

RADIO-EXPRES

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

UITGAVE VAN DE
N.V. RADIOPERS

REDACTIE J. CORVER
EN Ir. J. L. LEISTRA e.i.

DIT BLAD VERSCHIJNT
DEN 1^{en} EN 3^{en} VRIJDAG
VAN IEDERE MAAND

UITGAVE VAN DE N.V. UITGEVERS MIJ. RADIOPERS i.o.

BUREAUX VAN REDACTIE EN ADMINISTRATIE: ROTTERDAM, STADHOUDERSWEG 153a - TEL. 46656 - GIRO 3010, R'damsche Bank, bijk. Coolsingel

De abonnementsprijs bedraagt, bij vooruitbetaling, f 2.50 per halfjaar voor het binnenland en f 3.- voor het buitenland, per postwissel of per Giro 3010 in te zenden aan de Rotterdamsche Bank, bijkantoor Coolsingel, Rotterdam - Losse nummers f 0.25 per stuk. Correspondentie, zoowel voor administratie als Redactie, uitsluitend te zenden aan het adres: Stadhoudersweg 153a, Rotterdam. Het auteursrecht op den volledigen inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht van 23 September 1912, Staatsblad No. 308.

De „R. E. 1939”

Grammofoonversterker

door Ir. J. L. LEISTRA

Houdt men zich nauwkeurig aan de hierna te geven bedradingsvoorschriften, dan is de bromvrijheid volstrekt onafhankelijk van den stand van den volumeregelaar.

Het principe-schema van het voeding gedeelte is voorgesteld in fig. 1. Er wordt een dubbel afvlakfilter toegepast, bestaande uit twee gelijke smoorspoelen L en de condensatoren C_1 , C_2 en C_3 .

Wat C_1 betreft heeft het weinig zin deze te vergrooten tot boven $8 \mu F$. Voor C_2 en C_3 heeft $2 \times 16 \mu F$, zooals die geleverd wordt door Bell wel voordeel boven $2 \times 8 \mu F$, hoewel men met deze laatste waarde ook kan volstaan.

Uit de smoorspoelen die tegenwoordig, zelfs voor zeer lage prijzen in den handel zijn, heeft men keuze genoeg. Wij hebben toegepast twee Vedovelli smoorspoelen van 320 ohm, die mij nameting (zie het artikel in R.E. nr. 11) bij 45 mA gelijkstroom een zelfinductie van 11 H blijken te bezitten. De stroomsterkte welke hier optreedt bedraagt 36 mA plaatstroom plus 5 mA schermroosterstroom voor de eindlamp plus een fractie van een milliampère voor de eerste lamp. Bij een totale weerstand van 2×320 ohm is er een spanningsverlies in de smoorspoelen van rond 26 V.

De voedingtransformator in het schema moet kunnen leveren minstens 2 x

In het hier volgende artikel zal een volledige beschrijving worden gegeven van een grammofoonversterker met ca. 3 watt nuttig vermogen.

Voor het bouwen hiervan zou voldeende geweest zijn een werktekening met een onderdeelenlijst, doch wij hebben gemeend de belangstelling van de lezers beter te bevredigen door ook de verschillende overwegingen die tot het uiteindelijk ontwerp hebben geleid in het artikel op te nemen.

Het voeding gedeelte.

Om twee redenen werd het voeding gedeelte geheel gescheiden gehouden van den eigenlijken versterker.

Ten eerste de overweging hier alles, ook de vorm, ondergeschikt te maken aan de elektrische eigenschappen. Het niet-samenbouwen van voeding en versterker op één chassis ontheft ons van verschillende voorzorgen tegen brommen. Ten tweede zal een grammofoonversterker misschien enkele uren per week ge-

bruikt worden en het is dus niet economisch een vrij duur plaatstroomapparaat daar vast in te bouwen. Hetzelfde plaatstroomapparaat kan immers herhaaldelijk ook voor allerlei andere experimenten dienst doen.

Doordat het voeding gedeelte afzonderlijk is, en op eenige afstand, bijvoorbeeld 25 à 30 cm, van den versterker wordt geplaatst, wordt de montage van den versterker vereenvoudigd bij behoud van een zeer groote bromvrijheid. Zonder dat ook maar één centimeter afgeschermd draad werd gebruikt bedroeg de bromspanning, gemeten op de luidsprekerklemmen, slechts circa 20 millivolt. De betekenis hiervan wordt duidelijker als men bedenkt dat in de meeste radiotoestellen de bromspanning in de orde van de grootte van 200 mV is, of meer. Een waarde van 20 mV wil zeggen, dat met het oor tegen den luidspreker in een niet zeer stille omgeving nauwelijks kan worden vastgesteld of de versterker staat of niet.

275 V bij een belasting van 40 tot 50 mA, plus 4 V, 1 A voor den gelijkrichter en 4 V, 2,75 A voor de versterkerlampen.

dit geval kunnen volstaan, maar om het plaatstroomapparaat ook voor allerlei andere dingen te kunnen gebruiken is

spanning die geleverd kan worden af te nemen.

Nog even moge worden nagegaan in hoeverre een verbindingssnoer aanleiding zou kunnen zijn tot een ontoelaatbaar spanningsverlies in de gloeistroomketen. Stel dat men gummisnoer gebruikt van $0,75 \text{ mm}^2$ koperdoorsnede. De weerstand daarvan bedraagt circa 0,08 ohm per m. Bij een lengte van 1 m zou dus een spanningsverlies ontstaan van 0,22 V, of met de overgangswaerstand meegerekend rond 0,25 V. Dit is meestal eerder een voordeel dan een nadeel, want de meeste voedingstransformatoren zijn berekend op een veel grooter gloeistroomverbruik dan 2,75 A, en dus zal de klemspanning van den transformator meestal wel een paar tiende volt hoger zijn dan 4 V. Eenig verlies in het snoer komt dus juist van pas.

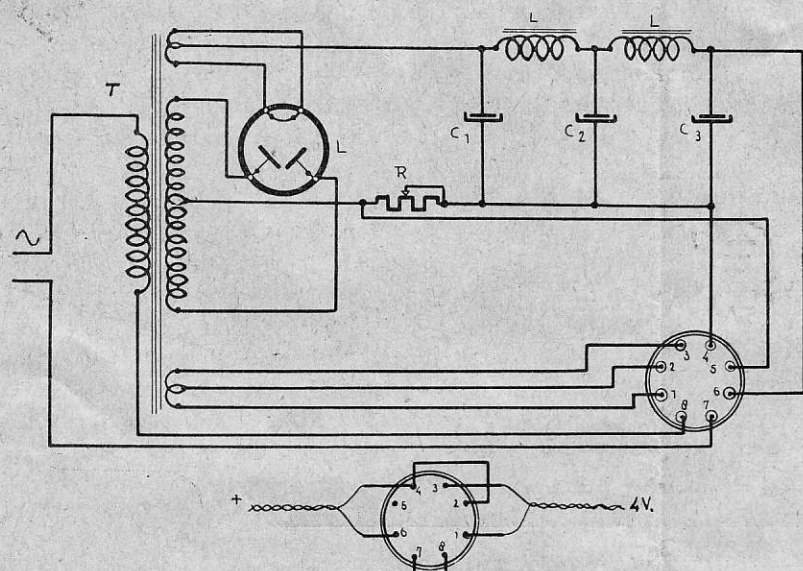


Fig. 1.

Voor dit doel zijn zooveel geschikte transformatoren in den handel, dat het geen zin heeft daarvoor een bepaald type op te geven.

De vereischte plaatspanning, na aftrek van het verlies in de afvlakking bedraagt ongeveer 275 V, waarbij dan gerekend is op 14 V spanningsverlies in den uitgangstransformator.

Nu geven vele plaatstroomtransformatoren, die bedoeld zijn voor ontvangtoestellen met een grooter totaal stroomverbruik dan 42 mA, een te hoge spanning, en daarvoor is nog aangegeven de weerstand R. Hiervoor kan het best gebruikt worden een buisweerstand met een aftakclip die éénmaal zoo wordt ingesteld dat de vereischte spanning wordt verkregen. De plaats waar R hier is aangegeven is wel de meest aangewezen n.l. vóór den eersten condensator, omdat nu R, bij een waarde van een paar honderd ohm bijvoorbeeld, nog merkbaar bijdraagt tot de afvlakking. Dit zou in veel mindere mate het geval zijn, wanneer R in serie met één van de smoorpoelen stond.

Hiervan zal men overal met vrucht gebruik kunnen maken wanneer een te groote spanning moet worden verlaagd. Men moet er op bedacht zijn dat de effectieve stroomsterkte in R aanzienlijk grooter is dan 42 mA, als gevolg van de werking van den eersten afvlakcondensator.

Het voedingapparaat wordt bij voorkeur voorzien van een achtpolige contra-plug, zooals die door Amphenol in den handel worden gebracht. Feitelijk zou men met een vierpolige aansluiting in

een achtpolige aansluiting zeer welkom.

Uit fig 1 blijkt waarvoor de overige contacten dienen. De netaansluiting is over twee contacten gevoerd (7 en 8), zoodat het apparaat stroomloos wordt zoodra de plug wordt uitgetrokken. De pennen 7 en 8 van de plug zijn onderling verbonden. Als men nu den versterker losmaakt, kan men rustig vergeten het netsnoer uit het stopcontact te nemen.

De min-hoogspanning en het midden van de viervoltswikkeling (contacten 4 en 2) zijn ook afzonderlijk uitgevoerd omdat lang niet bij alle toepassingen deze twee rechtstreeks aan elkaar liggen. Hier is dit wel het geval en daarom zijn de pennen 2 en 4 van de plug weer doorverbonden.

Tenslotte is ook nog één zijde van R naar contact 5 gevoerd. Dit heeft voor deze versterker geen betekenis, maar

Het principe-schema.

Direct over de ingangsklemmen staat de volumeregelaar R_1 . De grootte hiervan hangt af van de toegepaste pickup. Voor magnetische pickups is 100.000 ohm een goede waarde en voor kristal pickups in den regel 250.000 ohm. De grootte van R_1 hangt ook samen met de hierna te bespreken tooncorrectie-methoden.

De van R_1 afgenomen spanning komt op het rooster van de eerste lamp, L_1 , waarvoor de E499 het meest geschikt is, hoewel met E428 of AC2 practisch gelijkwaardige resultaten zijn te verkrijgen. Voor het leveren van de roosterspanning wordt gebruik gemaakt van een Mallorycel. Dit is eenvoudig, betrouwbaar en het is niet duurder dan een weerstand plus een goede electrolytische condensator in de kathodeleiding. Bovendien maakt deze vaste negatieve roosterspanning den ver-

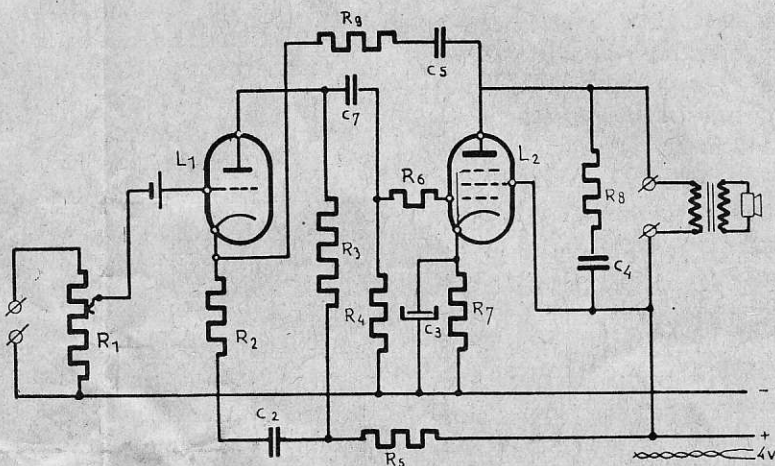


Fig. 2

maakt het mogelijk, door in een plug die aan een ander apparaat zit de pennen 5 en 4 door te verbinden, ook de volle

sterker in groote mate onafhankelijk van de eigenschappen van de eerste lamp. De eerste lamp heeft wel een kathode-

weerstand, R_2 , doch deze is maar klein, nl. 600 ohm, en de daarover ontstaande spanning, tengevolge van den plaatstroom, is onvoldoende om als negatieve roosterspanning dienst te kunnen doen. De berekening van R_2 zal hieronder nog worden uitgevoerd.

De weerstandkoppeling, gevormd door R_3 , C_1 , R_4 , tusschen eerste en tweede lamp is zeer normaal. De waarden hiervan zijn niet kritisch (in tegenstelling bijv. tot de waarde van R_2 die dit wel is).

Voor de aangegeven lampen neme men: $R_3 = 0,2 \text{ M}\Omega$, $R_4 = 0,5 \text{ M}\Omega$ en $C_1 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$.

De eerste lamp wordt gevoed over R_5 C_2 . Ook hiervan zijn de waarden niet kritisch. Bruikbaar is $R_5 = 0,05 \text{ M}\Omega$ en $C_2 = 2 \text{ }\mu\text{F}$.

Voor het rooster van de AL4 is R_6 opgenomen. Deze kan eventueel gemist worden, doch geeft wel zekerheid dat de zaak niet in het hoogfrequent genereeren gaat. De kans daarop is volstrekt opgeheven met $R_6 = 500 \text{ ohm}$, direct bij het rooster van de lamp gemonteerd.

De negatieve roosterspanning van de AL4 wordt verkregen met R_7 , overbrugd met C_3 . De waarde die uit de lampgegevens volgt, is 15 ohm.

Met dezen weerstand moet men een beetje voorzichtig zijn. Het is gebleken dat de meeste weerstanden die in den handel zijn, vooral in die lage waarden, nogal veel afwijken van de nominale waarde. Verschillen van *meer dan 20 %* (meestal naar boven) komen voor. Het verschil in instelling, dat door een zoo groote afwijking van den kathodeweerstand ontstaat, is bij lampen als AL4 en AL5 werkelijk een factor die men niet over het hoofd mag zien en het is dus gewenscht dezen kathodeweerstand na te meten, en eventueel met een paar m weerstanddraad er één te maken die wel aan de waarde is. Verschillen van een paar procent, die men bij contrôle op een eenvoudig meetbrugje al voor lief moet nemen, zijn toelaatbaar.

De kathodeweerstand wordt overbrugd met C_3 , waarvoor tenminste $50 \text{ }\mu\text{F}$ genomen moet worden. Daar de spanning maar klein is, is dit geen bezwaar. In den handel zijn deze in buismodel van $50 \text{ }\mu\text{F}$ voor 24 V bedrijfsspanning.

Een variatie op het schema van fig. 2, waarbij het gebruik van een zoo groote electrolytische condensator is vermeden, geeft fig. 3. Hierbij ligt de kathode van de AL4 aan aarde en R_7 (150 ohm) in de algemeene minleiding.

De spanning op R_7 wordt met RC ont-

koppeld, waarvoor $0,3 \text{ M}\Omega$ en 1 of $2 \text{ }\mu\text{F}$ bruikbaar is.

Daar deze schakeling een weerstand méér vereischt en bij nameting geen aanwijsbaar voordeel had werd de schakeling van fig. 2 gekozen, en daarop is ook de werkteekening gebaseerd.

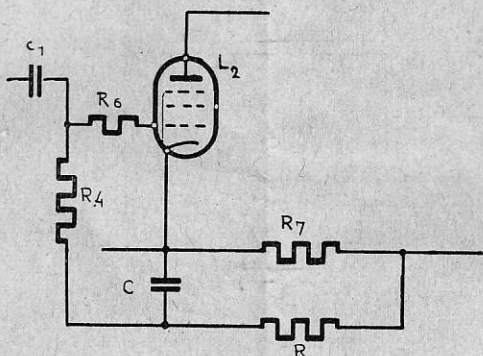


Fig. 3.

Parallel aan den luidspreker ligt de serieschakeling van R_8 en C_4 , over de betekenis waarvan een artikel in het vorige nummer van R.E. handelde. Voor den gemiddelden luidspreker is $R_8 = 10.000 \text{ ohm}$ en $C_8 = 10.000 \text{ }\mu\text{F}$.

Tenslotte komen nog in het schema voor C_5 en R_9 , resp. $0,1 \text{ }\mu\text{F}$ en $0,1 \text{ M}\Omega$, waarmee de tegenkoppeling (met R_2) wordt verkregen.

Resumeerende zijn dus de electriche waarden:

- $R_1 = 0,1 \text{ à } 0,25 \text{ M}\Omega$.
- $R_2 = 600 \text{ }\Omega$.
- $R_3 = 0,2 \text{ M}\Omega$.
- $R_4 = 0,5 \text{ M}\Omega$.
- $R_5 = 0,05 \text{ M}\Omega$.
- $R_6 = 500 \text{ }\Omega$.
- $R_7 = 150 \text{ }\Omega$.
- $R_8 = 0,01 \text{ M}\Omega$.
- $R_9 = 0,1 \text{ M}\Omega$
- $C_1, C_5 = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$.
- $C_2 = 2 \text{ }\mu\text{F}$.
- $C_3 = 50 \text{ }\mu\text{F}$.
- $C_4 = 0,01 \text{ }\mu\text{F}$.

De tegenkoppeling.

Het principieele schema, waaruit de werking van de tegenkoppeling kan worden nagegaan, is geteekend in figuur 4,

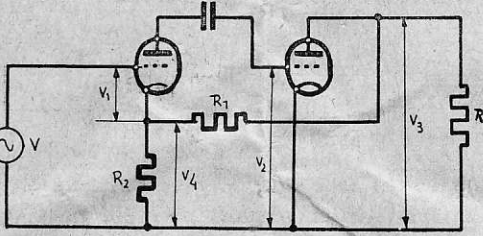


Fig. 4.

met weglating van alles wat niet ter zake doet.

Stel dat op het rooster van de eerste lamp, de E499, een spanning V_1 werkt, dan komt er een versterkte spanning V_2 op het rooster van de tweede lamp. Tusschen V_2 en V_1 bestaat een constante verhouding, n.l. het versterkingscijfer van de eerste trap. Dat is in dit geval circa 50, dus $V_2 = 50 \cdot V_1$. Uit de gegevens van de AL4, n.l. $S = 9 \text{ mA/V}$ en $R_1 = 50.000 \text{ ohm}$ volgt voor de versterkingsfactor van deze lamp $g = 450$. Bij een anodeweerstand van 7000 ohm, zooals voor deze lamp wordt opgegeven als gunstigste waarde met het oog op vervorming en output, volgt daaruit voor de spanningsversterking van de AL4:

$$\frac{7000}{50.000 + 7000} \cdot 450 = 55 \text{ voudig}$$

Of dit getal nu heelemaal juist is willen we in 't midden laten; het is in ieder geval wel ongeveer juist.

De spanning V_1 geeft dus aanleiding tot het ontstaan van een spanning V_3 die bij de gekozen lampen gelijk is aan: $V_3 = 50 \cdot 55 \cdot V_1$, of afgerond $2500 \cdot V_1$.

Om 3 W te ontwikkelen in 7000 ohm is daarop een spanning noodig van 145 volt. Deze waarde van 3 W is gekozen op grond van overwegingen die verderop nog nader zullen worden toegelicht. Het blijkt dus, dat op het rooster van de eerste lamp vereischt is een spanning van 145/2500 V, of afgerond 60 millivolt om de aangegeven output te bereiken.

Nu geeft echter iedere pickup aanzienlijk meer dan 60 mV; kristalpickups zelfs zeer veel meer. Stellen we de spanning waarover we beschikken op 1 V dan is er dus (zonder tegenkoppeling) een versterkingsreserve van rond 16 voudig en deze versterkingsreserve wordt nu opgeofferd aan — of dienstbaar gemaakt aan — de tegenkoppeling, waarvoor de spanningsdeeler R_1/R_2 dienst doet.

De verhouding R_1/R_2 berekent men als volgt.

Gegeven $V_1 = 0,06 \text{ V}$ en dus $V_3 = 145 \text{ V}$ en verder $V = 1 \text{ V}$, dan moet dus $V_4 = 0,94 \text{ V}$ zijn en met groote benadering:

$$R_2/R_1 = 0,94/145.$$

Op R_1 staat practisch de volle afgegeven spanning (145 V) en om het energieverbruik in R_1 niet te hoog te doen zijn, neemt men bij voorkeur R_1 aanzienlijk grooter (minstens 10 maal grooter) dan R_2 . Een bruikbare waarde is 100.000 ohm. In R_1 verliezen wij dan circa 225 milliwatt, wat altijd nog 7 % van de nuttige energie uitmaakt, maar toch wel toelaatbaar is.

Bij $R_1 = 100.000$ ohm wordt dan $R_2 = 650$ ohm.

Met deze waarden in de terugkoppeling kan dus 3 W worden afgegeven bij 1 V toegevoerde spanning, hetgeen bij nameting zeer goed klopt.

Heeft men meer dan 1 V beschikbaar, dan kan R_2 nog vergroot worden (bijv. tot 1000 ohm, waarbij circa 1,5 V nodig is voor de volle output). Omgekeerd, wanneer men met minder dan 1 V moet uitkomen, kan R_2 verkleind worden (bijv. tot 500 ohm, waarbij circa 0,75 V vereist wordt). De keuze van R_2 kan men dus nog laten afhangen van de te gebruiken pickup. In het model waaraan de verschillende metingen zijn verricht is $R_2 = 600$ ohm, zijnde dit de dichtstbijkomende normale handelswaarde en dit kan voor praktisch iedere pickup als zeer bruikbaar worden beschouwd.

* * *

Op enkele belangrijke eigenschappen van een zoo sterk tegengekoppelde versterker moge hier de aandacht gevestigd worden. In de voorgaande berekening werd uitgegaan van een 50 voudige spanningsversterking door de E 499. Stel dat men deze lamp eens vervangt door een andere, bijv. een E428 of AC2 waarvan de g veel kleiner is, en die een spanningsversterking van ± 16 voudig geeft. Wat er dan in de heele redeneering verandert is alleen dit:

inplaats van 60 mV op het rooster (V_1) is dan nodig circa 180 mV.

Bij *dezelfde* afgegeven energie is ook V_4 weer gelijk aan 0,94 V. Inplaats van $0,94 + 0,06 = 1$ V is er dan nodig $0,94 + 0,18 = 1,12$ V toegevoerde spanning, d.w.z. de totale versterking neemt circa 12 % af. Een dergelijk verschil hoort men nauwelijks, of in ieder geval is het met een minimale verdraaiing van den volumeregelaar weer goed te maken. Het aardige is dus, dat men in de eerste lampvoet praktisch iedere willekeurige lamp kan plaatsen zonder dat men daar eigenlijk veel van merkt! Omdat de prijs van de E499 dezelfde is als van de E428 of AC2 is aan eerstgenoemde de voorkeur gegeven.

Een ander gevolg van de sterke tegenkoppeling is, dat de toegepaste E499 al heel erg oud en versleten moet raken vóór dat zij in *deze* versterker onbruikbaar wordt!

De tegenkoppeling is ook van zeer grooten invloed op den schijnbaren inwendigen weerstand van de eindlamp.

Men kan vrij eenvoudig bewijzen dat

vóór de schakeling die in figuur 4 is voorgesteld de volgende betrekking geldt:

$$V_3 = V \cdot \frac{p \cdot g}{b} \cdot \frac{R_a}{R_a + R_1/b}$$

waarin

p = spanningsversterking eerste lamp

g = versterkingfactor eindlamp

R_a = anodeweerstand eindlamp

R_1 = inwendige weerstand eindlamp

$b = 1 + p \cdot g \cdot R_2 / R_1$.

In ons geval, met de E499, AL4 en de reeds aangegeven R_1 en R_2 is

$p = 50$

$g = 450$

$R_a = 7000$ ohm

$R_1 = 50.000$ ohm

$b = 1 + 50 \cdot 450 \cdot 0,0065 = 147$.

Men vindt dus:

$$V_3 = V \cdot \frac{22500}{147} \cdot \frac{7000}{7000 + 340} = V \cdot 146$$

Dit klopt, want om $V_3 = 145$ volt te maken was 1 volt toegevoerde spanning nodig.

Maar als we nu die laatste vergelijking zoo zien staan, dan kunnen we die ook zoo uitleggen, dat de *heele versterker* te vervangen is door één enkele denkbeeldige lamp, waarvan de versterkingsfactor gelijk is aan $22500/147 = 150$, en daarbij de inwendige weerstand gelijk aan 340 ohm!

Op dit laatste komt het aan, want daar volgt uit, dat de toegepaste tegenkoppeling hier schijnbaar de inwendige weerstand van de eindlamp verkleint tot de ongelooflijk lage waarde van 340 ohm. Om dat zonder tegenkoppeling te bereiken zou men *twee* lampen AD1 *parallel* moeten schakelen.

Nu blijkt ook waarom een E499 ten slotte toch eenig voordeel heeft. Is n.l. $p = 16$ inplaats van $p = 50$ dan wordt de inwendige weerstand niet tot 340 ohm teruggebracht, maar „slechts” tot circa 1000 ohm.

De frequentiekarakteristiek.

Als gevolg van den uiterst lagen inwendigen weerstand welke het heele stelsel heeft ligt het voor de hand dat de frequentie-afhankelijkheid van de luidsprekerimpedantie praktisch geen invloed zal hebben op de afgegeven spanning, en dat dus de frequentie karakteristiek recht zal zijn.

Inderdaad is dit het geval. Als men C_5 in figuur 2 vergroot tot $0,5 \mu F$ dan is de frequentie karakteristiek *binnen één procent recht van beneden 20 Hz tot ver boven 20.000 Hz*, gemeten met een luid-

spreker die van een goede uitgangstransformator is voorzien.

Een dergelijke absoluut constante versterking, (de verschillen blijven binnen de nauwkeurigheidsgrens van een normale lampvoltmeter) maakt de versterker behalve voor geluidswaargave ook zeer geschikt voor meetdoeleinden in het laag-frequente gebied, n.l. als versterker vóór een lampvoltmeter.

Voor dit doel vervangt men de luidspreker door een parallelschakeling van een smoorspoel en een weerstand van 7000 ohm. Als men R_2 zoo afregelt dat de versterking bijvoorbeeld juist gelijk is aan 200 voudig, dan vormt de versterker met de in R.-E. No. 2 beschreven lampvoltmeter, waarvan het laagste meetbereik gaat tot 2 volt, samen een meetinrichting voor spanningen tot 10 millivolt (volle schaal uitslag!).

Met $C_5 = 0,1 \mu F$ loopt de versterking naar de allerlaagste frequenties iets *op*. Voor meetdoeleinden zou dat niet goed zijn, maar voor geluidswaargave is het geen bezwaar.

Zoo, zonder eenig tooncorrectie-middel is de versterker wel de meest volmaakt „rechte” versterker die men zich zou kunnen wenschen. Het is interessant hiermede eens verschillende pickups en radiotoestellen te beluisteren. Dit laatste gaat heel goed, door de volumeregelaar bijvoorbeeld 1 M Ω te maken en dan deze op de diode aan te sluiten. Op deze manier hoort men dan eens werkelijk „schoon aan de haak” wat er voor muziekspanning is.

Het vermogen en de vervorming.

Als nuttig vermogen is hierboven al genoemd 3 watt, en dit zal menigeen misschien laag voorkomen omdat voor de AL4 toch wordt opgegeven 4,2 watt. In de eerste plaats wagen wij het te betwijfelen of die waarde van 4,2 watt *practisch* ooit te bereiken is, ook met de vervorming van 10 % die daarbij wordt opgegeven.

Maar daargelaten of de bereikbare energie-afgifte nu ten volle 4,2 watt is of iets minder, zoodra door tegenkoppeling de vervorming in aanzienlijke mate wordt verkleind, *daalt ook het (onvervormd) af te geven vermogen*.

Om dit artikel niet te uitgebreid te maken zullen wij op deze kwestie hier niet verder ingaan, doch hierop in een later artikel terugkomen. Globaal is het ongeveer zoo, dat als een penthode p watt kan afgeven met 10 % vervorming, met zeer sterke tegenkoppeling ongeveer 0,8 p watt kan worden afgegeven bij eer-

zeer kleine vervorming. Dat bij *hetzelfde* maximale vermogen door tegenkoppeling de vervorming zou kunnen worden verminderd is niet juist.

In ons geval zou men kunnen rekenen op circa $0,8 \cdot 4 = 3,2$ watt, waar nog af gaat het verlies in de tegenkoppelings-schakeling zelf, zoodat er netto 3 watt overblijft.

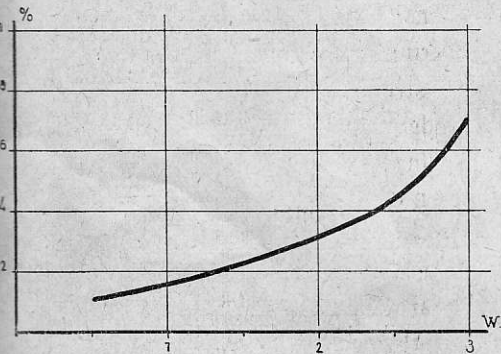


Fig. 5.

Dat daarbij de vervorming uitermate klein blijft, blijkt uit figuur 5, die het gemiddelde aangeeft van de meetresultaten aan twee stel lampen. Bij 3 watt is de vervorming circa 0,75 %.

Het ruischfilter.

In de voorgaande theorie van de tegenkoppeling hebben wij gezien dat de grootte van de weerstand R_2 feitelijk maatgevend is voor de versterking van het geheel.

Door dien weerstand R_2 te beïnvloeden kan men dus de versterking ook regelen en daarvan wordt nu o.a. bij het ruischfilter gebruik gemaakt. Het naaldgeruisch bevat overwegend frequenties die, bij goede pickups in ider geval, in een vrij smalle frequentieband gelegen zijn. In welke omgeving deze ligt hangt niet alleen van de pickup af maar ook van de gebruikte naalden. Meestal ligt het „centrum” van het geruisch in de omgeving van 5500 tot 6500 Hz.

Ruischfilters, die deze naam eigenlijk niet verdienen, bestaan in den regel uit een RC combinatie (R of C variabel) die ergens in den versterker is aangebracht en waarmee men min of meer drastisch alle hoge tonen uitroeit. Als men dat maar flink doet, dan raakt men terloops ook het geruisch kwijt, maar dan krijgt men van de moderne platen ook lang niet die weergave die mogelijk is. Als men een op die wijze ruischvrij gemaakte versterker probeert op een plaat als His Masters Voice DB 4037, waar een glijdende toon, beginnend bij 8500 Hz en afdalend tot 25 Hz op staat, dan komt er zoowat halverwege de plaat een

meetbare spanning op de luidsprekerklemmen. Hier kan alleen een schakeling verbetering in brengen waarbij van een op de „ruisfrequentie” afgestemde keten gebruik gemaakt wordt.

Oplossingen in die richting zijn er vele, maar om goed te werken worden aan de toe te passen kring nogal hoge eischen gesteld, immers één frequentie en de alernaaste omgeving moet in aanzienlijke mate onderdrukt worden, doch alle verdere frequenties weer niet. Dat vereischt dus een spoel met een hoge „spoelkwaliteit”.

Door aan deze werking tevens de tegenkoppeling dienstbaar te maken, hebben wij een zeer eenvoudige oplossing gevonden, die het zelf vervaardigen van de vereischte spoel mogelijk maakt.

Het ruischfilter wordt n.l. uitgevoerd als een parallelschakeling van een L en een C, die in serie met R_2 wordt opgenomen. (Figuur 6). Op de theorie hiervan, in verband met de tegenkoppeling, zullen wij hier nu niet ingaan. In een volgend artikel zullen wij ook een overeenkomstige toepassing geven hiervan in versterkers die niet van tegenkoppeling zijn voorzien. Wij zullen hier alleen even narekenen welk effect een LC keten, van hierna aan te geven waarden, hebben zal. Stel $C = 0,05 \mu F$, dan zal voor resonantie op 6000 Hz noodig zijn een zelf-inductie van 14 milli Henry. Dit nu is heel gemakkelijk te maken door iets minder dan 700 windingen draad van 0,15 mm te wikkelen op een Dralowid „dobbelsteen” spoel met hoogfrequent ijzerkern. Gemeten bij 6000 Hz blijkt zoo’n spoeltje dan te hebben een Q van circa 12. Dat is op zichzelf niet hoog, maar voor deze toepassing (in het tegenkoppe-

De dynamische weerstand (blokkeeringsweerstand) L/CR van deze kring bij 6000 Hz wordt dus:

$$\frac{L}{CR} = \frac{0,014}{0,05 \cdot 10^{-6} \cdot 50} = \pm 6000 \Omega$$

Voor deze frequentie wordt dus de tegenkoppelingsweerstand R_2 als het ware ruim 10 maal vergroot en dus de

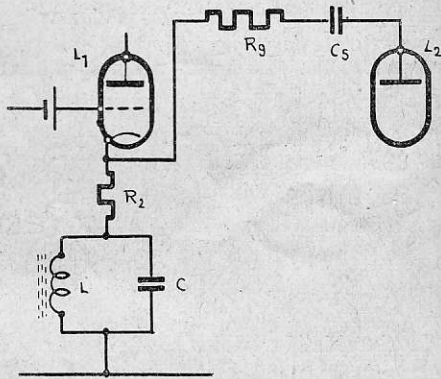


Fig. 6.

versterking circa 10 maal verkleind. Even buiten resonantie wordt de invloed van de LC kring zeer snel te verwaarlozen (de kleine L en relatief groote C werken daartoe mede) zoodat in de frequentie karakteristiek een zeer scherpe „duik” ontstaat, en dat is juist wat men hebben moet. Figuur 7 geeft de frequentiekarakteristiek die men dan krijgt.

Waar het nu nog op aan komt, is dat men die „duik” op het juiste punt legt. Dat is een kwestie van probeeren. Het eenvoudigst legt men daartoe wat meer dan de genoemde 700 windingen op de Dralowid kern en geeft de wikkeling enkele aftakkingen, bijvoorbeeld op 600, 700 en 800 windingen. Eventueel kan men ook C wat vergrooten of verkleinen.

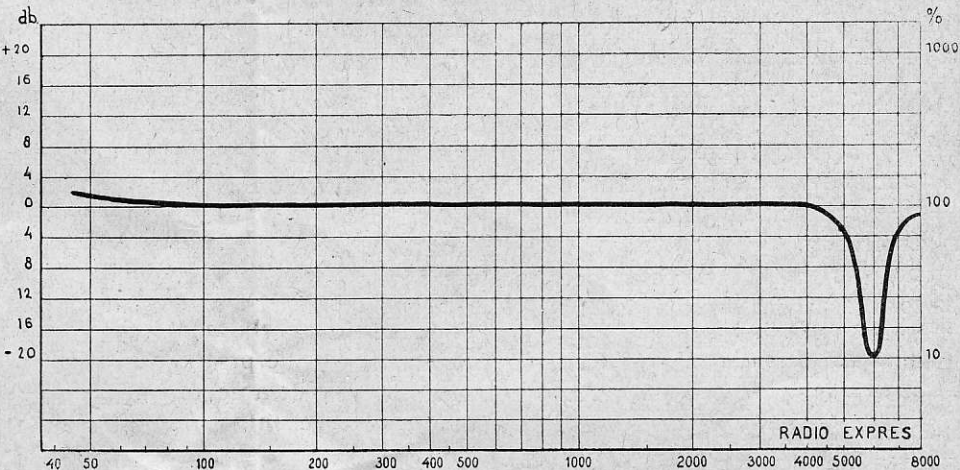


Fig. 7

lingscircuit) voldoende. Uit $Q = \omega L/R = 12$ volgt bij $f = 6000$ Hz van R ongeveer 50 Ω .

Met dit filter is het mogelijk het fraaie resultaat te bereiken, dat op de reeds genoemde frequentieplaat vanaf de eerste

groef, dus vanaf 8500 Hz de volle spanning op de luidspreker komt. Tusschen 7000 Hz en 5000 Hz valt de spanning dan snel terug tot ongeveer een tiende van de waarde om weer even snel terug te komen en verder constant te blijven. Een en ander lukt natuurlijk alleen met een werkelijk prima pickup.

In dit verband moet worden opgemerkt dat kristalpickups heel erg tegenvallen. Bij bijna alle kristalpickups die wij on-

derzochten is het boven circa 5000 Hz vrijwel afgeloopen en boven 6000 Hz vindt men geen spoor van eenige spanning meer.

Dat zij desalniettemin zich in een groote populariteit verheugen is waarschijnlijk wel een gevolg hiervan, dat de lage tonen, die zij wel produceeren, sneller waardeering genieten dan de allerhoogste.

Vervolg in het No. van 4 Augustus.

De sluiering-verminderende antenne

Resultaten te Hörby in Zweden

Herhaaldelijk hebben wij in den loop der laatste jaren melding gemaakt van de proefnemingen in verschillende landen met zendantennes, die het bezwaar der sluieringsvervorming verminderen¹⁾.

In verband met de metingen en ervaringen, welke in Zweden aan den nieuwen Telefunkenzender te Hörby zijn verkregen, bespreekt H. Larsson uit Stockholm het geheele probleem nog eens in de Telefunken Hausmitteilungen.

Sluiering bij de ontvangst ontstaat doordat de directe straling langs den aardbodem en de indirecte straling, die door terugkaatsing tegen de Heavisidelaaag de ontvangantenne bereikt, wegen van verschillende lengte afleggen, zoodat de fasen der samentreffende trillingen verschillen. Het eene oogenblik kunnen zij elkaar versterken en het volgende moment elkaar verzwakken. In het gebied, waar zij ongeveer even sterk zijn, kunnen de draaggolven elkaar momenteel geheel opheffen, terwijl de zijbandtrillingen, die andere frequenties hebben, dit niet doen, dus ontvangen blijven worden. Dat wordt dan ontvangst der modulatie met weggevalen of zeer verzwakte draaggolf, hetgeen hetzelfde is als ontvangst eener sterk overgemoduleerde draaggolf met de daaraan verbonden vervorming.

De grens der nuttige werkingssfeer van een omroepzender wordt niet bepaald door zijn antenne-vermogen, maar door de ligging van het gebied, waar sluieringsvervorming optreedt. Dat hangt alleen van de golflengte af en niet van het vermogen van den zender.

Wanneer men echter de horizontale

straling langs den bodem kan versterken en daarentegen de straling in schuine richtingen naar boven, die teruggekaatst kunnen worden in de hogere luchtlagen, kan verzwakken, zal men het gebied der sluieringsstoring tot op grooteren afstand van den zender verschuiven.

Deze mogelijkheid bestaat, doordat de sterkteverhoudingen, waarin de straling van een antenne in verschillende hoogterichtingen uitgaat, zich laten wijzigen door keuze der antennehoogte in verhouding tot de golflengte.

Neemt men een zuiver sinusvormige stroomverdeeling op de antenne aan en een volmaakt geleidende aarde, zooals bij het teekenen der stroomverdelingen in fig. 1 is verondersteld, dan zouden de stralingskarakteristieken van fig. 2 ontstaan. Wordt de antenne van $\frac{1}{4}$ golflengte verhoogd tot $\frac{1}{2}$ golflengte, dan neemt, zooals men uit fig. 2 kan zien, de bodemstraling toe, terwijl de hoogtestraling onder hoeken van 50° — 90° sterk afneemt. Gaat men met het verhoogden der antenne nog verder, dan verkrijgt men aanvankelijk een nog verdere vergroting der bodemstraling (zie optimale antenne), maar in verband met den op zekere hoogte boven den grond in de antenne optredenden stroomknoop (fig. 1) gaat de boven $\frac{1}{2}$ λ verhoogde antenne tevens nog een extra stralingslus geven met maximale sterkte in de richting van 60° , zooals fig. 2 ook laat zien. Hoe verder men met verhoogden der antenne doorgaat, des te meer stralingsenergie gaat er in die hoogtestralingslus zitten, zoodat de toeneming der bodemstraling zich niet voortzet, maar deze bij grootere hoogte dan 0.64λ weer afneemt.

Voor het practische doel van zoo ver mogelijk naar buiten verschuiven van

het gebied der sluieringsvervorming gaat men met de z.g. „optimale” antenne zelfs al te ver. De laatste kleine verbetering der bodemstraling gaat al met een zoo groote versterking der hoogtestraling gepaard, dat het vervormingsgebied al weer dichterbij optreedt. Iets hooger dan de $\frac{1}{2} \lambda$ antenne kan men met voordeel gaan, maar niet veel.

Volkomen nauwkeurig berekenen kan men dit niet vooruit, omdat o.a. ook de bodemeigenschappen er een rol bij spelen. De definitieve gunstigste instelling der antenne kan pas na langeren tijd verkregen worden, na meting der stroomverdeeling en practische waarnemingen over de sluiering. Daarom zijn voor zulke antennes constructieve uitvoeringen noodig, die zonder al te veel bezwaar later kleine wijzigingen in de eigengolflengte mogelijk doen blijven.

De eigengolflengte eener verticale antenne ligt tusschen 4 à 4.4 maal haar hoogte, zoodat de $\frac{1}{2} \lambda$ -antenne 0.5 à 0.46 golflengte hoog moet zijn.

De vroegere antenne-constructies, waarbij tusschen twee masten een draadennet werd opgehangen, is voor het hier gestelde doel ongunstig, omdat de aanwezigheid der masten altijd vervormingen van het stralingsveld veroorzaakt. Vandaar, dat voor z.g. „sluieringsvrije” antennes andere constructies zijn ingevoerd.

In Duitschland heeft Telefunken bijv. beproefd om een enkelen loodrechten draad als antenne op te hangen in een houten toren van 100 à 200 m hoogte. Als element, waarmee de eigengolf later nog gewijzigd kon worden, werd gebruik gemaakt van een aan den top verbonden metalen ring van 8 à 12 m diameter. Hiermede zijn zeer goede resultaten bereikt. De houten torens zijn echter duurder van constructie dan ijzeren masten en zij brengen veel hogere onderhoudskosten mede.

Amerika is het direct gaan beproeven met zelfstralende ijzeren masten, die aanvankelijk in z.g. „vischbuikvorm” werden uitgevoerd, van onderen en van boven uitlopende in een punt, beneden op één isolator gesteund en getuid, met een voor afregeling hooger of lager op te hijschen verlengstang aan den top²⁾. De in Amerika gebezigde vischbuikvorm is echter gebleken, zoodanigen invloed te hebben op de stroomverdeeling, dat die volstrekt niet sinusvormig is. De straling dezer antennes is wel goed, maar niet in overeenstemming met den

¹⁾ Zie o.a. R.-E. 1930 no. 4; 1932 nos. 8 en 40; 1934 nos. 31 en 51.

²⁾ Dit is ook ongeveer het systeem, dat sedert vele jaren in ons eigen land voor den 301 m zender te Hilversum dienst doet.

De „R. E. 1939” Grammofoonversterker

VERVOLG

door Ir. J. L. LEISTRA

De tooncorrecties.

Het hangt in hooge mate van de toegepaste pickup af welke tooncorrecties men noodig zal hebben.

Bij magnetische pickups bestaat zonder uitzondering behoefte aan het opheffen van lage tonen. Bij de kristal pickups bestaat die behoefte heelemaal niet.

bereikt men dat de spanning op R_2 , dat is dus de als tegenkoppeling werkzame spanning, afneemt met afnemende frequentie. Afnemende tegenkoppeling wil zeggen toenemende versterking. Met verkleinen van C_5 krijgt men dus een karakteristiek, die naar de lage frequenties oploopt. (Zie bijv. ook de kromme van

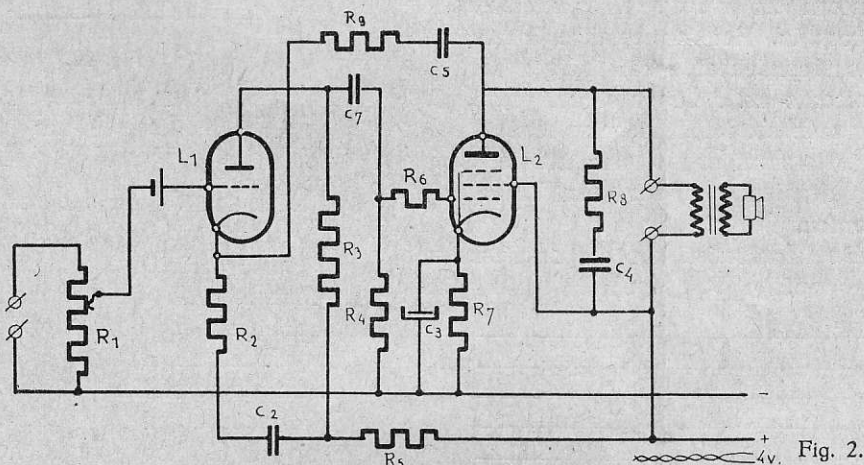


Fig. 2.

Bepalen wij ons eerst tot de magnetische pickups.

De versterking moet bij lage frequenties groot worden, en daar wij een zeer groote versterkingsreserve hebben opgeofferd aan de tegenkoppeling, is het dus logisch, voor de lage frequenties daarvan weer een groot of kleiner deel „terug te nemen”. Dit gaat heel eenvoudig.

In het prinsieschema (fig. 2), dat wij

fig. 7 die met $C_5 = 0,1 \mu F$ werd opgenomen).

Streeft men nu naar den grootst mogelijken eenvoud dan kan men heel geschikt proefondervindelijk voor C_5 een waarde bepalen, die voor de pickup die men gebruikt het noodige ophalen van de lage

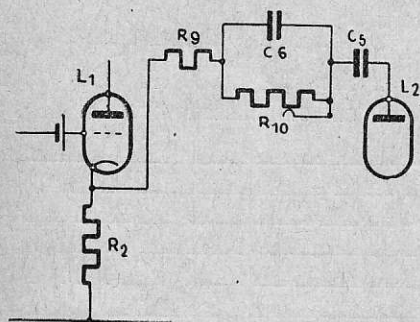


Fig. 8.

hierbij gemakshalve nog eens afdrukken, zien wij, dat de terugkoppelingsketen bestaat uit C_5 , R_9 en R_2 . Maakt men C_5 zeer groot, dan is voor alle voorkomende frequenties de spanning op R_2 eenzelfde breukdeel van de spanning op de geheele serieschakeling. Door C_5 te verkleinen,

vinden. Zonder deze hulpmiddelen kan men het op het gehoor doen, door normale muziekplaten van goed fabrikaat te spelen en op de weergave van het lage register te letten. Capaciteiten van 5000 tot 25.000 μF zullen het gewenschte resultaat kunnen opleveren, afhankelijk van de gebruikte pickup.

Liefhebbers van veel regelknoppen zullen dit maar een matige oplossing vinden. Toch is er practisch heel weinig behoefte aan latere „bijregeling” wanneer de hierboven omschreven correctie maar eenmaal met zorg is uitgevoerd.

Een regelbare frequentie karakteristiek is echter ook zeer eenvoudig te verkrijgen. Wat daarvoor noodig is, is aangegeven in fig. 8, waarin alles is weggelaten wat niet terzake doet, ook het ruischfilter omdat dit voor de lage tonen niets doet. Behalve C_5 , die nu eigenlijk alleen nog dient om de op L_2 aanwezige gelijkspanning te blokkeren, is in serie met R_9 opgenomen de parallelschakeling van C_6 en R_{10} . Bruikbare waarden hiervoor zijn 5000 μF en 0,5 of 1 M Ω . Wordt R_{10} op nul gedraaid dan heeft men weer den ouden toestand en naarmate R_{10} wordt vergroot, treedt voor de lage frequenties een steeds grootere verzwakking van de tegenkoppeling op. Fig. 9 geeft aan de hiermede bereikbare frequentie karakteristieken voor $R_{10} = 0$ en $R_{10} = 1 M\Omega$. Tusschengelegen karakteristieken kunnen worden ingesteld door verandering van R_{10} .

Opgemerkt moet nog worden, dat de grootte van C_6 op het verloop van de krommen invloed heeft. Vergrootten van C_6 heeft tengevolge, dat het oplopen

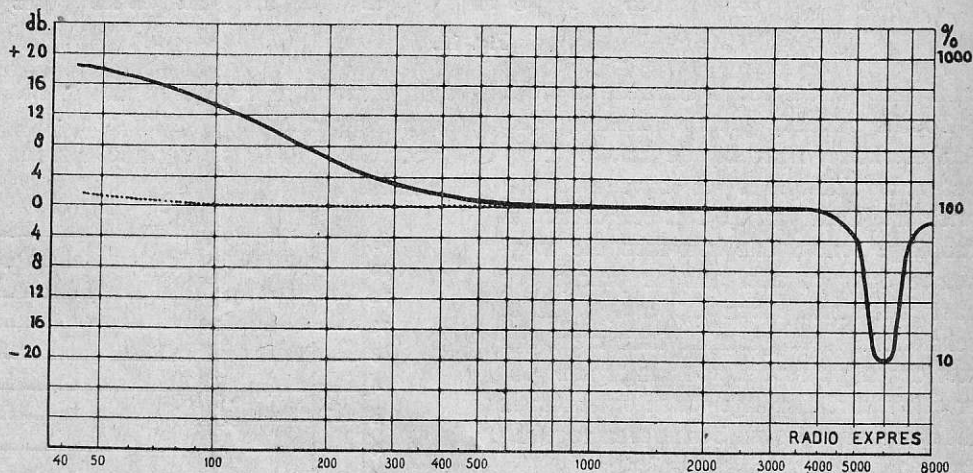


Fig. 9.

tonen geeft. Beschikt men over eenige frequentie-platen en een lampvoltmeter om de spanning op den luidspreker te meten, dan kan men met behulp daarvan zeer snel de vereischte waarde voor C_5

van de karakteristiek pas bij lagere frequenties begint, en omgekeerd.

De aangegeven waarden van 5000 μF en 10 M Ω voldoen echter voor alle normale pickups heel goed. De winst aan

bas-weergave is zoo groot, dat men nooit R_{10} geheel op maximum noodig heeft.

Kristalpickups geven bij de lage frequenties spanningen, die vele malen

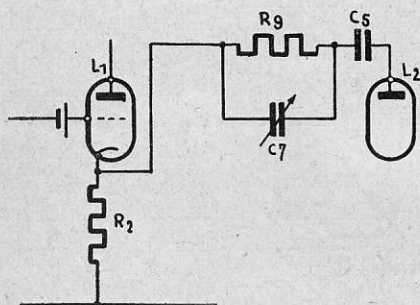


Fig. 10.

groter kunnen zijn dan bij de gemiddelde frequenties. Ophalen van lage tonen is daarbij dan ook niet nodig; integendeel, doordat deze versterker een veel „rechtere” karakteristiek heeft dan een niet sterk tegengekoppelde versterker met penthode-eindlamp, blijkt dat bij een normale waarde van den sterkteregelaar bij de kristalpickups de weergave al „ge-

Het kan gewenscht zijn de sterkte van de hooge tonen wat te verminderen en dat is ook weer eenvoudig te vinden in de tegenkoppeling, n.l. door parallel aan R_9 een variablen condensator te schakelen, C_7 , zooals in fig. 10 is aangegeven. Door deze C_7 te *vergroten* wordt de tegenkoppeling voor de hooge frequenties sterker en dus treedt *verzwakking* daarvan in. Bij de reeds aangegeven waarde van R_9 , n.l. $0,1 \text{ M}\Omega$, is een variabele capaciteit van $500 \mu\text{F}$ reeds groot genoeg om een aanzienlijk effect te geven. Dit hoeft in geen geval een luchtcondensator te zijn; pertinax of trolituul isolatie is hier uitstekend te gebruiken, en de in den handel zijnde condensatoren van dit type nemen uiterst weinig plaats in. Het is gemakkelijk als men zoo'n condensator kan krijgen met geïsoleerde as. Is dit niet het geval, dan moet de condensator geïsoleerd van het chassis worden gehouden, en steeds met de draaiende platen aan R_2 gelegd worden.

De karakteristieken die ontstaan met $C_7 = 500 \mu\text{F}$, en geheel in- en geheel

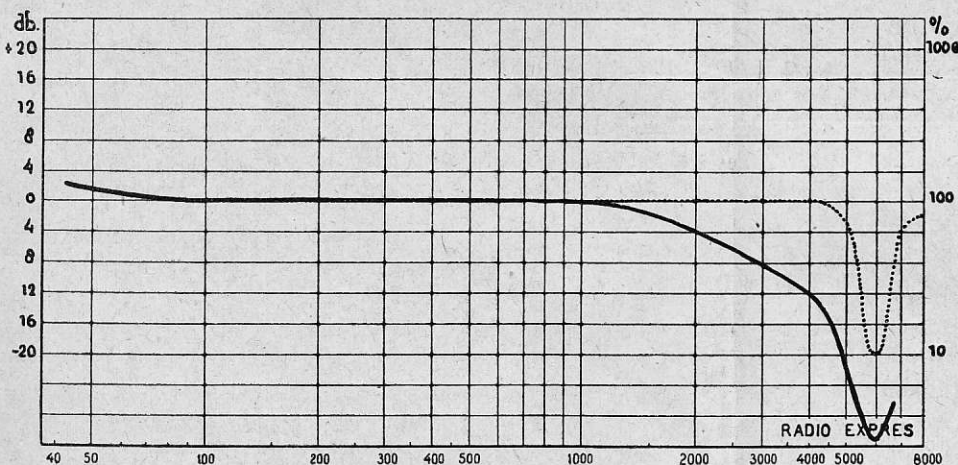


Fig. 11.

bukt gaat” onder een overmaat van laag.

Zooals bekend, geeft verkleining van den sterkteregelaar bij de kristalpickup bas-verzwakking. Is er bijv. met een sterkteregelaar van $0,5 \text{ M}\Omega$ een overmaat van lage tonen, dan kan men die wegnemen door parallel aan de pickup een vast weerstandje van $0,1$ à $0,5 \text{ M}\Omega$ te schakelen. Heel geschikt kan men dan met dezen weerstand zoo laag gaan, dat er een tekort aan lage tonen ontstaat, en dit dan met de boven beschreven regeling weer naar eigen smaak ophalen.

Als de lage-tonen weergave in orde is, dan kan men aandacht gaan schenken aan den hoogen kant. De verschillende pickups stellen hier ook weer uiteenlopende eischen, en de verschillen in persoonlijken smaak evenzoo.

Het omgekeerde, n.l. hoog ophalen, is ook wel eens gewenscht; de weergave bij sommige pickups kan daardoor aanzienlijk aan kwaliteit winnen. In plaats van de tegenkoppeling te versterken, moet

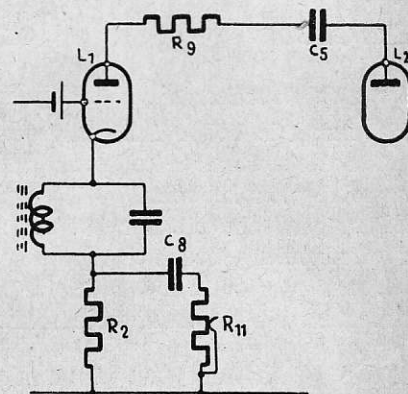


Fig. 12.

men dan weer de tegenkoppeling verzwakken en daarvoor kan de schakeling van fig. 12 dienst doen. Hierbij ligt parallel aan R_2 de serieschakeling van C_8 en R_{11} , waarvoor $0,05 \mu\text{F}$ à $0,1 \mu\text{F}$ en 10.000 à 20.000Ω dienst kunnen doen. Met R_{11} op nul gedraaid staat C_8 parallel aan R_2 en wordt voor de hooge frequenties de tegenkoppeling verzwakt en dus de versterking vergroot.

Verkleinen van R_{11} geeft dus *versterking* van het hooge register.

Het resultaat van $0,1 \mu\text{F}$ parallel op R_2 geeft fig. 13 wanneer R_{11} nul is. Door regeling van R_{11} kunnen tusschengelegene karakteristieken worden verkregen.

Achtereenvolgens zijn dus 3 verschillende regelmogelijkheden beschreven, en het aardige is nu, dat de aanwezigheid van de eene de toepassing van elk van de andere allerminst uitsluit, en men kan ze ook alle drie tegelijk aanbrengen, hoewel dit laatste practisch niet veel zin heeft.

De laag-regeling volgens fig. 8 heeft boven circa 500 à 800 Hz weinig invloed meer, en omgekeerd hebben de beide

uitgedraaid, zijn gegeven in fig. 11. Wil men nog meer hoog afknippen, dan kan voor $C_7 = 1000 \mu\text{F}$ variabel worden genomen.

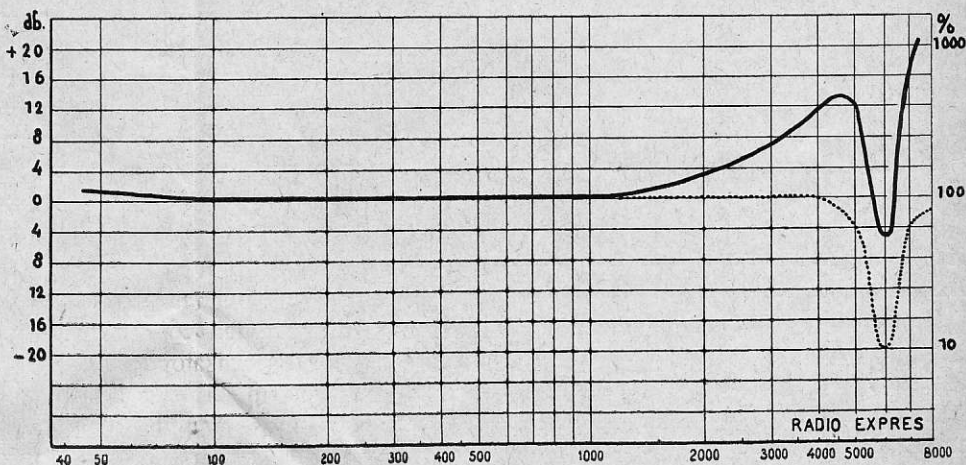


Fig. 13.

regelingen volgens fig. 10 of fig. 12 beneden 800 Hz geen invloed bij de aangegeven waarden. Men kan dus combineren fig. 8 met fig. 10 of met fig. 12.

de hoogte. De wijziging die noodig is voor een tegengestelde regeling der hoge tonen moge uit het voorgaande voldoende duidelijk zijn.

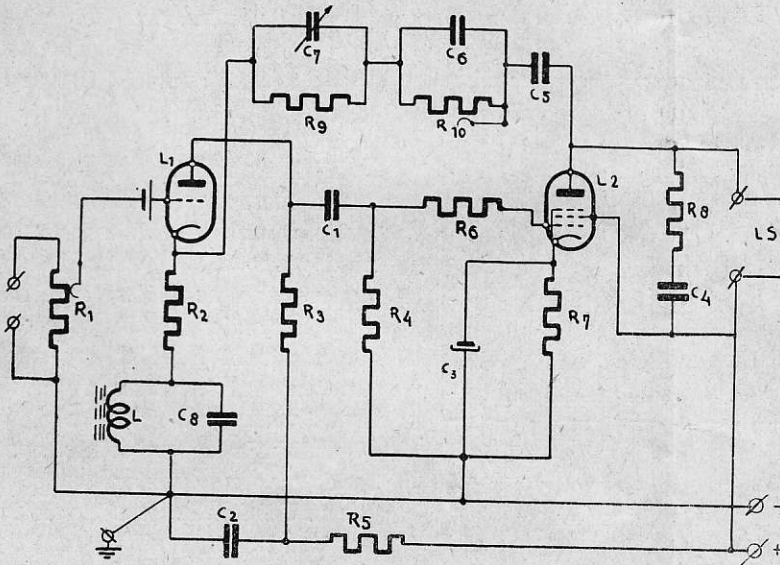


Fig. 14.

Wanneer de elkaar tegenwerkende regelingen volgens fig. 10 en 12 tegelijk worden aangebracht, dan blijkt het mogelijk bij iederen stand van C_7 een stand van R_{11} te vinden waarbij de karakteristiek weer praktisch recht wordt. Praktische betekenis heeft dit niet, want als men een rechte karakteristiek wenscht, dan kan men ze beter beide weglaten.

Opgemerkt wordt, dat om R_{11} met één zijde aan aarde te kunnen leggen, de

Het versterkerchassis.

Voor het maken van het chassis kan worden gebruikt een plaat aluminium van 380 x 200 mm, bij 1,5 à 2 mm dikte. Deze plaat wordt gebogen volgens fig. 15 tot een chassis van 20 x 20 cm oppervlakte en 8 cm hoogte. Aan de onderzijde wordt het gesloten met een plaatje van 20 x 20 cm, waarvoor materiaal van 0,8 mm dienst kan doen.

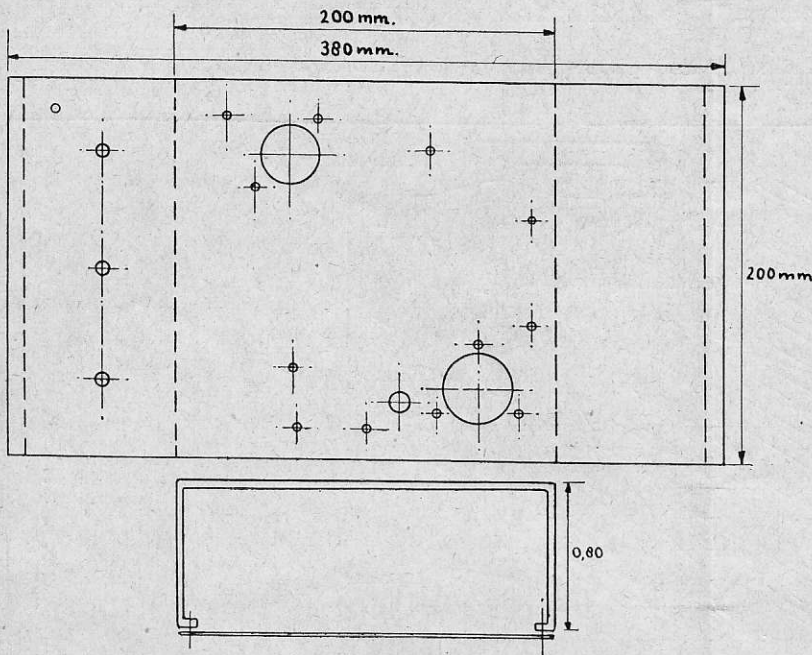


Fig. 15.

volgorde van R_2 en het ruisfilter juist andersom wordt genomen als in fig. 6 werd aangegeven.

Tot slot van dit gedeelte geven wij in fig. 14 een volledig schema met ophalen van de lage tonen en verzwakking van

In de bovenzijde van het chassis komen de bevestigingsgaten voor de lampvoeten, voor den condensator van 2 μ F, voor de weerstandstrip en voor de aansluitklemmenstrookjes. Aan de voorzijde de gaten voor de regelaars en de aardklem,

De weerstandstrip.

Voor het monteren van de weerstanden (op één na, die direct aan het rooster van de eindlamp zit) en de condensatoren, wordt gebruikt een lengte van circa 15 cm pertinax-strook met soldeeraan-sluitingen zooals die in den handel is. Er moeten 15 „plaatsen” op deze strip zijn.

Deze strip kan geheel gemonteerd worden vóórdat zij in het chassis wordt geplaatst.

De montage blijkt uit fig. 16.

Allereerst worden op de strip zelf doorverbonden aan de bovenzijde:

- 3 met 5
- 4 met 18
- 6 met 20 en met 7, 8 en 9
- 11 met 25
- 12 met 26
- 13 met 28
- 14 met 15
- 16 met 17
- 21 met 22
- 23 met 24
- 27 met 30.

Aan de onderzijde:

- 2 met 10
- 9 met 13
- 19 met 29.

Vervolgens worden de weerstanden en condensatoren er op geplaatst:

- C_8 tussen 1 en 16
- R_2 „ 2 en 17
- R_3 „ 3 en 18
- R_5 „ 4 en 19
- C_1 „ 5 en 21
- R_4 „ 7 en 22
- R_7 „ 8 en 23
- C_3 „ 9 en 24
- R_9 „ 10 en 25
- C_6 „ 11 en 26
- C_5 „ 12 en 27
- C_4 „ 14 en 29
- R_8 „ 15 en 30.

De eigenaardige plaatsing van C_1 heeft een betekenis. Het punt 19 heeft volle spanning tegen aarde (+ 275 V) en 21 ligt aan het rooster van de AL4 en via 0,5 M Ω aan aarde.

Een niet volkomen isolatie tussen deze punten (als ze gewoon naast elkaar zouden liggen) zou de roosterspanning van de AL4 doen veranderen, en gezien de groote steilheid van deze lamp heeft dat vrij gauw invloed op den plaatstroom. Als bovendien die isolatie niet constant is (vochtneerslag op het pertinax) dan ontstaat geruisch en gekraak. Daarom is tussen die twee punten met opzet een geaard punt (nl. 20) gehouden, waardoor de invloed van opper-

vlakke-lek vrijwel volledig wordt opgeheven. Om dezelfde reden bevindt zich tussen de punten 13 en 14 de gearde doorverbinding 13—28. Dit is een kleine

- | | |
|----------|-------------------------|
| 12 | „ draaicontact R_{10} |
| 1 en 16 | „ ruisfilterspoeltje |
| 18 en 20 | „ C_2 |
| 22 | „ R_6 |

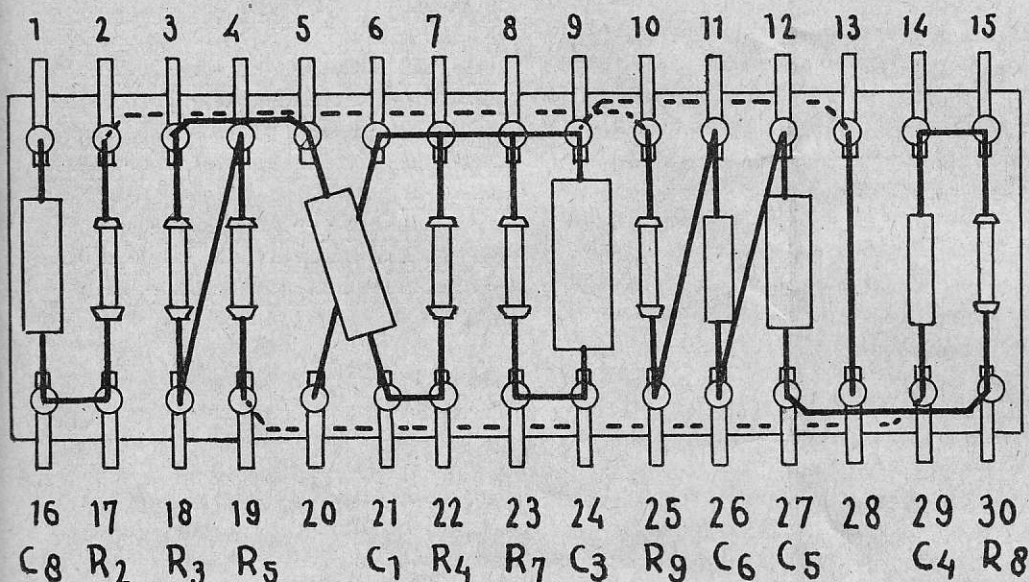


Fig. 16.

schakeltruc waar men in apparaten waar hoge spanningen en hoge versterkingen optreden, veel plezier van kan hebben.

De aansluitingen van de strip aan de overige onderdelen zijn nu als volgt:

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 1 | naar aardzijde R_1 |
| 2 | „ kathode L_1 |
| 5 | „ plaat L_1 |
| 6 | „ aardklem |
| 10 | „ draaiende platen van C_7 |
| 11 | „ vaste platen C_7 en naar R_{10} |

- | | |
|----------|----------------------------|
| 24 | „ kathode L_2 |
| 27 | „ schermrooster L_2 |
| 28 | „ — HS aansluiting |
| 29 | „ plaat L_2 |
| 30 | „ + HS aansluiting |
| 29 en 30 | „ luidspreker aansluiting. |

De overige verbindingen blijken uit fig. 17. Het zijn de gloeistroomverbinding van het aansluitstripje naar L_2 en vandaar naar L_1 , de aansluitingen aan den sterkteregelaar, en R_6 van 22 naar het rooster van L_2 .

De roosterspanningscel wordt zonder

verdere ondersteuning tusschen het draaicontact van R_1 en het rooster van L_2 opgehangen. Voor de pickup-aansluiting is een tweepolig aansluitblokje aangegeven binnen in het chassis, wat het voordeel heeft, dat het afgeschermd snoer tot binnen in het chassis doorloopt. Eén zijde van R_1 ligt aan de aardklem.

Bij het aansluiten van R_1 en R_{10} , die beide een logaritmisch verloop moeten hebben, lette men er op, dat bij R_1 het eind waar de weerstand langzaam verandert, aan aarde komt en dat bij R_{10} juist het andere eind wordt kortgesloten. De aandacht moet er nog op gevestigd worden, dat het chassis slechts op één enkel punt met de schakeling is verbonden. Dit is een absolute noodzakelijkheid; niet alleen hier, maar in 't algemeen. Dit is een gevolg van de wet, dat een afscherming alleen een afscherming is als zij geen stroom voert. Door maar lukraak alles aan het chassis te leggen onder het motto dat het toch „aarde” is, krijgt men *nooit* een apparaat bromvrij.

Dat het juiste begrip omtrent afscherming heel vaak met de voeten getreden wordt, blijkt wel hieruit dat de meeste pickups en microfoons van een *één-aderig* afgeschermd snoer zijn voorzien. Dit is principieel onjuist en speciaal een onvriendelijkheid van de Amerikaanse fabrieken.

Op een klein ongemak van de schakeling moet nog gewezen worden, en wel dit, dat de metalliseering van de eerste lamp, als die aan de kathode verbonden

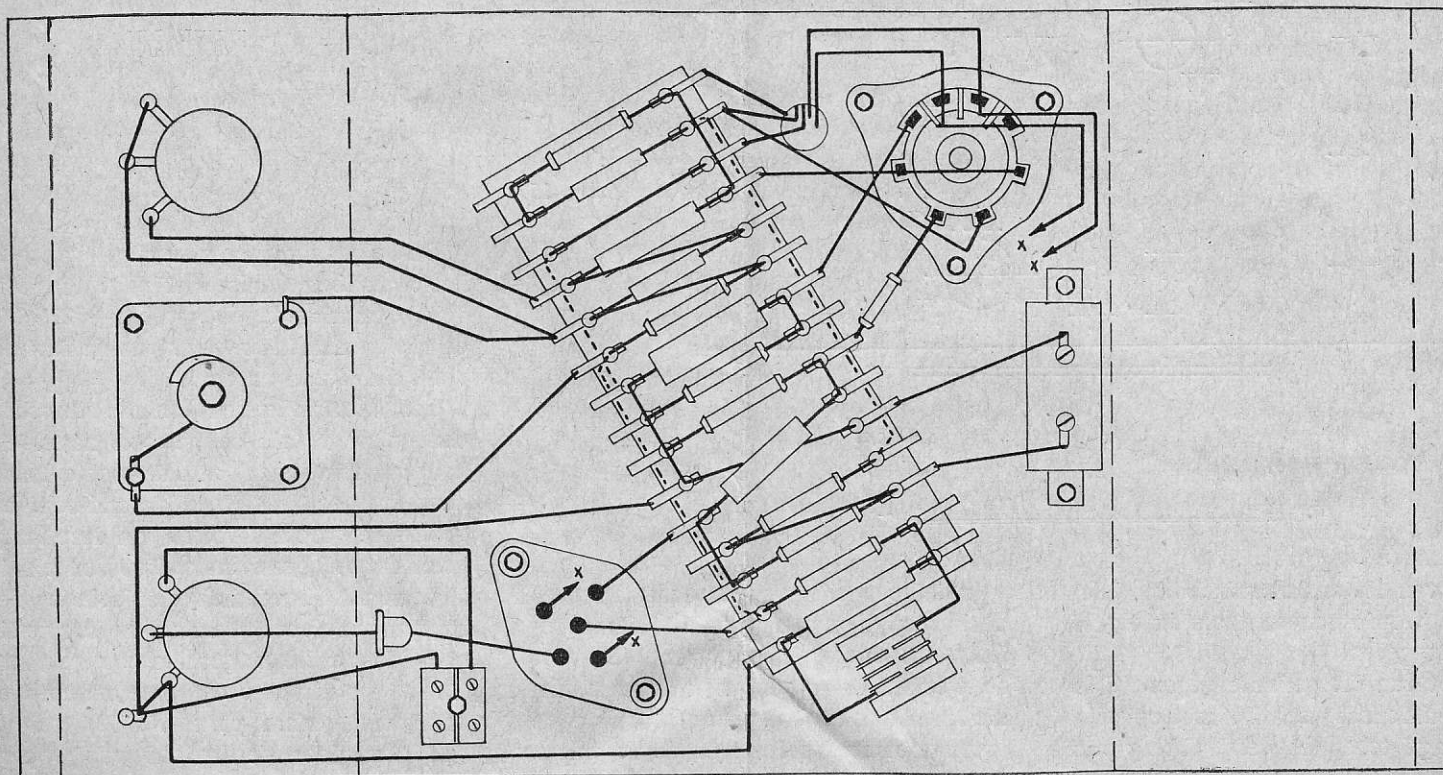


Fig. 17

is, niet aan aarde ligt. Ten eerste moet men dus oppassen dat de metalliseering nooit ergens tegenaan kan komen en verder geeft aanraken van de metalliseering aanleiding tot een zeer zwak hoorbaren zoemtoon van den luidspreker.

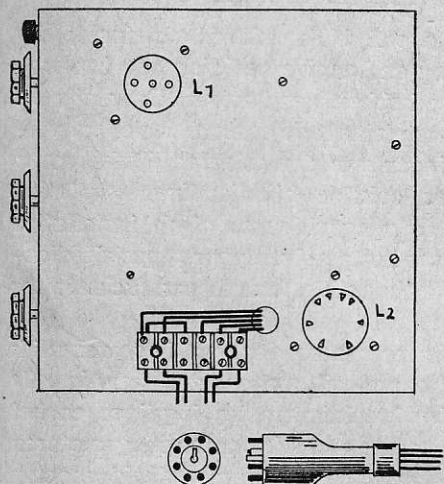


Fig. 18.

Dat dit maar zwak is, komt doordat R_2 slechts 600 Ω is. Om dit te voorkomen kan men de eerste lamp in een metalen lamphuls plaatsen, mits deze maar voldoende ruim is.

Alle in de schakeling voorkomende weerstanden kunnen van het 1 watt-type zijn; desgewenscht R_2 , R_3 , R_4 , R_5 , en R_6 ook 0,5 watt.

Zooals reeds in den aanvang werd opgemerkt, is het gebruik van afgeschermd kous bij dezen opbouw geheel overbodig.

Radio Technische School „Haarlem”.

De Radio-Technische School „Haarlem”, directeur de heer J. L. J. van der Werff, zond ons een circulaire, waarin jongelieden, die hun opleiding aan voorbereidende en middelbare scholen hebben voltooid, gewezen worden op de mogelijkheid, dat voor hen in de radiotechniek of radiotelegrafie een toekomst ligt. De school leidt op voor radiotelegrafist bij koopvaardij of luchtvaart, voor de diploma's radiotechnicus en radiomonteur, radiodistributie, filmtechniek, televisie en amateurzendexamen.

Even een grapje.

Op een Amerikaansche school vraagt de onderwijzer aan de leerlingen wie de grootste uitvinder ter wereld was.

Een jongetje antwoordde: Dat was Edison, want hij bedacht de phonograaf en de radio om te maken, dat de menschen den heelen nacht zouden opblijven en meer van zijn elektrische lampen noodig zouden hebben.

De geluidsterkte

voor „natuurlijke” weergave

In een artikeltje in R.E. no. 9 hebben wij melding gemaakt van een betoog van J. R. Hughes in de Wireless World, waarin hij de stelling poneerde, dat „natuurlijke” weergave alleen kan worden verkregen bij „natuurlijke” sterkte en dat het een vergissing is, dat men bij zwakkere weergave door ophalen der hoge en lage tonen de natuurlijkheid zou kunnen herstellen.

De schrijver wees er in den loop van zijn betoog op, dat een luidspreker in een kamer, voor het verwekken van een even sterken geluidsindruk voor het oor van een luisteraar, als in de concertzaal zou worden verkregen, volstrekt niet dezelfde geluidsenergie behoeft te produceren als het orkest in de concertzaal. In de kleinere ruimte, op korteren afstand, kan aan het oor van den luisteraar dezelfde geluidsterkte worden bereikt bij een veel beperkter luidspreker-output dan men dikwijls heeft aangenomen.

Een medewerker van de W. W., die zich Cathode Ray noemt, herinnert er thans aan dat hij in het nummer van 10 Maart 1938 van dat tijdschrift eenige uitkomsten van metingen heeft medegedeeld, die in belangrijk opzicht de opvatting van Hughes ondersteunen, in zooverre n.l. werkelijk de geluidsterkte, die in een kamer door een luidspreker wordt geproduceerd, als de sterkte voor het beste effect is ingesteld, nabij komt aan de geluidsterkte in de concertzaal. Dat dit zoo is, zal bij velen misschien verbazing wekken, vooral wanneer men hoort hoe betrekkelijk gering vermogen daar zelfs voor noodig is.

De metingen werden verricht met den General Radio Geluidsmeter; (het instrument is beschreven in R.E. 1937 no. 26). Cathode Ray had n.l. gelegenheid verkregen om in de concertzaal van Queen's Hall, bij een generale repetitie van het Britsche omroeporkest, metingen te verrichten, die hij dien avond in de huiskamer kon herhalen op de luidsprekerweergave van de uit dezelfde zaal uitgezonden zelfde muziek van hetzelfde orkest. De kamer, waar de luidspreker stond, was een vertrek van ongeveer 4 x 4½ meter, met de normale geluidsabsorbeerende aankleding. Daar bevond zich een oude 10-inch Rice-Kellog luidspreker, verbonden aan een triode-balanstrap met een nominale wisselstroom-output van 1½ watt.

Bij de meting werd gevonden, dat ter plaatse in de zaal, waar men zit te luisteren, 100 phon ongeveer de *piekwaarde* was tijdens zeer luidruchtige muziekwerken, zooals bijv. „Also sprach Zarathustra” van Strauss. Hierbij dient vermeld te worden, dat tegelijk met de metingen door Cathode Ray ook metingen door omroepersoneel plaats hadden met andere apparatuur en dat de overeenstemming heel goed bleek te zijn.

Bij de metingen in de huiskamer bleek, dat zonder overbelasting van den toch tamelijk bescheiden eindtrap en zonder dat het geluid voor een luisteraar overmatig werd, gemakkelijk *dezelfde* piekwaarden werden bereikt. Hierbij werd niet ingesteld op de huiskamersterkte, waarbij men ook nog de krant leest of een gesprek voert, maar op de sterkte, welke aangenaam is voor iemand, die werkelijk naar een concert uit den luidspreker *luistert*. Dat is een sterkte, die in normaal gebouwde huizen *niet* als storend voor de burens wordt ondervonden.

Het gemiddelde gedurende het concert was natuurlijk veel lager, in de buurt van 70 phon, maar dit gemiddelde lag in de huiskamer eerder iets hooger dan in de zaal, omdat de omroepman aan de versterkers de allerzwakste passages gewoonlijk iets ophaalt om ze boven het geruis uit te houden.

In dit verband is het misschien voor velen wel verrassend, uit het oorspronkelijke artikel van Cathode Ray de mededeeling te vernemen, dat volstrekt niet alle symphonie-muziek zulke veruiteliggende uitersten van hard en zacht bevat, dat er bij den studio-versterker aan geregeld moet worden. Het komt vaker voor dan men denkt, dat een uitzending geheel zonder sterkte-correctie kan doorgaan en dat men dus de volledige „dynamiek” der compositie doorgezonden krijgt.

Verrassend is ook een berekening van het totale vermogen aan geluidsenergie, dat in het spel is. Een geluidsintensiteit van I watts per kub. cm. zal in een zaal met een volume van V kub. m. met een nagalmtijd van T sec. verkregen worden met een geluidsbron, die W watts geluidsenergie produceert, volgens de formule

$$I = \frac{WT}{0.32 T}$$

Een niveau van 100 phon ligt 100