

Het samenvoegen van beiden, noodzakelijk voor het terugbekomen van de originele sinusvorm, geschiedt in de uitgangstransformator.

Om dit echter volledig voor 100 procent en voor elke frequentie te verkrijgen, worden aan deze transformator zeer zware eisen gesteld. De koppeling tussen beide helften moet namelijk 100 procent bedragen voor alle frequenties. Een onmogelijke eis.

Wel worden met bepaalde constructies nog zeer bevredigende resultaten bereikt, bijv. Toroidkernen, al of niet uit gericht ijzer, door elkaar gewikkelde spoelen; een met twee parallel draden gewikkelde spoel (McIntosh); schijfwikkelingen, enz. Dit zijn dus allemaal middelen om de koppeling zo groot mogelijk te maken en dus een zo klein mogelijke spreidingszelfinductie te verkrijgen. Onnodig te zeggen, dat dergelijke constructies meer wikkeldrukte vereisen, omvangrijker worden en dus ook kostbaarder.

Er is nog iets: bij een goede transformator moet de primaire impedantie, bij de laagst over te brengen frequentie, bijv. 50 Hz, ongeveer $10 \times$ groter zijn dan de aanpassingsweerstand der eindbuizen; hoe groter de R_a , hoe groter de zelfinductie moet worden.

Hieruit zien we dus, dat het gunstig is eindbuizen te gebruiken met een zo klein mogelijke R_a .

In dit opzicht is de klassieke push-pull versterker niet gunstig.

Inderaad staan de beide eindbuizen voor wisselstroom in serie, de aanpassing is dus groter dan voor één buis.

Uit het vorige mogen we dus besluiten, dat de moeilijkheden bij de constructie van goede uitgangstransformatoren het gevolg zijn van het principe der push-pull versterking zelf. We moeten dus zoeken naar een andere schakeling, die niet zulke kritische eisen stelt aan de transformator.

Op het eerste gezicht zou het dus ideaal zijn indien we de uitgangstransformator volledig konden missen, maar de keuze aan luidsprekers hiervoor is zo ontzettend gering, dat er geen mogelijkheid bestaat eens een andere luidspreker te gebruiken zonder een beroep te doen op een transformator. Veel interessanter zijn daarom schakelingen, die met een weinig kritische en gemakkelijk te vervaardigen transformator genoegen nemen.

Maar indien het nu eens mogelijk ware de beide paaikrington parallel te schakelen inplaats van in serie en toch het push-pull principe te behouden? En indien we er bovendien in slaagden de gelijkstroom uit de transformator te houden, wat dan? Vele van bovenvermelde nadelen zouden hiermede een elegante oplossing verkrijgen.

EEN NIEUW PRINCIPE :

Het is vermoedelijk deze gedachtengang geweest, die de beide Amerikanen A. Petersen en D. B. Sinclair volgden bij het ontwerpen van een geheel nieuw principe. Dit werd door hen gepubliceerd onder de titel: „A single

Ended Push-pull Audio Amplifier" in General Radio Experimenter van oktober 1951. Het prinscipeschema gaat hierbij als figuur 2.

Een uitgangstransformator is bij deze schakeling niet nodig, tenzij om aan te passen aan een afwijkende impedantie. Deze schakeling heeft het grote voordeel, dat de signalen, afkomstig van de plaatkring der eindbuizen niet in twee gescheiden wikkelingen van de uitgangstransformator worden samengevoegd, maar slechts in één gemeenschappelijke wikkeling of belastingsimpedantie.

Een eventuele uitgangstransformator behoeft dus slechts één enkele primaire wikkeling te hebben.

Bovendien voert deze geen gelijkstroom.

Zoals reeds gezegd, staan de eindbuizen bij een normale push-pull voor wisselstroom in serie. We zullen dus in het vervolg deze schakeling de „Serie Push-Pull" of SPP noemen.

Daar bij dit nieuwe principe van Peterson en Sinclair beide eindbuizen slechts één gemeenschappelijke wikkeling nodig hebben kan het niet anders of deze beide staan parallel.

Daarom noemen we een dergelijke schakeling in het vervolg de „Parallele Push-Pull" of PPP.

Maar iedere medaille heeft een keerzijde, men heeft nl. de dubbele plaatspanning nodig van een normale SPP-eindtrap. Behalve isolatiemoelijkheden is het bovendien nog gevaarlijk. Dit hebben ze echter ook zelf ingezien en zodoende zijn zij er toch in geslaagd, maar ten koste van een vrij dure uitgangstransformator, een schakeling te vinden waardoor men met normale plaatspanning uitkomt. Ze geven twee schakelingen van beproefde versterkers waarbij de vervorming beneden 0,5 procent blijft bij volle uitsturing. Een tweede nadeel is, dat de voorversterking nogal wat stuurspanning moet kunnen leveren voor een eindtrap 6L6. Voorafgegaan door een fase-omkeerbuis en een penthode is een stuurspanning van 7,8 volt nodig voor max. vermogen. De tegenkoppeling bedroeg 14 dB en de plaatsspanning 400 V. Volgens dit principe brengt General Radio Comp. een meetversterker in de handel die tussen 20 Hz en 50 kHz bij max. 1 procent vervorming, 3 W. afgeeft. In de eindtrap worden twee buizen 6W6GT gebruikt. Een uitgangs-

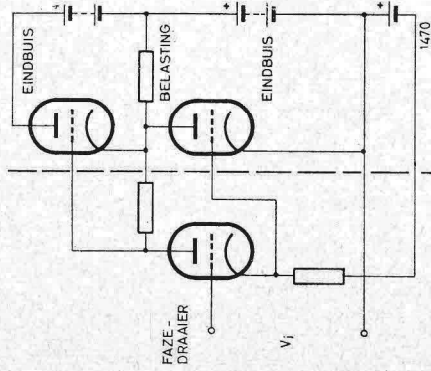


Fig. 2. — Prinscipeschema van Peterson en Sinclair

transformator is niet voorzien, daar het hier om een meetversterker gaat en de aanpassings-impedantie slechts 600 Ω bedraagt.

De frequentie-karakteristiek is praktisch recht tussen 10 Hz en 100 kHz. Een zeer mooi voorbeeld van hetgeen met dit nieuwe principe te bereiken is.

EEN NIEUW PPP-PRINCIPE :

In het Finse tijdschrift 'Radio' nr. 6, 1952, verscheen een artikel van de hand van M. Koykka. In plaats van te werken met een dubbele plaatsspanning worden hier twee gescheiden hoogspanningen gebruikt die beiden, althans voor gelijkstroom, met de minzijde aan het chassis verbonden zijn.

Dit kost echter weinig meer dan één hoogspanning als men een nettransformator gebruikt met gescheiden secundaire hoogspanningen en voor de gelijkrichting slechts enkelzijdige seleengelijkrichters toepast (bv. Siemens E 250 C 90 of E 250 C 130).

De meerprijs bedraagt slechts één elektrolytische condensator van 2 x 50 μF. Hiertegenover staat echter een grote kostenbesparing in de uitgangstransformator. Het principe-schema gaat hierbij als figuur 3 en een uitvoerings-schema van het Finse tijdschrift 'Radio', als fig. 4.

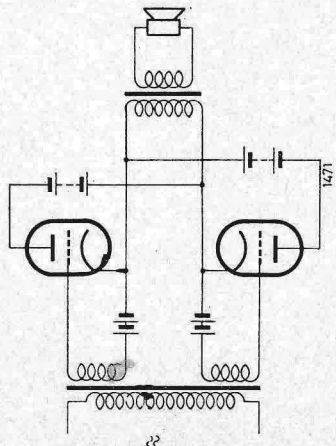
Met 2 EL 41 wordt als gunstigste impedantie 1750 Ω gevonden (tegen 10.000 Ω bij de normale SPP-schakeling), terwijl 10,4 W vermogen werd bereikt.

Deze schakeling werd door mij beproefd met 2 buizen EL 84. Bij 270 V plaatspanning en bij een kathodestroom van slechts 2 x 32 mA (zonder signaal) werd 13,9 watt bereikt.

Dit is meer dan bij de normale SPP-schakeling en is schijnbaar te wijten aan de betere uitgangstransformator en het feit, dat deze geen gelijkstroom voert en dat er dus ook geen spanningsval optreedt voor de eindbuizen. Er werden echter moeilijkheden ondervonden met de fase-omkeerbuis. De resultaten waren evenwel bemoedigend genoeg om verdere proeven te ondernemen.

DE SYMMETRISCHE PPP-VERSTERKER :

Figuur 5 geeft het schema weer van een symmetrische PPP-versterker zoals deze beschreven is in het Duitse tijdschrift Radio Magazin, no. 4, 1955.



Figuur 3
Principeschema van Koykka

Ter verduidelijking zullen we hieronder het schema opnieuw opbouwen met weglating van schermrooster- en kathodeweerstand, die niets met het principe te maken hebben.

Bij de normale schakeling van figuur 6 staan Za en hoogspanning in serie. Zonder afbreuk te doen aan de werking mogen we deze zonder meer van plaats verwisselen, zo ontstaat dan figuur 7. Een push-pull bevat echter twee buizen, zodat we gemakkelijk kwamen tot figuur 8 waarin figuur 7 dubbel is getekend.

De pijlen duiden de richting van de plaatstroom aan terwijl de + en — tekens momentele signaalspanningen aanduiden; deze laatste blijken in fase te zijn en mogen dus zonder meer parallel worden geschakeld.

We kunnen dit ook anders uitleggen, nl. als een brugschakeling. Figuur 9 verduidelijkt dit. Zonder signaal op de stuurroosters is de brug in evenwicht en zal er dus geen stroom vloeien in de belasting Za.

De toe te voeren stuurspanningen zijn steeds éénpolig gearad; de eindtrap moet dus ook ergens gearad worden, en wel, ter wille van de symmetrie, in het midden van de uitgangsimpedantie.

De halve uitgangsspanning geeft dus tegenkoppeling op de eindtrap. Bij volle uitsturing bedraagt deze ongeveer 70 volt. Dit moeten we dus optellen bij de normale stuurspanning van de EL 84, die 15 V bedraagt. Het totaal van de eindtrap wordt dan: 70 + 15 = 85 volt.

DE FAZE-OMKEERTRAP :

Als fase-omkeertrap wordt een ECC 83 gebruikt in de Schmitt-schakeling met gemeenschappelijke kathodeweerstand, die zich van anderen onder-

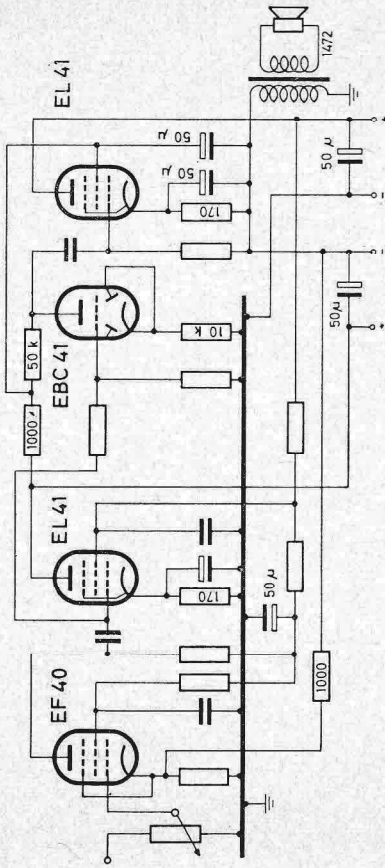


Fig. 4. — Uitvoeringsschema volgens het principe van figuur 3.

scheidt door haar volledige symmetrische uitgang en haar laag vervormingspercentage. Er wordt echter op gewezen, dat de anodeweerstand van de aan het rooster gestuurde buis ongeveer 5 tot 10 % kleiner moet zijn; vandaar de aangegeven waarden 200- en 220 k Ω .

Verderop zullen we echter zien, dat ook dit niet strikt noodzakelijk is daar de hele schakeling auto-equilibrerend (zelf-instellend) is.

Deze kleine dubbele triode, met slechts 250 V plaatsspanning, kan onmogelijk de vereiste 2 x 85 V signaalspanning voor de eindtrap leveren. En hier passen we nu een klein listigheidje toe. We gaan nl. terugkoppelen. Zoals uit figuur 5 blijkt, zijn de beide hoogspanningen zwevend en slechts geaard via de halve uitgangsspanning. Aan iedere halve ECC 83 geven we dus hoogspanning met in serie 70 V signaalspanning uit de eindtrap. Deze zal zich dus verdelen over de Ra en de Ri van de buis. De signaalspanning, die over Ri ontstaat, (≈ 35 V) is dus ook de benodigde stuurspanning voor de eindbuis. Deze spanning blijkt in fase te zijn met de benodigde stuurspanning waardoor we dus in plaats van 2 x 85 V slechts 2 x 50 V nodig hebben.

Dit blijkt de ECC 83 juist te kunnen leveren met 2 V op het rooster, mits deze gestuurd wordt uit een bron met een kleine Ri.

DE VOORVERSTERKER — (zie figuur 10).

Hiervoor gebruiken we ook weer een ECC 83, waarvan de eerste triode als weerstandsversterker en de tweede als stroomversterker (cathode follower) wordt geschakeld.

Deze laatste is gelijkstroom gekoppeld met de fase-omkeertrap wat de stabiliteit in zijn geheel ten goede komt. Bovendien komt men uit met minder onderdelen.

Vanuit de secundaire van de uitgangstransformator krijgt de eerste triode tegenkoppeling.

DAMPINGFACTOR :

Indien men aan een luidspreker een gelijkspanning toevoert met zeer kleine inwendige weerstand (b.v. een nieuwe 1,5 V batterij of een 2 V accu) zal de conus een beweging naar buiten (of naar binnen, afhankelijk van de polariteit van de batterij) maken en in die stand blijven staan, het is immers een gelijkspanning!

Verbreekt men nu de stroomkring, dan zal de conus weer naar zijn oorspronkelijke stand terugkeren; maar dit doet hij niet direct maar slechts na enkele heen en weer bewegingen: de conus trilt uit in zijn eigen resonantiefrequentie en produceert dus een frequentie, die in het toegevoerde signaal niet aanwezig was.

Wat gebeurt er echter, als we de luidspreker kortsluiten op het moment, dat we de batterijspanning verbreken?

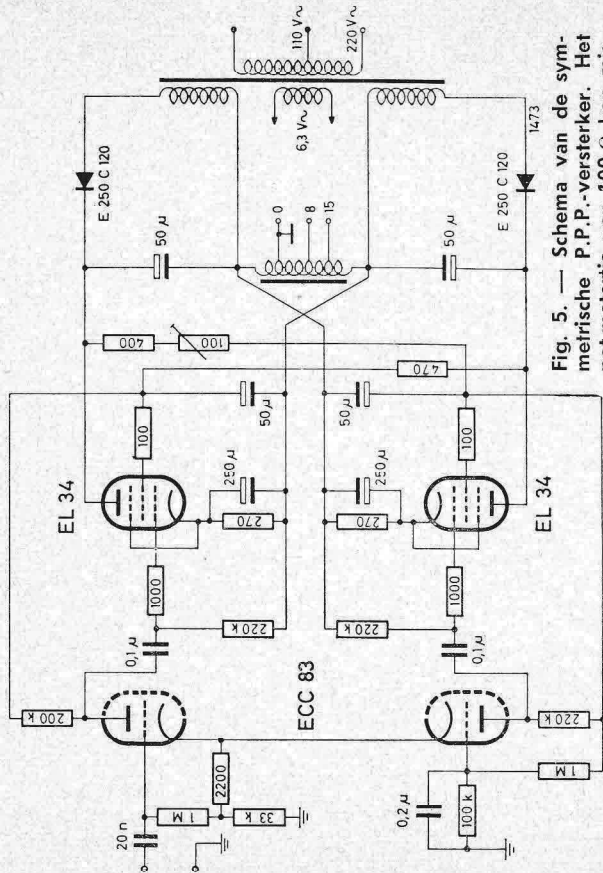


Fig. 5. — Schema van de symmetrische P.P.P.-versterker. Het potmeterje van 100 Ω kan misschien beter vervangen worden door een potmeter van 1000 Ω (draadgewonden). Regelmatigheid wordt dan groter.

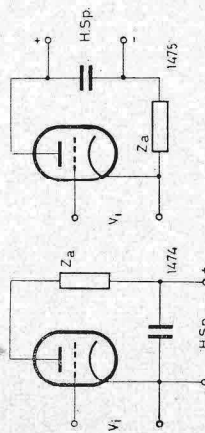


Fig. 6

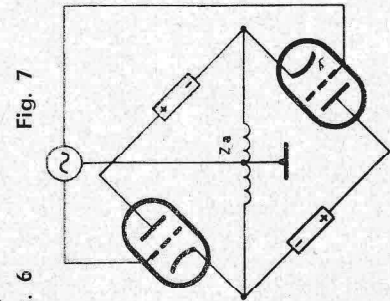


Fig. 7

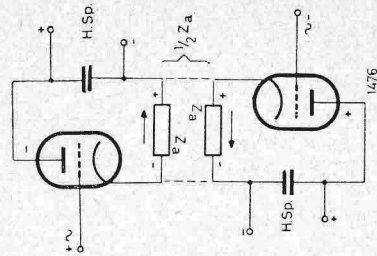


Fig. 8 : 2 x figuur 7 parallel.

Figuur 9

Dan wordt, door de teruggaande beweging van de conus, in het spoeltje een EMK opgewekt. Door de kortsluiting gaat een stroom vloeien die een magnetisch veld in de luchtspleet doet ontstaan tegengesteld aan dit, afkomstig van de permanente magneet. De conus wordt dus, in zijn neiging om uit te trilleren, sterk geremd, m.a.w. de conus neemt zijn oorspronkelijke ruststand in zonder uit te trillen in zijn eigen resonantiefrequentie.

(Dit is slechts gedeeltelijk waar, de conus heeft steeds een bepaalde massa en heeft dus een bepaalde tijd nodig om een beweging uit te voeren.

Een vergelijkende proef kan men nemen door een platte stalen veer stevig vast te houden in een tang; deze veer spannen met een vinger en dan los te laten. De veer zal uitrillen. Daarna doet men hetzelfde onder water; de veer wordt afgeremd door de dempende werking van het water op de veer). Hieruit kunnen we weer een belangrijke conclusie trekken, nl. dat de bron, die de luidspreker moet voeden, een zeer kleine inwendige weerstand moet hebben. Over de grootte van de Ri lopen de meningen nogal uiteen.

Sommigen beweren, dat de Ri aangepast moet worden aan de luidspreker; anderen nemen een zo klein mogelijke Ri aan; een derde categorie verlangt zelfs een negatieve Ri.

Schrijvers' ervaring sluit zich aan bij de tweede groep, die een zo klein mogelijke Ri wensen; misschien heeft de derde categorie wel gelijk, maar dergelijke versterkers zijn zeer gevaarlijk wat de stabiliteit betreft.

De dempingsfactor is nu niets anders dan de verhouding tussen de aanpasingsweerstand en de inwendige weerstand dus: $D = R_a/R_i$.

Hoe groter dit getal, hoe meer de luidspreker gedempt zal worden en dus hoe minder deze gelegenheid zal krijgen uit te trillen in zijn eigen resonantie-frequentie.

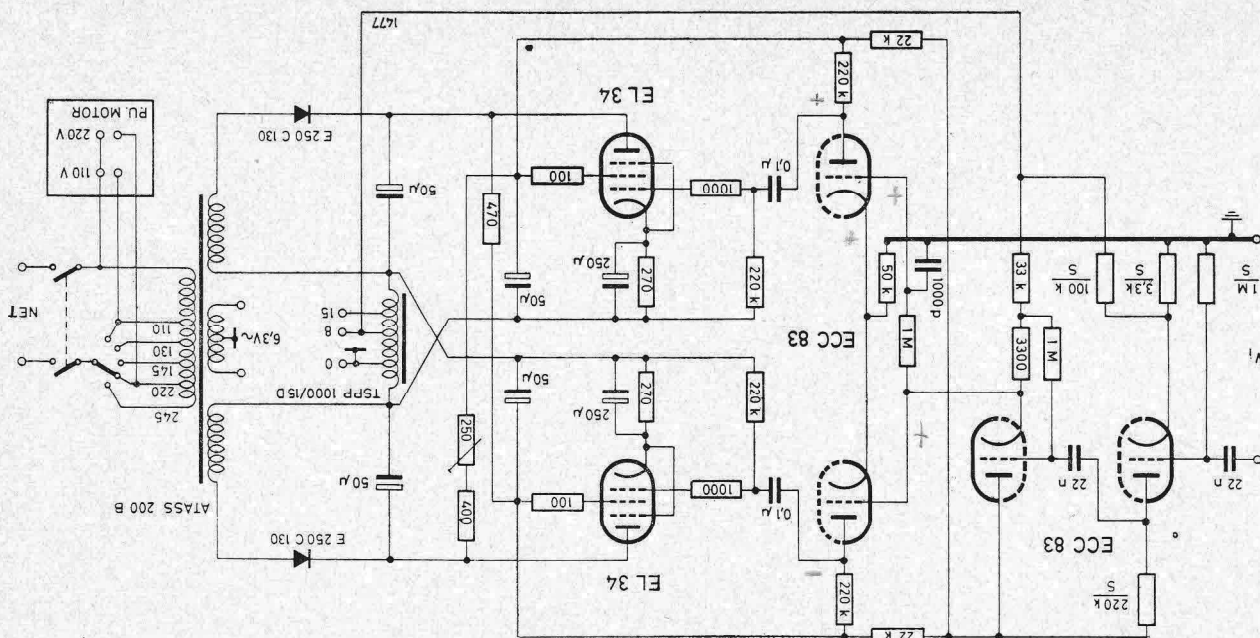
(Denk in dit verband eens aan wat we noemen „kastresonantie“, kastklank, boom-boem-geluid; dit treedt vooral naar voren bij spraak. Om deze reden werden toestellen enkele jaren geleden veelal uitgevoerd met een spraakmuziekschakelaar).

Door spanningstegenkoppeling bereikt men nu twee dingen; ten eerste: vermindering der vervorming, ten tweede verlagings van de Ri van de einttrap.

De schema's van figuur 5 en 10 hebben een dempingsfactor van ruim 30 voor frequenties tussen 50 en 7000, dalend tot 20 bij 15 kHz.

Behalve de stopweerstand in roosters en schermroosters der eindbuizen vindt men nergens éér of ander middelje om „motorboating“ of genereren tegen te gaan, wel een bewijs, van de grote stabiliteit van de schakeling.

In verband hiermede wijzen we even op de uitgangstransformator. Daar het midden geaard is, lag het voor de hand hiervoor een auto-transformator te gebruiken. De secundaire ligt dus tussen de twee helften der primaire in waardoor een zeer vaste koppeling verkregen werd.



Figuur 10 : Volledig schema van de symmetrische P.P.P.-versterker.

KRAAKDEMPER :

Bij versterkers van enig vermogen, heeft men gauw last van schakelstoten (het inschakelen van de pickupmotor; het veranderen van de golflengte op de ontvanger; het in- of uitschakelen van andere apparatuur; b.v. een band-apparaat, enz.). Deze spanningsstoten kunnen zeer sterk zijn, vooral bij zeer goede versterkers, zodat het defect raken van luidsprekers, eindbuizen en uitgangstransformator niet denkbeeldig is.

Deze laatste worden gewoonlijk beveiligd door parallel aan de primaire een vonkenbrug, of/en neonlampen te schakelen.

Een betere methode bestaat hierin, dat we een kraakdemper aanbrengen. Dit is niets anders dan een sterke tegenkoppeling, uitsluitend voor de zeer lage frequenties.

Dit is bovendien ook een zeer effectief middel om het gerommel van een pick-up, waarvan de motor niet al te trillingsvrij draait, te verzwakken.

Een verder voordeel is, dat de luidspreker deze signalen niet meer toegevoerd krijgt. Daar juist bij deze uiterst lage frequenties deonus de grootste beweging maakt, ontstaan ook hierdoor de grootste vervormingen.

Het belangrijkste resultaat is echter wel, dat een eventuele onstabieliteit in de lage frequenties (genereren op 1 à 2 Hz b.v. of zgn. motor boating) zeker wordt vermeden.

We kunnen deze tegenkoppeling aanbrengen op verschillende manieren, waarvan er twee worden getoond in de figuren 5 en 10. De laatste is wel de meest eenvoudige. Het rooster van de fase-omkeerbuis ECC83 dat geen signaal ontvangt (kathodesturing) wordt normaal via een grote condensator geaard; door deze echter klein te nemen (b.v. 1000 à 2000 pF) ontstaat een tegenkoppeling die toeneemt met de dalende frequentie (zie fig. 10). In figuur 5 wordt deze verkregen door aan hetzelfde rooster een signaal toe te voeren uit de eindtrap via de spanningsdeler 1 Ω en 100 k Ω en de condensator 0,2 μ F. Deze condensatoren moeten een zeer grote isolatieweerstand bezitten (> 100 M Ω). Indien men 1000 à 2000 pF gebruikt, volstaat een type van o.v. 800 V werkspanning, of 3000 V proefspanning.

Gröttere capaciteiten moeten zgn. olie-condensatoren zijn zoals men b.v. gebruikt als fase-corrector bij ballasten voor fluorescentielampen. Beide systemen verzwakken 50 Hz slechts 10 %, terwijl 20 Hz reeds op de helft (in spanning) is gedaald.

BROM EN RUIS :

De bromspanning hangt er in zeer grote mate vanaf of de beide hoogspanningen op de voedingstransformator goed verbonden zijn. Bij sterk brommen moet men één dezer wikkelingen ompolen. Wat nog overblijft laat zich bijna op niets brengen door een van beide afvlakweerstanden (470 Ω in fig. 5 en fig. 10) regelbaar te nemen, b.v. een vaste weerstand van 300 à 400 Ω en een regelbare van b.v. 250 Ω . Men gebruikte hiervoor een zg. brompotmeter.

DE FREQUENTIEKARAKTERISTIEK EN DE VERVORMING :

Figuur 5 :

BUIZEN EN GELIJKRICHTERS :

ECC83, 2 x EL34, 2 x E250 C120

ANODESPANNING : 2 x 270 V

GEVOELIGHEID : 2 V

UITGANGSIMPEDANTIE : 900 Ω

FREQUENTIEBEREIK : op de primaire gemeten en bij uitschakeling van de kraakdemper :

vlak van 20 Hz—50 kHz
—1,5 dB bij 100 kHz

—6 dB bij 200 kHz

INTERMODULATIE-VERVORMING :

(bij max. uitsturing)

3000 en 50 Hz = 1,3 %

7000 en 50 Hz = 2 %

UITGANGSENERGIE :

(gemeten op weerstand 15 Ω) :

50 Hz 20 W 20 kHz 16 W

50 Hz 16 W 1 kHz 20,6 W

(Bij afwijkende aanpassing werd

nog 17,5 W verkregen bij 600 Ω

en 1600 Ω).

DEMPINGFACTOR :

< 30 voor 50 tot 7000 Hz, langzaam dalend tot 20 bij 15 kHz. (De uitgangsenergie bij afwijkende belasting werd niet gemeten, maar zal vermoedelijk nog gunstiger zijn dan bij figuur 5).

De ruis hangt voor het overgrote deel af van de eerste triode en zijn schakel-elementen, dus ook van de tegenkoppelingseerstanden naar deze buis. Daarom wordt aangeraden hiervoor ruisarme weerstanden te gebruiken (cracked carbon resistors). Zijn deze niet verkrijgbaar, dan gebruikte men volgend grote, b.v. van het 2 watt-type.

Het gaat hier dus speciaal om deze van 1 M Ω — 220 — 3,3 en 100 k Ω , gemerkt S in figuur 10.

Kwaliteitsversterkers worden bijna uitsluitend gebruikt in de huiskamer; om deze reden moet het brom- en ruisniveau zeer laag liggen en dient opgegeven te worden voor slechts 1 W uitgang. Hiervoor bekwam ik —57 dB. Dit is net hoorbaar in een stille huiskamer op ongeveer 50 cm afstand van de luidsprekers.

Figuur 10 :

BUIZEN EN GELIJKRICHTERS :

2 x ECC83, 2 x EL34, 2 E250C120

ANODESPANNING : 2 x 270 V

GEVOELIGHEID : 0,3 V

UITGANGSIMPEDANTIE : 900 Ω

FREQUENTIEBEREIK : (gemeten op de secundaire met uitschakelde kraakdemper) :

vlak van 20 Hz—10 kHz
—0,65 dB bij 16 kHz

INTERMODULATIEVERVORMING :

7000 Hz en 50 Hz

bij 1 W uitgang < 0,2 %

bij 10 W uitgang 0,9 %

bij 20 W uitgang 1,5 %

UITGANGSENERGIE :

(gemeten op weerstand 15 Ω) :

30 Hz 18 W

50 Hz 19,3 W

1 kHz 20 W

10 kHz 19 W

16 kHz 17,5 W

DE LUISTERPROEF :

Trots al onze theorieën en metingen, blijft de gehoorproef nog steeds doorlaggevend. Bij het afspeken van een zeer goede geluidsband is het eerste wat men bemerkt, de afwezigheid van kastresonanties bij verschillende merken luidsprekers.

Dit zal wel te danken zijn aan de zeer grote dempingsfactor verkregen door sterke tegenkoppeling en de kraakdemper.

Als gevolg hiervan is het opvallend, hoe goed men verschillende toonhoogten in de lage frequenties kan onderscheiden. Deze ontwaarden dan namelijk niet meer in een kastklank.

Opvallend waren eveneens de zichtbare bewegingen van de conus; die waren veel kleiner dan men gewoonlijk ziet. Bij een bandopname van een elektronisch orgel echter maakte de conus wel grote bewegingen. Dit is logisch, als men bedenkt, dat het geluid van het orgel via luidsprekers wordt weergegeven; maken deze dus grote conusbewegingen, dan neemt de microfoon deze op en bij het terugspelen komen deze conusbewegingen dan weer te voorschijn.

EEN UITVOERING MET TWEEMAAL EL 84 :

Om de schakeling van figuur 5 of 10 uit te voeren, is er met deze buizen geen enkele wijziging aan te brengen; behalve een andere uitgangstransformator, die aanpassing geven moet aan 2000 Ω

De uitgangsenergie bedraagt 13 à 14 watt bij een plaatsspanning van slechts ca. 270 volt. Dus gunstiger dan bij de gewone SPP-schakeling. Zoals hierboven (een nieuw PPP-principe) reeds is gezegd, is dit te danken aan de betere uitgangstransformator en aan het feit, dat deze geen gelijkspanning voert, waardoor er dus geen spanningsval optreedt voor de plaatsspanning. Bovendien speelt de Ri van de voeding ook een rol; hoe kleiner, hoe minder spanningsval er zal optreden bij grotere stroomafname (dus bij signaal).

AUTO-EQUILIBREREND (zelfinstellend) :

Bij een proeffabrikage van 20 van dergelijke PPP-versterkers bleek, dat alle weerstanden, behalve de twee kathodeweerstanden (270 Ω , ca. 5 %, 3 W), een ruime tolerantie mogen hebben; namelijk ongeveer 20 %.

Ook de buizen behoeft niet uitgezocht te worden. Bij wijze van proef werd één van beide eindbuizen vervangen door een minder goed exemplaar; de gemeten IM-vervorming echter bleek steeds tussen 1,5 en 2,5 % te liggen bij max. vermogen.

Dit geeft dus een zeer grote zekerheid, dat bij veroudering van buizen en onderdelen de vervorming binnen zeer toelaatbare grenzen blijft.

DE TRANSFORMATOREN :

Bij gebruik in een huiskamer bleek, dat zelfs ruim berekende, maar niet geheel geïmpregneerde transformatoren te veel mechanische brom veroorzaakten. Het bleek noodzakelijk, deze onder grote druk te impregneren en

daarna enige uren in een oven te bakken, zodat alles, ijzer en windingen, een stevig geheel vormde.

Ingieten van een niet geïmpregneerde transformator in een of ander mooi uitzienend doosje, geeft geen voldoening. De transformator broemt even rustig en de warmtefactor wordt zeer slecht.

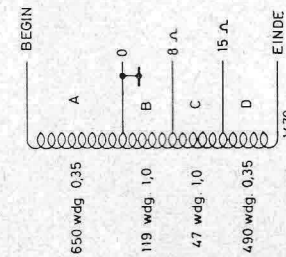


Fig. 12. — Wickelgegevens
Uitgangstrafo voor 2 x EL 84.

De windingen zijn met dezelfde letters benoemd als die in fig. 11. Bij toepassing van 2 x EL 84 leze men voor

A 700 wdg. 0.3, B 119 wdg. 0.9, C 41 wdg. 0.9 en D 600 wdg. 0.3 mm.

Daarom heeft het merk „Cartran” er de voorkeur aangegeven deze in de handel te brengen in een open uitvoering als type „Constructeur”.

Ook de uitgangstransformator werd op dezelfde manier geïmpregneerd om „meezingen” te voorkomen. Deze trafo draagt als typenummer in België: TSPP 1000/15 D. De primaire zelfinductie slechts 8 mH bedraagt ongeveer 32 Henry terwijl de spreidingszelfinductie slechts 8 mH bedraagt.

Voor 2 eindbuizen EL 84 is het typeno. : TSPP 2000/15 B (België). De secundaire heeft drie aanpassingen, nl. : 5,8 en 15 Ω .

De voedingstransformator draagt no. Atlas 200 B. Deze is zo gewikkeld, dat de beide hoogspanningswikkelingen (die immers niet geaard zijn) ongeveer dezelfde capaciteit hebben tegenover de kern en de primaire.

ANDERE ONDERDELEN :

De elektrolytische condensatoren zijn van het courante type, nl. 2 x 50 μ F, 350—385 volt. De twee elektrolytische condensatoren van 250 μ F, werden speciaal voor deze versterker gefabriceerd door de Zwitserse fabriek „Fribourg”, deze zijn voor een bedrijfsspanning van 50 volt.

Naar ons weten zijn dergelijke C's ook van TCC in de handel, terwijl de amateur door parallelschakelen er ook wel raad mee weet. De seleengelijkrichters zijn van Siemens (C 130). Alle weerstanden zijn van het fabriekaat Erie, waarvan vier stuks ruisarme.

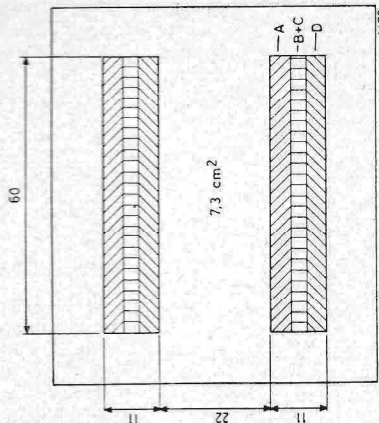


Fig. 11. — Doorsnede uitgangstrafo.