

NEGENTIENDE JAARGANG

RADIO EXPRES

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

IN DIT NUMMER: Storingsonderdrukking aan het ontvangtoestel door begrenzing. — De „storende” kristalontvanger! — RC-oscillatoren; schakelingen met twee en meer lampen. — AB-versterking met penthoden; berekeningen omtrent een geïdealiseer. geval. — Schaarschte aan 4-volts menglampen; hoe men zich helpen kan.

NO. 20
17 OCT. 1941

PRIJS
30 CENT



GEVESTIGD 1918

**RADIOTECHNICUS
RADIOTELEGRAFIST
RADIOMONTEUR**

De nieuwe mondelinge dag- en avondcursussen beginnen op Maandag 1 September a.s.

Uitvoerig geïllustreerd prospectus gratis op aanvraag.

Inschrijving dagelijks aan de school.

Voor schriftelijk onderwijs in de vakken RADIO-TECHNICUS, RADIOMONTEUR, RADIOAMATEUR, FILMTECHNICUS, RADIODISTRIBUTIETECHNICUS en OMROEPTECHNICUS aanvragen gratis proëffes met uitvoerige gegevens.

Instituut voor Radiotelegrafie en Radiotechniek,

Radio Instituut STEEHOUEWER N.V.
Graaf Florisstraat 74, Rotterdam. - Tel. 34520

RADIO GROENEVELD

Amsterdam Zuid, Ceintuurbaan 127-129

Postgiro 31 38 00, Tel. 93047, Gem. Giro G-2210

Longlife- en Thermion Radiolampen p.st. f 3.95

Leverbaar momenteel de volgende type's: E 446 — E 462 — E 463 — E 443 H — C 453 — B 443 — E 428 — AB1.

De Volkslamp in type's: 1823—AZ1—80 en 80 S, per stuk f 2.55.

Alle afgeschermde h.f. choke's voor UKG type KW en omroep type ML.

Type KW van 18—250 meter f 1.60, type ML van 180—3000 meter f 1.95.

GELOSE UKG h.f. choke, type 558 op keramisch lichaam, f 0.85.

Holle montageboutjes met moertje, per stuk f 0.01.

Wij hebben thans weder alle mogelijke soorten lampvoeten in voorraad ! !

Zowel Europeesch- als Amerikaanse voetjes. Deze staan in onze prijscourant Nr. 12 die nu uitgekomen is.

Wie hem nog niet ontving, schrijft ons er even om ! !

Voor hen die een lamptester willen maken, hebben wij alle onderdeelen daarvoor benodigd, in voorraad !

KONTAKT TE ROTTERDAM

voorheen HOOGSTRAAT 337 is nu gevestigd:

STATIONSSINGEL No. 8

Winkelstad Blijdorp (bij de Tunnel)



**Nog steeds een ruime sorteering in Radio- en
Electra artikelen aanwezig. Geop. van 8.30-12 uur
en van 2-6 uur. Ook des Zaterdags.**

RADIO-EXPRES

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

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

Redactie en Administratie: Stadhoudersweg 153, Rotterdam. Telefoon 46656. Postrekening 385246.
 VERTEGENWOORDIGING VOOR BELGIË: BOEKHANDEL „DE TECHNIEK“ — AMERIKALEI 195 TE ANTWERPEN

Dit blad verschijnt op den 1en en 3en Vrijdag van iedere maand. Abonnementsprijs f 5.25 per jaar, of f 2.63 per halfjaar, voor het binnenland en f 6.— per jaar voor het buitenland.

Het auteursrecht voor den volledigen inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht v. 23 Sept. 1912, Stbl. No. 308

Storingsonderdrukking AAN HET ONTVANGTOESTEL

Over methoden om van buiten komende storingen aan het ontvangtoestel te onderdrukken, is veel geschreven, maar van toepassing in de ontvangers, die men zich voor omroep kan aanschaffen, bemerkt men weinig of niets.

Dat heeft natuurlijk zijn reden ook wel. De verschillende systemen berusten of op *dichtslaan* van den ontvanger door overmatig sterke spanningspieken, of op *begrenzing* van hetgeen aan de eindlamp wordt doorgegeven. In beide gevallen wordt slechts verbetering bereikt tegenover knalstoringen, die boven een bepaald sterkteniveau uitgaan, terwijl sissende en pruttelende storingen van meer aanhoudend karakter ongemoeid gelaten worden.

Het toepassen van storingsonderdrukking helpt dus volstrekt niet tegen alle storingen. Voor een omroepontvanger is het de vraag of een in werking zoo beperkte storingsonderdrukking door het publiek ook maar eenigszins gewaardeerd zou worden. Iets geheel anders is de toepassing in communicatie-ontvangers, waar elke verbetering in de neembaarheid van berichten zich openbaart in de resultaten. Voor commercieel verkeer en ook voor amateur-kortegolfverkeer beteekent storingsonderdrukking, ook met de beperkingen, die daaraan kleven, dus wel iets.

Bovendien is er nog een ander gezichtspunt, van waaruit men de vraag der wenschelijkheid voor bepaalde typen van ontvangers moet bezien. Geen enkele schakeling voor de onderdrukking van storingen is geheel vrij van het bezwaar, dat die onder bepaalde omstandigheden, vooral bij diepe modulatie van een telephoniezender, een zekere

mate van vervorming kan teweegbrengen. Dat nadeel spreekt het meest voor omroepontvangst; een dergelijk steeds aanwezig nadeel in koop te moeten nemen voor een verbetering, die slechts in bepaalde gevallen merkbaar zou worden, is niet bijzonder aanlokkelijk.

Toch wordt aan de storingsonderdrukking voortdurend aandacht besteed door tal van uitvinders en is het interessant, de ontwikkeling ervan te volgen. Een overzicht van verschillende systemen vindt men in R.-E. 1938 Nos. 36, 39 en 46, terwijl een zeer eenvoudig, op begrenzing berustend stelsel werd beschreven in 1939 No. 22.

Het schema van laatstbedoeld systeem drukken wij hierbij nog eens af als figuur 1.

De verbinding tusschen den belastingweerstand R_1 van een diode-detectorkring met den laagfrequentversterker wordt hier gevormd door een schakeling van eenige weerstanden met een tweede diode D_2 . Aan die diode wordt met behulp van een potentiometer en batterij (of aftakking op de voedingsspanning) een vóórspanning gegeven, zoodat een kleine rust-gelijkstroom door de diode gaat. Het gevolg daarvan is, dat de diode in *beide* richtingen geleidend is voor wisselstroom, zoolang die geen grotere topwaarde bezitten dan de waarde van den rustgelijkstroom. Pieken, die daarbovenuit gaan, worden niet doorgelaten. Als men dus de hulpspanning zoo instelt, dat de modulatie van een zender juist ongemoeid doorgaat, worden knalstoringen, die grotere amplitude hebben, afgesneden.

Een diode is van alle lamptypen als begrenzer het meest te verkiezen, omdat zij de meest rechte

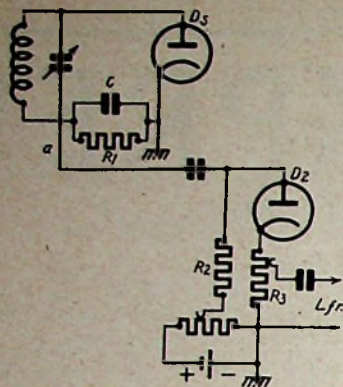


Fig. 1. Eenvoudige begrenzer. $R_1 = 0,05 \text{ M}\Omega$; $R_2 = 0,25 \text{ M}\Omega$; $R_3 = 0,1 \text{ M}\Omega$; potentiometer 10000 Ω .

karacteristiek bezit. De constante veldverdeling rondom de kathode is oorzaak, dat de karakteristiek beneden geen langen, gekromden voet heeft, maar met een scherper knik afbreekt dan bij meer ingewikkelde buizen.

Het vervormingsbezwaar, dat deze schakeling aankleeft, vindt zijn oorzaak in de parallelschakeling van R_2 , D_2 , R_3 met den belastingweerstand R_1 . De wisselstroombelasting is daardoor kleiner dan de gelijkstroombelasting, ongeveer in de verhouding 3:5 als men de bij het schema gegeven waarden aanhoudt. Modulatiepassages dieper dan 60 % worden daardoor vervormd (zie R.-E. 1936 No. 24). Reeds werd R_1 met 't oog hierop zeer klein gehouden, hetgeen den laatsten afgestemden kring sterk dempt. De andere weerstanden veel hooger te kiezen, levert ook bezwaren.

Deze herinnering aan vroegere beschouwingen laten wij voorafgaan aan een overzicht van eenige nieuwere pogingen om op dit gebied iets te bereiken.

* * *

In de „Funk Technische Monatshefte“ van Mei 1941 zet dipl. ing. Georg St. Dallos uiteen wat naar zijn inzien aan de begrenzingssystemen zou zijn te verbeteren.

Hij is blijkbaar uitgegaan van het probleem der storingsonderdrukking, zooals zich dat ook in de klankfilmtechniek voordoet. Het geluidspoor bij de klankfilm is meestal zoo gevormd, dat het langs een fotocel gevoerde, doorlichte gedeelte, zooveel mogelijk wit is (doorzichtig) bij afwezigheid van modulatie, terwijl de modulatie ontstaat door het passeeren van meer of minder ver uitstekende pieken van een door een slingerlijn begrensd zwart gedeelte. Hier ontstaan knakken en geruisch doordat de blanke deelen van de films niet homogeen blank zijn. De storingen zijn hinderlijker, naarmate het doorlichte blanke deel groot is, dus naarmate men zwakker gemoduleerde passages heeft.

Om hier door elektrische begrenzing een storingsonderdrukking te bereiken, moet men zorgen, dat zoowel negatieve als positieve storingspieken, die boven de sterkte der modulatie uitkomen, worden afgesneden. Dit kan geschieden met behulp van twee als begrenzers geschakelde dioden, die verschillend zijn aangesloten.

Het principe van zulk een begrenzer is aangegeven in figuur 2. De hier uitsluitend laagfrequente wisselspanning wordt toegevoerd aan R_1 . Beide dioden ontvangen een bepaalde voorspanning, waardoor zij voor trillingen tot aan een bepaalde amplitude in beide richtingen geleidend zijn. In de phase, waarbij klem a positief wordt, zal diode D_1 beletten, dat grootere pieken dan van de amplitude, waarop

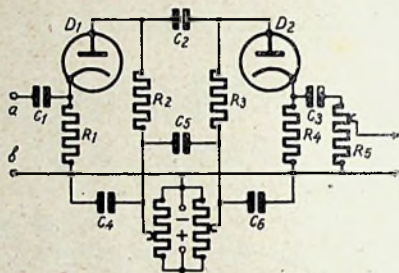


Fig. 2. Begrenzing zoowel van de positieve als van de negatieve toppen.

$R_1 = 0,2 \text{ M}\Omega$; $R_2 = 0,2 \text{ M}\Omega$; $R_3 = 0,5 \text{ M}\Omega$; $R_4 = 0,6 \text{ M}\Omega$; $R_5 = 0,5 \text{ M}\Omega$.

$C_1 = C_2 = C_3 = 50000 \mu\text{F}$.

$C_4 = C_5 = C_6 = 2 \mu\text{F}$.

$K_1 = 1 + 0,4 + 0,33 + 0,4 = 2,13$ (zie tekst).

$K_2 = 1 + 1,2 = 2,2$ (zie tekst).

is ingesteld, passeeren. In de phase evenwel, waarbij klem a negatief wordt, zal diode D_1 onbeperkt groote pieken doorlaten, zoodat die ook aan R_2 en R_3 verschijnen (de condensatoren zijn alle groot en voor de modulatie als weerstandloos te beschouwen). Nu zal diode D_2 echter voor een spanning, die de plaat negatief maakt, op haar beurt beletten, dat een grootere spanning wordt overgedragen, dan waarvoor de diode met de voorspanning is ingesteld. Het gevolg wordt dus, dat aan R_4 en R_5 slechts spanningen verschijnen, waarvan zoowel te groote positieve als te groote negatieve pieken zijn afgesneden.

In figuur 2 zijn afzonderlijk instelbare potentiometers voor de twee dioden geteekend.

De hulpspanningen mogen echter, naar Dallos betoogt, gelijk gemaakt worden, op voorwaarde dat de belastingweerstand R_2 van de eerste diode door de overige weerstanden voor wisselstroom evenveel wordt belast, als R_4 door R_5 , dat is: wanneer de verhouding K_1 van R_2 tot de parallelschakeling van R_2 , R_3 , R_4 en R_5 gelijk is aan de verhouding K_2 van R_4 tot de parallelschakeling van R_4 en R_5 . Hierbij

wordt de inwendige weerstand der dioden en de wisselstroomweerstand der condensatoren als verwaarloosbaar klein beschouwd.

Een eenvoudige berekening levert dan:

$$K_1 = 1 + \frac{R_2}{R_3} + \frac{R_2}{R_1} + \frac{R_2}{R_5}$$

$$K_2 = 1 + \frac{R_4}{R_5}$$

De twee verhoudingen worden inderdaad ongeveer gelijk als men de bij het schema vermelde waarden aanhoudt.

Van veel betekenis is de mogelijkheid van het gelijk maken der voorspanningen voor de twee dioden voor den volgende stap in de ontwikkeling der schakeling van Dallos.

Aan het vast instellen der voorspanningen is n.l. het bezwaar verbonden, dat voor zwakke modulatie-passages het niveau, waarboven stoorpieken worden afgesneden, te hoog ligt. Bij vaste instelling kunnen de stoorpieken toch steeds de amplitude bereiken, die voor de modulatie het verwachte maximum is. In een zwakke modulatiepassage kunnen de stoorpieken altijd nog vele malen sterker worden dan de zwakke modulatie op dat moment is.

Om dat te beletten, zou noodig zijn: een voorspanning, die zich regelt naar de sterkte der modulatie. Dan eerst zouden ook gedurende zwakke modulatie-passages de stoorpieken steeds begrensd gehouden

kunnen worden tot ongeveer gelijke sterkte als de momenteele modulatie. Dat vereischt een automatische regeling van de voorspanning, afhankelijk van de sterkte der modulatie.

Zulk een regeling zou men kunnen verkrijgen door de modulatiespanningen, die de *eindlamp* levert, gelijk te richten en een deel der hieruit verkregen gelijkspanning als voorspanning der begrenzdioden te gebruiken. Die *terug*-regeling levert echter een moeilijkheid op. Wanneer er een moment geen modulatie was, zou geen voorspanning geleverd worden, maar de twee dioden te zamen zouden daardoor den doorgang van elke wisselspanning naar de eindlamp blokkeeren; de versterker zou dus „dicht” zitten en dicht blijven. Men zou een kleine, vaste beginspanning moeten aanleggen om het kanaal steeds even open te houden. Maar daardoor zou ook weer geen volkomen storingsstijte bereikt worden als er geen modulatie is.

Beter is daarom de schakeling van figuur 3, die de automatische voorspanning ontleent aan een paralleltak. Dit vereischt behalve de gelijkrichting een aparten versterker, twee functies waarvoor een diodetriode EBC₃ dienst kan doen.

De modulatiespanningen zelf, die aan de klemmen a en b worden toegevoerd, komen via C₄ op R₆, worden versterkt door de triode en gelijkgericht door de diode, zoodat aan R₃ de automatisch zich instellende gelijkspanning ontstaat. Weerstand R₈ neemt nu in figuur 3 als spanningsbron de plaats in van de batterij met potentiometers in figuur 2. Alleen is bij het aanleggen dier spanningen aan R₁ en R₄ een ontkoppeling met smoorspoel S_m en condensor C₆ noodig om niet een deel der versterkte wisselspanningen mee over te dragen.

Het glijcontact op R₆ dient om de aan R₈ optredende, met de modulatie op en neer gaande gelijkspanning zoo in te stellen, dat die gelijkspanning steeds iets boven de topwaarde der modulatie-wisselspanning aan de dioden blijft. Is er geen modulatie, dan gaat de begrenzer geheel dicht, maar de versterker gaat weer open, zoodra er wél modulatie is.

Wie deze uiteenzetting heeft gevolgd, zal zich misschien afvragen hoe het mogelijk is, dat een begrenzer met één diode, zooals voor een *radio*toestel in figuur 1 werd aangegeven, eigenlijk nog een wezenlijke storingsonderdrukking kan bewerkstelligen. De diode D₂ verricht daar enkel de functie, die ook in figuur 2 en figuur 3 door de *tweede* diode wordt verricht, d.w.z., dat alleen pieken in de fase der modulatiespanning, die punt a negatief maken, worden afgesneden. Dat is de fase, welke overeenkomt met toenemingen in de amplitude der draag-

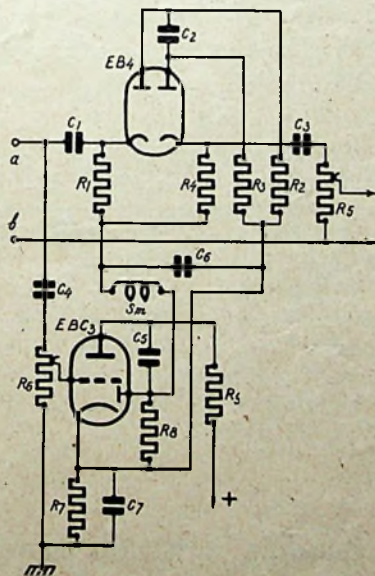


Fig. 3. Begrenzing met een hulpspanning voor de dioden, die zich regelt naar de sterkte der modulatie.

R₁ tot R₈ en C₁ tot C₃ gelijke waarden als in fig. 2.
R₀ = 1,5 MΩ; R₇ = 3000 Ω; R₈ = 0,5 MΩ; R₉ = 50000 Ω.
R₀ = 1,5 MΩ; R₇ = 3000 Ω; R₈ = 0,5 MΩ; R₉ = 50000 Ω.
C₄ = 0,2 μF; C₅ = 50000 μμF; C₆ = 0,1 μF; C₇ = 2 μF.

golf en waarbij de diode D. stroom kan doorlaten, zoodat de spanningsval aan R_1 toeneemt. Men moet echter in het oog houden, dat sterke stoorpieken in de andere phase in figuur 1 reeds door de signaaldiode D. worden begrensd, spanningen van een richting, waarvoor D. niet geleidend is, kunnen geen grootere uitwerking hebben dan dat de negatieve spanning aan a geheel weglegt, zoodat de spanningsvariatie optreedt, overeenkomende met 100 % modulatie.

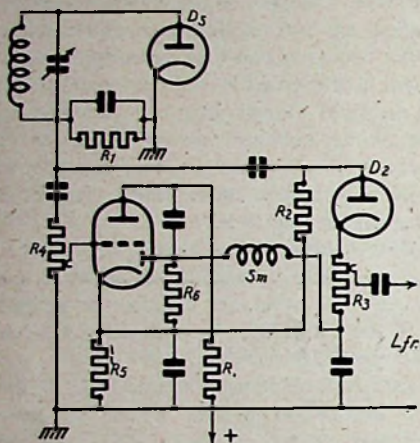


Fig. 4. Het systeem van fig. 1, met automatische, van de sterkte der modulatie afhankelijke begrenzigingsspanning.

Bij radio-ontvangst is de toestand dus anders dan bij de klankfilm, waar het laagfrequente signaal geen product is van detectie eener gemoduleerde draaggolf en begrenzing voor beide fasen onmisbaar is.

Het principe van figuur 3, waarbij de automatisch opgewekte begrenzigingsspanning met de sterkte der modulatie varieert, zou natuurlijk ook op de éénzijdige begrenzing van figuur 1 toegepast kunnen worden, waartoe bijv. de met figuur 3 verwante schakeling van figuur 4 zou kunnen dienen. Daarbij valt dan op te merken, dat alleen de begrenzing naar één zijde de stoorpieken tot ongeveer de momenteel sterkte der modulatie afsnijdt; de begrenzing naar de andere zijde, die door de signaaldiode wordt bezorgd, blijft dan echter in alle modulatiepassages beneden 100 % modulatie diepte minder effectief, omdat de signaaldiode altijd maar begrenzing geeft tot de amplitude, die met 100 % modulatie overeenkomt.

Als men daarbij nog rekening houdt met de omstandigheid, dat de parallelschakeling van wisselstroomwegen aan den belastingweerstand der signaaldiode de zonder vervorming toelaatbare modulatie diepte ver beneden 100 % zou doen blijven, lijkt de schakeling van figuur 4 heel weinig voordeel te beloven boven die van figuur 1.

Ook voor toepassing in een radio-ontvanger zou men dus toch tot de volledige schakeling van figuur 3 moeten komen.

Volgens Dallos is deze methode, waarbij de piekbeperking is aangepast aan de momenteel sterkte der modulatie een groote verbetering, vergeleken bij een piekbeperking op vast ingestelde waarde.

* * *

Een verdere verbetering is nog langs anderen weg te verkrijgen, maar de apparatuur wordt dan veel ingewikkelder. Men maakt dan gebruik van de omstandigheid, dat de amplitude der storingspieken in ongeveer het geheele hoorbare gebied even groot is, maar de amplitude der modulatiespanningen voor de hogere frequenties afneemt.

Wanneer men dus het totale spectrum van hoorbare trillingen uit de modulatie onderverdeelt in verschillende kanalen, waarvan een deel alleen de lage tonen omvat en andere de hogere tonen afzonderlijk doorgeven, kan men op elk dier kanalen de tweevoudige begrenzing toepassen met automatische regeling; en dan kan men voor de hoogtonige kanalen, waar de modulatie-amplituden kleiner zijn, de stoorpieken ook sterker begrenzen, zoodat bij wedersamenvoeging van het geheel het totaal der storingen nog weer kleiner is gemaakt. Een proef met slechts 2 kanalen, van 0 tot 2000 hertz en van 2000 tot 5000 hertz, gaf al merkbaar resultaat.

Langs dezen ingewikkelden weg zou dan ongeveer het hoogste te bereiken zijn, dat thans op dit gebied van storingsbestrijding aan den ontvanger kan worden verwezenlijkt.

* * *

Eén opmerking willen wij hieraan nog toevoegen over de mogelijkheid om het gevaar der vervorming van diepe modulatie passages bij toepassing der begrenzerschakeling achter den diode-detector van een ontvangtoestel te ontgaan.

Die mogelijkheid bestaat daarin, dat men den diode-detectorkring eerst laat volgen door een zoo vervormingsvrij mogelijk gekoppelde versterkerlamp en pas met den plaatkring dier lamp de begrenzerschakeling verbindt. Zie hierover bijv. R.-E. 1939 No. 17, blz. 269; figuur 2.

C.

De „storende” kristalontvanger!

De heer L. Duzee te Haarlem schrijft ons:

Naar aanleiding van het artikel „De Zenders 415 en 301 m gelijktijdig hoorbaar” kan ik het volgende bijzondere voorval mededeelen.

Vóór het begin van den oorlog slaagde ik voor het

examen zendamateurl en in afwachting van verdere vergunning werd begonnen met het maken van een 80 m Zepp-antenne. Toen deze gereed was, werd een spoel met condensator en kristaldetector ingeschakeld, daar ik min of meer nieuwsgierig was naar de resultaten op de lange antenne.

De Nederlandsche omroepzenders werden door elkaar heen hoorbaar; later, door lossere koppeling enz., gelukte het, ze goed afzonderlijk te krijgen.

Maar nu de gevolgen, die ik eerst later ontdekte. Boven in de shack bleven kristal en telefoon ingeschakeld staan; waarom ook niet? dit kostte niemandal.

Beneden in huis, op de Philips-super, die als omroepontvanger wordt gebruikt, openbaarde zich het vroeger door mij bij dit toestel nooit waargenomen verschijnsel, dat de twee Hollandsche zenders hinderlijk door elkaar klonken. Aan eenig verband dacht ik nog niet. Mijn gewone antenne is $4\frac{1}{2}$ meter verwijderd van de Zepp en loopt bijna haaks erop.

Het was nog vóór de versterking van de beide zenders.

Nagegaan werd of het distributie-net de oorzaak was; maar dat was het niet. Informeerend bij een buurman, wiens antenne ± 8 meter van de mijne is verwijderd, vernam ik dat zich bij hem het zelfde verschijnsel was gaan voordoen met gelijke sterkte (Superinductie toestel Philips). Ik wachtte toen maar af of het niet ook vanzelf weer beter zou worden.

Een week later kwam ik echter tot de ontdekking, dat men een straat verderop er geen last van had. Dat deed mij opnieuw verder zoeken naar de oorzaak en daarbij werd de ontdekking gedaan, dat bij aarding der groote antenne alles normaal was. Zoodra echter het kristaltoestel weer in werking werd gesteld, trad ook het euvel opnieuw op.

Dat leverde het bewijs, dat ik zelf de oorzaak was, waardoor niet alleen ik, maar ook mijn buurman en mogelijk nog meer anderen in mijn directe omgeving last hadden van het hoorbaar worden der twee zenders door elkaar.

R C OSCILLATOREN SCHAKELINGEN MET TWEE EN MEER LAMPEN

In de voorgaande artikelen hebben wij enkele schakelingen besproken, waarbij de versterker slechts uit één enkele lamp bestond.

Het algemeene principe: versterken en verzwakken en wel zoo, dat voor één frequentie de faseverschuiving nul en de versterking gelijk aan 1 wordt, sluit echter het gebruik van meer dan één lamp heelemaal niet uit. In den schematischen opzet, figuur 1, kan P voorstellen een versterker met een willekeurig aantal lampen.

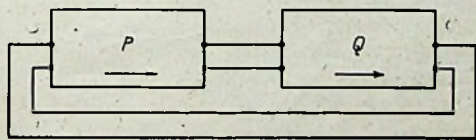


Fig. 1.

Zoodra twee of meer lampen toegepast worden, is het ook niet meer noodzakelijk, dat alle versterking op één hoopje zit, men kan ook P en Q beide in plakjes verdeelen en dan de oscillatorketen laten bestaan uit afwisselend een plakje P en een plakje Q.

Voor twee lampen komt men dan bijvoorbeeld tot het schema van figuur 2. Achter de eerste lamp volgt een fazedraaier $C_1 R_1$ en achter de tweede lamp ook een, $R_2 C_2$. Om de werking te verklaren, denken we eerst een wisselspanning, op het eerste rooster werkende met een bepaalde frequentie, en de grootheden $C_1 R_1$ en $C_2 R_2$ zoodanig, dat vóór die frequen-

tie geen merkbare faseverschuiving daarin ontstaat. Dat is het geval als C_1 heel groot, en C_2 heel klein is. In dat geval is de fase van V_2 dezelfde als van de wisselspanning over den eersten plaatweerstand, en de fase van V_3 is dezelfde als die over den tweeden plaatweerstand. Dan is dus ook V_2 t.o.v. V_1 180° verschoven en V_3 weer 180° t.o.v. V_2 .

Bijgevolg zijn V_1 en V_3 360° verschoven, dat wil zeggen ze zijn in fase. Nu wordt vervolgens C_1 zoodanig verkleind, dat voor de beschouwde frequentie wel een merkbare faseverschuiving in $C_1 R_1$ optreedt en den daarin ontstanen fazehoek noemen we φ_1 . Er is dan tusschen V_1 en V_2 een fazehoek van $180^\circ + \varphi_1$ en in de tweede lamp komt daar nog eens 180° bij, zoodat de hoek tusschen V_1 en V_3 wordt $360^\circ + \varphi_1$, wat hetzelfde is als φ_1 .

Nu wordt ook C_2 vergroot, zoodat, altijd weer voor diezelfde beschouwde frequentie, in $C_2 R_2$ een merkbare faseverschuiving optreedt, die $-\varphi_2$ genoemd wordt. Het minteeken is hier noodig omdat de weerstand en de capaciteit van plaats verwisseld

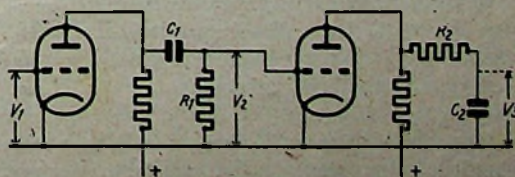


Fig. 2.

zijn. De totale fazehoek tusschen V_1 en V_3 wordt nu $\varphi_1 - \varphi_2$, en het is duidelijk, dat bij gegeven weerstanden en condensatoren voor één enkele frequentie $\varphi_1 - \varphi_2 = 0$ kan worden.

Terwijl faze-gelijkheid (of ten naastebij faze-gelijkheid) kan bestaan tusschen V_1 en V_3 voor een heel frequentiegebied, nl. voor alle frequenties waarvoor de aanwezigheid van C_1 en C_2 te verwaarlozen is, bestaat dus anderzijds de mogelijkheid, dat V_1 en V_3 in faze zijn voor één bepaalde frequentie. Als nu bovendien voor die frequentie de versterking gelijk is aan 1 dan moet de schakeling kunnen genereren, en dan zuiver die eene frequentie opwekken.

De voorwaarden berekenen waaronder dit het geval zal zijn, wordt eenvoudig wanneer aangenomen mag worden, dat $C_1 R_1$ geen merkbare belasting vormt parallel aan den eersten plaatweerstand en evenzoo voor $C_2 R_2$. Dit is het geval wanneer R_1 en R_2 bijvoorbeeld 5 à 10 maal grooter zijn dan de koppelweerstand.

De voorwaarde, dat $\varphi_1 - \varphi_2 = 0$ moet zijn, leidt dan tot:

$$\omega^2 = 4\pi^2 f^2 = \frac{1}{C_1 C_2 R_1 R_2}$$

Wanneer men de fazedraaiers gelijk maakt, dus $C_1 = C_2 = C$ en $R_1 = R_2 = R$, dan wordt dit nog vereenvoudigd tot:

$$\omega = 2\pi f = \frac{1}{CR}$$

Dit is dus één van de genereer voorwaarden: als de schakeling genereert, dan moet het zijn op de hierboven afgeleide frequentie.

De tweede genereer voorwaarde is snel af te leiden. Als de versterking van de eerste lamp p_1 is en die van de tweede p_2 , dan is dus de spanning over den eersten plaatweerstand $p_1 \cdot V_1$ en dan is $V_2 = 0,707 \cdot p_1 \cdot V_1$, want met de fazedraaiing treedt ook verzwakking op en wel als $\alpha CR = 1$ met een factor $\frac{1}{2} \sqrt{2}$. Om dezelfde reden is $V_3 = 0,707 \cdot p_2 \cdot V_2$, zoodat dus de voorwaarde $V_3 = V_1$ oplevert:

$$0,5 \cdot p_1 \cdot p_2 = 1 \text{ of } p_1 \cdot p_2 = 2.$$

Dit is een heel laag getal, en zelfs als men lampen gebruikt met een kleinen versterkingsfactor dan komt men daar altijd ver overheen. Er is een groot versterkingsoverschot, dat dienstbaar gemaakt kan worden aan tegenkoppeling.

In figuur 2 is het nog niet mogelijk het rooster van de eerste lamp direct te verbinden met C_2 , omdat op C_2 ook gelijkspanning staat. Daarom is in figuur 3 nog $C_3 R_3$ aangebracht. Deze C_3 en R_3 worden zóo genomen dat daarin geen merkbare fazeverschuiving optreedt voor de frequentie of frequenties die moeten worden opgewekt. Normalerweise is daarvoor bruikbaar $0,1 \mu F$ en $1 M\Omega$.

In figuur 3 is verder de plaatweerstand van de tweede lamp als potentiometer uitgevoerd om de versterking op de vereischte waarde te kunnen instellen.

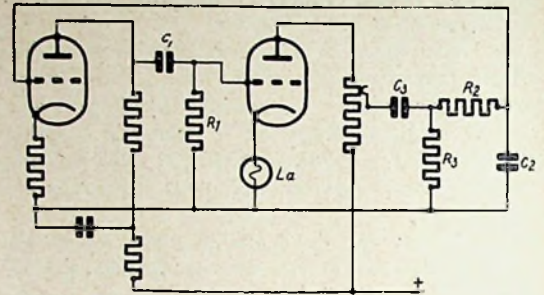


Fig. 3.

Iedere oscillator moet, behalve frequentie-bepalende dingen, ook minstens één amplitude-bepalend element bevatten, en daarvoor is weer de aangewezen oplossing het door ons reeds in de vorige artikelen aangegeven kathodelampje (40 mA fietslampje) in combinatie met een zodoanige triode dat het lampje zwak gloeit. De aangewezen lamp is dus AL4 als triode geschakeld, met circa 8000 ohm koppelweerstand.

Er is zooveel versterkingsoverschot, dat met voordeel de tegenkoppeling nog kon worden versterkt. Dit zou kunnen gedaan worden in de eerste lamp, in de tweede of in beide. Hiertoe wordt de kathodeweerstand R_k van de eerste lamp verlengd met R_5 (figuur 4). Om de roosterspanning toch dezelfde te houden, komt nu R_3 via C_1 aan aarde en via R_4 aan de onderzijde van R_k . Hetzelfde toegepast op de tweede lamp is ook aangegeven. Hier wordt een aantal 40 mA lampjes in serie geschakeld om de tegenkoppeling te versterken, terwijl de onderzijde van R_1 via C_6 R_6 op de oorspronkelijke spanning ten opzichte van de kathode wordt gehouden (C_6 en R_6 bijvoorbeeld $1 \mu F$ en $0,5 M\Omega$).

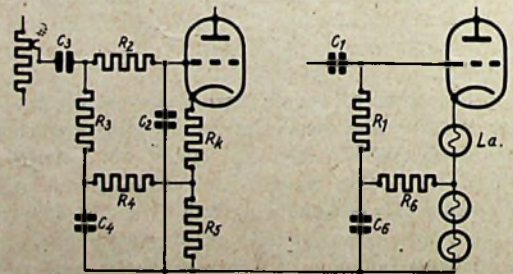


Fig. 4.

Met deze schakeling kunnen, door het uitwisselen of omschakelen van twee weerstanden en twee condensatoren, frequenties worden opgewekt van enkele perioden per minuut tot eenige tienduizen-

den per seconde. Het aardige daarbij is, dat wanneer maar $C_1 = C_2$ en $R_1 = R_2$ blijft, de eenmaal ingestelde terugkoppeling niet behoeft te worden bijgesteld terwijl de afgegeven spanning constant blijft. Dit is een gevolg hiervan, dat wanneer bij een of andere frequentie en amplitude de versterking $p_1 \cdot p_2 = 2$ is, bij iedere andere frequentie, waarop de zaak zich instelt altijd weer de fazeverdraaiing in elke CR combinatie 45° wordt en de verzwakking 0,7. De toestand (temperatuur) van het kathodelampje moet dus ook altijd weer dezelfde worden (zelfde tegenkoppeling) en dat beteekent constante afgegeven spanning. Het blijkt ook inderdaad praktisch, dat wanneer weerstanden en condensatoren worden gebruikt die binnen 1 % aan elkaar gelijk zijn, de afgegeven spanning ook binnen een paar % gelijk blijft bij de meest uiteenlopende frequenties.

De frequentie continu variabel maken, kan op verschillende manieren. Met behoud van constante spanning zou men gelijktijdig R_1 en R_2 kunnen veranderen, of gelijktijdig C_1 en C_2 . Het eerstgenoemde is praktisch het eenvoudigst uit te voeren, met twee gelijke potentiometers op één as. Omdat R_1 natuurlijk nooit nul mag worden, moeten in serie met R_1 en R_2 vaste (gelijke) weerstanden worden opgenomen, zoodat bijvoorbeeld een variatie van 1 : 5 of 1 : 10 overblijft. Door de condensatoren in een paar trappen omschakelbaar te maken, is een heel goede toongenerator met een groot frequentiebereik te maken. Als het voordeel van de constante terugkoppeling wordt prijsgegeven dan kan de frequentie ook worden geregeld door verandering van slechts één weerstand, of één condensator, waarvoor respectievelijk R_1 en C_2 in aanmerking komen.

Als één van deze een regelbereik heeft van 1 : 10 dan verandert de frequentie in de verhouding 1 : $\sqrt{10}$, omdat nu $\omega^2 C_1 C_2 R_1 R_2 = 1$ en niet $\omega CR = 1$.

Een andere mogelijkheid zou nog zijn, R_1 en C_2 gelijktijdig te laten veranderen. Dit lijkt aanlokkelijk omdat van beide één kant aan aarde ligt. Het gaat echter alleen wanneer de condensator halfronde platen heeft en ook R_1 een lineair veranderende weerstand is.

Een merkwaardige schakeling, waarin 3 lampen worden toegepast, is geteekend in fig. 5. Het is de zgn. carousselschakeling van v. d. Pol. In de drie lampen zelf vindt een fazeverschuiving plaats van 3

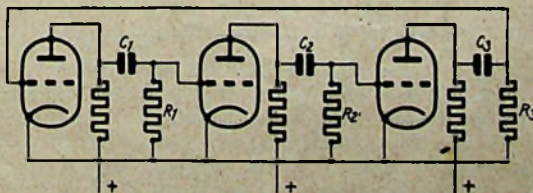


Fig. 5.

maal 180° , en in de drie CR combinaties moet dus samen nog 180° gedraaid worden om op een veelvoud van 360° te komen.

Met 3 gelijke condensatoren en 3 gelijke weerstanden wordt dat dus 60° per keer. Terwijl bij 2 lampen twee maal een zelfde fazeverschuiving in tegenovergestelde richting moet plaatsvinden, kan dit bij drie lampen drie maal in dezelfde richting. De fazeverschuiving tusschen elk paar plaatstroomen is 120° , d.w.z. dat men „draaistroom” opwekt. Als in de drie platkringen spoelen zouden worden opgenomen, die ruimtelijk onder 120° zijn geplaatst, dan ontstaat daarbinnen een draaiveld. Men kan op overeenkomstige manier ook meerfazige stroomen opwekken met een overeenkomstig aantal lampen.

(Wordt vervolgd).

Ls.

Beproefde toestellen en onderdeelen

Mehne-schakelrelais. — Wanneer men een op de sterkstroomleiding aan te sluiten apparaat, hetzij lamp, ventilator, radiotoestel of welk ander toestel ook, met één of meer op eenigen afstand geplaatste schakelaars in- en uitschakelbaar wil maken, dan eischt de daarvoor gebruikelijke methode het leggen eener sterkstroomleiding tusschen het apparaat en de verschillende schakelaars, die men wil gebruiken. Voor twee of meer schakelpunten wordt dit een tamelijk ingewikkelde aanleg met wissel- en kruisschakelaars.

Het doel van de toepassing van een schakelrelais is, dat men hetzelfde bereikt met een eenvoudige zwakstroombeleiding, waarin een willekeurig aantal gewone drukknoppen in parallelschakeling worden opgenomen. Het schakelrelais wordt gemonteerd vlak bij de netaansluiting van het in- en uit te schakelen apparaat en van daaruit loopt enkel de door een batterij of beltransformator gevoede beleiding.

De inrichting van het ons door de fa. *Ch. Velthuisen* te Den Haag toegezonden Mehne-relais is zoodanig, dat een gelijkspanning van 2 à 4 volt eener batterij of een wisselspanning van 5 à 8 volt van een beltransformator kan worden toegepast. Het relais bevindt zich in een geheel gesloten, ronde bakelieten doos van $9\frac{1}{2}$ cm diameter, die op den muur kan worden bevestigd en waarin de geleidingen geïsoleerd worden binnengevoerd, zoodat men nergens een onder spanning staand deel kan aanraken en de zwakstroomleiding naar de schakelpunten ook volledig van het sterkstroomnet is geïsoleerd.

Het mechanisme is een soort belwerk, waarvan het anker wordt aangetrokken, wanneer men door het drukken op één der knoppen in de zwakstroomleiding een stroomstoot stuurt door de wikkeling van het bel-

werk, terwijl het anker door zijn gewicht terugvalt, wanneer men den drukknop weer loslaat. Het anker is zoo uitgevoerd, dat elken keer, dat het wordt aangetrokken, een tandwiel in de relaisdoos één tand verder wordt gedraaid; aan het tandwiel is een rondsel van pertinax bevestigd met vleugels en insnijdingen, zoodat dit rondsel beurtelings een veerenden arm, die deel uitmaakt van het sterkstroomcontact, oplicht, waardoor het contact wordt verbroken, of loslaat, zoodat het contact wordt gesloten. Heeft de druk op één der drukknoppen het rondsel in een stand gebracht, waarbij contact wordt gemaakt in de sterkstroomleiding, dan zal een volgende druk op

één der knopen in de zwakstroomleiding den sterkstroom verbreken, een daaropvolgende druk op een knop het contact weer tot stand brengen en zoo vervolgens beurtelings inschakeling en uitschakeling te weegbrengen.

De werking is uiterst betrouwbaar en het sterkstroomcontact kan veilig 3 ampère voeren.

Behalve voor toepassing bij het radiotoestel is het relais ook zeer geschikt om in stallen, kelders en andere vochtige ruimten een veilige schakelleiding tot stand te brengen voor licht en ventilator.

Prijs f 4,50.

AB-versterking met penthoden

INSTELLING EN BELASTINGWEERSTAND

In R.-E. 1940 No. 4 hebben wij geschreven over de verschillende typen van versterkers en aan het slot van dat artikel opgemerkt, dat de algemeen-oriënteerende berekeningen, die men voor A-versterkers en B-versterkers kan uitvoeren, bezwaarlijk worden voor een tusschending als den AB-versterker.

Een Duitsche Philipspublicatie, bewerkt door H. v. Suchtelen, geeft thans echter over AB-versterkers met penthoden een beschouwing, die inderdaad zekere grondslagen voor dergelijke berekeningen levert.

Door den schrijver wordt een poging gedaan, om, evenals bij vereenvoudigde, oriënteerende berekeningen over A- en B-versterkers wordt uitgegaan van het aannemen eener geïdealiseerde, rechtlijnige lampkarakteristiek, ook voor den AB-versterker op dien grondslag eener geïdealiseerde karakteristiek berekeningen te maken en uitkomsten af te leiden, vergelijkbaar met de uitkomsten, welke op dezen grondslag voor de andere versterkertypen worden verkregen.

Tegen dezen grondslag bestaat al dadelijk het bezwaar, dat terwijl zoowel voor den A- als voor den B-versterker een rechte karakteristiek inderdaad als ideaal zou zijn te beschouwen, voor den AB-versterker een ongeveer parabolische karakteristiek juist gunstiger zou zijn. Wij zullen zien, dat tegen de vergelijking der uitkomsten nog in ander opzicht bezwaar valt te maken. Toch kan de gevolgde beschouwingwijze verhelderend werken voor het inzicht omtrent de AB-instelling, zoodat wij een samenvatting van het artikel willen geven.

Zoals wij reeds zeiden, bepaalt het zich tot den AB-versterker met *penthoden* en wel tot den specia-

len vorm met automatische negatieve roosterspanning van een kathodeweerstand.

Voor penthoden zijn de verhoudingen in versterkers betrekkelijk eenvoudig, ten eerste omdat door den hoogen inwendigen weerstand de dynamische of werkkarakteristiek practisch dezelfde is als de statische, zoodat voor een A-versterker zooveel mogelijk instelling plaats heeft op het midden van het rechte deel der statische karakteristiek, terwijl voorts de balans-B versterker met penthoden het theoretisch-maximale rendement bereikt zonder sturing in roosterstroom en men dus het in roosterstroom sturen als overbodig en onnuttig buiten beschouwing kan laten. Wij verwijzen daarvoor naar het vroegere artikel in R.-E. 1940.

Als bekend mogen wij vooropstellen, dat voor een enkelvoudigen eindtrap (één lamp) alleen de A-instelling bruikbaar is. Wij spreken nu echter over *balans-versterkers*, waarvoor men de keuze heeft uit

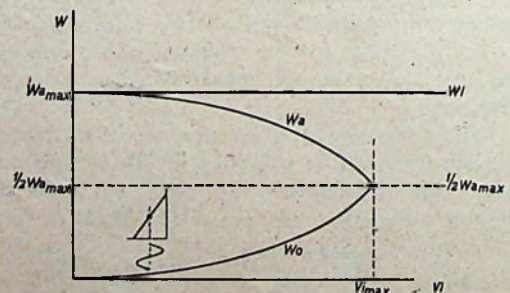


Fig. 1. A-versterker met penthoden. Het constant toegevoerde gelijkstroomvermogen W , is gelijk aan het hoogst toelaatbare dissipatievermogen der lamp $W_{a \max}$.

Het afgegeven vermogen W_a stijgt met het toenemen der roosterwisselspanning V_i tot een maximum, dat — uitgedrukt in het dissipatievermogen — gelijk is aan $\frac{1}{2} W_{a \max} = 0,5 W_{a \max}$.

A, B of AB en beschouwen alleen het geval voor penthoden.

De A-versterker is altijd het type, dat de geringste vervorming verzekert. Aangezien echter bij dit versterketype de anodeglijkstroom op een vaste, constant blijvende waarde wordt ingesteld, die ook in de rustpausen wordt gehandhaafd, is het stroomverbruik groot en het rendement is zelfs bij volle uitsturing voor penthoden niet meer dan 50 %.

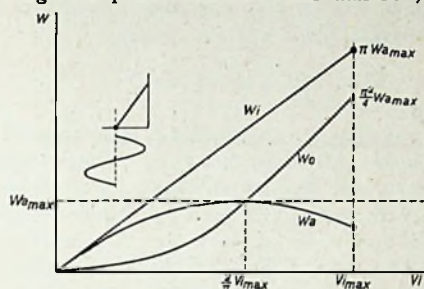


Fig. 2. B-versterker met penthoden (geen roosterstroom). Het toegevoerde gelijkstroomvermogen W_i neemt evenredig met de roosterwisselspanning V_1 toe. Het afgegeven vermogen W_o stijgt met het kwadraat der roosterwisselspanning. Het verschil tussen W_i en W_o moet in de lamp gedissipeerd worden. De dissipatie heeft een maximum bij $V_1 = \frac{2}{\pi} V_{1, \max}$.

Uitgedrukt in $W_{a, \max}$ is het maximaal afgegeven vermogen $\frac{\pi^2}{4} W_{a, \max} = 2,5 W_{a, \max}$.

De B-versterker geeft bij volle uitsturing een maximaal theoretisch rendement $\pi : 4$, dat is 78,5 %. Hij eischt echter een plaatstroomapparaat, dat vol belast dezelfde spanning blijft leveren als bij nullast en eischt bovendien een constante negatieve rooster spanning, terwijl de plaatglijkstroom met de modulatie van nul af tot een bepaald maximum varieert, zoodat geen automatische rooster spanning van een kathodeweerstand kan worden verkregen, maar daarvoor een aparte, constante spanningsbron noodig is. Afgezien van de vroeger geconstateerde, principieel geringere geschiktheid van penthoden voor B-versterking, zijn in het bovengenoemde aanzienlijke bezwaren ertegen gelegen.

Gaat men uit van de waarden der dissipatie-energie $W_{a, \max}$, waarvoor een lamp is gemaakt, dan vindt men, dat de output van een A-versterker hoogstens 0,5 $W_{a, \max}$ kan worden, maar van een B-versterker tot 2,5 $W_{a, \max}$ mag stijgen.

De aantrekkelijkheid van den AB versterker ligt nu daarin, dat, wanneer men de lampen in rustinstelling de dissipatie-energie $W_{a, \max}$ kan laten opnemen, de output groter kan worden dan van een A-versterker, terwijl hij, ondanks den niet geheel constanten anodestroom, met automatische negatieve rooster spanning van een kathodeweerstand

kan worden uitgevoerd, en de variaties in den anodeglijkstroom zooveel kleiner zijn dan bij een B-versterker, dat het constant houden der spanning van het plaatstroomapparaat veel minder moeilijkheden oplevert dan bij een B-versterker.

Waardoor moet men zich nu laten leiden bij de keuze der instelling, die men aan een AB-versterker geeft?

De A-versterker wordt zooveel mogelijk ingesteld op het midden der karakteristiek, dus — als wij de notatie van fig. 3 volgen — op een plaatstroom $I_{a0} = \frac{1}{2} I_{a, \max}$, zoodat de maximale roosterwisselspanning, die nog geen roosterstroom doet optreden, als topwaarde de helft der roosterruimte $V_{1, \max}$ mag bereiken. De neg.-rsp., die hiervoor noodig is, is eveneens gelijk aan de helft der roosterruimte.

De B-versterker krijgt een neg. rsp., die aan de geheele roosterruimte gelijk is, zoodat in de rustinstelling in het ideale geval geheel geen plaatstroom vloeit.

De AB-versterker krijgt een daar tusschenin liggende instelling, maar volgens welk gezichtspunt moet men die kiezen?

Voor de beantwoording dier vraag wijst de heer van Suchtelen den volgenden weg. Voor kleine roosterwisselspanningen, met een topwaarde kleiner dan $V_{1, \max} - V_{1,0}$, werkt de versterker als A-versterker en blijft de anodeglijkstroom I_{a0} constant, dus ook de aan den kathodeweerstand ontstaande neg. rsp. Grootere roosterwisselspanningen zullen den anodestroom doen toenemen en ook de neg. rsp. groter doen worden. Een volledig gebruik der karakteristiek-ruimte zal nu verkregen worden, wanneer bij een wisseltopspanning op het rooster, gelijk aan $V_{1, \max}$, de topwaarde der anodestroomstooten gelijk wordt aan $I_{a, \max}$ en de neg. rsp. daarbij gelijk aan $V_{1, \max}$. In deze eindinstelling wordt juist de werking als zuivere B-versterker bereikt.

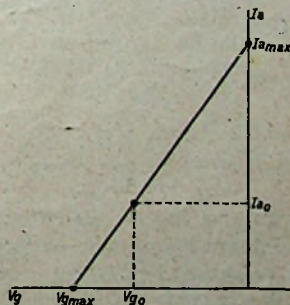


Fig. 3. Principieele voorstelling van de instelling van het werkpunt op de karakteristiek bij den AB-versterker.

De gemiddelde waarde van den anodestroom I_{a0} wordt dan voor de twee balanslampen tezamen:

$$I_{an} = \frac{2}{\pi} I_{amax}^*).$$

Verwaarloost men den schermroosterstroom, dan volgt hieruit, hoe groot men den kathodeweerstand R_k moet maken, want dan moet

$$\frac{2}{\pi} I_{amax} \cdot R_k = V_{cmax},$$

$$\text{dus } R_k = \frac{1}{2} \pi \frac{V_{cmax}}{I_{amax}} \text{ worden.}$$

(Wij merken op, dat wanneer S de steilheid der lamp voorstelt, dan ook $R_k = \pi : 2 S$ is).

Nu R_k aldus is bepaald, kan men ook den stroom I_{ao} in de rustinstelling berekenen, want dan moet ook voldaan zijn aan:

$$2 I_{ao} R_k = V_{co} \\ R_k = V_{co} : 2 I_{ao}.$$

Uit de twee gevonden uitdrukkingen voor R_k volgt een waarde voor I_{ao} , die men in verband met de uit de figuur blijkende verhoudingen tusschen spanningen en stroomen kan omrekenen tot:

$$I_{ao} = \frac{1}{\pi + 1} I_{amax}.$$

(Dat wil dus zeggen, dat de ruststroom I_{ao} ongeveer wordt ingesteld op $\frac{1}{4} I_{amax}$).

Neemt men nu aan, dat bij de instelling der lampen op dezen ruststroom I_{ao} , ook de maximum-dissipatie-energie W_{amax} aan de lampen wordt toegevoerd, dus voor de twee lampen

$$2 V_a \cdot I_{ao} = W_{amax}$$

is, dan kan nu ook berekend worden, hoe de maximale output W_o zich verhoudt tot deze dissipatie-energie.

De maximale output wordt verkregen, wanneer de lamp in haar eindinstelling is gekomen, dus als B-versterker werkt en men weet, dat dan

$$W_{omax} = \frac{1}{2} I_{amax} \cdot V_a.$$

Verwerkt men daarin de gevonden waarde voor I_{ao} , dan is ook

$$W_{omax} = \frac{\pi + 1}{2} I_{ao} \cdot V_a$$

$$\text{of } W_{omax} = \frac{\pi + 1}{4} W_{amax}.$$

Dat wil dus zeggen, dat de theoretisch maximale output, die met een balans van penthoden in AB-instelling met automatische neg. rsp. is te verkrijgen, gelijk is aan de dissipatie-energie van de lamp. Dat is, in verhouding tot W_{amax} , $2 \times$ meer dan bij A-instelling en $2,5 \times$ minder dan in B-instelling.

*) I_{an} stelt hier de gemiddelde waarde voor 2 lampen tezamen voor. I_{ao} en I_{amax} zijn in dit artikel steeds de waarden voor één lamp, zooals in fig. 3 is voorgesteld.

Het daarbij toegevoerde maximale gelijkstroomvermogen W_{imax} volgt uit de reeds berekende waarde I_{an} voor den gemiddelden anodestroom der twee lampen:

$$W_{imax} = V_a I_{an},$$

hetgeen zich laat omrekenen tot

$$W_{imax} = 2 V_a I_{ao} \cdot \frac{\pi + 1}{\pi},$$

waarvoor volgens onze aanname omtrent de dissipatie-energie W_{amax} is te schrijven:

$$W_{imax} = \frac{\pi + 1}{\pi} W_{amax}.$$

Ten aanzien van den aanpassingsweerstand, dien men bij den AB-versterker moet aanwenden om in de uiterste instelling het resultaat van een B-versterker te verkrijgen, ligt het voor de hand, dat die ook dezelfde moet zijn als voor den B-versterker, dus een waarde van plaat tot plaat moet hebben van:

$$R_a = \frac{4 V_a}{I_{amax}}.$$

In de uiteindelijke B-instelling werkt elk der lampen beurtelings op $\frac{1}{4}$ van dezen weerstand, omdat dan telkens de andere lamp is afgeknepen en daardoor de eene helft van den uitgangstransformator uitgeschakeld. (De primaire van den transformator wordt tot $\frac{1}{2}$ gereduceerd, dus de getransformeerde weerstand tot $\frac{1}{4}$).

Zoolang de versterker echter in A-instelling werkt, werken beide lampen tezamen op de volle R_a .

Men kan nu ook berekenen, bij welke output het punt van overgang van zuiveren A-versterker op AB-functie plaats heeft. In dat punt wordt de anodestroom I_{ao} , waarop de rustinstelling is geschied, juist geheel „uitgestuurd”, zoodat de anodewisselstroom daar $I_{ao} : \sqrt{2}$ bedraagt en de output W_o in dat punt is:

$$W_o = \frac{1}{2} I_{ao}^2 R_a.$$

Daaruit volgt met eenige omrekening:

$$W_o = 2 V_a I_{ao} \frac{I_{ao}}{I_{amax}},$$

hetgeen volgens de aanname, dat $2 V_a I_{ao}$ de dissipatie energie W_{amax} der twee lampen vormt, dus neerkomt op

$$W_o = \frac{1}{\pi + 1} W_{amax}.$$

Aldus zijn de gegevens verkregen voor de grafiek van fig. 4, die het verloop der functioneering van den AB-versterker in beeld brengt.

Het in de lamp in warmte omgezet (te dissiperen) vermogen W_i is voor elk oogenblik gelijk aan het verschil tusschen het toegevoerd vermogen W_i en de output W_o . De grafiek toont, dat W_i stellig wel nooit grooter zal worden dan in de rustinstelling.

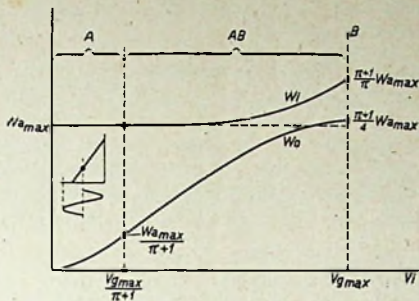


Fig. 4. Grafische voorstelling der werking van den AB-versterker, die tot aan een topwaarde der roosterwisselspanning

$= \frac{1}{\pi + 1} V_{g \max}$ als A-versterker werkt en in de eindinstelling

bij $V_{g \max}$ als B-versterker. $W_{a \max} = \frac{\pi + 1}{4} W_{a \max} = W_{a \max}$

De anodestroomvariatie is, daar de gemiddelde anodestroom evenredig is met W_I , gegeven door de

verhouding $1 : \frac{\pi + 1}{\pi}$, dat is ongeveer $1 : 1\frac{1}{3}$.

Overigens ziet men uit het verloop van de output W_a , dat de output bij lampen met rechte karakteristiek kwadratisch toeneemt in het gebied, waar zij als A-versterkers werken, maar daarna niet meer, hetgeen op vervorming wijst.

* * *

De schrijver gaat ten slotte na, in hoeverre de uitkomsten, op grond van een aangenomen, geïdealiseerde karakteristiek verkregen, met de werkelijkheid voor bepaalde lampen in overeenstemming zijn. De instelling op nagenoeg $\frac{1}{4} I_{a \max}$ klopt in de praktijk wel ongeveer. Met lampen, die eigenlijk voor A-versterking zijn gemaakt, blijft men echter met die instelling aanmerkelijk beneden de werkelijke dissipatie-energie W_a en dit is één der redenen, waardoor de output in de beschouwde praktische gevallen ook aanzienlijk beneden de bij de berekening in W_a uitgedrukte waarde blijft. Bovendien kan men wegens de krommingen in de karakteristieken van praktisch voorkomende lampen niet tot de uiterste spanningsuitsluiting gaan, zoodat ook de aanpassingsweerstand R_a kleiner wordt gekozen dan berekend, hetgeen wederom een kleinere output levert.

De geheele beschouwing aan de hand eener geïdealiseerde karakteristiek geeft dus meer kwalitatief inzicht dan werkelijk kloppende waarden.

Voor een voor A-versterking gemaakte penthode levert het toepassen der AB-instelling zelfs geheel niet de verhoogde output, maar alleen eenige stroombesparing.

Op vergelijkende berekeningen omtrent verschillende instellingen voor eenzelfde lamp komen wij nog eens terug. C.

Schaarschte aan 4 volts menglampen Hoe men zich helpen kan

Van verschillende zijden wordt ons de opmerking gemaakt, dat het in sommige plaatsen moeilijk is, voor supers met 4-volts lampen en voor voorzetapparaten, die op de spanningen van een ouder 4-volts toestel moeten worden aangesloten, de passende 4-volts menglampen te verkrijgen.

De 6,3 volts typen als EK2, EK3, ECH3, ECH4 of ECH21, zijn er wel.

Voor zoover de gelijkspanningen aan de positieve elektroden van deze lampen afwijken van die bij de 4-volts typen, is daaraan gewoonlijk door de vervanging van een paar weerstanden tegemoet te komen. Ook een vervanging van den kathodeweerstand levert voor een amateur met eenig inzicht weinig bezwaar op. Als hij de fitting weet te veranderen, is het overige een kleinigheid.

Lastiger is het probleem van de gloeispanning.

Het aanbrengen van een geheel afzonderlijken gloeistroomtransformator, die voor de menglamp de vereischte 6,3 volt geeft, kan op bezwaren stuiten, al is het alleen maar omdat die geld kost en verder omdat de draden van de netaansluiting erheen gebracht moeten worden, dat deze broem veroorzaken en bovendien losse gloeistroomtransformatoren, die 6,3 volt geven bij stroomafname voor één lamp, ook al niet opgescheept liggen.

De heer W. H. v. d. Lans te Amsterdam vestigt nu onze aandacht op een manier, waarop een knutselaar zichzelf in dit opzicht kan helpen.

Het recept komt hierop neer, dat men op de kern van een ouden laagfrequenttransformator een wikkeling legt, die er een autotransformatortje 4 : 6,3 volt van maakt. De 4-volts zijde wordt dan verbonden aan de bestaande gloeidraadleiding voor de oude lamp en de gloeidraadaansluitingen van de fitting voor de nieuwe lamp komen aan de 6,3-volts zijde. De netaansluitingsdraden behoeft men dan niet door het toestel heen te verlengen en het spaartransformatortje zal doorgaans maar weinig ruimte vragen.

IJzerkerntjes, die er geschikt voor zijn, zal men overigens moeten ontleenen aan laagfrequenttransformatoren, die inderdaad al tot de oudere onderdelen behooren, want de lilliput-kerntjes van nieuwere ijzersoorten zijn als regel niet geschikt voor het doel.

Om het aantal windingen te bepalen, dat men noodig heeft, en de draaddikte, moet men rekening hou-

den met het doorsnede-oppervlak van de ijzern kern en met den gloeistroom van de nieuwe lamp, die men gaat gebruiken. Van de 6,3 volts menglampen nemen de EK2 en ECH3 een stroom van 0,2 ampère; EK3 0,6 ampère; ECH4 0,35 ampère; ECH21 0,33 ampère.

Voor de eerste twee is draad van 0,4 mm voldoende, voor de andere 0,6 mm; is de wikkelruimte op de kern groot genoeg, dan zal dikker draad in geen geval schaden.

Het totaal aantal windingen voor de 6,3-volts wikkeling wordt, als men op goede kwaliteit transformatorblik rekent, zooals voor een kern van een laagfrequenttransformator mag worden aangenomen, $250 : Q$ (waarbij Q het doorsneeoppervlak in cm^2 voorstelt) afgetakt voor de 4-volts aansluiting op $150 : Q$. Er is dan rekening gehouden met eenigen spanningsval door den ohmschen weerstand van de wikkeling. Aangezien de 6,3 volts lampen niet zeer kritisch zijn, wat hun gloeispanning betreft, behoeft men zich niet in fijnere berekening te begeven. Men blijft wel tusschen de toegestane grenzen.

Is de wikkelruimte aan den krappen kant, dan verdient het gebruik van goed geëmailleerd draad de voorkeur. Anders is katoenisolatie ook heel goed.

C.

Vragenrubriek

Vlaardingen.

J. B., Vlaardingen. — Wij zouden een volledig schema van uw toestel moeten hebben om met eenige kans op succes te adviseeren over de mogelijke oorzaak van het schril gegil bij opdraaien der sterkteregeling en bovendien moeten weten, of het geluid dan inderdaad al overmatig sterk is geworden; door werkelijke overbelasting kan men toch elke eindlamp leelijke geluiden laten produceeren.

Wij verwijzen intusschen naar het schema van een super met ECH4 als middenfrequent- en laagfrequentlamp, met EBL1 eindpenthode in R.-E. No. 12; mogelijk kan dat u op weg helpen.

Venlo.

M. R. S., Venlo. — Het lijkt ons inderdaad mogelijk, met 2 duodioden EB4 met gescheiden kathoden de door u getekende brugschakeling samen te stellen.

Er zal echter inderdaad moeilijkheid ontstaan met een kleinen ruststroom door den meter. Compensatie met een hulpspanning lijkt ons lastig; er is maar een kleine spanning noodig, maar die moet fijn instelbaar zijn. Als u niet voor een bepaald doel de door u gedachte schakeling moet gebruiken, is het eenvoudiger, den diodevoltmeter te kiezen, beschreven in R.-E. 1939 No. 24 en 1940 No. 16 met 2 gescheiden dioden.

De voorschakelweerstand is in grootte afhankelijk van de gevoeligheid van uw aanwijsinstrument. Precies berekenen, zooals voor gelijkstroom, gaat bij een gelijkrichtermeter niet. Weliswaar zal, vooral voor de hogere spanningsbereiken, de ijkkurve vrijwel een rechte lijn zijn, maar de gelijkrichters vormen ook een zekeren weerstand. Gebruikt men voorschakelweerstand, die bij denzelfden indicator voor gelijkspanningsbereiken zouden passen, dan blijven de afwijkingen wel

binnen redelijke grenzen, zoodat men er niet mee in een heel ander bereik terecht komt.

's-Hertogenbosch.

J. E. B., 's-Hertogenbosch. — Aangezien de twee afvlakcondensatoren van een psa altijd met hun negatieve polen onderling verbonden zijn (ten minste wanneer de smoorspoel in de positieve leiding ligt), kan men daarvoor steeds een dubbelcondensator gebruiken, zooals de electrolytische typen in één huls, waarvan de huls de gemeenschappelijke minpool is.

Als overbruggingscondensator voor een kathodeweerstand wordt voor laagfrequentlampen ook bij voorkeur een electrolytische condensator toegepast, omdat die in klein volume een groote capaciteit kan bezitten.

Natuurlijk moet erop gelet worden, dat de afvlakcondensatoren van bijv. $2 \times 16 \mu\text{F}$. gemaakt moeten zijn om de topspanning van den transformator te kunnen verduren, dus 1,4 maal de effectieve wisselspanning. De groote overbruggingscond. voor den kathodeweerstand van bijv. $50 \mu\text{F}$. behoeft slechts de neg. roosterspanning te verduren; in uw geval is op die plaats dus een type voor 20 volt voldoende.

Rotterdam.

J. E. K., Rotterdam. — Een eenvoudig voorzetapparaat kan inderdaad met een enkele, tot genereeren gebrachte E462 volgens uw schema verkregen worden. Het wordt echter een schakeling, die in uw omgeving kan storen, aangezien de gegeneerde trilling door de antenne wordt uitgestraald. Zeer effectief is een dergelijk autodyne voorzetapparaat ook niet.

Zie over het probleem van het voorzetapparaat R.-E. 1936 No. 45 bladz. 543.

Diepenveen.

A. A. D., Diepenveen. — De Fotos T4450 is een verouderd lamptype (schermroosterlamp; geen penthode) voor lfr. versterking, ongeveer als de E442; 4 volt, 1 ampère gloeidraad; plaatsspanning 100 à 200, schermspanning 70 volt; topaansluiting = anode, neg. rsp. 1,5 volt; steilheid 1,5; versterkingsfactor 1000. Gegevens over schakeling als triode hebben wij niet.

De Thermionfabriek is opgeheven. Tungsram is in Nederland gevestigd te Tilburg.

Uw methode van tegenkoppeling laat zich wel uitvoeren, maar een condensator van 50 à 100 μF . in serie met hooge weerstanden geeft geen effectieve regeling. Zie eens de waarden in den R.-E. Grammofoonversterker in No. 9.

Over de HMV magnetische pickup bezitten wij geen gegevens betreffende de ruischfrequentie.

Hoofdredacteur: J. Corver, Hilversum.

Vraag en Aanbod

Gevraagd: een in goeden staat verkerend combinatie meetinstrument (Multavi o.i.d.). I. J. van der Ley, Heisterberg 6, Hoensbroek (L.).

Aangeboden: 250 W transf. 1 : 50 300 per., weerstand 8 Ohm 10 Amp. afgetakt, golfmeter 150—3600 M., L.F. transf. 1 : 3, 1 : 5, 1 : 7, gl.str.transf. 220 : 1,5 en 2,5, 220 : 2,5, sm.sp. 50 mA., Z.G.A.N. 80, 57, 58, 2A5, 30, B4T, 1B5/25S, 1A4, 1F4, 1C6, 6E5.

Bels, Lambertusstraat 179, Rotterdam.

Wederom uit voorraad leverbaar :

Het Handboek

voor den Radio-Reparateur

Door R. SCHADOW

PRIJS f 5.25

inclusief porto en omzetbelasting

Verkrijgbaar bij

BUREAU RADIO-EXPRES - GIRO 385246

Verschenen:

GELUIDSVERSTERKING

door R. DE SCHEPPER

Een boek, speciaal over laagfrequent-versterkers, microfoons, luidsprekers, geluidsinstallaties enz.

Prijs f 6.60, inclusief porto en O. B.

Verkrijgbaar bij:

Radio-Expres, Stadhoudersweg 153a, Rotterdam - Postrek. 385246

**Verzamel Uw nummers van
RADIO-EXPRES
IN DEZEN LINNEN PRACHTBAND**



Deze handige band, de **Easybind**, munt uit door eenvoud. Door een enkele handbeweging (zie de afb. in de cirkel) kunt U zelf de nummers van Radio-Expres inbinden. U voorkomt daardoor het zoekraken of stordig op een stapel liggen v. h. tijdschrift. De **Easybind** stelt U in staat het volle profijt te trekken van Uw abonnement. De **Easybind** voor Radio-Expres kost f 2.65 franco thuis.

Storingsen kunnen geschieden op postrech. 385246 ten name van Radio-Expres met vermelding van doel



RADIO-EXPRES
een
BOE SIN WORDING

Aan het Bureau van Radio-Expres
Stadhoudersweg 153a,
Rotterdam.

Ondergeteekende :

wenscht zich ingaande te abonneren op
het Tijdschrift voor Radiotechniek „Radio-Expres”.

Het abonnementsgeld, ten bedrage van $\frac{F. 5.25}{F. 2.63}$ voor $\frac{12 \text{ maanden}}{6 \text{ maanden}}$ wordt heden overge-
maakt aan de administratie van Radio-Expres door storting of overschrijving op post-
rekening Nr. 385246, ten name van Radio-Expres.

Onderteekening :