 2A3 single plate, de 45, en ook de VT4C alias de 211 waren er genoeg. Maar in die tijd waren niet altijd de juiste voeding en uitgangstransformatoren gemakkelijk te verkrijgen. Bovendien wist men toen ook al dat het rendement van een triode laag

was t.o.v. zijn concurrent de tetrode en penthode. In die tijd was de jacht naar grotere vermogens gaande, 3 en 6 watt output uit de single ended (SE) daar was men op uitgekeken (luistert). Nee 25 tot 30 watt uit twee stuks 807 of EL34 dat was pas een versterker.

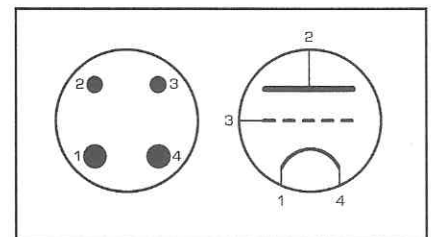
Western Electric was in die beginjaren een geheel onderschikt eigendom van het grote American Telephone and Telegraph, en fabriceerde alle onderdelen die AT&T nodig had. En dat gebeurde op het hoogste toen haalbare kwaliteitsniveau. In 1929 hield Western Electric de triode WE-300A ten doop. Zijn voorganger de WE-252A uit 1928 werd evenwel ook nog tot 1938 geproduceerd. Deze WE-300A, origineel ontwikkeld door Bell Telephone Laboratories, was bedoeld als buis voor een "talkie" systeem van WE de WE-1086. Dit systeem bestond o.a. uit de powerversterker 86A. Nu zouden we spreken over een Public Address (PA) systeem. Dit systeem maakte deel uit van een leveringsprogramma o.a. ook voor bioscopen welke in Amerika in die dagen zeer populair waren. De buis was ontworpen om in balans circa 10 watt te produceren. 10 W was voor gebruik met hoornluidsprekers in die dagen zeker genoeg.

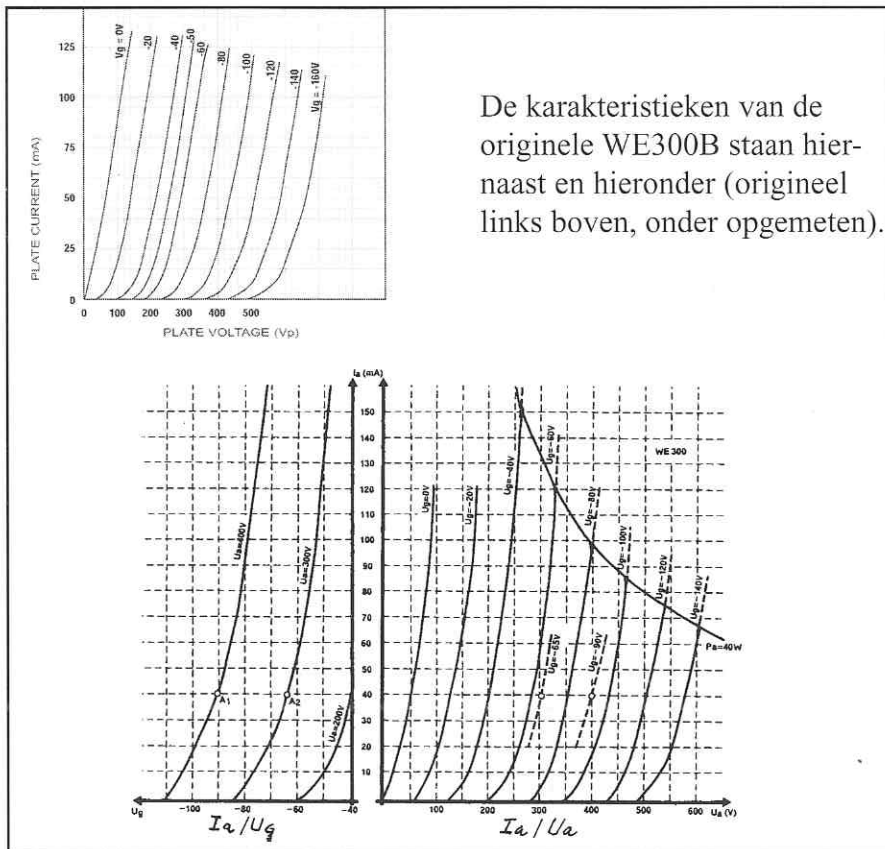
Ook toen al volgden de nieuwe types in de techniek de oude op, en dus kwam er een nieuw type installatie in ca 1936, de WE-500 met gebruikmaking van een nieuwe power-versterker de WE 91. Deze maakte gebruik van een single ended eindtrap die desondanks ook ca 10 W produ-

ceerde, evenals de voorgaande balans 86A versterker. De originele WE-300A dissipeerde 15 W bij 300 V, maar latere verbeteringen brachten dit naar 30 W bij 400 V en nog later naar 40 W bij 450 V. Dit had dus grote gevolgen voor het uitgangsvermogen. De WE-300A is in 1940 uit productie genomen. Zijn opvolger de WE-300B was inmiddels al in 1938 geïntroduceerd en dat werd tot 1988 gecontinueerd, de laatste tijd echter als regulatorbuis voor de NASA. De originele 300B is te herkennen aan de typische vorm de overstyled S-shape. Ook wel colaflesje genoemd. De te gebruiken buisvoet is een UX-4, dit is 4 penstype met 2 dikke en 2 dunne pennen. Deze voet is bekend onder een aantal namen, o.a. "medium 4 pin" of "4D" of "UX-4" en USM-4 Kenmerken de parameters voor de originele WE-300B zijn:

Gloeispanning $V_f = 5V$ AC or DC
Gloeistroom $I_f = 1,2A$
Anodespanning $U_a = \text{max. } 450V$
Anodestroom $I_a = \text{max. } 100mA$
Totale dissipatie $P_a = \text{max. } 40W$
Max. totale lengte = 155mm
Max. diameter = 62mm
Gewicht = 100g

buisvoet plus aansluitingen 300B staan hieronder weergegeven.





had in die tijd revolutionaire ideeën, met zowel transistoren als buizen. Een bekend voorbeeld was de 2X8 watt klasse A-versterker gevoed door accu's. De Franse Japanner Jean Hiraga, van wiens hand ook nog een uitstekend boek verscheen getiteld: "Initiation Aux Amplis A Tubes", zou wel eens de connectie geweest kunnen zijn tussen de Europese en Japanse high-end scène. In Japan hielden een aantal groepen en clubs zich al vanaf de 60er jaren met high-end buizen techniek bezig. Het is daar geweest dat de SE schakeling nieuw leven werd ingeblazen. Bekende namen uit die Japanse high-end groepen zijn o,a, Mr. Isamu Asano en Mr. Nobu K. Shishido en Mr. Katsutaro Anzai. Deze mensen hebben pionierswerk verricht op het gebied van met name single ended schakelingen. E.e.a. is ook goed waar te nemen in het boek van Jean Hiraga, dit is voor een groot gedeelte gevuld met schema's en beschrijvingen van SE versterkers. (4)

Er zijn na het succesvol blijken van de originele 300B, vanaf de 70er jaren vele klonen en varianten verschenen. Daarvan de belangrijkste: STC 4300B / Svetlana 300B / AV VT 300B/ VAIC 300B / KR 300B / JJ 300B / Golden Dragon 300B.

Waarom werd de 300B zo bekend.

Het zijn de Japanners die de kwaliteiten van deze buis op grote schaal gingen waarderen en zodoende een heel belangrijk deel bijdroegen aan de bekendheid ervan. Het single ended principe was natuurlijk allang bekend, de allereerste versterkers ter wereld berusten allemaal op het single ended principe. Het is ook de meest logische vorm van denken als er nog geen andere systemen bekend zijn. Bedenk wel dat er in het

begin helemaal niets was wat op een versterker leek. In de latere jaren van de versterkertechniek waren er allerlei verschillende technieken en schakelingen, en deze werden ook ruim toegepast. Eigenlijk is het zo geweest dat de SE schakeling een beetje vergeten was door de veelheid van andere principes, en het is al eerder gezegd de vermogenshonger was ook een belangrijke factor. De SE schakeling munt uit door eenvoud, bovendien wordt de vorm van de originele sinus ongemoeid gelaten, en dat is wat de nieuwe stroming in Hifi juist wilde. Het credo in de jaren 80 werd: eenvoud, en dus minder componenten in de signaalweg. De SE schakeling paste uitstekend in deze denkwijze. In Frankrijk was zo'n stroming ontstaan onder de naam L' Audiophile, en vaak wordt de naam van Jean Hiraga erin een adem mee genoemd. L' Audiophile

En zoals het zo vaak gaat, het begon op een kult te lijken. De 300B maar ook andere trioden werden herontdekt, en Amerika toen nog steeds een groot supplier en voorraadhouder werd leeggekocht. Het verhaal gaat dat scheepsladingen vol naar Japan zijn gegaan. En jawel daar ging de prijs, met een sneltreinvaart naar ongebreidelde hoogten. Western Electric bleef produceren, met nog enkele licentiehouders waaronder Cetron. Tot in de 80er jaren is de 300B ook voor de military en de NASA geproduceerd. Hier vond de-

ze buis een toepassing als regulatorbuis, kennelijk met speciale eigenschappen (spanning?), want ik zou me een betere buis kunnen voorstellen voor dit doel (6336 / 6080). Zijn faam ging de wereld over als het summum plus ultra voor de ultieme high-end versterker, en het moet gezegd, hij klinkt fantastisch goed. Wellicht bestaat er geen tweede buis met een voor audio zo'n mooie klank en expressie. Voorwaarde is natuurlijk wel dat de 300B geplaatst wordt in een omgeving waar de enorme kwaliteiten tot hun recht komen. De magie van de 300B was geboren, schaars te verkrijgen, prijzen zeer hoog, dus moest hij wel goed zijn, de vicieuze cirkel was gesloten. Zelfs de klonen van STC en Cetron kregen er een goede naam door in de schaduw van dit succes. Alweer in 1996 werd een doorstart gemaakt onder de naam Westrex. Ene Bernhard Magers was een van de nog levende, leidende personeelsleden van WE vóór 1988. Deze persoon wordt als verantwoordelijk gezien voor het succes van de nieuwe WE300B. Western Electric bestond niet meer, maar de 300B zou onder de oude naam weer geproduceerd en gerealiseerd worden. De productiemachines en tooling stonden nog in het magazijn. Dus werden de (oude) lieden en gepensioneerd die met de productie tot eind 80er jaren waren bezig geweest, opgeroepen om op vrijwillige basis en in een nieuwe bedrijfsvorm, de productie van de originele WE-300B weer onder de oude naam ter hand te nemen. Veel materialen o.a. gloeidraad, was nog van de oude productie aanwezig en ook dit zal aan de

legendarische kwaliteit nog bijdragen. Voor zover mij bekend is dat nu nog zo, maar de prijzen zijn niet meer die uit de 70er en 80er jaren. Je betaalt voor een spannetje WE-300B's nieuwe aanmaak nu ca \$1000,slik, slik..... 2500 Nederlandse florijnen of ca 1150 Euro's voor 2 buizen, het is toch niet te geloven. Ook al eerder aangehaald, de succesformule trekt veel buizenfabrikanten die nog bestaan of weer zijn opgestart, over de streep om het ook te proberen. De Chinese nog bestaande fabrieken maken al sinds jaar en dag onder allerlei namen klonen van de 300B, maar de kwaliteit (ook de sonische), en de levensduur verwachting zijn bij lange niet die van de originele 300B.

Gloeien 2

De discussie over de toegepaste gloeidraad is nog steeds (letterlijk) een heet hangijzer in audio-kringen. De meesten gaan voor de direct verhitte gloeidraad vanwege zijn betere klank. Deze gloeidraad kan verschillende vormen hebben. 1 of 2 maal V vorm is mogelijk (AZ1/4), Deze komt bij trioden niet veel voor. Daar heeft hij vaker de vorm van een M, of een meervoud daarvan. In de hoeken van de bovenzijde van de M zijn dan spanveertjes ter ondersteuning aangebracht. Toch zijn daar ook weer verschillende uitvoeringen te zien. WE b.v. gebruikt een gloeidraadvorm welke bestaat uit twee M's naast elkaar op de volgende manier; MM, dus met een centrale middenpoot, evenals Cetron dat doet. Echter Cetron sluit de gelijkspanning + en -, links en rechts onder aan de

MM aan, maar WE gebruikt de gezamenlijke middenpoot als b.v. min(-) en sluit de beide uiteinden aan op plus(+). Dit wordt genoemd een "center-tapped filament" oftewel in Nederlands een gloeidraad met middenaftakking. Het apart centreren van de gloeidraadspanning is bij deze uitvoering dan ook overbodig, terwijl dat bij de andere uitvoering vaak nodig is. De klankverschillen die daarvoor ontstaan kunnen veroorzaakt worden door niet lineariteiten in die zelfde gloeidraad, immers elke direct verhitte triode heeft last van een variabele ruimtelading, veroorzaakt door het niet overal gelijke potentiaal van de kathode (in dit geval ook gloeidraad). Misschien is dit ook wel de reden waarom vaak wordt gezegd dat AC (wisselstroom) op dit soort gloeidraden beter klinkt, ondanks de grotere kans op brom. In ieder geval heeft de gloeidraad met middenaftakking minder hinder van deze ladingsverschillen, en zou beter kunnen klinken op gelijkstroom dan de langere uitvoering van de andere gloeidraad. Het zou ook wel eens kunnen verklaren waarom buizen met een lage Vf, en dus kleinere ladingsverschillen, vaak heel goed klinken, b.v. 2A3 als eindbuis (2,5V), en bijv. een 26 als voorversterkerbuis (1,5V). In de laatste jaren zijn er allerlei neefjes van de 300B ontwikkeld welke allemaal afkomstig zijn van de oude bestaande typen. De 2A3, AD1, AD100 en PX25 en wellicht nog meer uitvoeringen stonden model voor verbasterde "remake" uitvoeringen, die nu onder allerlei coderingen van verschillende fabrikaten in de handel

zijn tegen hoge prijzen. KR ging zelfs zover om een reuzentriode te ontwikkelen in een heel grote ballon, welke bestaat uit 2 gestapelde binnenwerken van bestaande triodes. Enkele fabrikanten slagen er nu echter wel in om de kwaliteit en de levensduur behoorlijk te benaderen van het origineel. Ik heb proeven gedaan met trioden die het geluid van de originele 300B kunnen overtreffen.

Maar de originele WE-300B blijft toch het paradepaardje. Op een clubavond van de Audioclub Nunspeet heb ik begin 2000 mijn visie van een SE-versterker met de uitstekende Svetlana 300B laten zien en horen. (5) Foto's misschien nog op www.acn.hifi.nl en www.hear.nl. Daar waren op mijn verzoek ook twee nieuwe WE-300B's uit de oude voorraad 50er 60er jaren in originele doos aanwezig. Een collega clublid, de bofkont, heeft ze. We hebben toen aan het eind van de demonstratie de Svetlana's vervangen door deze originele jongens. De versterker was warm, buizen waren ingespeeld. De WE's werden geplaatst, maar waren koud en niet ingespeeld. De zaal (ca 45 pers.) jureerde, unaniem werd beweerd dat de WE's nog luchtiger en muzikaler speelden dan mijn Svetlana's. Maar helaas zijn die echte oude trioden niet meer te verkrijgen, en dan is de Svetlana een uitstekend en ook goedkoper alternatief.

Het is deze oude triode die ook nu veel mensen aanzet om een toepassing ermee te bedenken, veelal gebaseerd op oude schema's. De 300B is al in zoveel

schema's aangetreden als eindbuis, zowel in SE als PP (push-pull) dat echte vernieuwing niet meer haalbaar is, of het zou een tot dusverre mislukt OTL (Output Transformer Less) experiment moeten zijn.

De opzet van een dergelijke versterker kan op een aantal verschillende manieren. De oude Western Electric versterker 91A waar de 300B voor bedoeld was, werkte met een ingangstransformator en twee penthoden (WE-310A) één als ingangsbuis achter de trafo en één als driver voor de 300B. Maar de 300B kan ook gestuurd worden door enkel een stuurtransformator. De meest voorkomende schakelingen zijn die met twee buizen ervoor geschakeld. Dat kunnen trioden zijn maar ook penthoden, of een mix hiervan. De interstage trafo kan hier ook weer een rol spelen. Talloos zijn de al reeds opgevoerde schema's tot op heden.

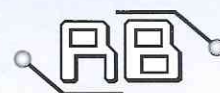
Het is dan ook niet het streven voor een totaal vernieuwende schakeling, maar het bereiken van een muzikale schakeling die mij er ook toe heeft aanzet de magie van de 300B te exposeren.

De versterker welke ik 1° jaar geleden heb gemaakt, ik zeg bewust niet ontworpen, want alles is al ontworpen in deze techniek, maakt gebruik van de zeer mooie Van der Veen uitgangstransformator van Amplimo en gebruikt als driver de mu stage van Alan Kimmel uit 1992. De versterker is opgebouwd met de uitstekende Svetlana buizen. Deze mu stage is een logisch gevolg van

de mu follower uit alweer de vijftiger jaren.(6) De in de audiowereld bejubelde SRPP schakeling (Shunt Regulated Push Pull) is origineel afkomstig uit de radartechniek, van de 40er jaren. Een vervolg daarop werd mu follower genoemd, en de mu stage is daar weer een variant van. Dit soort (totem pole) schakelingen is opgebouwd uit twee buizen waarvan er een als actieve anode weerstand fungeert. De meest opvallende voordelen zijn de lage outputimpedantie (enkele honderden ohms) en de "constant current operation" en het uitgebreide frequentie spectrum, maar vooral de "klank" oftewel de geluidskwaliteit is volgens mij boven alle andere schakelingen verheven. Om deze redenen heb ik in 1993 een aantal mu stages gebouwd en uitgetest in verschillende versterkers waaronder ook pre-amp lijntrappen. Vergelijkingen met cascode, SRPP, en mu stage vielen steeds in het voordeel van de mu stage uit. Steeds weer blijkt de geweldige kwaliteit. Als actieve anode weerstand kunnen trioden, mosfets, maar het mooiste penthoden met een grote steilheid gebruikt worden. B.v. buizen als 12BY7, 6AG7, E810F, E180F, E186F, E282F maar ook de EL83 of SV83 van Svetlana doet het goed op deze plaats.

Het is de bedoeling om in een paar volgende artikelen, zoals gezegd in mijn vorige artikel over de HDPP 100 in dit maga-

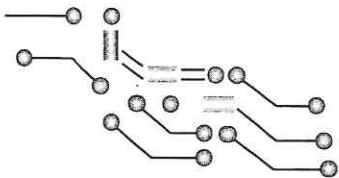
Wordt vervolgd in het volgende nummer van RB Elektronica.



Ontwikkelingen rond een oude triode

In de vorige RB Elektronica is dit artikel abrupt afgekapt. Hiervoor onze excuses. Er is wat mis gegaan en dat had niet mogen gebeuren. Bovendien zit er een klein foutje in. Zoals zo vaak, komt een foutje niet alleen. We hebben nu dus twee foutjes. Het derde foutje is dat op de cover nr. 1 staat, terwijl dat uiteraard nr. 2 had moeten zijn. Nu is de cirkel weer rond. Na de korte inleiding, wordt de laatste alinea van het artikel hier compleet afgedrukt.

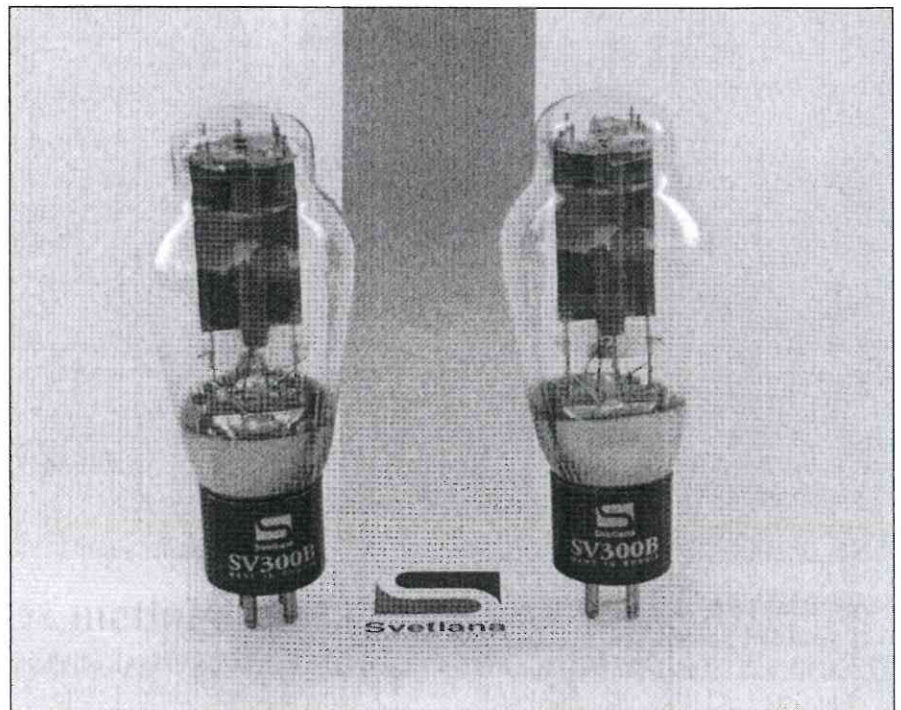
Hij is de laatste 20 jaar wereldwijd weer helemaal terug, de radiolamp alias elektronenbuis. En speciaal is er voor de direct verhitte trioden veel belangstelling, ook al omdat de triode de meest simpele vorm van een versterkende elektronenbuis is. Maar ook omdat er de laatste jaren bij versterkerbouwers een zekere magie m.b.t. de oude trioden is ontstaan.



Bert Fruitema

Rectificatie

In de vorige, gewraakte, aflevering stond in de voorlaatste alinea op pagina 42: De versterker welke ik 1 (graad) jaar..... moest zijn De versterker welke ik 1 1/2 jaar.....



Het is de bedoeling om in een paar volgende artikelen, zoals gezegd in mijn vorige artikel over de HDPP 100 in RB Elektronica, nog een paar ontwerpen te publiceren over SE. Ik ben in de gelukkige omstandigheid te beschikken over de allereerste 2 SE-uitgangstrafo's ter wereld, van VDV Plitron - Amplimo met een vermogen van 90 W. Deze ga ik gebruiken voor een PSEontwerp met 2 X de VT4-C of-tewel de 211 parallel, of 2 X SV-572 van Svetlana als uitgangstrap. Deze configuratie kan ze-ker 40 Watt SE power op de plank brengen, en maakt SE meer bereikbaar voor bezitters van luidsprekers met een geringer rendement. Gezien mijn ervaringen met de 17W trafo's VDV Plitron - Amplimo voor de 300B belooft dit wel wat. Nu echter

wordt eerst een high-end SE ontwerp met de fameuze 300B gepresenteerd. En U raadt het al, inderdaad met als driver de mu stage, Svetlana 300B en de VDV - Amplimo SE uitgangstransformator.

Het leek me een goede inleiding om voor diegenen die er niet mee op de hoogte zijn, iets te vertellen over die oude trioden en met name de 300B. Dat is dan bij deze gebeurd.

Tot de volgende keer.

Literatuurlijst

Radio Handbook, tenth edition.
Electronenbuizen. Deel 1t/m/7 Philips
Technische Bibliotheek
Radio Techniek, J.Roorda Jr.

Initiation Aux Amplis A Tubes, Jean Hiraga, (Société éditrice: éditions fréquences)
Svetlana Audio Tubes, catalogue Fall 1998
(6) Glass Audio 1993, volume 5, number 2.

Officieel importeur van Svetlana elektronenbuizen, VDV uitgangstransformatoren en Amplimo voedingstransformatoren voor Nederland is: Amplimo BV, Delden, Tel. 074-3763765.



De HQSE 12, een monoblock single ended audioversterker met de 300B

Deel 1

Inleiding, en de drivertrap

Het is alweer een jaar geleden dat de HDPP 100 balansversterker op deze pagina's beschreven is. En zoals destijds al vermeld, volgt nu een ontwerp volgens het Single Ended principe. SE staat voor enkelzijdig, en deze manier van opbouw is terug te vinden in vrijwel alle vroegere tafelradio's als zijnde een heel eenvoudige manier van LF versterking. En waarom zou dat in de huidige high-end audio opvattingen niet passen. Ook nu weer een monoblock versie.



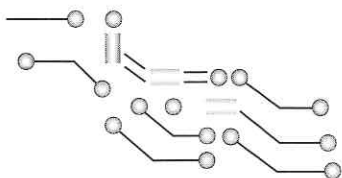
meest voorkomende vorm, alhoewel ook een enkelzijdige kathodevolger als single ended betiteld moet worden.

De enkelzijdige schakeling was de eerste vorm van schakeling in versterkers vanaf het begin. De populariteit van SE hebben we ook een beetje te danken aan het feit dat veel mensen er spreekwoordelijk mee opgegroeid zijn via de radio die ze zelf hadden/hebben, en of bij de ouders of opa en oma thuis via de radio uit die tijd. Onbewust is dit toch een beetje blijven hangen, en men hoort dan ook vaak zeggen: het geluid van buizen en buizen SE in het bijzonder doet me denken aan het geluid vroeger bij mij thuis.

De omschrijving van deze schakelmethode komt er op neer dat de anode van de eindbuis, (dit kan een triode, tetrode of penthode zijn) direct met de primaire van een uitgangstransformator verbonden is. We zouden moeten zeggen "speciale" transformator, omdat de meest voorkomende vorm van uitgangstransformatoren voor versterkers de balanstransformator is. Zoals in het vorige artikel (1) omschreven, is het verschil in opbouw te vinden in de primaire wikkeling en de toegepaste kern. De primaire wikkeling is niet voorzien van een middenaftakking (centertap) maar kan nog wel voorzien zijn van een speciale ultra lineaire aftakking. De primaire van een SE OPT heeft meestal

Het principe

Het single ended principe is al zo oud als LF versterking bestaat. Het is de meest ongeunstelde opbouw van een audioversterker. Alle schakelingen met één buis (transistor), veelal ook terug te vinden in voorversterkers etc. waar het volledige signaal versterkt wordt, heten SE. Dit wordt nog wel eens vergeten omdat de naam single ended uit de Engelse taal afkomstig is, maar hier in Nederland zeggen we gewoon: enkelzijdige schakeling. Het komt er in principe op neer dat de buis in zijn eenvoudigste vorm geschakeld wordt, d.w.z. als anode volger. Dit is de



Bert Fruitema

twee aansluitingen n.l. het begin en het einde van deze wikkeling. Maar ook hier kennen we trafo's met een ultra lineaire tap, deze komen echter niet veel voor, omdat penthode SE minder gebruikt wordt. De secundaire wikkeling is gelijk aan die van balansuitgangstransformatoren, en kan voorzien zijn van meerdere aftakkingen. Er zijn twee belangrijke verschillen t.w. een elektrisch en mechanisch verschil!

Het mechanische verschil is dat de SE uitgangstransformator voorzien moet zijn van een speciaal berekende luchtspleet in de te magnetiseren kern van de transformator, en het elektrische verschil is dat, al eerder besproken, de gehele (gelijk) anodestroom plus de audioinformatie van de aangesloten eindbuis(zen) enkelzijdig door deze primaire wikkeling loopt, en deze zal zich voor wat dit gedeelte betreft zich als een spoel gedragen en als gevolg daarvan de kern permanent magnetiseren, zolang het gelijkstroomaandeel daar loopt. De luchtspleet dient om de ontstane magnetische krachtlijnen te hinderen, en om langs deze weg de grens van verzadiging van de kern te verleggen. Ook zijn er nog verschillen in de opbouw van de wikkelingen. De anodestroom welke door deze primaire constant loopt, is dus de stroom waarin de audioinformatie (wisselstroom) ook is opgenomen. Dit noemen we klasse A.

Het is heel fraai voor óns doel, als we er voor kunnen zorgen dat deze stroom niet verandert als de audioinformatie door de combinatie buis/trafo loopt. We zeggen dan dat de buis mooi in klasse A blijft staan, en dit zal de vervorming die anders kan ontstaan voorkomen. Er zijn nog meer speciale eigenschappen te noemen, maar deze zal ik in dit artikel niet allemaal aanhalen. (3)

Wat is nu het voordeel, en wat is het nadeel van al dit gedoe. Om te beginnen met het voordeel, de geboden geluidskwaliteit wordt

geroemd in alle buizenkringen. Er wordt, met als tegenstelling Push-Pull, niets samengesteld, de gehele complete audioinformatie is compleet aanwezig, er kan dan ook geen crossoververvorming ontstaan, en er worden ook geen oneven harmonischen geproduceerd. Als bekend mag worden verondersteld, zijn crossoververvorming en oneven harmonischen niet gewenst in audio.

Het SE principe was al lang bekend, notabene het oudste versterkerprincipe, het is echter weer opnieuw flink onder de aandacht gebracht door de van oorsprong Japanse en Franse audiofiele wereld, en de aanhangers van het SE principe vinden dat er niet beter is. Maar er zijn ook nadelen, vaak minder vermogen, een andere trafo dan gewoon, en ook minder rendement. Bovendien is er al gauw veel 2^e harmonische vervorming aanwezig. De continue door de primaire wikkeling lopende anodestroom zorgt voor warmte ontwikkeling en magnetische en koper en ijzerverliezen die groter zijn dan in een balanstransformator. In de balanstransformator zijn de primaire wikkelingen namelijk tegengesteld van richting gewikkeld en als gevolg daarvan zullen de daardoor opgewekte magnetische velden elkaar opheffen. Zuid tegen zuid, en noord tegen noord, resultaat nul, en daarom ligt de grens van magnetische verzadiging van de kern veel verder weg, n.l. daar waar die begrensd wordt door de audiostroom alleen. Een SE versterker en dan ook nog met de minst efficiënte buis die bestaat, de triode, levert een versterker op met zo'n beetje het slechtste rendement dat we kennen. Maar ja de door velen zo bejubelde kwaliteit kent zijn prijs.

De "andere" transformator

Ook geldt hier zoals bij alle heel goede uitgangstransformatoren, dat de gebruikte materialen en de

werkwijze om hem te fabriceren echt heel erg goed moeten zijn. In de eerste plaats is de wijze van wikkelen zeer belangrijk. Zo maar even wat draad op een spoelkoker wikkelen is er niet bij. Meerkamer wikkelingen, waarvoor de primaire is onderverdeeld in meerder secties zijn noodzakelijk om onder meer de parasitaire capaciteit van deze wikkeling zo laag mogelijk te houden. Dan worden de capaciteiten van die kamers in serie geschakeld en neemt de totale parasitaire capaciteit af.

Deze capaciteit (capaciteit tussen wikkelingen onderling) moeten we zien als een condensator, die parallel staat aan de primaire wikkeling, en als hij van voldoende capaciteit is, het frequentiebereik behoorlijk kan beïnvloeden. De soort draad, dikte van de isolatie, en de wikkelwijze zijn hier van grote invloed. Dit geldt, in verminderde mate ook voor de secundaire wikkeling(en). Deze secundaire wikkeling bestaat bij kwaliteitstransformatoren vaak uit meerdere parallel geschakelde wikkelingen om de koppelfactor van de trafo te verbeteren. Verdere verbeteringen van deze koppelfactor worden ook nog verkregen door deze secundaire wikkelingen te integreren in de primaire wikkeling. E.e.a. stelt natuurlijk ook hoge eisen aan de isolatie van de transformator. Gelijkspanningen van ca 450V die aanwezig zijn op de primaire wikkeling zijn meer regel als uitzondering, en bij versterkers met trioden die origineel bedoeld zijn voor zenders, zijn deze spanningen nog veel hoger.

Buizen als 300B (450V), 807 (600V), 5V572 (700-800V), 211 (1000 a 1200V) zijn zeer geliefd in de SE wereld, en stellen zo hun eisen aan de isolatie van de transformator. En dan hebben we het nog helemaal niet gehad over de vorm en samenstelling van de kern, en het gebruikte materiaal hiervan. Speciale staalsoorten in gesinterde vorm, silicium en nikkel toevoegingen met speciale verhoudingen, amorfe structuren, en combinaties van dit alles zijn hier

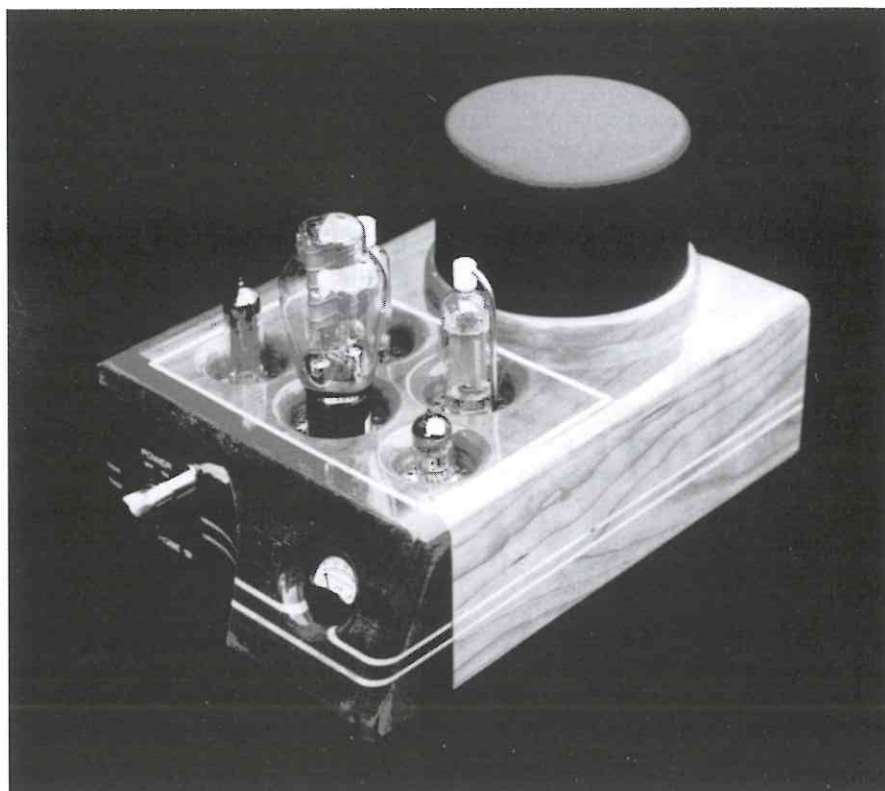
aan de orde. Kernkwaliteiten worden aangegeven in Barkhausenruis. (2)

De uitgangstransformator wordt hier zo uitgebreid besproken omdat hij ontzettend belangrijk is in een buizenversterker. Hij verzorgt de koppeling en aanpassing met de uitgekiende versterkerschakeling en de met veel zorg gekozen componenten daarin, en de luidspreker wordt anderzijds vertegenwoordigd richting versterker. Alles wat er in de versterker en luidspreker gebeurt gaat via dat ding. Hij bevindt zich dus midden in de signaalweg. Dus belangrijkheid: premium/diamant /goud + 1.

Het is niet te voorkomen om ook hier nog maar weer eens melding te maken van een geheel nieuwe ontwikkeling op dit gebied, n.l. de inspanningen van mijn stadsgenoot Ir. Menno van der Veen. Dit heeft naar mijn mening de ontwikkeling van kwaliteits (High-End) buizenversterkers een nieuwe impuls gegeven met de komst van de nieuwe generatie ringkernuitgangstransformatoren. (Amplimo, Delden) De hiervoor genoemde technieken zijn daar in toegepast en waarschijnlijk nog wel meer trafotechnische trucjes dan ik al heb vermeld. (3)

Het zal dan ook wel duidelijk zijn dat de transformator van de besproken versterker er een is van het ringkerntype en wel de Amplimo VDV 3035 SE. Deze heeft een primaire impedantie Z_a van 3486Ω . De secundaire impedantie Z_{sec} bedraagt dan 4 en 8Ω . Vermogen P_{nom} , welke verwerkt kan worden, bedraagt 17W. Frequentiebereik (1dB punten) 7 – 48.500 Hz. Primaire zelfinductie L_p is 28H Kwaliteitsfactor $Q_f = L_p / L_{sp}$ is 4000. Verzadigings-gelijkstroom I_{dc} 173mA

Er zijn nog veel meer parameters te vermelden van deze trafo, maar deze zijn te vinden in een datablad



hierover van Amplimo. (4) De belangrijkste heb ik hier vermeld.

De schakeling

Er zijn tot nu toe al zo enorm veel schakelingen gepubliceerd met de 300B in de eindtrap, dat ik me niet voorstel daar iets nieuws aan toe te voegen. Daarbij komt dat een SE versterker op zich al redelijk eenvoudig is, en dus lijken veel varianten erg op elkaar. Toch zijn er een paar welke we kunnen noemen.

- Een enkele drivertrap via een koppelcondensator verbonden met de 300B.
- Een in cascade geschakelde drivertrap met twee koppelcondensatoren.
- Dezelfde schakeling maar nu DC gekoppeld, dus één koppelcondensator.
- Een enkele drivertrap via een interstage transformator.
- Geen drivertrap met buizen, doch enkel een ingangs/step-up interstage transformator.

Al vanaf voorjaar 1993 toen Alan Kimmel zijn inmiddels bekende artikel er over schreef in het Amerikaanse audioblade *Glass*

Audio, ben ook ik aan het experimenteren geweest met deze z.g. totempole schakeling. De door hem beschreven schakeling welke hij Mu Stage noemt, is een logisch gevolg van een aantal andere totempole schakelingen waaronder de SRPP (Shunt Regulated Push Pull), een schakeling welke uit de radarwereld afkomstig is, en uit de 40er jaren stamt, en de Mu Follower. (5) Deze schakeling, de Mu Stage dus, is als ingang/driverschakeling toegepast in deze versterker. Hij valt dus onder groep a.

Er wordt gebruik gemaakt van een triode als versterkend element met een zo steil mogelijke penthode als actieve anode belasting. Hier zorgt de penthode voor een constante anodestroom door de onderliggende triode.

De Mu Stage heeft als voordeel dat de uitgangsimpedantie voor buizenbegrippen zeer laag is. Hier geldt:

- hoe lager de anodeweerstand van de onderste triode, des te lager is de uitgangsimpedantie.
- Hoe hoger de steilheid is van de bovenliggende penthode, des te lager is de uitgangsimpedantie.

- c. Hoe hoger de stroom door de penthode, des te lager is de uitgangsimpedantie.
- d. Als de kathodeweerstand van de triode voor wisselstroom wordt ontkoppeld met een condensator (elco), zal de uitgangsimpedantie nog verder dalen.

Componentkeuze

Zoals we in het eerste artikel over de HDPP 100 al zagen, zal parallelschakeling van de beide secties van de hier gebruikte 6N1P of 6N2P leiden tot halvering van ruis en inwendige weerstand van deze buis met gelijkblijvende μ (versterking). (1) Ook dit is dus een belangrijke bijdrage om de uitgangsimpedantie van de drivertrap naar beneden te krijgen. In dit geval is de uitgangsimpedantie ca 200 Ω , en dat is voldoende laag om de 300B aan te sturen. De uitgangsspanning bij deze lage impedantie is zeer hoog, bij een voedingsspanning van +400V is een audiouitgangsspanning van ca. 100V RMS makkelijk haalbaar. Om Alan Kimmel niet verder te kopiëren raad ik geïnteresseerde lezers aan om het artikel van hem te bemachtigen. (5)

Dit kennende, wordt langzaam duidelijk hoe de componentkeuze tot stand is gekomen. De beste keuze voor de penthode van een Mu Stage is er een te kiezen met een zo groot mogelijke steilheid. Deze "steilheid" wordt in de Europese buizenboeken meestal opgegeven in mA/V. Betekend het quotiënt van de anodestroom variatie ΔI_a tengevolge van een kleine variatie van de roosterspanning ΔU_g bij gelijkblijvende U_a . Dus: $S = \Delta I_a / \Delta U_g$ (U_a constant).

In Engelstalige boeken wordt vaak "transconductance" $G_m = \mu \text{mhos}$ gebruikt. G_m betekend de verhouding van een kleine verandering van de roosterspanning ΔU_g t.o.v. de anodestroom I_a , zonder enige verandering bij de andere elektrodes. Handige sleutel tussen deze twee aanduidingen voor de steil-

heid is de factor 1000. Voorbeeld: steilheid 50mA/V komt overeen met $G_m = 50.000$.

Het buizenboek raadplegende zijn een aantal zeer steile penthodes te vinden. Enkele Europese types zijn: E180F=6688, E186F=7737, E280F=7722, E810F=7788. Of de Amerikaanse types: 6AC7, 6AG7, 6AK7, 6CL6, maar ook: 12BY7, 12GN7, 12HG7. Om het punt c. van de eerder genoemde uitgangsimpedantie aan te houden, kunnen we concluderen dat ook powerpentodes in aanmerking komen. Deze opereren bij een hogere I_a en zijn dus prima geschikt voor deze taak. Bijvoorbeeld de EL83, $I_a = 36\text{mA}$ en de steilheid is 10mA/V of $G_m = 10.000$. Maar ook de EL84 kan, $I_a = 48\text{mA}$ en de steilheid is 11,3mA/V of $G_m = 11300$.

Omdat de EL83 bij Svetlana bekend is als SV83, is hiervoor gekozen omdat dan een voor iedereen goede verkrijgbaarheid verzekerd is, en dat zijn de uitgangspunten voor nabouw en publicatie van een versterker in dit magazine. De onderliggende triode is een 6N1P of 6N2P. Ook dit zijn van oorsprong Russische buizen, de 6N1P heeft een zeer goede naam opgebouwd in de audiowereld, heeft een μ van 33 en is evenals de SV83 goed verkrijgbaar (Amplimo). Deze 6N1P wordt vaak vergeleken met de E88CC, maar is niet alleen om de hogere gloeistroom I_f verschillend van de E88CC. Hij is pin compatible dat wel, ook dezelfde μ van 33, maar dan houdt de vergelijking toch snel op. De klank van de 6N1P is evenals die van de 6N2P heel goed. De inwendige parameters zoals R_i en capaciteiten tussen elektrodes etc. zijn totaal anders. Is de E88CC van origine een SQ buis bestemd voor HF gebruik, de 6N1P is ontwikkeld voor veel meer andere doeleinden, en deze liggen hoofdzakelijk in de military. De 6N2P heb ik inmiddels ook al een paar maal genoemd, heeft een μ van 98 en is voor wat dit betreft praktisch gelijk aan de 12AX7 of ECC83 ($\mu = 100$, maar lijkt er

verder niet op), en is dus geschikt om een hogere ingangsgevoeligheid van de versterker te verkrijgen, maar is minder goed verkrijgbaar. Hij kan wel zonder meer worden uitgewisseld met de 6N1P. Het gevolg zal dan zijn, met behoudt van alle excellente eigenschappen, een hogere ingangsgevoeligheid. De versterker heeft met 6N1P als ingangsbuis, een ingangsgevoeligheid van 2V rms voor volle uitsturing. Met gebruikmaking van een 6N2P wordt dit ca 0,75V = 750mV rms. Natuurlijk kunnen op deze plaats ook andere (dubbel) trioden worden toegepast, b.v. de hierboven genoemde ECC83 in plaats van 6N2P kan dus, maar de parameters zijn zoals gezegd weer anders, evenals de pinning.

Interessant kan gebruik van een 6SN7, 6SL7 of de enkele triode 76 zijn, de klank hiervan staat zeer goed bekend. Bij toepassing hiervan kunnen de eigenschappen van de versterker veranderen, dit is niet onderzocht. De klankeigenschappen zijn met de beschreven buizenbezetting nu al excellent.

Bij het ter perse gaan van dit artikel kwam de nieuwe 12AX7 = ECC83 van Svetlana (Amplimo) beschikbaar, echter kon een proef hiermede niet meer op tijd gerealiseerd worden. Als de ECC83 wordt ingezet op deze plaats, moet gelet worden op de andere aansluitingen. De verschillen zijn: bij 6N1P /6N2P en E88CC e.d. dat pin 9 een afscherming tussen de beide triode helften is, de gloeidraad is alleen geschikt voor 6,3V, aangesloten op pin 4 en 5. Bij de 12AX7 of ECC83 is de gloeidraad geschikt voor 6,3 en 12,6V, en is de middenaftakking van de gloeidraad aangesloten op pin 9. Hier dus geen afscherming aan massa! Voor 6,3V gloeidraadvoeding moet pin 4 en 5 worden doorverbonden, en vindt voeding plaats via deze doorverbinding, en pin 9. Een lagere ingangsgevoeligheid van deze versterker hoeft geen nadeel te zijn, omdat veel voorversterkers makkelijk 2 tot 3V rms kunnen leveren. Bij rechtstreekse

aansturing vanuit een CD speler met regelbaar volume zijn ook niet veel problemen te verwachten omdat deze praktisch allemaal 2V rms genereren.

In het schema van de voeding treft U nog een schakelingetje aan welke bestaat uit R5 – R6 en C29. Deze schakeling voorziet de gloeidraad van V3, de EL83 van een potentiaal van ongeveer +100V. Dit is gedaan om te voorkomen dat het verschil in spanning tussen de gloeidraad en de kathode van deze buis te hoog wordt. De fabrikant van de buis geeft altijd de maximaal toegelaten spanning tussen deze twee elektroden op. Zoals te zien is in het voorgaande artikel over oude trioden, "ONTWIKKELINGEN ROND EEN OUDE TRIODE" (7), is de gloeidraad van een indirecte verhitte buis, geïsoleerd t.o.v. de kathode. De fabrikant geeft de max. toegelaten spanning hiervan op als Ufc. Bij nagenoeg alle totempole schakelingen komt de kathode van de bovenste buis, welke vrijwel

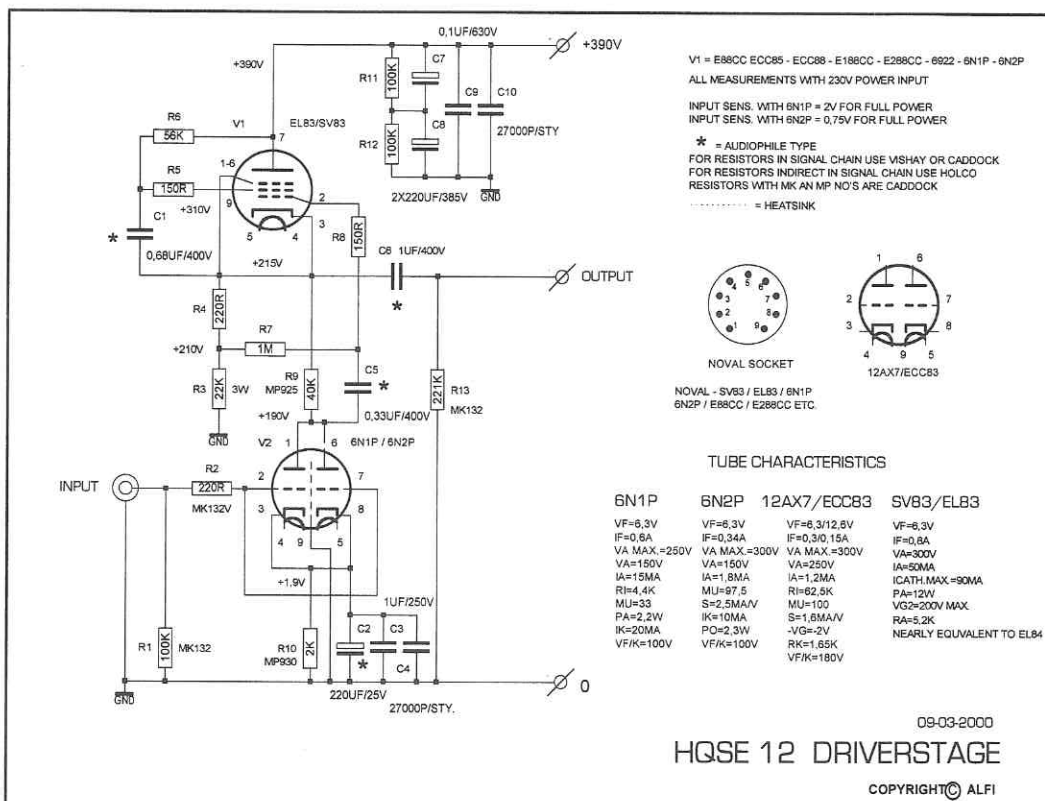
altijd verbonden is met de anode van de onderste buis, op diens anodepotentiaal te staan. Komt deze spanning dicht bij of hoger dan de waarde Ufc, dan is het verstandig om het niveau van de gloeidraad van de bovenste buis op te tillen. Svetlana geeft bijvoorbeeld bij de SV83 een max. heater/cathode voltage (Ufc) op van 100V peak. Zetten we nu op de gloeidraad van de SV83 +100V, dan zal het verschil zijn: +215V (zie schema) – 100 = +115V. Hier komen we dus nog niet goed mee weg. Waarom? Omdat in ons geval de onderste buis ook met dezelfde 6,3V wordt gevoed. Gaan we deze optilspanning dus nog hoger maken, dan zal deze waarde Ufc welke voor de 6N1P toevallig ook geldt, hier weer overschreden worden. Tussen de slechten dan maar de beste gekozen, komen we dus op ca 108V als Ufc voor de SV83, en idem voor de 6N1P. Niet helemaal correct, het is ook het max. van wat de fabrikant aangeeft, maar geen grote overschrijding. In de voorbeeldversterker zijn ook na 1,5 jaar intensief gebruik, nog geen problemen ontstaan, gelukkig.

Indien een oscilloscoop aanwezig is, kan een ingangssignaal op de ingang gezet worden, van laten we zeggen 1000Hz. Op pen 3 van de buisvoet (achter de condensator) van de 300B (die nog niet geplaatst is) kan het uitgangssignaal van de drivertrap bekeken worden. Deze moet op dat punt ca 95 x versterkt t.o.v. het ingangssignaal aanwezig zijn met een buis van 100µ als ingangsbuis. De meting was: 100mV input, gaf 9,5V output op pen 3. Dit is correct want de gebruikte 6N2P heeft een µ van 98. Het is handig om dan meteen een frequentie karakteristiek op te tekenen van het driver gedeelte. Die moet zijn: 10 – 94.000Hz binnen 1dB. Nogmaals we meten dus achter de condensator.

Uit het voorgaande kan dus worden afgeleid dat er in deze versterker maar één koppelcondensator benodigd is. De mening over condensatoren in audio is in de laatste 20 jaar drastisch veranderd. Het artikel van Walter G. Jung en Richard March in het Audio Magazine van Februari en Maart 1980 deed de audiowereld op zijn

grondvesten schudden. (6) Zij toonden aan dat condensatoren wel degelijk invloed hadden op het audiosignaal, en altijd negatief. Zoals altijd zijn aan de voordelen ook nadelen verbonden. Een condensator als scheiding tussen de twee werelden DC en AC is vaak onvermijdelijk. Is bij de uitgang van een drivertrap een DC spanning aanwezig, en kunnen we deze niet gebruiken bij de volgende trap, dan kunnen we als scheiding in plaats van een condensator

Afb. 1 Schakeling drivertrap HQSE 12.



ook een trafo plaatsen. Een inter-stage of ingangstransformator moet van zeer goede kwaliteit zijn om de koppelingstaak in een versterker zodanig te vervullen dat dit in audiofiele zin aanvaardbaar is. En deze trafo's bestaan ook, zeer zeker! Maar gezien de kosten wordt echter vaak van een koppelcondensator gebruik gemaakt. Hier ligt dus nog een belangrijke taak voor een Nederlandse trafobouwer.

De condensator zal als koppeling tussen deze twee trappen de DC spanning verhinderen om in contact te komen met de volgende trap. Dit is precies wat we wilden, scheiding van de DC wereld, en audiokoppeling met de rest.

De ladingveranderingen welke als wisselspanning aanwezig zijn, zullen ook op de andere plaat van de condensator aanwezig zijn. Resumé, de audiowisselspanning lijkt wél door de condensator heen te gaan, maar doet dat in wezen niet in directe zin. Voor onze versterker is het waarom niet zo belangrijk, wel dat het audio signaal zo goed mogelijk en onaangetast wordt overgedragen. Iedereen die iets met Natuurkunde / Elektriciteitsleer heeft gedaan is met dit verschijnsel op de hoogte. Belangrijk in dit verband is de verliesfactor of dissipation factor aangeduid met tangens δ . Deze wordt doorgaans gemeten bij een omgevingstemperatuur van 20° . Deze verliesfactor geeft de verhouding weer tussen het ohmse en capacatieve weerstandsdeel in een condensator waar een wisselstroom doorheen vloeit. Hierboven hadden we al uitgevoeld dat deze stroom er niet echt doorheen vloeit. De verliesfactor tangens δ ; $\tan \delta$ wordt aangegeven in een factor, in samenhang met een meetfrequentie b.v. 10kHz $< (0,2 \cdot 10^{-3})$. Hoe kleiner deze $\tan \delta$, des te beter is de condensator voor ons doel geschikt. Voorbeeld: een keramische condensator heeft typisch een factor van $< 30 \cdot 10^{-3}$. Een styroflex (KS) condensator heeft typisch een factor van $< 0,2 \cdot 10^{-3}$. Het verschil is dan een

factor 150, en dat is nog al wat. Er is nog een eigenschap die van belang voor ons is, en dat is het geheugeneffect in de condensator. Een tamelijk onbekend begrip in strikte technologie van de condensator. Echte gegevens hierover worden door de fabrikant niet of nauwelijks verstrekt. Het is zelfs de vraag of er een eenheid voor bestaat, maar het woord geeft al wel aan wat wordt bedoeld. De tijd die de condensator nodig heeft om geheel te herstellen van de vorige actie. In audiokringen is het bij insiders wel bekend, maar we kunnen er weinig mee omdat het van veel condensatoren niet bekend is. Dus vallen we vaak terug op klankonderscheid tussen de condensatoren.

Uit bovenstaande blijkt dat de eigenschappen van de condensator invloed zullen hebben op de schijnbaar doorgelaten (audio) wisselspanning cq stroom. Het is niet de bedoeling om in dit artikel al deze feiten nog weer eens voor de zoveelste maal te herhalen, maar het is toch makkelijk om dat in dit verband nog even aan te stippen.

Er zijn voor deze specifieke doeleinden inmiddels vele soorten "audio" condensatoren verkrijgbaar. De keuze van de zeer belangrijke koppelcondensator is hier gevallen op een olie/papier type van de Deense fabrikant Jensen, maar op radiomarkten kom je soms ook andere p.i.o.'s tegen. Vaak wordt voor hoogwaardige condensatoren voor dit doel ook wel een mix gebruikt van b.v. polypropyleen en styroflex. en/of andere soorten. Polypropyleen (MKP) voldoet hieraan, evenals de nog wat betere Styroflex (KS). De laatste is echter niet altijd in de "audio" waarden verkrijgbaar, en wordt daarom in ieder geval door mij vaak als "bypass" condensator geplaatst. Het is bekend dat bij bypass de vervangings condensator veel van de goede / slechte eigenschappen overneemt. Omdat de hier genoemde condensatortypen voor audio gelukkig meer

goede dan slechte eigenschappen hebben, komen we er goed mee uit,

In dit geval echter is voor het ouderwetse olie/papier diëlektricum gekozen omdat de "klank" ervan voor mijn smaak het meest superieur is. In het volgende nummer van RBE volgt de beschrijving van de eigenlijke eindtrap, en gaan we ook wat dieper in op de gehele versterker.

Literatuurlijst

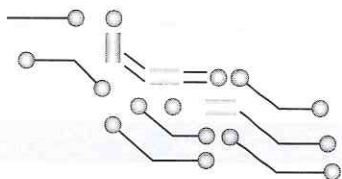
- (1) Bert Fruitema: De HDPP 100 een moderne (high-end) audio buizenversterker met héél veel Nederlandse inbreng. Radio Bulletin Elektronica no 4 - 5/6 - 7 - 8 - 9 / 2000.
- (2) Barkhausen: Elektronen-röhren, Band I - II - III.
- (3) Moderne High-End Buizenversterkers. Ir. Menno van der Veen. Uitgave Segment B.V ISBN 90-538-089-7: NUGI 853
- (4) Amplimo: Uitgangstrafos voor single ended buizenversterkers. Documentatieblad Amplimo Nov. 1998.
- (5) Alan Kimmel: Glass Audio, volume 5, number 2, 1993.
- (6) Walter G. Jung and Richard March, "Picking Capacitors" Audio Magazine 02/03/1980
- (7) Bert Fruitema: Ontwikkelingen rond een oude triode. Radio Bulletin Elektronica no 2 / 2001



De HQSE 12, een single ended monoblock audioversterker met de 300B - Deel 2

De eigenlijke eindtrap

Het is alweer een jaar geleden dat de HDPP 100 balansversterker op deze pagina's beschreven is. En zoals destijds al vermeld werd, volgt nu een ontwerp volgens het Single Ended principe. SE staat voor enkelzijdig, en deze manier van opbouw is terug te vinden in vrijwel alle vroegere tafelradio's als zijnde een heel eenvoudige manier van LF-versterking. En waarom zou dat in de huidige high-end audio opvattingen niet passen. Ook nu weer een monoblock versie.



Bert Fruitema



Eerst nog iets in het algemeen

De ingangs/drivertrap is nu wel voldoende besproken. De erop volgende eigenlijke eindtrap bestaat na de koppelcondensator, uit de buis 300B en uitgangstransformator (OPT). Zoals al eerder gezegd is deze 300B een zeer fraaie triode eindbuis, en staat dan ook als zodanig bekend in de audiowereld.

(7) Het loont dan ook om deze buis zodanig in te stellen dat het maximale audiofiele profijt wordt

behaald. Er zijn verschillende methodes om elektronenbuizen zodanig in te stellen dat ze optimaal werken voor de audioliefhebber. De twee bekendste zijn:

- Automatische instelling met behulp van een kathode weerstand, in de Engelse literatuur bekend als "automatic bias";
- De instelling via een apart toegevoerde negatieve spanning op het stuurrooster, In de Engelse literatuur bekend als "fixed bias".

Beide methodes hebben, zoals het altijd gaat, voor en nadelen. Om

maar met a. de automatische instelling te beginnen, kan allereerst worden vastgesteld dat dit de meest voorkomende is. In praktisch de meeste elektronica van vroeger, en ook nu, werd en wordt de buis via een vaste kathode weerstand ingesteld. Bij deze instelling wordt de kathode met een vaste weerstand met massa verbonden en volgt de buis de meest optimale instelling. Deze weerstand kan nog voorzien worden van een parallel geschakelde condensator (elco) om de kathode voor wisselspanning te ontkoppelen. De als b. genoemde methode, de instelling via apart toegevoerd negatief, wordt bij dit soort schakelingen minder toegepast. Groot voordeel van de onder a genoemde methode is: altijd de juiste en beste instelling, ook tijdens het verouderingsproces. Audioliefhebbers claimen vooral bij de automatische instelling van eindbuizen in SE (single ended) en PP (push pull) dat de "klank" beter is. Nu zullen veel lezers de wenkbrauwen fronsen, maar het is inderdaad waar dat over dit onderwerp veel geschreven en gesproken wordt.

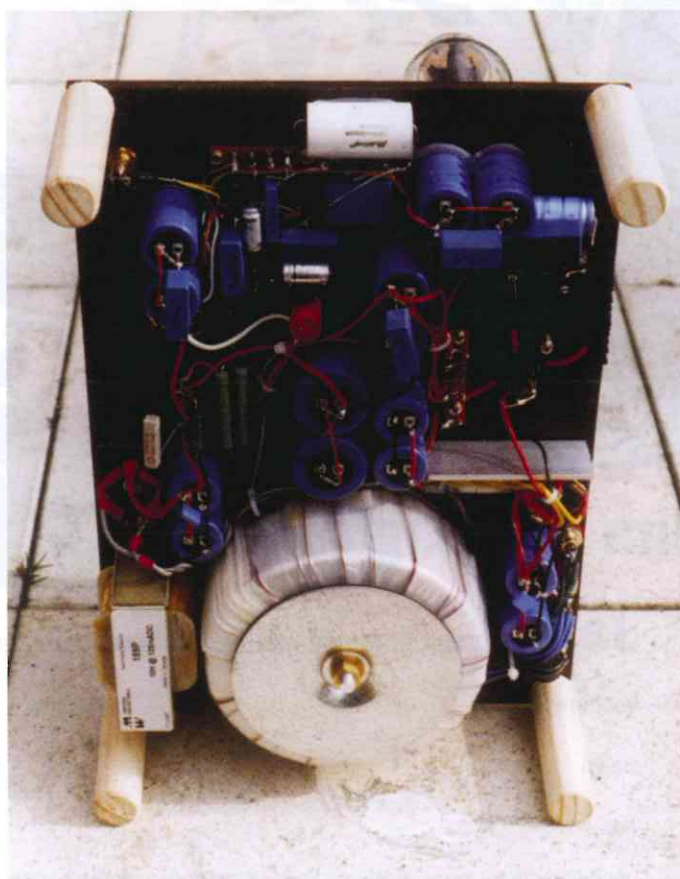
Het is weer net zo'n soort discussie als wel of geen kathodevolger. Ik heb voor een aantal audioclub's in deze regio (oost Nederland) via een korte lezing en demo met een vergelijkingsvoorversterker (Comparison pre-amp H3Q5) de verschillen in klank trachten aan te tonen. Er kon een keuze uit circa 40 soorten, nu onder productie en NOS (New Old Stock) audiobuizen worden gemaakt, en deze kunnen in zowel als kathodevolger of als anodevolger afwisselend worden beproefd cq gehoord. Tevens is er dan de keuze om te kiezen voor gelijkrichting met een direct of indirect verhitte gelijkricht buis. De aangetoonde verschillen werden door mensen in de zaal (circa 45 personen) totaal verschillend beoordeeld. Zoveel mensen, zoveel smaken, dat bleek maar weer eens.

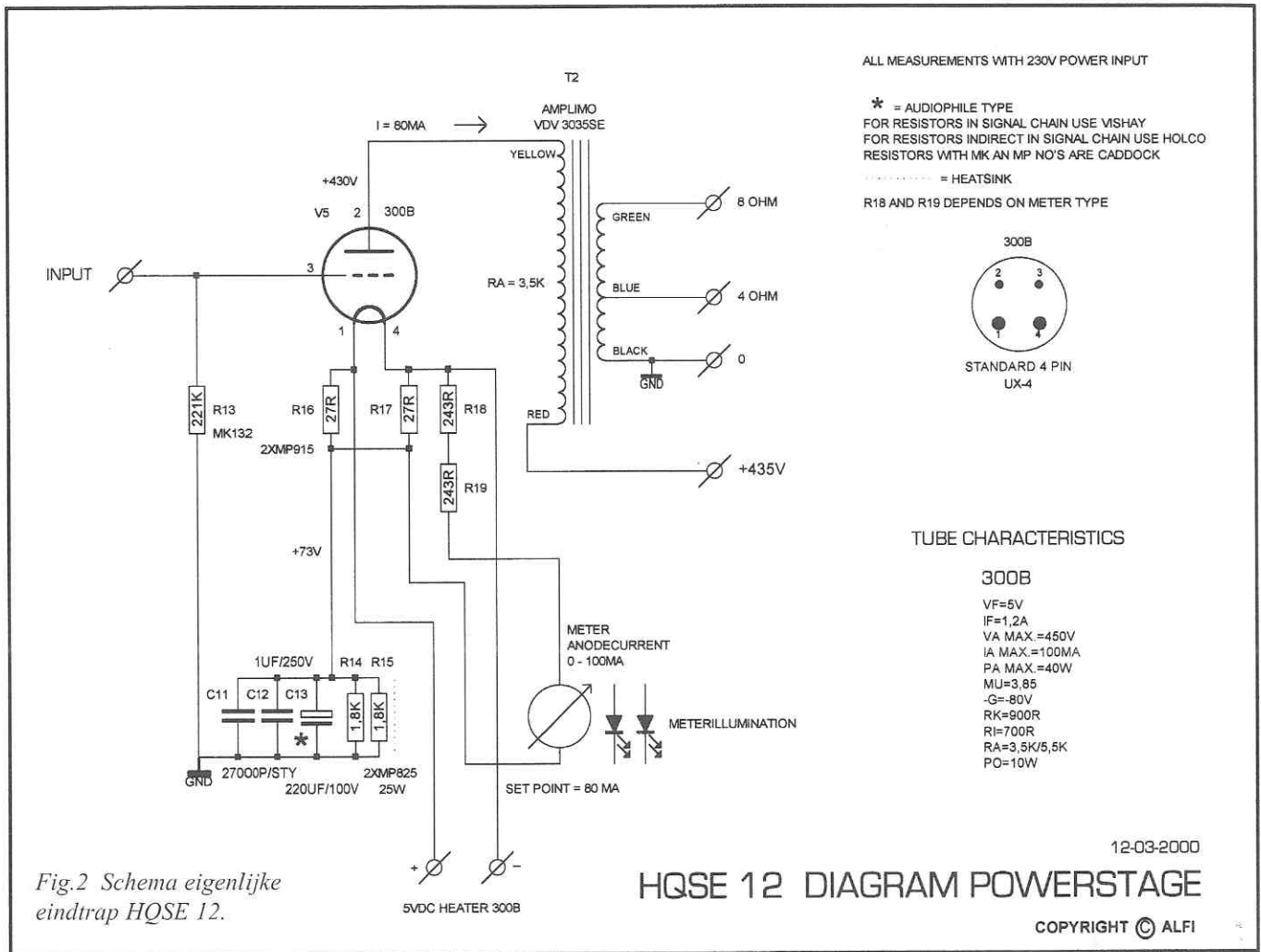
Terug naar de automatische instelling. Er zijn ook nadelen aan ver-

bonden. Bij deze instelling voor eindbuizen is bij meervoudig gebruik in een eindtrap, bijvoorbeeld balans of Parallel Single Ended (PSE) de noodzaak aanwezig om nog stringenter de buizen te paren (matching). Dit paren is altijd zeer aan te bevelen, ook bij niet automatische instellingen, maar het is hier een absolute noodzaak om kwaliteit te bereiken. Nog een ander nadeel is de warmte ontwikkeling die in de kathode weerstand ontstaat. Immers de volle anodestroom (of moeten we zeggen: kathodestroom) plus eventuele roosterstroom (schermrooster bij penthoden) gaat via de kathode en dus door de kathodeweerstand. Kiezen we zoals in deze besproken versterker voor een kathodeweerstand van 900 Ω , dan leert een snelle rekensom dat het gedissipeerde vermogen $P_c = I^2 R = 0,08 \times 900 = 5,76 \text{ W}$ bedraagt, en dat is heel veel, vooral onder in een versterker. Op de foto, rechtsonder, van de onderkant van de Mock-Up, is rechts boven misschien vaag het koellichaam van deze kathode weerstand te onderscheiden.

De meeste compo's in elektronica hebben een grondige hekel aan te veel warmte, en daarom moet er dan ook voor een goede plek en een goede warmteafleiding gezorgd worden. Deze weerstand moet de opgewekte warmte cq vermogen aankunnen, en daarom wordt er meestal gekozen voor een draadgewonden exemplaar. Maar dat heeft

ook weer zijn nadelen o.a. door de aanwezige zelfinductie, want het woord was juist, draadgewonden. In de toepassing ervan in deze versterker is een inductievrije weerstand met voldoende vermogen van het fabrikaat Caddock, type MP825 toegepast. Deze weerstand kan met adequate koeling een vermogen verwerken van 25 W. Er zijn twee stuks parallel geschakeld omdat niet alle waarden verkrijgbaar zijn. Deze weerstanden hebben een zogenoemde TO220-omhulling en kunnen daarom gemakkelijk van een koelplaat worden voorzien. De schakeling van de gloeidraad annex kathode is tevens voorzien van de absoluut noodzakelijke symmetrisering van de gloeidraad aansluitingen via de weerstanden R16 en R17 van elk 27 Ω . Dit is sterk afhankelijk van de gloeidraadvorm cq de symmetrie ervan van de buis. In het inleidende artikel "Ontwikkelingen rond een oude triode" heb ik uiteengezet dat er verschillende vormen van gloeidraadtoepassingen bestaan, ook voor de 300B. Dit kan gemakkelijk worden bepaald door een potmeter van 100 Ω over





de gloeidraadaansluiting te plaatsen met de middenaftakking aan massa, in dit geval aan de kathodeweerstand. Maar....een potmeter in dit circuit is niet de gelukkigste oplossing. Ze verlopen eerder en ze klinken niet goed. Na vaststellen van de juiste stand kan de instelling van de potmeter worden opgemeten en worden vervangen door twee vaste weerstanden. De symmetrie van de gloeidraad veranderd tijdens de veroudering niet of nauwelijks. In dit geval was de gloeidraad van de 300B kennelijk mooi symmetrisch, want de potmeter van 50 Ω stond precies in het midden, en was vervanging door twee weerstanden van 27 Ω elk afdoende. Zie fig. 2.

Bij de in onder b. van de vorige paragraaf genoemde tweede methode n.l. met vast negatief, beginnen we ook maar meteen met de voordelen. Hier een mindere

noodzaak van paren van de buizen, omdat met een goed ontworpen negatief regeling de instelling van elke buis op maat kan worden ingesteld. Dus én de juiste instelling, én gelijk aan elkaar. Een niet te onderschatten voordeel. Ook de eerder genoemde warmte ontwikkeling door een kathodeweerstand ontbreekt hier volledig omdat die er gewoon niet is. Wel wordt in veel gevallen een kleine weerstand van b.v. 1 Ω opgenomen, omdat dan op een simpele manier de anodestroom gemeten kan worden zonder dat er aan de hoge spanning daarvan gewerkt hoeft te worden. Echter deze weerstand van 1 Ω ontwikkelt nagenoeg geen warmte, zoals de bovenstaande berekening laat zien. Naast het vermeende klank nadeel, is er nog een nadeel en dat is de noodzaak van een aparte negatief voorziening, compleet met instelling ervan. Dat klank nadeel kan ik zelf niet

voldoende onderbouwen, maar heb het wel eens gehoord cq aange-toond. Het zou kunnen zijn dat de volgende verklaring sluit. Bij een automatische instelling is er altijd de juiste instelling voor de aanwezige buis. Bij fixed negatief wordt de buis ideaal ingesteld volgens de door de fabrikant opgegeven curve's en gegevens, maar dat hoeft voor de aanwezige buis niet het optimale te zijn. Hier spelen merk en fabricagespreiding en andere afwijkingen een rol. Genoeg nu over deze theorie, terug naar de versterker. In Fig.3 zien we het schema van de complete versterker zonder voeding.

Kathode vergiftiging

Al snel was de beslissing gevallen om gebruik te maken van buizen-gelijkrichting, en wel om twee redenen. Ten eerste is buizen-gelijkrichting gevrijwaard van

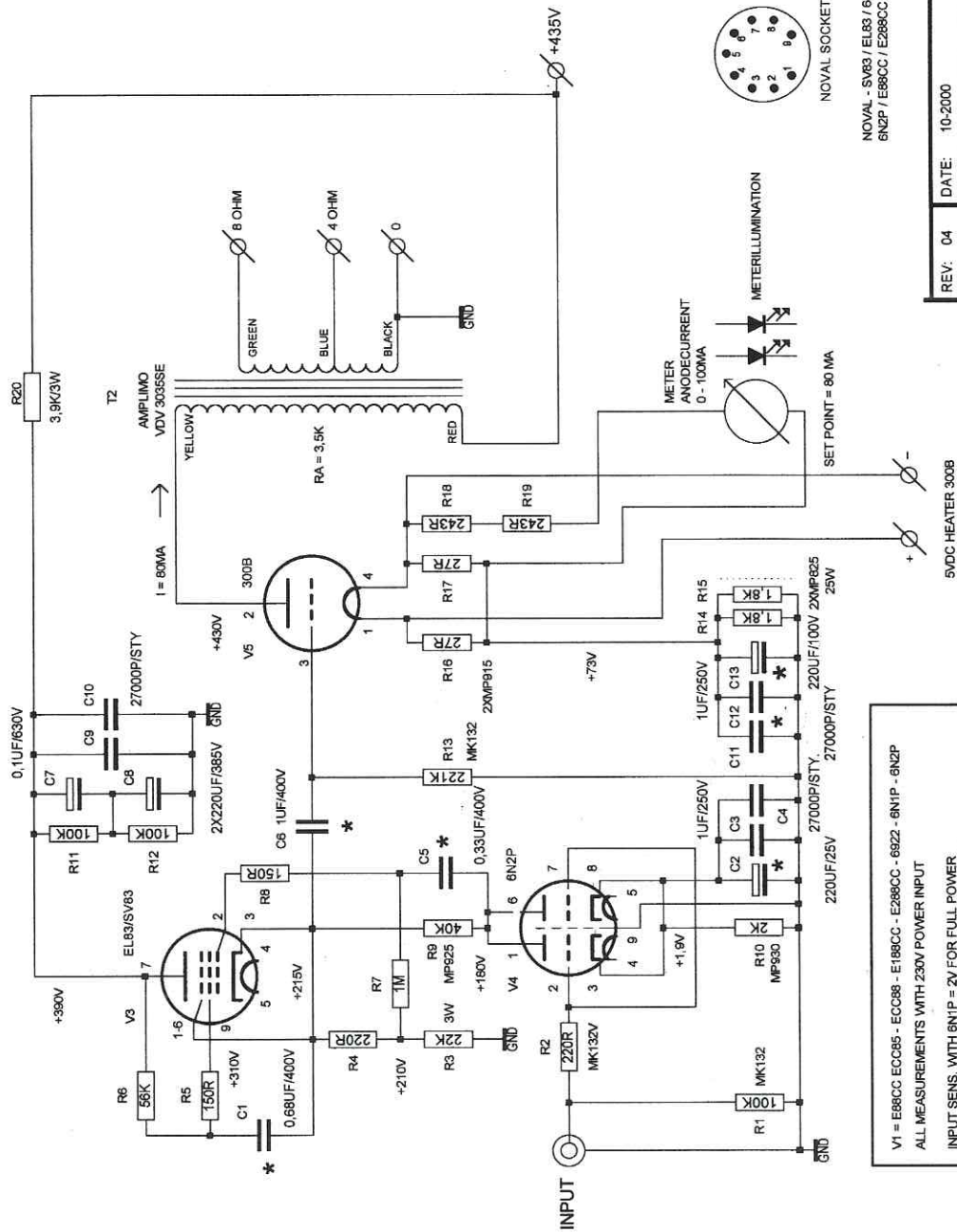
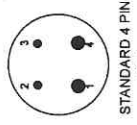
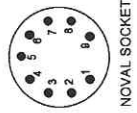


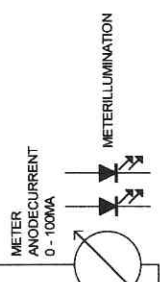
Fig.3 Schema versterker HQSE 12.



STANDARD 4 PIN UX-4 300B



NOVAL SOCKET NOVAL - SV83 / EL83 / 6N1P 6N2P / E88CC / E288CC ETC.



METER ANODECURRENT 0-100MA
METER ILLUMINATION
SET POINT = 80 MA

V1 = E88CC - ECC85 - ECC88 - E188CC - E288CC - 6922 - 6N1P - 6N2P
ALL MEASUREMENTS WITH 230V POWER INPUT
INPUT SENS. WITH 6N1P = 2V FOR FULL POWER
INPUT SENS. WITH 6N2P = 0.75V FOR FULL POWER
* = AUDIOPHILE TYPE
FOR RESISTORS IN SIGNAL CHAIN USE VISHAY OR CADDOCK
FOR RESISTORS INDIRECT IN SIGNAL CHAIN USE HOLCO
RESISTORS WITH MK AN MP NO'S ARE CADDOCK
CAPACITOR C3 = JENSEN O.I.P.
..... = HEATSINK

REV: 04	DATE: 10-2000	ENG: BERT FRUITEMA
PROJECT: ALFI HQSE 12 SE POWERAMP 300B (MK2)		
COMPANY: ALFI		
TEL/FAX: ZWOLLE		
COUNTRY: THE NETHERLANDS		
INITIAL	L.F. 10-1999	PAGE: 1 OF: 3

schakelpieken tijdens het in en uit schakelen tijdens de doorloop van de (50Hz) sinus, veroorzaakt door halfgeleiderdioden. Als gevolg daarvan is de kwaliteit van het geluid hoger. Ten tweede komt de hoogspanning mooi vertraagd op als er indirect verhitte gelijkrichtbuizen worden toegepast, en hoeft geen relais o.i.d. te worden toegepast. Er is een klein klankverschil tussen direct verhit en indirect verhit, met in dit geval in het voordeel van de direct verhitte gelijkrichters. Maar het is zo gering dat het niet opweegt tegen de nadelen. Het voordeel van vertraagd opkomen van de hoogspanning (HT), is de sterk verminderde kans op kathodevergiftiging.

Kathodevergiftiging? Wat is dat nu weer. Als de temperatuur van de kathode niet hoog genoeg is zal er wel emissie zijn maar niet voldoende, als gevolg daarvan zal de kathode op den duur minder emissie toestaan en gaat de algemene toestand van de buis sterk achteruit. Bij een buis die direct al voorzien is van de hoogspanning, en de kathode is nog niet op de juiste (emissie) temperatuur, zal door afbraak van het kathodemateriaal, op den duur dit verschijnsel optreden. In het verleden werd hier en daar gepropageerd om buizen op een lagere gloeispanning te laten werken (en dat lukt ook vaak wel), dit zou de levensduur verlengen, niet dus, het omgekeerde gebeurt.

Voor de meeste 6,3V-buizen geldt volgens de fabrieksofgave; min. 6,0 V en max. 6,6 V. Philips rept hier en daar zelfs over maximaal 1,5 maal meer is het absolute max. maar nooit minder. Ja vroeger deed men er niet zo moeilijk over, buizen in overvloed. Denk in dit verband maar aan de TV vroeger bij Pappa of Opa. Inschakelen, heel veel licht achter in het toestel welke echter al snel plaatsmaakte voor roodgloeien. Gloeidraadweerstand is in koude toestand laag, de niet met aluminiumoxide bedekte delen van de gloeidraad lichten fel op doordat de stroom op dat

moment hoog is en de te verwarmen massa op die delen laag is. Veel toestellen hadden echter al wel seleniumgelijkrichting, en daardoor direct hoogspanning. Dus hop met de geit. En dat dag in, dag uit.

Over brom en gloeidraden

Weer verder nu. De schakeling is er een uit de eerder genoemde vele mogelijkheden. Om brom vergaand te vermijden is er gekozen voor gelijkgerichte gloeidraadspanning. Het gaat hier om 5 V bij een stroom van 1,2 A. Let op! De fabrikant geeft ook hier aan dat een onder/overschrijding van max. 0,3 V is toegestaan. Dit moet wel bewaakt worden, zeker in het geval met gelijkgerichte spanning hiervoor. Vaak wordt gezien in andere applicaties dat men de via de standaard vaak aanwezige 0 – 5 – 6,3 V van de voedingstransformator deze spanning gelijkricht via een siliciumbrug en afvlakelco's gevolgd door een spanningsstabilisator IC. Dit is een mooie oplossing om precies de gevraagde 5 V te verkrijgen, maar....hier zit een addertje onder het gras!

Stel we gaan uit van de 5V-tap op de trafo. Afhankelijk van de trafo VA's zal de spanning nooit precies 5 VAC zijn, dit hangt namelijk nauw samen met de totale belasting van de trafo met de versterker in werking. Vaak is deze spanning iets hoger. Maar laten we uitgaan van het juiste 5 VAC. Dan is de verkregen gelijkgerichte spanning (ook weer iets afhankelijk van de buffercapaciteit) in theorie wortel $2 \times U_{ac} = 1,41 \times 5 = 7,05$ V. Onder belasting zal deze spanning iets dalen, maar wordt geen 5 VDC, maar zeker meer dan de toegestane 0,3 V groter. Een regelaar lijkt dus een optie, is de spanning te laag voor de regelaar om in het regelgebied te blijven, geen nood, dan 6,3 V gelijkrichten, dit wordt dan in principe 8,88 V. Dit zal werken, met echter één nadeel. Als de regelaar om de een

of andere reden de geest geeft, ontstaat er in vrijwel alle gevallen een doorverbonden regelaar. Dus een regelaar met 0 volt spanningsval, daardoor zal de spanning stijgen naar of de eerder genoemde ingangsspanning van 7 V, of erger nog naar ca. 8,5 V! Bedenk bij deze overwegingen dat de regelaar, afhankelijk van de spanningsval t.b.v. zijn eigen elektronische huis-houding (meestal ca. 2 V) bij een stroom van 1,2 A, dan $1,2 \times 2 = 2,4$ W dissipeert + de dissipatie van de overgebleven weg te regelen spanning. Er wordt dan ook vrij veel warmte ontwikkeld. Onvoldoende koeling vergroot dan de uitvalfactor. Tijdens het gebruik hoeft dit niet direct op te vallen, en het is vanwege de kleur van de gloeidraad ook niet heftig te zien. Ook zal tijdens normaal gebruik niet ieder moment in de buis worden gekeken. Voor deze experimenten lijkt me een 300B te duur. Dus was de keuze, werk het te veel aan spanning weg met...ja een gewone weerstand. Dit zal een laagohmige weerstand zijn, en de warmte hiervan is te beheersen. Zou deze ooit uitvallen om welke reden ook, dan volgt er een onderbreking, en dat lijkt me wel veiliger in dit geval. Weinig vertrouwen in elektronica? Nee, maar wel veel ervaring.

Om het feest maar helemaal compleet te maken heb ik ook de drieverbuizen van de Mu Stage voorzien van gelijkspanning, ondanks dat wordt beweerd dat wisselspanning een betere oplossing is. Op deze wijze wordt in ieder geval al het mogelijke gedaan om restbrom te mijden. In dit type versterker is dat nog meer belangrijk dan normaal, omdat dit soort SE ontwerpen heel vaak wordt ingezet met luidsprekers met een hoog rendement. De geringste brom wordt dan goed hoorbaar en is zeer hinderlijk.

Keuze OPT en voedingstrafo
De versie met automatische biasinstelling leek om de eerder genoemde redenen de beste.

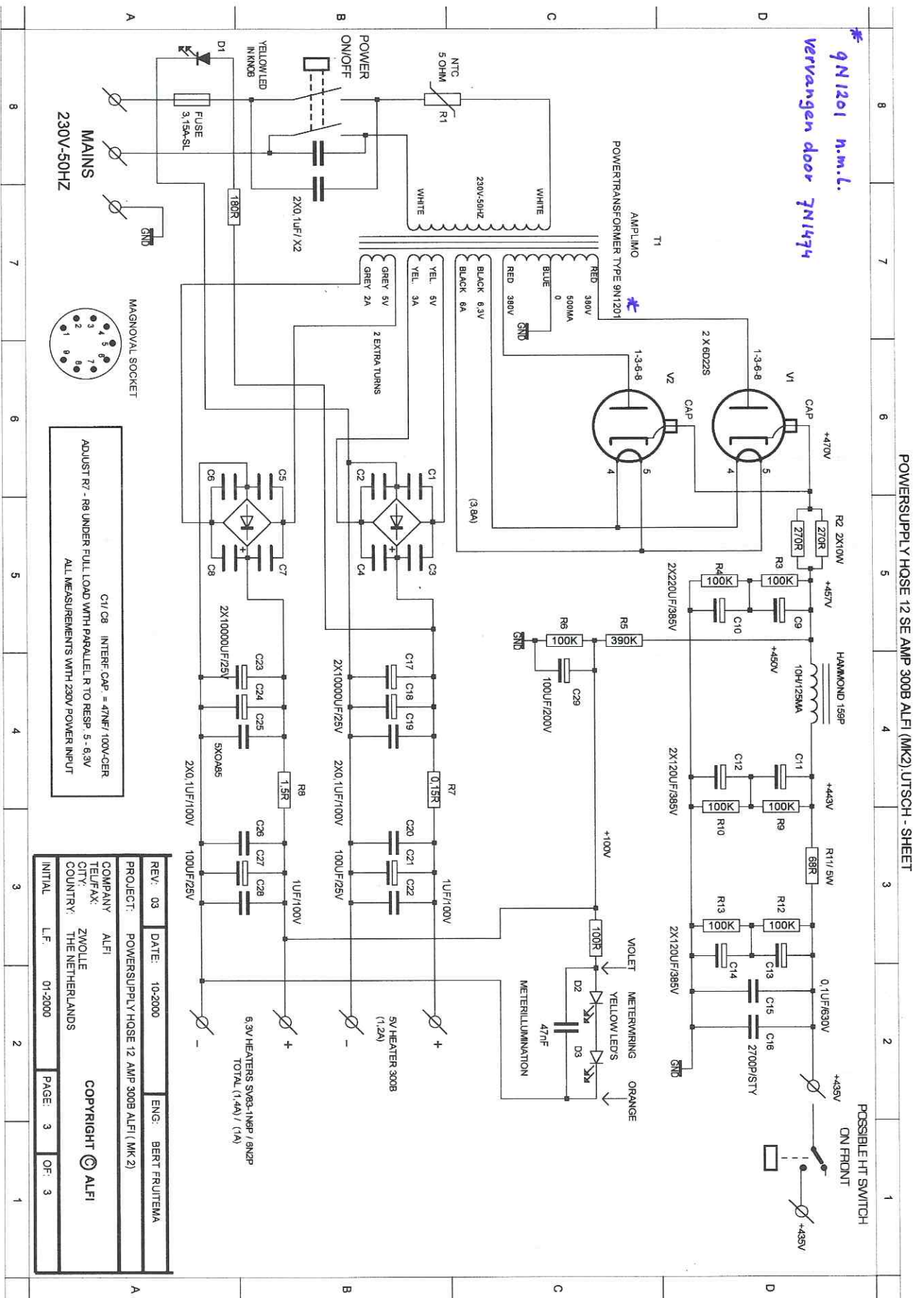


Fig.4 Schema voeding HOSE 12.

De schakeling van e.e.a. is bij direct verhitte trioden (DHT) anders dan gewoonlijk. Er is gekozen voor een anodespanning van ca 430 V en een anodestroom van ca 80 mA. Dit lijkt de beste oplossing voor de gebruikte uitgangstransformator met een primaire impedantie van 3,5 k Ω .

Hoe komt de keuze van de juiste OPT tot stand?

Uitgangspunt was de voedingspanning. Dit wordt bepaald door de keuze van, of aanwezige voedingstransformator. In dit geval werd er logischerwijze gekozen uit de lijst van trafo's van Amplimo. Het type 9N1201 leek aan de verwachtingen te voldoen. Deze trafo geeft 2 X 380 V – 500 mA, 0 – 6,3 V – 6 A, 0 – 5 V – 3 A, 0 – 5 V – 2 A.

De 2 X 380 V – 500 mA voor de hoogspanning is ruim voldoende en de spanning zal dan ook lekker hard blijven. Deze zal ca +535 V bedragen. De spanningsval over de gelijkrichtbuizen is ca. 45 V bij belasting. (Voor elke 6D22S ongeveer 20 V volgens databoek).

In tegenstelling als bij siliciumdioden, valt er over elk type gelijkrichtbuis een spanning V_d . (voltaage drop). Deze is voor elk type wat verschillend. Er zal na gelijkrichting direct achter de buis(zen) onder belasting ca. +470 V overblijven. 6,3 V – 6 A is ruim voldoende voor de gloeidraad voeding van de twee gebruikte 6D22S buizen voor de hoogspanningsgelijkrichting. Deze buizen hebben een indirect verhitte gloeidraad, en net als bij het ontwerp van de HDPP 100 uit het vorige artikel al verklaarde werking en doel hiervan, komt ook hier de verkregen hoogspanning heel mooi na ca 25 a 30 s vertraagd op. Zie ook hierboven. De bedoelde wikkeling is niet officieel hiervoor ontworpen, omdat de gloeidraden van de 6D22S op een hoge spanning kunnen komen te staan.

Normaal zal dat niet gebeuren in tegenstelling bij een direct verhitte gelijkrichtbuis. Maar bij een defect is het niet uit te sluiten, en dit vraagt dus een goede isolatie van deze wikkeling ten opzichte van de rest van de trafo.

Normaal zijn de trafo's met zulk een wikkeling er op gespecificeerd. In dit geval leerde navraag dat de bedoelde wikkeling hier geschikt voor was. Echter normaal gesproken zal de wikkeling deze hoge spanning niet voor zijn kiezen krijgen omdat de spanning tussen gloeidraad en kathode volgens fabrieksopgave, van de 6D22S tussen –200 en +600 V mag bedragen, en er dus geen hoge gelijkspanning op deze wikkeling komt te staan. De tweede gloeidraadwikkeling van 5 V – 3 A is zonder meer geschikt voor de 300B. De derde gloeidraadwikkeling van 5 V – 2 A is zonder meer niet te gebruiken voor de Mu Stage, maar simpelweg twee extra windingen van dezelfde dikte als de uitlooptdraden hiervan zijn voldoende om 6,3 V te verkrijgen. Let hierbij op de juiste wikkeldrichting! Er wordt gelijkrichting voor alle gloeidraden wordt toegepast om de hierboven genoemde reden. In de voeding is vanzelfsprekend een smoorspoel toegepast, omdat dit nog steeds het aangewezen middel is om rimpel op de voedingsspanning vergaand te onderdrukken. Zie ook figuur 4 op de vorige pagina.

Dus de verkregen voeding bepaald in hoge mate de keuze van de OPT. Hieronder staat een lijst met de officiële instelgegevens van de 300B. Bestudering van deze lijst laat zien hoe de keuze ongeveer tot stand kwam. Zie fig. 5 op de volgende pagina (tabel).

Het is verbazingwekkend om te zien dat bij een voedingsspanning van +450 V en met een primaire impedantie van 2 k Ω van de OPT een vermogen van 17,8 W haalbaar is, en nog met een redelijke 2^e harmonische vervorming van 21 dB ook. Maar dan loopt de 300B wel heel erg op zijn tenen, en zal

de levensduur zeer bekort worden. De keuze voor de HQSE 12 ligt op +435 V, onder het maximum dus, evenals de anodestroom van ca 80 mA hetgeen ruim onder de limiet van 100 mA blijft. De spanning tussen anode en kathode U_{ac} is relevant voor de dissipatieberekening. De dissipatie zal dan zijn: $P_a = U_{ac} \times I_a = (435-73) \times 0,08 = 29$ W, en dat is ruim 10 W onder de limiet. Als het vermogen geen rol speelt, b.v. bij een hoog rendement hoorn, dan is een 2A3 eindbuis ook op zijn plaats. Deze buis kent ook vele aanhangers.

De keuze van de primaire impedantie volgt dan, bij bestudering van het lijstje, hieruit van ca 3500 Ω . Bij 450 V/80 mA en 3 k krijgen we circa 13 W. Volgens het lijstje dan. Maar de praktijk? Er zijn drie typen OPT's voor dit doel verkrijgbaar namelijk 2,5 – 3,5 – 5 k. Om toch over wat vermogen te beschikken in samenhang met de gekozen voedingstransformator, viel de keuze uit die drie typen die verkrijgbaar zijn, op het 3,5 k Ω type namelijk de VDV 3055SE. Dus een beetje er tussenin. De anodestroom van de 300B is op ca 80 mA bepaald, en dat gaat heel goed in samenhang met de aanbeveling van de fabrikant van de OPT, want deze geeft op dat de verzadigingsgelijkstroom I_{dc} , dat is de stroom door de primaire wikkeling waarbij verzadigingsverschijnselen van de kern optreden, voor deze transformator 173 mA is. Het is mooi om op circa de helft te zitten want dan is er voldoende ruimte voor een wisselspanningsveld.

De verwachting was een output van een Watt of 10, dat klopt wel aardig, want de vermogensmeting kwam tot aan 8,9 V_{rms} over de 8 Ω belastingsweerstand. Vermogen $P_{out} = I^2 R = 1,244 \times 8 = 9,95$ W in 8 Ω . Opgemerkt wordt dat de meting gedaan wordt met de scoop aangesloten over de belastingsweerstand. De audio sinusgenerator op 1000 Hz zetten. Uitsturing vindt plaats voordat de sinus een héél klein beetje gaat vervormen

Anodesp. Volt	Neg.r.sp. Volt	Anodestr. mA	Anode imp. k Ω	Uitg.verm. W	2 ^e Harm. dB
200	- 42	30	2000	3,0	20
200	- 39	40	2500	2,6	26
250	- 55	30	2000	4,9	18
250	- 52	40	3000	4,0	26
250	- 50	50	2500	4,4	26
250	- 48	60	2000	4,7	26
250	- 48	60	2700	4,1	30
250	- 45	80	1500	5,0	26
300	- 65	40	2500	6,7	20
300	- 63	50	2000	7,2	21
300	- 63	50	3000	6,1	26
300	- 61	60	2400	6,6	26
300	- 58	80	1700	7,5	26
300	- 76	50	3600	7,8	26
350	- 74	60	2000	10,2	21
350	- 74	60	3000	8,3	26
350	- 74	60	4000	7,0	30
350	- 71	80	2200	9,6	26
400	- 91	40	5000	8,4	26
400	- 89	50	3000	11,5	21
400	- 89	50	4000	9,4	25
400	- 87	60	3500	10,5	26
400	- 84	80	2500	12,5	25
450 *	- 104	40	6000	9,5	26
450 *	- 102	50	5000	10,7	27
450 *	- 100	60	4000	12,5	26
450 *	- 100	60	5500	10,1	30
450 *	- 97	80	2000	17,8	21
450 *	- 97	80	3000	14,6	26
450 *	- 97	80	4500	11,5	31

* Let op! 450 V is de max. toegestane spanning voor de 300B!

Fig.5 Lijst met instellingen voor de 300B.

met die voor SE zo bekende vorm, n.l. aan de onderkant van de sinus een wat meer bolle vorm. Zodra dat verschijnsel begint in te zetten, en dan iets terug met de ingangsspanning, dat is de maat voor mijn metingen. Wordt er nog iets verder uitgestuurd tot de meter in beweging komt, hetgeen betekent dat we klasse A gaan verlaten, dan is er nog een Wattje meer te spenderen. Het blijkt dat de vermogensbandbreedte dat is het frequentiegebied waar nog steeds de 10 W wordt geleverd met een maximaal verschil van 1 dB zich tussen 19 en 37.800 Hz beweegt, waarbij wordt opgemerkt dat de sinus onder de 18 Hz schade aan de vorm gaat oplopen. Dit is normaal en gebeurt door de trafokern. De frequentie karakteristiek gaat bij 2,8 Vrms over 8 Ω . Dit is een

vermogen van 1 W, het staat er echt, binnen 1 dB van 10 – 48000 Hz, en dat is in goede overeenstemming met de gegevens van de OPT fabrikant, want deze geeft als 1 dB punten 6,92 – 48579 Hz.

Het leek me nuttig om ook in dit geval evenals bij de HDPP 100, een meter in het circuit op te nemen ter bewaking van de anodestroom. (Hier ergens foto 4 plaatsen) Dit hoeft natuurlijk niet persé, maar het is wel makkelijk om de stroom door deze dure buis een beetje te bewaken. Een meter met een schaal van 0 – 100 mA is hiervoor zeer geschikt. Als de stroom over de kathodeweerstand of zoals in het schema over de twee weerstanden van 27 Ω gemeten wordt, moet het een spanningsmeter zijn. In het schema

zijn twee weerstanden te zien, van 243 Ω elk, welke als voorschakelweerstand zijn geschakeld voor het type meter van de voorbeeldversterker. Dit is een draaispoelmeter, en geeft volle schaaluitslag bij 240 mV en een stroom van 5 mA, waaruit volgt dat de inwendige weerstand van de meter 48 Ω bedraagt. Geen hoge Ri dus, maar dat is op deze plaats niet relevant. Voor een andere te gebruiken meter moet de schakeling dan worden aangepast. De meter is hier voorzien van een op maat gemaakte schaal, met een rode stip voor het instelpunt van de 300B, in dit geval 80 mA. Tevens is hij uitgerust met twee oranje LED's voor schaalverlichting, en dit is de reden dat in het schema van de voeding, de voorziening hiervoor aanwezig is. Let op de aanwezige

condensator van 47 nF voor ontstoring van de LED's. De te verwachten spanning over de weerstanden van 27 Ω zal in de buurt liggen van 1 V. Enig experimenteren is aan te bevelen omdat in dit geval ook de weerstand van de (warme) gloeidraad meetelt, en de meterparameters daar op afgesteld moeten zijn. Maar...zoals al eerder gesteld, hij (meter) is niet noodzakelijk. Als het kan is het mooi, maar het kan ook prima zonder.

De koppelcondensator tussen de driver en eindtrap is onvermijdelijk aanwezig, zoals al eerder besproken. Op het punt van de Mu Stage waar de uitgangsspanning verschijnt, staat een gelijkspanning van ca +215 V. Op deze spanning is de audiowisselspanning gesuperponeerd.

Het is duidelijk dan zonder meer dit punt niet in contact kan worden gebracht met het stuurrooster van de 300B, want daar is een spanning van circa -90 V aanwezig. De verschil gelijkspanning bedraagt dus circa $215 + 90 \text{ V} = +315 \text{ V}$. De maximaal toegelaten spanning op de condensator moet dan toch wel 400 V zijn. Deze condensator bevindt zich dus echt wel midden in de signaalweg, en moet derhalve van onberispelijke audiokwaliteit zijn. Er is een olie/papier type toegepast, en het hoe en waarom is in het laatste gedeelte van deel 1 uitvoerig behandeld.

Tot slot is de secundaire van de OPT aan een zijde aan massa gelegd, om brom ook hier te vermijden. Zoals duidelijk te zien is op het schema, is in dit ontwerp geen tegenkoppeling toegepast. Het is een trend om op dit niveau, dit niet te doen. En daar zijn voldoende redenen voor. Het is de kunst om een versterker zodanig te maken dat zonder feedback (FB) de versterker ook goed klinkt en dat er ook dan minimale vervorming wordt geproduceerd. De winst is dan dat de versterker minder met zich zelf bezig is, er meer natuurgetrouw wordt gereproduceerd. Dit is

merkbaar aan een meer ruimtelijke "afbeelding" van het audiosignaal, het klinkt natuurlijker.

Wel met inlevering van wat controle, vooral in het laag. Maar dat is het volledig waard, want er is meer dan genoeg controle overgebleven. Het laag van deze versterker is prachtig, maar hangt natuurlijk af van het type luidspreker dat er op wordt aangesloten.

Zoals in het schema is aangegeven bevindt zich op de voedingslijn tussen de Mu Stage en de 300B nog een extra ontkoppeling met een (samengestelde) elco van 110 μF. Dit verlaagt de voedingsimpedantie, en elimineert nog meer eventuele rimpels er op. Ook eventuele audiobeïnvloeding op de voeding wordt meer tegengegaan. Ondanks de toegepaste kwaliteit-selco van het fabrikaat BC, is bypass met een kwalitatieve MKP of O.I.P. condensator aan te bevelen voor een betere ontkoppeling voor HF en verhoging van de algehele (audio) kwaliteit. Bedenk dat de voeding van een audioversterker in serie staat in met de signaalweg. Diegenen die op deze plaats een Black Gate inzetten hoeven dit bypassen niet te doen. Over de samenstelling en de kwaliteit van elco's is zeer uitvoerig gesproken in het artikel over de HDPP 100, eerder in dit magazine. (1)

Maar voor hen die dit niet gelezen hebben, hier in het kort het volgende. De te verwachten spanning op dit punt bedraagt +390 V. Op deze plaats is dan een elco vereist met een werkspanning van 450 V, omdat de werkspanning altijd ruim onder de max. toegelaten spanning moet liggen i.v.m. eventuele pieken op de voedingsspanning. Deze elco's zijn niet zo gemakkelijk verkrijgbaar, dus ligt samenstellen voor de hand. Serieschakeling van twee condensatoren (met gelijke cap.) levert een condensator op met in dit geval de helft van de capaciteit van één condensator, maar met verhoging met een factor 2 van de werkspanning.

In dit geval dus met standaardwaarde van $220 \mu\text{F}/385 \text{ V}$. ontstaat een nieuwe elco met de capaciteit van $220/2 = 110 \mu\text{F}$ en een werkspanning van max. $385 \text{ V} \times 2 = 770 \text{ V}$. Daarbij is het noodzakelijk om over elke elco een weerstand van circa 100 k te plaatsen, om er voor te zorgen dat ondanks eventuele verschillen in de elco's toch over elk exemplaar de gelijke DC-spanning komt te staan.

Een tweede gratis voordeel van deze weerstand is dat het in deze toepassing de functie van ontlaadingsweerstand (bleeder) vervuld. Dit voorkomt dat er lange tijd lading achterblijft in de versterker. Het gebruik van elco's in audio heb ik zoals hierboven vermeld, al eerder uitgebreid behandeld. Maar het wordt nog maar eens gezegd, vooraf opnieuw formeren is sterk aan te bevelen.

In het schema is tevens aangegeven welke compo's kwaliteitsgevoelig zijn voor plaatsing in de signaalweg. Ook is het eventuele merk en type vermeldt, maar dat moet men zien als een aanbeveling, een eigen zienswijze hierop kan uitkomen op totaal andere compo's. In deel 3(slot), volgt bouwen en meten.

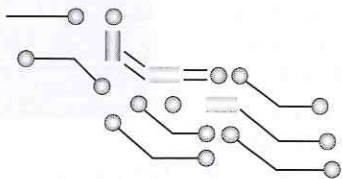
Literatuurlijst.

- (1) Bert Fruitema: De HDPP 100 een moderne (high-end) audio buizenversterker met héél veel Nederlandse inbreng. Radio Bulletin Elektronica no 4 - 5/6 - 7 - 8 - 9/2000.
- (2) Barkhausen: Elektronen-röhren, Band I - II - III.
- (3) Moderne High-End Buizenversterkers. Ir. Menno van der Veen. Uitgave Segment BV ISBN 90-5381-089 -7: NUGI 853
- (4) Amplimo: Uitgangstrafo's voor single ended buizenversterkers. Documentatieblad Amplimo Nov.1998.
- (5) Alan Kimmel: Glass Audio, volume 5, number 2, 1993.
- (6) Walter G.Jung and Richard March, "Picking Capacitors" Audio Magazine 02-03-1980
- (7) Bert Fruitema: Ontwikkelingen rond een oude triode. Radio Bulletin Elektronica no 2 / 2001.



De HQSE 12, een monoblock single-ended audioversterker met de 300B

deel 3 (slot)



Bert Fruitema

De praktijk

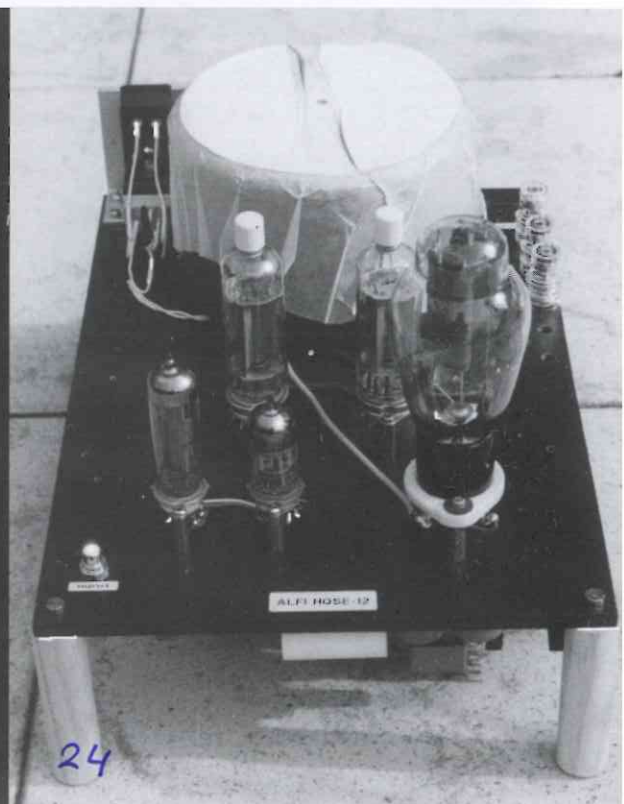
Het is alweer een jaar geleden dat de HDPP 100 balansversterker op deze pagina's beschreven is. En zoals destijds al vermeld werd, volgt nu een ontwerp volgens het Single Ended principe. SE staat voor enkelzijdig, en deze manier van opbouw is terug te vinden in vrijwel alle vroegere tafelradio's als zijnde een heel eenvoudige manier van LF versterking. En waarom zou dat in de huidige high-end audio-opvattingen niet passen. Ook nu weer een monoblock versie.

Om tot het gestelde doel te geraken is er eerst weer een z.g. Mock-Up (probeersel) gemaakt. De test of de op papier (computer) bestaande versterker ook daadwerkelijk werkt en goed klinkt, is met deze werkwijze voor een eerste opzet, zeer

aan te bevelen. Heel vaak blijkt dat er ondanks alle berekeningen toch nog moet worden bijgeschaafd. Dat was nu ook weer zo. Allereerst is een plaat tresa van 8 mm dik, met een afmeting van 220 x 300 mm gezaagd, en daarop zijn de compo's geplaatst. In tresa is uitstekend te boren en te tappen, en dat maakt de opbouw erg makkelijk. Daarop zijn de daartoe benodigde vijf buisvoeten op afstandbusjes gemonteerd. E.e.a. is op de foto's hieronder goed te zien.

Dit maakt het eenvoudig om de bedrading aan te brengen, en ook later te benaderen. Eerste doel was om te onderzoeken of het mogelijk is om de beide transformatoren te weten voedingstrafo en OPT, boven elkaar te plaatsen, want dit geeft een niet te onderschatten ruimtelijk voordeel. Volgens de voordelen van ringkerntrafo's welke ik al eerder heb opgesomd (1) moet dit moge-

Links de complete versterker en rechts wordt de mock-up getoond.



lijk zijn. Daartoe toch eerst maar even Menno van der Veen gebeld, en deze zei ook, moet kunnen, maar proberen brengt uitsluitel. De trafo's zijn met één spindel aan elkaar bevestigd met de plaat trespertussen. Later bleek er van geen enkele beïnvloeding sprake te zijn! Hier wordt weer een van de grote voordelen van deze transformatoren getoond.

Uiteraard kan de plaatsing van de onderdelen anders zijn dan de hier voorgestelde manier. Maar de genoemde opbouw heeft vele voordelen, o.a. korte, logische verbindingen, en de voeding bevindt zich daar waar hij hoort, n.l. achter in de versterker.

Al eerder heb ik gesteld dat het heel mooi is om de versterker in z.g. hardwired techniek op te bouwen, en dit kon met de Mock-Up nog weer eens mooi worden uitgeprobeerd.

Er is niets mis met een goed ontworpen print voor dit doel, maar er moeten dan toch wel wat extra voorzieningen worden getroffen. Denk in dit verband aan, gloeidraad verbindingen, korte signaalwegen, koeling etc. Bovendien kan het maken van een lay-out, en het chemische gedoe achterwege blijven.

Hardwiring, dat is de verbindingen zoveel mogelijk met de aanwezige componentdraden realiseren, en werken met montagesteunen en bordjes. Net zoals vroeger dus. In de luidsprekertechniek is men er al weer grootschalig toe overgegaan.

De OPT dus achteraan boven op de plaat trespertussen, en de voedingstrafo er onder, evenals de smoorspoel. Eerst de gloeidraadaansluitingen, en dan de voeding bedraden, en dan testen.

Bovenop voor de trafo de twee stuks 6D22S gelijkrichtbuisen, en weer daarvoor de 300B, 6N1P en SV83.

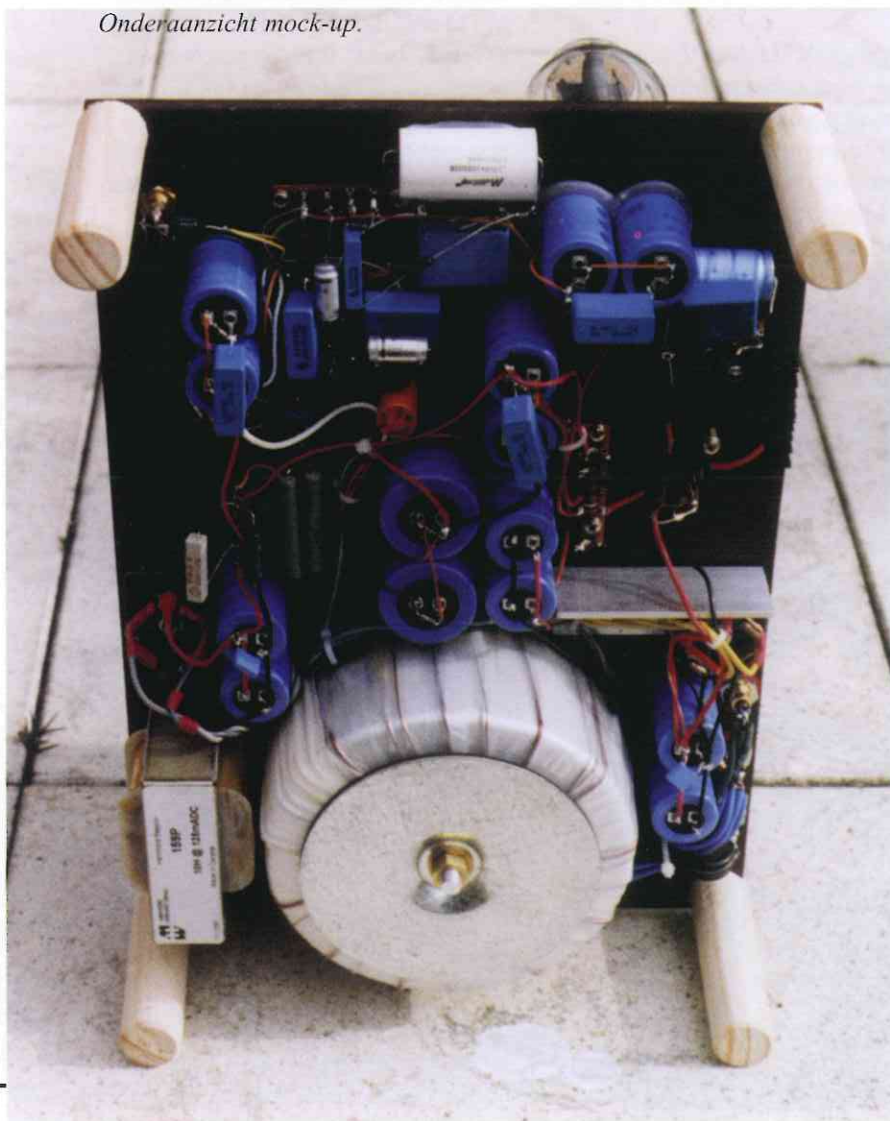
Logische opstelling, en alles is goed bereikbaar. Diverse elco's kunnen alle onderin en via een lijmpistool degelijk en geïsoleerd worden geplaatst. Op de hoeken van de plaat een paar steunen plaatsen. Bij het voorbeeld voldeden stukken bezemsteel van 10 cm uitstekend. Als een van de laatste handelingen tot nu toe, de transformatoren plaatsen. Voor alle testen op spanning en stroom vóór de 300B kan de uitgangstransformator nog worden weggelaten (gewicht). Let speciaal op goede koeling en juiste plaatsing van de kathode weerstand(en) van de 300B in

verband met omliggende componenten en de kast zelf. Alles OK? Dan verder de eigenlijke versterker bedraden en afbouwen. Nu dus ook de OPT plaatsen.

Hierover nog enkele opmerkingen. De behuizing is van fraaie zwarte craquelélak voorzien, voorkomt vroegtijdige beschadiging. Breng eventueel zolang even een bescherming aan, want bij het werken aan de versterker is het erg gemakkelijk om de versterker op z'n kop te plaatsen, en hij blijft dan redelijk goed in evenwicht als hij op de OPT steunt. Let er op dat de OPT zodanig geplaatst wordt dat de uitgaande secundaire "flying leads" naar achteren wijzen. Een bepaalde richting t.a.v. meer of minder bromgevoeligheid is niet waar te nemen. Dit geldt ook voor voedingstransformator en smoorspoel. Bekijk goed de plaats van deze draadbundels i.v.m. de (onzichtbare) doorvoeren ervan door de montage plaat. Een papieren mal maken, aftekenen, en dan de gaten boren helpt! Deze zelfde werkwijze als bij de Mock-Up kan ook voor de definitieve vorm worden gehandhaafd.

Het spreekt voor zich dat eventuele nabouw van dit ontwerp natuurlijk niet pèrse hoeft te worden voorafgegaan door de opzet van een Mock-Up, zoals dat met het prototype ook is gebeurd.

Onderaanzicht mock-up.



Bovencompil versterke

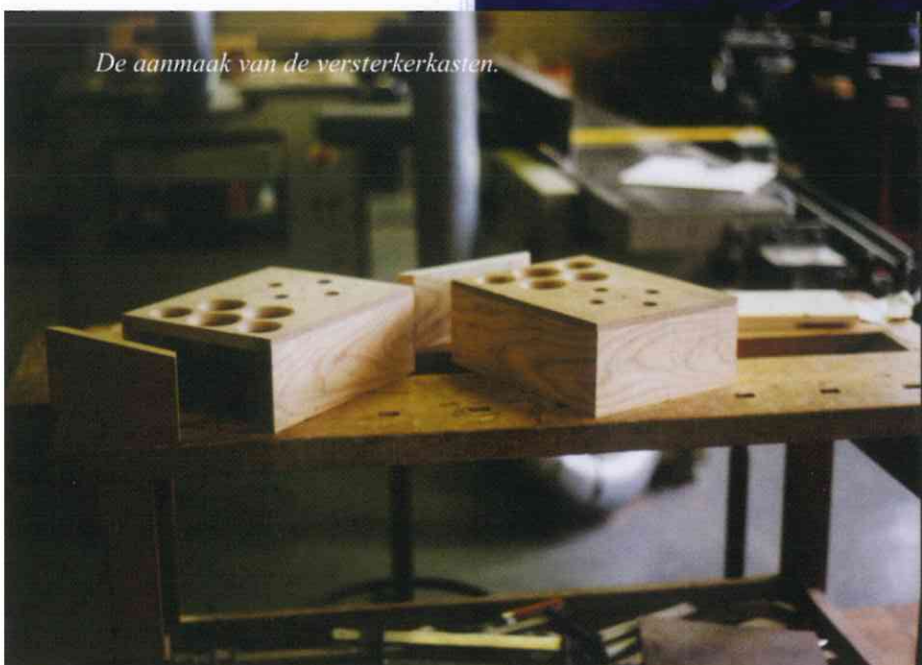
De kast van deze versterker kan allerlei vormen hebben, en kan van allerlei materiaal worden gemaakt. Metaal, en het liefst een non ferro, verdiend de voorkeur. Gebruik in dat geval metaal van voldoende dikte, en een stevige constructie, omdat het geheel nog al zwaar is (circa 16 kg). De voorkeur voor de voorbeeldversterker bestond uit hout, en is aan de binnenzijde afgeschermd met koperfolie.

Op de foto's is de voorbeeldversterker te zien cq bewonderen, ook tijdens de bouw. In dit geval is de kast wederom in grote (technische) lijnen door de auteur ontworpen, maar de al eerder genoemde Henk Dingshoff, docent houtbewerking op de school: Ambelt Oosterenk hier in Zwolle, is de maker ervan. Ook hier weer een soort van Italiaanse stijl als bij de HDPP 100, omdat de auteur Italiaanse ontwerp-kunst nog altijd onovertroffen vindt. De maker heeft hier nog zijn ideeën aan toegevoegd. Wat voor auto's geldt, is ook een beetje bij volbloed versterkers van toepassing. Het gebruikte hout is in dit geval massief Ameri-

Hierop zijn te onderscheiden v.l.n.r.: Het cinch ingangschassis-deel, de drie WBT-luidspreker aansluitklemmen, het eerder omschreven netspanningsentreededeel. Van de laatste is op te merken dat deze is uitgerust met de netspanningschakelaar, en zich dus met reden op de achterzijde bevindt, zoals hieronder omschreven. De gefreesde voorzijde is in het lage deel voorzien van een gegraveerde, vergulde, messing frontplaat met daarin de schakelaar voor de hoogspanning. In dit geval niet echt nodig omdat deze hoogspanning vertraagd opkomt. In de knop is voorzien omdat het lastig is later nog veranderingen aan te brengen. In voorkomende gevallen kan nu

licht kaans kersenhout, met een front van massief mahonie. Hij heeft op ruime schaal fraai inlegwerk met Ahornhout toegepast, zoals ook op de foto' is waar te nemen.

De kast is in zijn geheel door de maker geschuurd en gepolijst, en vervolgens door een meubelspuiters in hoogglanslak gespoten. De achterzijde van de voorbeeldversterker is voorzien van een ingelegd aansluitveld van gegraveerd zwart 6 mm perspex.



gekozen worden voor b.v. een direct verhitte gelijkrichtbuis, of relais, of als er een dwingende reden is voor een aan/uit schakelaar op de voorzijde. De knop van de toegepaste draaischakelaar is voorzien van een ingebouwde ontstoorde gele led, voor aan/uit indicatie. De meter bevindt zich in het naar voren staande gedeelte. E.e.a. is op de geplaatste foto's duidelijk te zien. Op de diverse demo's die er inmiddels al zijn geweest, bleek de aaibaarheidsfactor zeer hoog. (www.acn.hifi.nl en www.avmn.myweb.nl)

Als de versterker uiteindelijk na de test van de gloeidraden van alle buizen, daarna wordt getest op de goede spanningen en hoogspanningen, dient natuurlijk wel de nodige voorzichtigheid in acht te worden genomen. De in buizenversterkers voorkomende spanningen zijn meestal boven de 42 V en voorzichtigheid is dus geboden! Evenals in het artikel over de HDPP 100 (1) geldt ook hier, en het wordt nog maar weer even herhaald: **De auteur, de uitgever en de fabrikanten van de diverse componenten aanvaarden op geen enkele wijze aansprakelijkheid voor letsel, schade, en dergelijke, bij bouwen en gebruik van deze versterker!!!**

Men werkt met hoge spanningen, en een beetje deskundigheid en voorzichtigheid zijn dus vereist. En daarom, met meten en testen, linkerhand in tuk.

Nog een waarschuwing is hier op zijn plaats. **Als er kinderen of dieren in huis aanwezig zijn, plaats dan een afschermkap, in welke vorm ook, over de (hete) buizen!**

Nogmaals, het verdient altijd aanbeveling om de test uit te voeren via een variac (regelbare transformator), eventueel vervelende luchtjes en lichtverschijnselen kunnen dan in een zeer vroeg stadium worden waargenomen en zelfs voorkomen worden! (1) Herstel is dan nog mogelijk en voorkomt schade etc. Gebruik kwalitatief goed draad, in de signaalweg het liefst zilver. Het is vanaf heden mogelijk om hiervoor zelfs een zeer hoogwaardige, geschikte soort bij de Firma Amplimo te bestellen, niet goedkoop maar wel top. Voor deze versterker zeker aan te bevelen.

Wederom enkele nuttige tips:

- a. Twist de gloeidraad leidingen, en maak ze van voldoende doorsnede. (1 á 1° mm²);
- b. Houdt de verbindingen zo kort als mogelijk is;
- c. Let op warmtestraling van componenten t.o.v. andere compo's;

- d. Zorg voor koeling rondom de buizen;
- e. Plaats de netspanningschakelaar liefst bij de netentree;
- f. Zet trillende onderdelen even vast met een dotje lijm (pistool);
- g. Gebruik steraarde, in letterlijke zin;
- h. Let op bij plaatsing buisvoet, richt die zodanig uit dat gloeidraad van buis goed te zien is.

Voor de gloeistroomleidingen bij voorkeur OFC verzilvert /teflon isolatie gebruiken van voldoende doorsnede. Ten aanzien van punt e nog even dit. Het verdient alle aandacht om te zorgen dat de 230 V niet verder de versterker ingaat dan strikt noodzakelijk is. Op de lichtnetspanning zijn heel veel storingen aanwezig, en t.a.v. de EMC (Electro Magnetic Compatibility) eisen, is het verstandig om er voor te zorgen dat we deze vervuilende factor niet eerst door de gehele versterker leiden naar de netschakelaar, en weer terug. Dus laten we de aan/uit schakelaar bij voorkeur aan de achterzijde van de versterker, daar waar zich ook de netentree bevindt.

Wanneer de gehele versterker, na de eerste beschreven testen is afgebouwd, kunnen we de buizen plaatsen met uitzondering van de 300B. Deze nog even veilig in de doos laten.

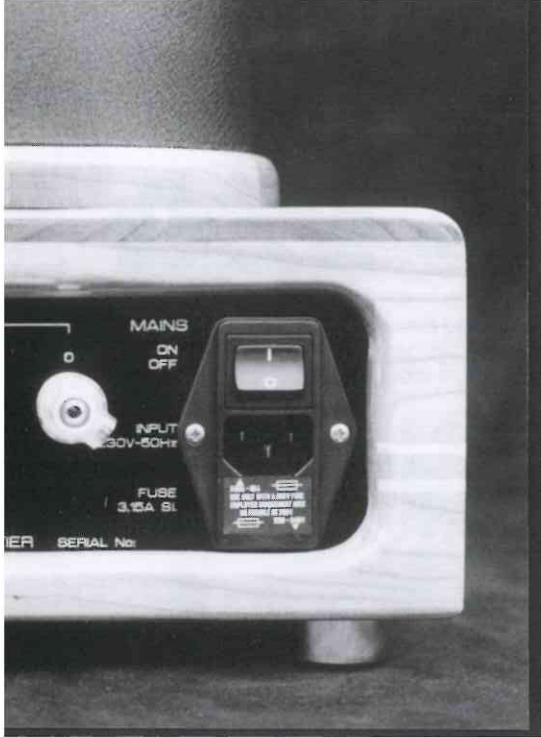
Nu voorzichtig met variac, of gloeilamp in serie, de versterker onder spanning zetten. (1) Als alles er normaal uitziet en ruikt, kunnen met de natuurlijk aanwezige multimeter, de spanningen worden gemeten zoals op schema vermeld, m.u.v. die rondom de 300B. Alle spanningen en stromen als aangegeven, zijn gemeten t.o.v. massa. De gloeispanning van de 300B kan wat hoger zijn als de buis niet op zijn plaats zit. Trouwens alle spanningen kunnen iets hoger uitvallen, omdat de echte belasting gevormd door een in werking zijnde 300B, of in het geval van twee stuks 300B (stereo), nog moet komen. Onder invloed daarvan zakken alle trafo-

Aansluitveld van de versterker.



spanningen, en dus ook de rest nog iets. Indien een oscilloscoop aanwezig is, kan een ingangssignaal op de ingang gezet worden, van laten we zeggen 1000 Hz. Op pen 3 van de buisvoet van de 300B (die nog niet geplaatst is), dus achter de koppelcondensator meten we nog weer even of er signaal is. In deel 1 van dit artikel, betreffende de drivertrap, is al aangegeven wat we daar moeten meten, en hoe. Als dit normaal lijkt te zijn dan kan de 300B geplaatst worden. Daartoe eerst de versterker weer uitschakelen, en dan de 300B plaatsen. Vergeet niet om een belasting van 4 Ω tot 8 Ω aan de luidsprekerklemmen te plaatsen. Bij buizenversterkers geldt! Altijd belasting plaatsen, om problemen met de uitgangstransformator te vermijden (spanningoverslag in primaire wikkeling).

Meet eerst de 5V-gloeispanning en de hoogspanning van +430 V bij in werking zijnde buis. Vervolgens de anodestroom meten (indien geen meter aanwezig is in de versterker) over de kathodeweerstand **R14/R15** van 900 Ω. Er moet daar een spanning worden gemeten van ca 73 V. Als die spanning aanwezig is, zal de stroom $I_c = I_a = U_c/R_c = 73/900 = 0,08 \text{ A} = 80 \text{ mA}$ zijn. Is dit alles in orde, dan lijkt de instelling te kloppen, en meten we nog even voor de zekerheid de anodespan-



ning op pen 2 van de buis. Deze zal enkele volts lager zijn dan de spanning van de voeding, maar zal zich bewegen rond +430 V. Het zal toch wel bekend zijn dat de metingen het beste kunnen worden uitgevoerd met een goede universeelmeter, en als het kan een scoop en audiogenerator. Nadat voor de zekerheid alle in het schema aangegeven spanningen zijn gemeten en in orde bevonden, kan de versterker met aangesloten speaker worden getest. Let er daartoe op dat het ingangssignaal op nul is gebracht, Nu kan de versterker gecontroleerd worden met aangesloten luidspreker op geluidskwaliteit. Controleer als eerste of er brom aanwezig is zonder dat de ingang wordt aangestuurd. Mocht dat zo zijn, zet de versterker uit, en controleer nog weer opnieuw of er geen verbindingen vergeten zijn cq verkeerd gemaakt zijn. Let hierbij op vergeten massa verbindingen, b.v. is de secundaire wikkeling van de OPT wel aan een zijde aan massa gelegd? In het schema is aangegeven welke draad van de OPT aan massa moet worden gelegd. De beste manier om aan de weet te komen of een eventueel euvel in de versterker zit of daarbuiten is de ingang kort te sluiten en versterker wederom in te schakelen. Is alles in orde, dan is er geen brom, ook niet met een hoog rendement

speaker aangesloten. Zorg ervoor dat als de versterker daadwerkelijk wordt geprobeerd, deze absoluut bromvrij is. De verwachtingen v.w.b. de geluidskwaliteit waren hoog gespannen, en die zijn dan ook volledig vervuld. Het voortgebrachte geluid is niet zoals veel mensen verwachten, tuby, typisch buizen, nee het is ontgaan van elke scherpte, maar met een ongekende precisie en definitie. De ruimtelijkheid die kan worden weergegeven is van een zeer hoog niveau. Dit is natuurlijk heel sterk afhankelijk van de aangesloten luidspreker, bedrading en de rest van de installatie, maar deze versterker laat toch heel gauw zijn kunnen horen. Duidelijk is in ieder geval dat de (Svetlana) 300B een héél mooie audiobuis is, en zijn naam en faam dubbel en dwars waard is.....als hij goed wordt aangestuurd, en deze klus volbrengt de Mu Stage uitstekend. Maar even belangrijk is de koppeling van de 300B met de luidspreker, en dat is de taak van de uitgangstransformator.

De werkelijk prachtige OPT laat de versterker en vooral de 300B uitstekend tot zijn recht komen. Er kan gebruik worden gemaakt van twee uitgangsimpedanties, t.w. 4 en 8 Ω . In de praktijk zal blijken dat dit volstaat voor de meeste luidsprekers. De beste manier om uit te testen welke impedantie het beste past bij Uw luidsprekersysteem is om het uit te proberen. Daartoe moet beluisterd worden welke aansluiting het loudste klinkt. Vergeet echter niet om de daarbij horende geluidskwaliteit te controleren.

Hier is een opmerking toch nog op zijn plaats. Zorg als het kan bij buizenversterkers voor een zo vlak mogelijke luidspreker impedantie-karakteristiek. De combinatie buis en OPT zal zich hier comfortabeler bij voelen, en belonen met een nog beter geluid. De luidspreker fabrikant kan hier voor zorgen, desnoods met een extern aan te brengen netwerk(je). In het ontwerp is uitgegaan van de idee dat tegenkoppeling niet wordt toegepast, en dat blijkt dan ook totaal overbodig. Wel

of geen tegenkoppeling is een discussie die al zeer lang wordt gevoerd in dit verband, en kent voor en tegenstanders. Het is een erencode om dit soort versterkers niet te voorzien van tegenkoppeling, en gezien de voortreffelijke kwaliteit van, én de schakeling, én de zeer hoge kwaliteit van trafo en buis, is dan ook besloten om het hier achterwege te laten. Het laag blijft prima onder controle, en heeft een zeer natuurlijke warmte. Definitie is van een ongekende hoogte. Opmerkelijk was dat de geleverde 10W ruim voldoende bleek, ook voor laag rendement systemen. In ieder geval voor huiskamer weergave. Natuurlijk zal dit soort versterkers heel goed presteren met een hoog rendement systeem. Vooral in Amerika wordt een laag vermogen SE-versterker uitgehuwelijkt met een hoog rendement speaker, zoals diverse soorten hoorns. En het moet gezegd, dan is er een zeer hoge graad van definitie te bereiken. De klank ervan is een persoonlijke smaak.

Over de voor en nadelen van de verschillende systemen moet de luisteraar zelf echter een oordeel vellen. Vast staat dat deze SE-versterker alles aankan. Het is een sprookje dat een 300B SE-versterker zonder meer veroordeeld wordt om samen te werken met een hoog rendement luidsprekersysteem. Probeer maar, deze versterker zal dat bewijzen.

Literatuurlijst

- (1) Bert Fruitema: De HDPP 100 een moderne (high-end) audio buizenversterker met héél veel Nederlandse inbreng. Radio Bulletin Elektronica no. 4 - 5/6 - 7 - 8 - 9/2001
- (2) Barkhausen: Elektronen-röhren, Band I - II - III.
- (3) Moderne High-End Buizenversterkers. Ir.Menno van der Veen. Uitgave Segment BV ISBN 90-5381-089-7: NUGI 853
- (4) Amplimo: Uitgangstrafo's voor single ended buizenversterkers. Dokumentatieblad Amplimo Nov.1998.
- (5) Alan Kimmel: Glass Audio, volume 5, number 2, 1993.
- (6) Walter G.Jung and Richard March, "Picking Capacitors" Audio Magazine -7
- (8) Bert Fruitema: Ontwikkelingen rond een oude triode. Radio Bulletin Elektronica no. 2 / 2001

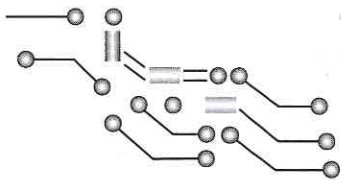
De HQSE12S, een stereo single ended audioversterker met de 300B

De in dit magazine beschreven audio single ended eindversterker HQSE 12 met de fameuze 300B triode eindbuis is kennelijk goed ontvangen door de zelfbouwers in de Benelux gezien de vele reacties die ontvangen zijn.

Uit deze reacties blijkt dat er behoefte is ontstaan aan een stereoversie van dit ontwerp. In het nu volgende artikel wordt hierop wat dieper ingegaan, en een toe te passen schema getoond inclusief de hiervoor gewijzigde voeding. Ook is een voorbeeld gegeven voor de mechanische opbouw

Stereo

Bij het ontwerp van de HQSE12 is oorspronkelijk uitgegaan van een monoblock-versie omdat deze opzet veel voordelen biedt, zoals de grootst mogelijke kanaalscheiding, plaatsing direct bij de speakers mogelijk, een betere gewichtsverdeling. Bovendien was niet direct een geschikte voedingstransformator voor een stereo versie voorhanden. Maar in een aantal gevallen kiest men toch voor een stereo uitvoering omdat dit beter uitkomt.



Bert Fruitema

Meestal bestaat een stereo-uitvoering uit twee versterkers in één kast waarin zich respectievelijk de voeding en de beide eindversterkers voor de twee kanalen bevinden.

De voeding kan bestaan uit onder meer twee voedingstransformatoren en de erbij behorende onderdelen, dus echt twee gescheiden voedingen in dezelfde kast. Bij transistor versterkers is dat heel vaak een sterk verkoopargument, echter bij buizenversterkers hoor je daar het audiofiele volkje nauwelijks over mekkeren. Bij monoblock-uitvoeringen zal de kanaalscheiding het grootst zijn omdat de veranderingen in voedingsspanningen pas bij de netsteker elkaar "zien". Gezien de kosten ligt het in de rede om te kiezen voor één ruim bemeten voedingstransformator, de beïnvloeding van de voeding door de kanalen onderling is dan minimaal. Deze beïnvloeding is trouwens bij buizenversterkers minder ernstig dan bij de transistor uitvoe-

ringen omdat de stromen in een buizenversterker aanwezig, veel kleiner zijn. Een deel van de belasting van een buizenvoeding bestaat uit een zeer stationaire belasting namelijk die van de gloeidraden van de buizen. De veranderingen in de opbouw van het magnetisch veld van de trafo zijn minder heftig omdat alleen de anodestroom nog aan fluctuaties onderhevig is. Tevens hebben we hier te maken met een klasse A-ontwerp, dan is de beïnvloeding onderling al minimaal.

De uitvoering van de versterkers zelf is ook nauwelijks anders dan bij de monoblock uitvoering. Behoudens de voeding zijn er geen andere delen in de schakeling die gemeenschappelijk gebruikt kunnen worden. Mechanisch gezien verandert er wel veel. De kast op zich moet groter zijn dan die van een monoblock, en ook steviger want het gewicht wordt aanzienlijk groter.

Transformator

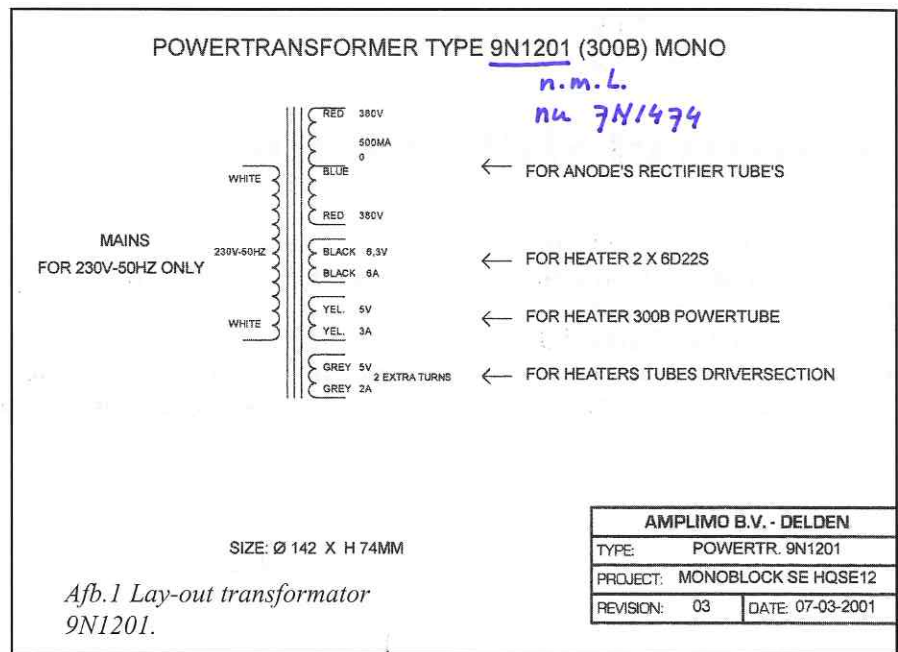
De benodigde voedingstransformator is een door Amplimo in het programma opgenomen afgeleide uitvoering van de transformator welke voor de monoblock's gebruikt is. Het totale vermogen 375 VA, op een mooie ruime kern, is meer dan voldoende voor de voeding van twee versterkers, en dus is er gekozen voor de opzet om de parameters van een paar wikkelingen te wijzigen. De hoogspanningswikkeling van de oorspronkelijke trafo kon onder volle belasting 500 mA leveren,

ruim voldoende voor de gevraagde 100 mA totaal per kanaal. Dus kan aan die zijde wat van het totale beschikbare vermogen worden ingeleverd om enkele gloeistroomwikkelingen te verzwaren.

De oorspronkelijke uitvoering van de transformator type 9N1201 voor de monoblock's is hiernaast weergegeven in afb.1.

Daar is te zien dat de hoogspanningswikkeling is uitgevoerd als 2X 380 V/0,5 A. De 5 V/3A-wikkeling wordt gebruikt voor de gloeidraad van de 300B-buis. Aan de andere 5 V/2A-wikkeling hebben we twee extra windingen toegevoegd om er een 6,3 V/2A-wikkeling van te maken voor de gloeidraden van de buizen van de drivertrap. Een 6,3 V/6A-wikkeling wordt gebruikt voor de gloeidraden van de 6D22S-buizen die voor gelijkrichting gebruikt worden. De toegepaste transformator is oorspronkelijk niet voorzien van een scherm tussen primair en secundair. Ook is de gloeidraadwikkeling voor de gelijkrichtbuizen niet extra geïsoleerd. Hij is ontworpen om samen te werken met halfgeleiderdioden, en daar speelt dit isolatieprobleem niet. Nu is dit ontbreken van speciale isolatie niet zo erg als het lijkt want de gloeidraden van de 6D22S-buizen zijn zeer goed geïsoleerd van de hoogspanning voerende kathode, het zijn oorspronkelijk boosterdiodes voor televisietoestellen, en deze kunnen tussen gloeidraad en kathode een zeer hoge spanning weerstaan (1000 V), daar zijn ze op ontworpen. Buizen zoals EZ80/81 zijn ook indirect verhit maar hebben toch niet die isolatie die de boosterdiodes hebben.

Anders wordt het als gebruik wordt gemaakt van gelijkrichtbuizen met een direct verhitte gloeidraad zoals b.v. AZ1 of 5R4. Bij deze buizen verschijnt de gelijkgerichte hoogspanning op de gloeidraad, en dat houdt dus in dat de gloeistroomwikkeling welke deze gloeidraad voedt goed geïsoleerd

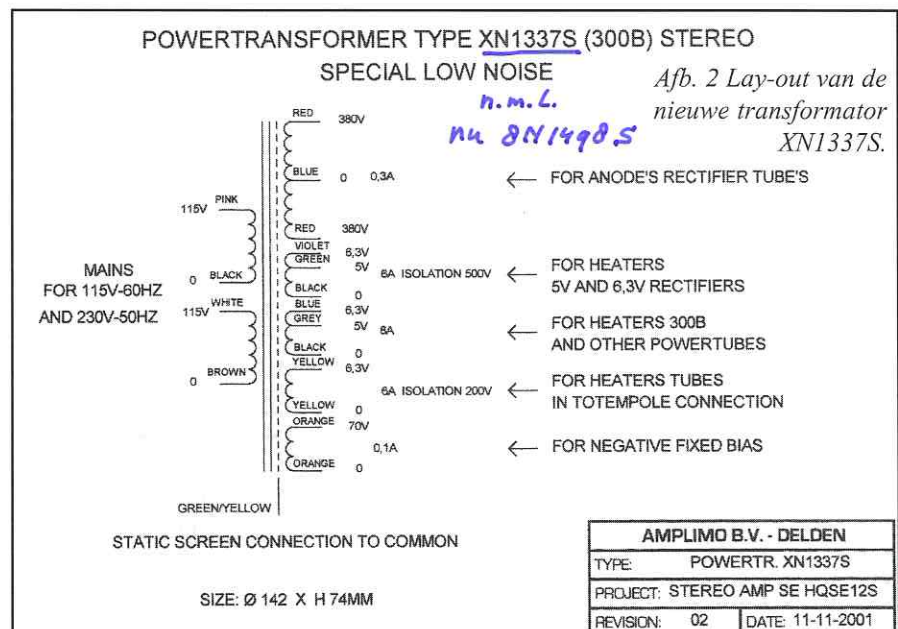


moet zijn ten opzichte van de andere wikkelingen en ten opzichte van de kern van de trafo.

Bij de nieuwe trafo is ondanks het gebruik van de boosterdiodes voor gelijkrichting, de nieuw aan te brengen wikkeling extra geïsoleerd voor 500 V, zodat de trafo meer universeel bruikbaar wordt. Deze wikkeling welke gebruikt kan worden voor 6,3V-gelijkrichtbuizen is nu ook uitgerust met een 5V-tap om het gebruik van Amerikaanse gelijkrichters zoals 5R4, 5Y3, 83 enzovoort mogelijk te maken. Omdat het toch om een modificatie van een bestaande trafo ging hebben we ook maar

meteen een statische afscherming aangebracht tussen primair en secundair. Dat is een heilzaam middel om vervelende storingen van uit het lichtnet buiten de deur te houden. En nu we toch bezig waren ook maar meteen de primaire opgedeeld in tweemaal 115 V, dit is gemakkelijk voor gebruik in andere landen. De nieuw ontstane transformator ziet er als in afb.2 hier onderaan de pagina weergegeven.

Hier zien we dat de maximaal te leveren stroom van de hoogspanning 380 V – 0 – 380 V is teruggebracht naar 300 mA met gelijk blijvende spanning. Ook is er een



gloeistroomwikkeling van 0 – 5V – 6,3 V/6 A met speciale isolatie van 500 VDC, geschikt voor gelijkrichtbuizen als 5R4, 5U4, 5Y3, 83 enzovoort. Maar ook buizen als EZ80 – 81 enzovoort kunnen hier gebruikt worden. Voor hen die met een AZ1, AZ4, AZ11 enzovoort in de weer willen moet een kleine serieweerstand voor de gloeidraad worden toegepast.

Verder zijn er nu: een wikkeling voor 0 – 5 – 6,3 V/8 A voor de eindbuizen, en dat kunnen 300B's zijn maar ook 6,3V-types, en nog een wikkeling met 0 – 6,3 V/6 A deze laatste is extra geïsoleerd tot 200 VDC uit voorzorg, omdat bij veel totempole schakelingen de gloeidraad op een hoger gelijkspanningsniveau wordt gebracht in verband met de maximale toegestane spanning tussen gloeidraad en kathode. De extra wikkeling van 70 V/0,1 A is bedoeld als bron voor eventueel negatieve rooster spanning, in ons geval niet nodig, maar het maakt de trafo ook bruikbaar voor andere ontwerpen. De transformator is ook voorzien van een scherm tussen de primaire en secundaire wikkelingen. Tot slot heeft de fabrikant alles gedaan om de trafo zo bromvrij mogelijk te maken.

Complete voeding

De voedingsschakeling is conventioneel van opbouw. Zie afbeelding 3 op de volgende pagina. Hier zijn ook weer twee gelijkrichtbuizen van het type 6D22S toegepast, net zoals bij de mono-versie. De maximale stroom welke deze buizen kunnen leveren bedraagt 300 mA, en dat is ook voor deze toepassing ruim voldoende. De buizen zijn wederom in een dubbelfasige schakeling gezet. Achter de gelijkrichting bevindt zich een weerstand R2 welke is opgebouwd uit 2X 270 Ω/10W-exemplaren, daar wordt ca 5,5 W in warmte omgezet. De er achter geplaatste bufferelco C9/C10 is opgebouwd uit twee stuks van 220 μF/385 V met parallel

daar aan twee weerstanden R3/R4 van 100 kW voor vereffening en tevens bleeder, deze kunstjes hebben we al eerder gezien in b.v. de HDPP100 (1). Een smoorspoel maakt ook deel uit van het circuit, en daar weer achter enige bufferelco's.

Er is ook voorzien in een spanningsdeling bestaande uit de weerstanden R5 en R6 welke de gloeistroomvoorziening van de ingangsbuizen optilt naar ca 100 VDC, om te zorgen dat de Ufc-waarde van deze buizen niet wordt overschreden.(2). Verder een weerstand R11 om uiteindelijk de verkregen gelijkspanning op de goede waarde te krijgen en nog weer afvlakking in de vorm van elcocombinaties. Ook bij deze voeding geldt: formeer de elco's opnieuw ook al zijn ze nieuw. De historie van een elco is meestal niet bekend, hij kan al langer op de plank gelegen hebben. Dit formeren is heilzaam voor een elco welke voor audio wordt gebruikt. Elektrolytische condensatoren hebben toch al niet een bijzonder goede naam bij de echte audiofiele, dus kunnen we als toepassing onvermijdelijk is er maar het beste van maken. (1)

De gloeistroom benodigd voor de 2X twee ingangsbuizen V3a, V3b en V4a en V4b wordt betrokken uit de 6,3 V/6A-wikkeling. Ook hier wordt weer gelijkrichting toegepast om het risico van brom zo veel mogelijk te vermijden, wat altijd vervelend is bij dit soort versterkers. Deze 6,3V-wikkeling verzorgt ook de verlichting van de eventueel aanwezige anodestroommeter. Als deze meter wordt toegepast is een dubbelpolige omschakelaar nodig om te schakelen tussen de beide kanalen. Het is voor de direct verhitte eindbuizen ook beter om de gloeidraad met gelijkstroom te voeden, vandaar de gelijkrichting via wikkeling 5 V/5 A (2). In beide gevallen moeten de weerstanden R7 en R8 worden aangepast of komen geheel te vervallen, dit is een beetje afhankelijk van de lichtnet situatie. Het

moet onder volle belasting gebeuren dus met alle buizen geplaatst en met de hoogspanning aanwezig. Toepassing van een variac is hierbij heel comfortabel. De kleine afwijking die kan optreden voor de correctie is op deze korte termijn niet schadelijk voor de betrokken buizen. In het schema vinden we ook nog een led welke als pilot is geschakeld ter indicatie van het wel of niet in werking zijn van de versterker.

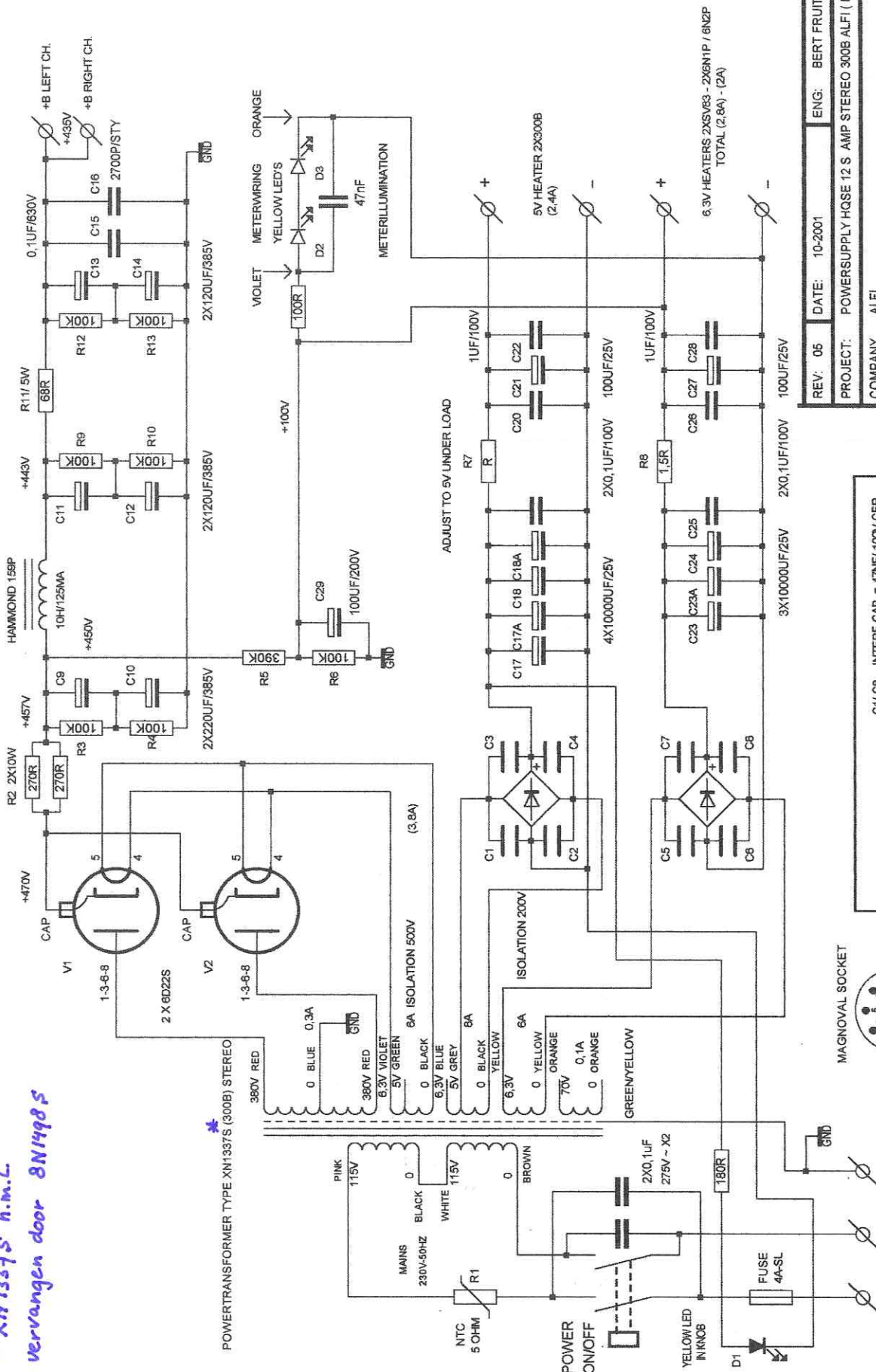
De netspanningaansluiting ten slotte wordt dubbelfasig aan en uit geschakeld. De schakelcontacten van de schakelaar zijn ontstoord cq geblust met 0,1 μF/X2-condensatoren. Let op! Deze condensatoren bezitten de X2-kwalificatie welke noodzakelijk is voor deze toepassing, een 1000V-condensator mag op deze plek niet worden toegepast. Ook hier bevindt zich de aan/uit-schakelaar op de achterzijde van de versterker, omdat met het gebruik van de moderne EMC (Electro Magnetic Compatibility) eisen dit vereist is (2). Als netzekering wordt een speciaal I²t-value exemplaar aanbevolen, omdat de inschakelstroom van een ringkerntransformator erg groot is. Ook is op deze plek nog een NTC-weerstand toegepast om de inschakelstroom te begrenzen. Let er bij de bouw op dat om de onderdelen welke warm worden genoeg ruimte blijft. Genoeg nu over de voeding voor de stereoversie.

De versterker

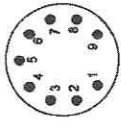
De eigenlijke versterker wijkt niet af van de monoblock versie, of het zou de aansluiting van het metercircuit moeten zijn. Zie afb.4 op de volgende pagina.

Maar hiervan weten we al van de monoblock uitvoering dat de meter optioneel is. Kan het niet of willen het niet, dan is weg laten de remedie. Op bijgaande schetsen is een richtlijn aangegeven volgens welke gebouwd kan worden, dit geeft de meeste kans op succes.

* XN1337S n.m.l.
 vervangen door 8N1498S



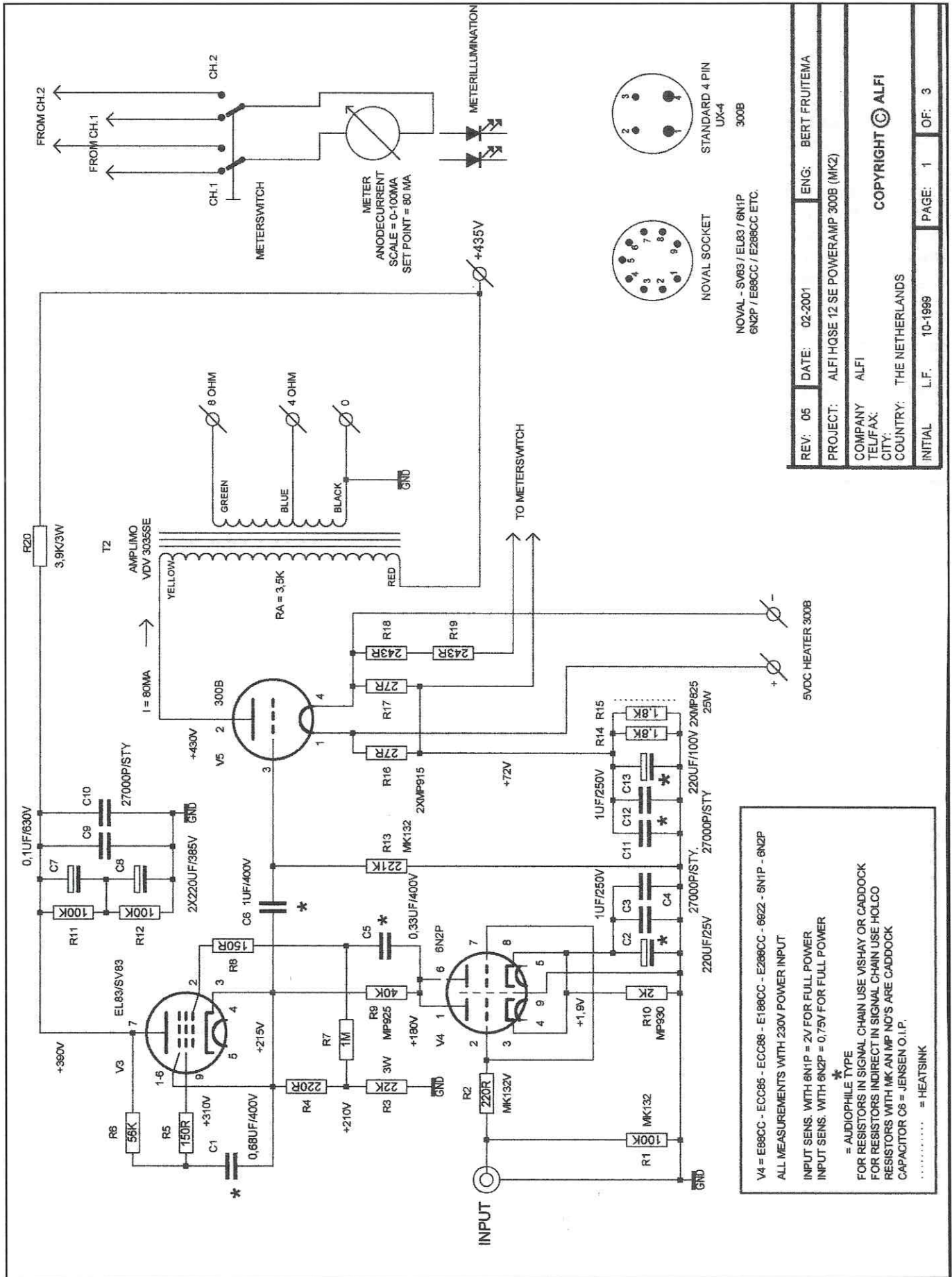
C1/C8 INTERF. CAP. = 47NF/100V-CER.
 ADJUST R7 - R8 UNDER FULL LOAD WITH PARALLEL R TO RESP. 5 - 6.3V
 ALL MEASUREMENTS WITH 230V POWER INPUT



SPECIAL FUSE
 12 TVALUE
 CERAMIC
 MAINS
 230V-50HZ

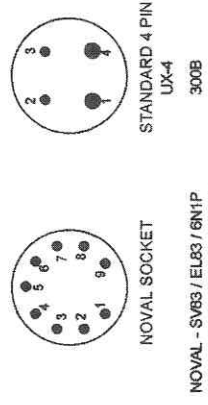
REV: 05	DATE: 10-2001	ENG: BERT FRUITEMA
PROJECT: POWERSUPPLY HQSE 12 S AMP STEREO 300B ALFI (MK 2)		
COMPANY: ALFI		
TELEFAX: CITY:		
COUNTRY: THE NETHERLANDS		
INITIAL: L.F.	08-2001	PAGE: 1 OF: 2

COPYRIGHT © ALFI



V4 = E86CC - ECC85 - ECC88 - E188CC - E286CC - 6622 - 6N1P - 6N2P
 ALL MEASUREMENTS WITH 230V POWER INPUT
 INPUT SENS. WITH 6N1P = 2V FOR FULL POWER
 INPUT SENS. WITH 6N2P = 0,75V FOR FULL POWER
 * = AUDIOPHILE TYPE
 FOR RESISTORS IN SIGNAL CHAIN USE VISHAY OR Caddock
 FOR RESISTORS INDIRECT IN SIGNAL CHAIN USE HOLCO
 RESISTORS WITH MK AN MP NO'S ARE Caddock
 CAPACITOR C6 = JENSEN O.I.P.
 = HEATSINK

REV: 05	DATE: 02-2001	ENG: BERT FRUITEMA
PROJECT: ALF HQSE 12 SE POWERAMP 300B (MK2)		
COMPANY: ALFI		
TEL/FAX:		
CITY: THE NETHERLANDS		
INITIAL	L.F. 10-1999	PAGE: 1 OF: 3



NOVAL - SV83 / EL83 / 6N1P
 6N2P / E86CC / E286CC ETC.

Afb.4 Schema HQSE12S.

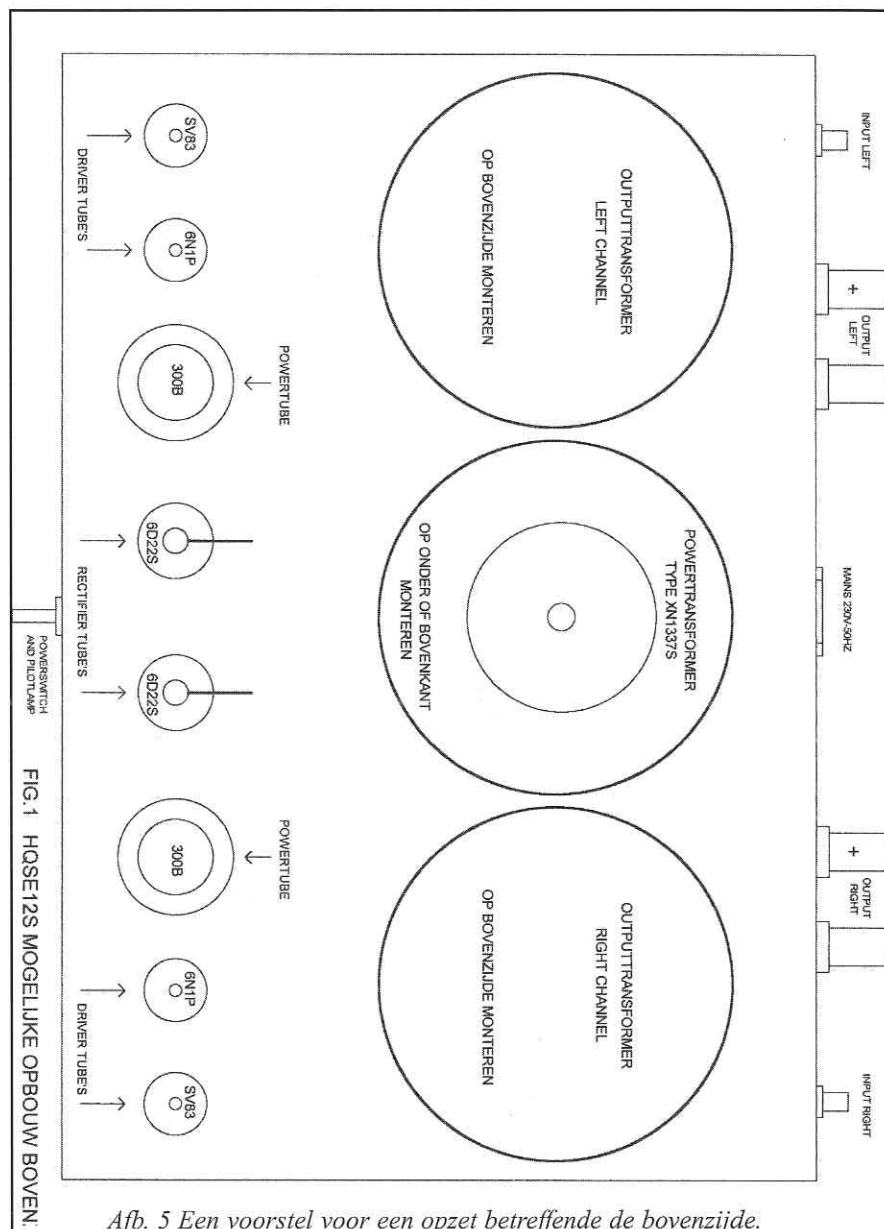
In afb. 5 zien we een opzet van de constructie betreffende de bovenzijde van de stereoversie. Het is een voorbeeld hoe de diverse onderdelen in en op een bestaand of nieuw te maken chassis kunnen worden aangebracht.

Afb. 6 laat hetzelfde zien betreffende de onderzijde. Dit is dus niets meer dan een voorstel hoe het **zou** kunnen. Elco's kunnen indien ze geen montage mogelijkheid hebben, uitstekend met behulp van een lijmpistool bevestigd worden, en dat geldt ook voor andere "moeilijke" componenten. Op de schetsen is te zien dat de voedingstransformator binnen in het chassis kan worden geplaatst. De uitgangstransformatoren kunnen dan bovenop, links en rechts gezet worden. Al eerder is uitvoerig vermeld dat ringkerntrafo's de plezierige eigenschap hebben dat ze elkaar nauwelijks beïnvloeden. (1) (2)

De buizen kunnen meer naar voren worden geplaatst zoals op de tekeningen is te zien. Over de plaatsing van links en rechts kan gediscussieerd worden. Het lijkt logisch om in front van de versterker de linkerzijde als links, en de rechterzijde als rechts uit te voeren. Nadeel is dan dat tegen de achterzijde gezien links zich aan de rechterzijde bevindt. Buig je echter over de versterker heen bij het aansluiten, dan is alles in de goede plaatsing. Over deze benoeming van links/rechts is geen normalisatie, echter het voorbeeld voldoet uitstekend. Voor de werking maakt het niets uit, maar het is beter om het zo logisch mogelijk te doen.

Praktijk

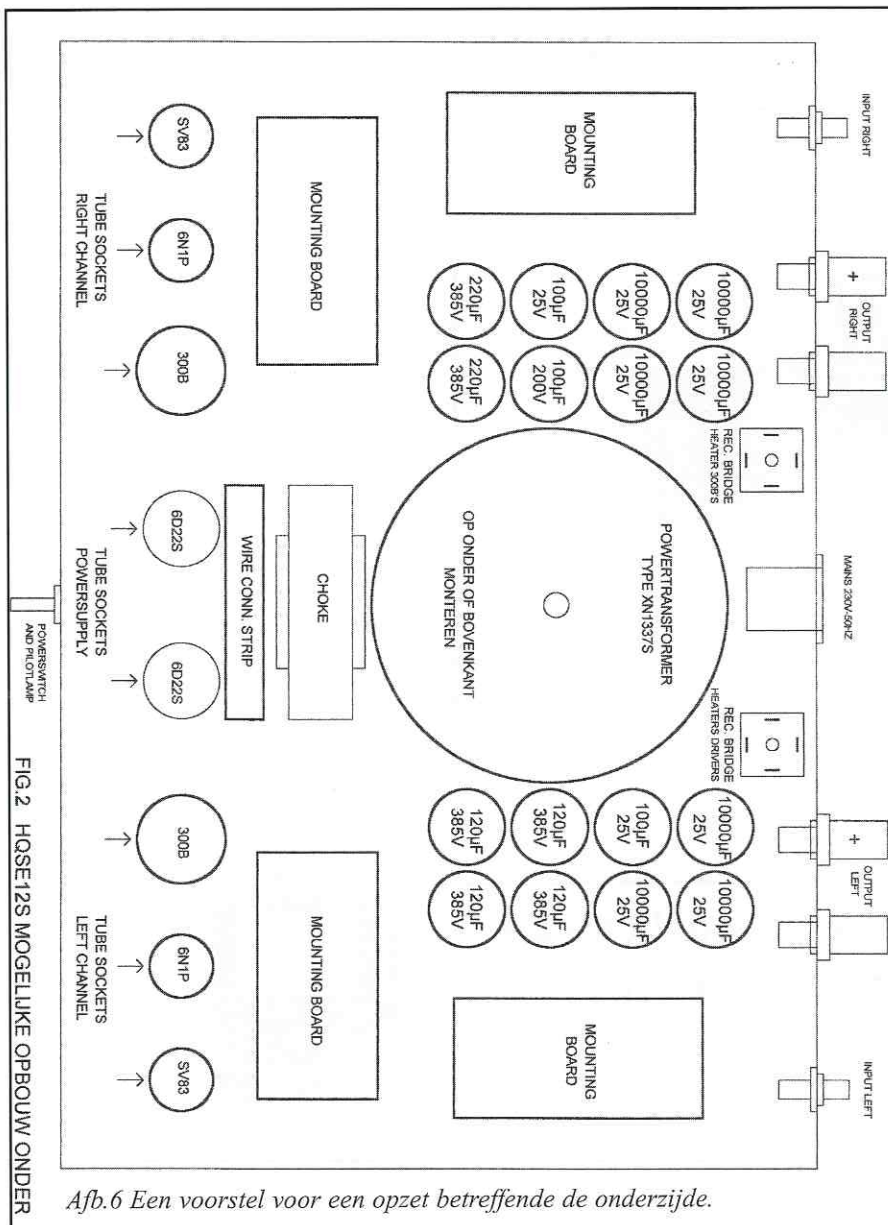
Zorg eerst voor een degelijk chassis, de complete versterker is zwaar. Breng de gaten voor de buisvoeten, aansluitingen en de diverse bevestigingsgaten eerst aan. Werk het chassis dan af, als het metaal is bijvoorbeeld vernikkelen, verchromen, vergulden of



Afb. 5 Een voorstel voor een opzet betreffende de bovenzijde.

iets dergelijks. Of als er hout in verwerkt is die delen eerst lakken. Beslis nu ook waar het stermassa punt wordt aangebracht. Het is noodzaak om zeer consequent om te gaan met de massavoering in de versterker. Het is moeilijk zoeken naar een brom die via verkeerd gekozen massapunten wordt veroorzaakt. Aanbevolen wordt om één massapunt te gebruiken. Dit punt kan het beste in de buurt bij de voeding worden gekozen. Op dit punt moeten alle massa aansluitingen worden aangebracht. Op slechts één plaats, en het beste is dit bij de gevoeligste ingang, wordt het chassis aan massa gelegd. Bij het aanbrengen van de componenten eerst de lichtste

plaatsen, zoals de buisvoeten, de montagebordjes, de elco's, de aansluitingen enzovoort. Vervolgens kan al veel bedrading worden aangebracht zoals de gloeistroomaansluitingen. De voedingstransformator is dan aan de beurt. Nu kan zowat de gehele versterker worden bedraad. De gloeispanningen van alle buizen kunnen worden gecontroleerd. Na plaatsing van de twee stuks 6D22S kan de voeding worden getest, en als alles in orde is bevonden, kunnen de nog aanwezige spanningen worden ontladen, en de uitgangstransformatoren worden geplaatst en aangesloten. Dit is ook het moment om de rest van de buizen te plaatsen. Zoals al



Afb.6 Een voorstel voor een opzet betreffende de onderzijde.

eerder bepleit, helpt een variac erg goed bij het opstarten van de nu complete versterker. De diverse gloeispanningen hadden we ook al eerder gecontroleerd, dus kunnen we als we de variac langzaam opregelen de diverse spanningen meten en bewaken. Anders is het als er geen variac voorhanden is. In dit geval kan beter eerst de drivertrap gevormd door de buizen 6N1P en SV83 worden getest. Is er een oscilloscoop in de buurt dan is het gemakkelijk om te zien of de trap werkt, een signaal uit toongenerator of van andere oorsprong kan achter koppelcondensator C6 worden gemeten. Dit signaal moet circa 30X sterker zijn dan het ingangssignaal. Blijkt dit

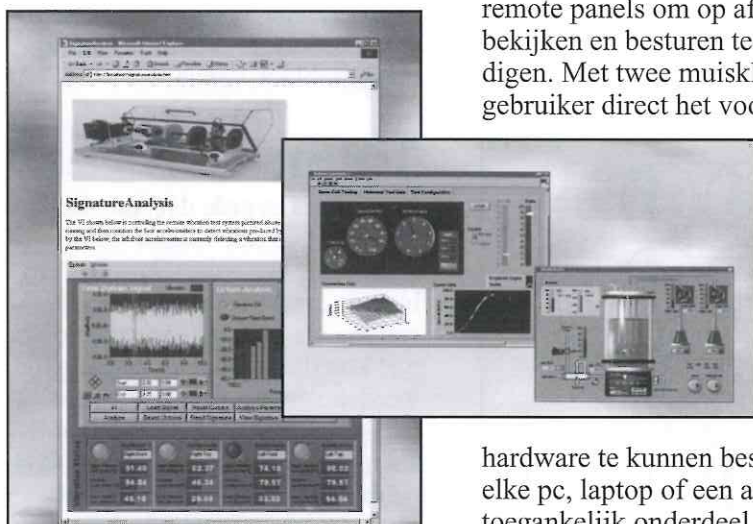
in orde dan kan de 300B buis worden geplaatst. Bewaak hierbij de anodestroom, welke gemakkelijk kan worden gemeten over de combinatie R14 en R15. Deze vormen samen met de symmetrieweerstanden de kathodeweerstand van 913,5 Ω, en daardoor gaat evenveel stroom als via de anode. Als de anodestroom 80 mA moet zijn zoals in onze versterker, dan zal de spanning over de weerstandcombinatie zijn: $U_{Rc} = I_c \times R_c = 0,08 \times 900 = 72 \text{ V}$ zijn. Als deze spanning wordt gemeten bedraagt de anodestroom de gewenste 80 mA. En dat is in dit geval de juiste instelling. Let op! Bij plaatsing van de buizen in de tweede versterker zal de

totale anodespanning in waarde dalen als functie van de grotere belasting. Daardoor zal de anodestroom van de 300B in deze stereoversie iets lager uitvallen dan bij de monoblock versie.

Testen

Blijkt alles in orde dan kan de uiteindelijke test volgen. Eerst maar weer een waarschuwing. Bij buizenversterkers mag in tegenstelling als bij transistorversterkers wel kortsluiting aan de uitgang worden veroorzaakt, ook onder belasting. Fraai is het niet maar het zal niet gauw desastreuze gevolgen hebben. Maar.....met een onbelastte uitgang en signaal op de ingang werken, hetgeen bij transistorversterkers gewoon mag, is bij buizenversterkers strikt verboden. Als gevolg van overslag in de primaire wikkeling van de uitgangstransformator kunnen ernstige problemen ontstaan, in ieder geval voor die kostbare transformator. Sluit daarom een belastingsweerstand van 5 Ω aan op de uitgang van ieder kanaal. Het is gemakkelijk om hiervoor 2X twee parallel geschakelde 10Ω-weerstanden van 10 W elk te gebruiken. Vervolgens een signaalbron aansluiten. Bijvoorbeeld functie-, of liever nog een toongenerator, op beide kanalen. Oscilloscoop aansluiten over een van de belastingsweerstanden (een tweekanaals-oscilloscoop is nog mooier), let hierbij op de juiste poling, dus de massaclip aan de 0 van de luidspreker aansluiting. Bij het voorzichtig opdraaien van het niveau van de signaalbron zal de sloop de vorm van het ingangssignaal laten zien. De signaalvorm en amplitude aan de ingang, zal versterkt aan de uitgang exact dezelfde vorm moeten hebben. Als een RMS-wisselspanningsmeter parallel over de belastingsweerstand wordt aangesloten kan meteen de spanning over de weerstand onder volle belasting, worden gemeten. De sinusvorm mag nog net niet vervormen. Dit geeft dan weer een mooie indicatie van het geleverde

Productnieuws



LabView 6.1

National Instruments heeft de nieuwste versie van haar grafische programmeeromgeving LabView versie 6.1 aangekondigd. Deze ontwikkelingssoftware is bestemd voor het gadeslaan en besturen van applicaties. Nieuwe eigenschappen in de software zijn onder andere voor gedistribueerde besturing en analyse. Versie 6.1 bouwt verder op de uitgebreide web-mogelijkheden die versie 6i reeds bezat, met

remote panels om op afstand bekijken en besturen te vereenvoudigen. Met twee muiskliks kan de gebruiker direct het voorpaneel

van zijn/haar applicatie in een web-browser inbouwen om direct zijn/haar

hardware te kunnen besturen van elke pc, laptop of een ander web-toegankelijk onderdeel. Verder beschikt deze versie over verbeterde netwerk en besturingseigenschappen in de real-time module en beschikt de ontwikkelsoftware over PID-tools. Info is verkrijgbaar op www.ni.com/labview of via info.netherlands@ni.com.

Kleurmodellen van de ScopeMeter

Fluke heeft de ScopeMeter®-serie 190 uitgebreid met de modellen 196C en 199C. Deze meters

bevatten een groot kleurenscherm met hoge resolutie en extra functionaliteit zoals digital persistence (signaaloverlap) en een veel snellere vernieuwingsfrequentie van het display. Een kleuren-display maakt de vaststelling van afzonderlijke golfvormen eenvoudiger, vooral bij de weergave van een grote amplitude op het scherm. Hierdoor kunnen afzonderlijke signalen tevens visueel worden onderscheiden als golfvormen boven op, of zeer dicht bij, elkaar worden weergegeven. Er worden eveneens kleuren gebruikt voor waarschuwingen en andere aanduidingen op het scherm. De digitale signaalverwerkingskern geeft de modus voor signaaloverlap het instrument een golfvormafname zoals bij een analoge oscilloscoop. Door de snelle vernieuwingsfre-



quentie van het display worden signaalveranderingen direct opgemerkt. **Lees hiernaast verder.**

vermogen, met beide kanalen belast. Weten we die spanning, bijvoorbeeld 6,7 V, dan kennen we ook de stroom die er loopt n.l. $I_b = U_b/R_b = 6,7/5 = 1,34$ A. Het vermogen is $P = U \times I = 6,7 \times 1,34 = 8,98$ dus circa 9 W. Het vermogen zal tussen de 8,5 en 10 W per kanaal bedragen, beide kanalen uitgestuurd. Het uiteindelijke vermogen is een beetje afhankelijk van de toegevoerde netspanning.

De rest van de metingen zoals de frequentie karakteristiek is al uitgebreid behandeld in het artikel over de monoblock-uitvoering, de HQSE12 (2). Is er geen signaalgenerator beschikbaar, dan moet worden uitgeweken naar een signaal van bijvoorbeeld een CD-speler. Metingen in technische zin zijn dan niet mogelijk, en zal er

dus meer vertrouwd moeten worden op de oren van de bouwer. Echter als er iets mis gaat zal en/of het volume c.q. de geluidskwaliteit duidelijk slechter zijn. Als alles in orde is zal de geluidskwaliteit heel fraai zijn, niet in de laatste plaats door de wel heel ruime voeding.

De versterker kan nu geheel geprepareerd worden voor het uiteindelijke gebruik. Plaats de buizen en wrijf er nog even de vingervlekken van af. Een afschermkap over de buizen wordt aanbevolen zeker als er kinderen en dieren in huis zijn. Afhankelijk van het gebruik zal het enige tijd duren voordat de versterker is ingespeeld. Houdt maar circa 6 tot 8 weken aan. In deze periode zal de versterker het ene moment slechter en het andere moment

beter klinken, tot het moment dat er weinig meer verandert.

Hiermede wordt de serie over de SE300B-versterkers besloten.

Literatuurlijst:

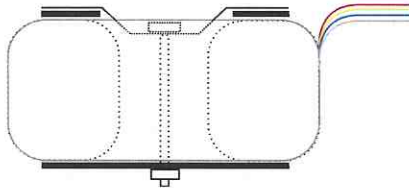
(1) Bert Fruitema: **De HDPP100 een moderne buizeneindversterker met heel veel Nederlandse inbreng.** Radio Bulletin Elektronica No 5 - 6/7 - 8 - 9 / 2000.

(2) Bert Fruitema: **De HQSE12, een single ended monoblock eindversterker met de 300B.** Radio Bulletin Elektronica No 7/8 - 9 - 10.

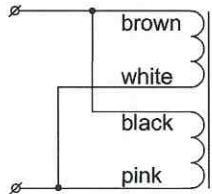


Toroidal transformer type 7N1474

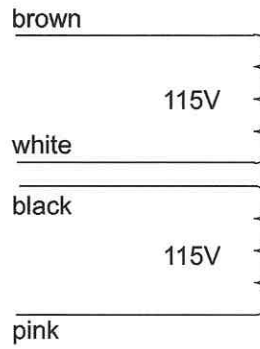
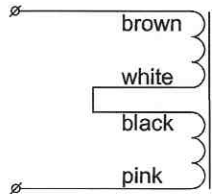
HQSE12 mono



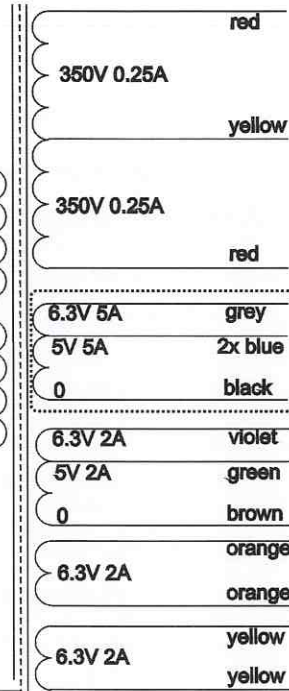
primaries in parallel for 115V operation



primaries in series for 230V operation

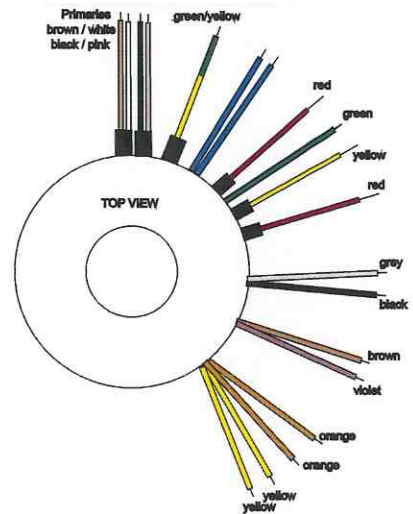


green/yellow striped = tapescreen



6.3V 5A
5V 5A
0
This winding is extra isolated to be connected to 500VDC

6.3V 2A
5V 2A
0
Only one tap used at a time!



Diameter 126mm
Height 59mm
Weight 3kg
Height and weight are measured without mounting materials
All leads are approx. 200mm long

Supplied mounting materials:
1 metal washer Ø9cm
2 neoprene washers Ø9cm
1 bolt M5x70 with nut

With KEMA KEUR, ENEC, CE and UL/CSA approvals
KEMA certificate 96 2307, UL filenumber E179800.

Time lag fuses to be used.
Primary:
For 115V mains : 2A 5x20mm IEC127 high I²t-value
For 230V mains: 1A 5x20mm IEC127 high I²t-value.

Secondary: additional protection is required for each secondary winding

Type number	primary	secondaries voltage	current
7N1474	2x 115V	350V-0-350V	250mA
		0 - 5 - 6.3V	5A
		0 - 5 - 6.3V	2A
		0 - 6.3V	2A
		0 - 6.3V	2A

All voltages are under full ohmic load.
Regulation : 6.5%



Industrieweg 14
NL-7161BX NEEDE
The Netherlands

P O - B o x 27
NL-7160AA NEEDE
The Netherlands
Tel.+31 (0)545 283456
Fax+31 (0)545 283457

info@amplimo.nl
http://www.amplimo.nl

HB
May 2004

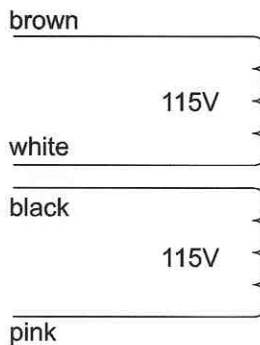
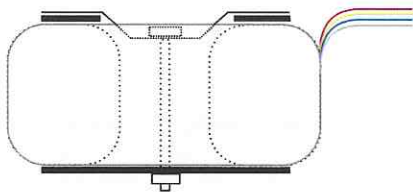
© Copyright Amplimo BV

7N1474

toroidal power transformer
for valve-amplifiers

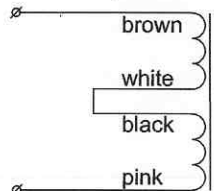
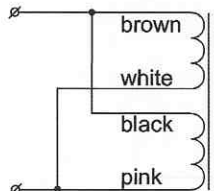
Toroidal transformer type 8N1498S

HQSE 12 stereo



primaries in parallel for 115V operation

primaries in series for 230V operation



green/yellow striped = tapescreen

red (1)	380V 300mA	
yellow (1)		
red (1)	380V 300mA	
6.3V 6A	violet (2)	This winding is extra isolated to be connected to 500VDC Only one tap used at a time
5V 6A	green (2)	
0	black (2)	
6.3V 3A	blue (3)	Only one tap used at a time
5V 3A	grey (3)	
0	black (3)	
6.3V 3A	blue (4)	Only one tap used at a time
5V 3A	grey (4)	
0	black (4)	
6.3V 2A	orange (5)	
0	orange (5)	
6.3V 2A	orange (6)	
0	orange (6)	

Type number	primary	secondaries voltage	current
8N1498S	2x 115V	380V-0-380V 0-5V-6.3V 0-5V-6.3V 0-5V-6.3V 6.3V 6.3V	300mA 6A 3A 3A 2A 2A

All voltages are under full ohmic load.
Regulation : 4.5%

Diameter 141mm
Height 65mm
Weight 4.2kg

Height and weight are measured without mounting materials
All leads are approx.200mm long

Supplied mounting materials:
1 metal washer Ø11cm
2 neoprene washers Ø11cm
1 bolt M8x90 with nut

Special low-noise design.
With KEMA KEUR, ENEC, CE and UL/CSA approvals
KEMA certificate 96 2307, UL filenumber E179800.

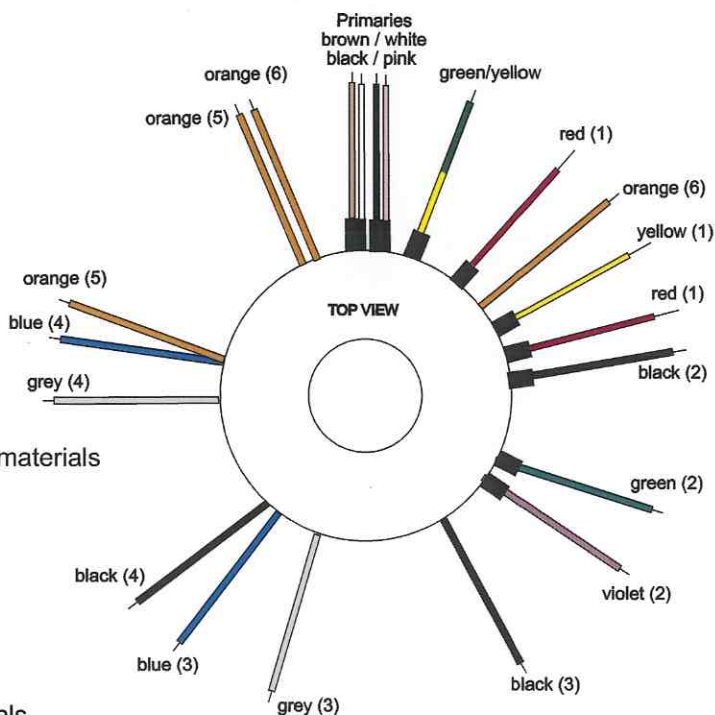
Time lag fuses to be used.

Primary:

For 115V mains : 5A 5x20mm IEC127 high I²t-value in series
with 2 NTC-resistors type NTC2.5

For 230V mains : 2.5A 5x20mm IEC127 high I²t-value in series
with 2 NTC-resistors type NTC5.

Secondary: additional protection is required for each



Industrieweg 14
NL-7161BX NEEDE
The Netherlands

P O - B o x 2 7
NL-7160AA NEEDE
The Netherlands
Tel.+31 (0)545 283456
Fax+31 (0)545 283457

info@amplimo.nl
http://www.amplimo.nl

HB	November 2004
© Copyright Amplimo BV	

8N1498S
toroidal power transformer
for valve-amplifiers