

21STE JAARGANG ○ NO. 9 ○ 7 MEI 1943 ○ PRIJS 31 CENT

RADIO EXPRES

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

In dit nummer: De weerstandsversterker in een nieuw licht. - Een triode-heptode als voorversterkerbuis en als phaseomkeerbuis. - Studierubriek: De auto-transformator. - Grens der ontvangevoeligheid voor ultra-korte golven.



Gevestigd 1918

DE RADIO- TECHNIEK

is een onmisbare schakel in de keten die het na-oorlogse wereldverkeer (luchtvaart, scheepvaart, radiotelegrafie, en -telefonie) verbindt.

In de naaste toekomst zal er groote vraag zijn naar jongelieden, die zich in de radiotechniek hebben bekwaamd. Wie zich een positie in de radio wil verzekeren doet verstandig, reeds nu met de opleiding te beginnen.

Onze schriftelijke cursussen voor Radiotechnicus, Radiomonteur, Radio-amateur, Filmtechnicus, Studio- en Opnametechnicus,

staan onder leiding van experts op hun terrein. Inlicht. nr. 103S verstrekt

RADIO INSTITUUT STEEHOUSER

Graaf Florisstraat 74
Rotterdam, Tel. 34520

SIMPLEX

opname platen

(ongebruikt),

SIMPLAT-NAALDEN of
SLEEPNAALDEN, in elk kwantum
TE KOOP GEVRAAGD.

Brieven onder nummer 107 Bureau v.
d. blad.

„Ronette” kristalmicrofoons ad . . . f 29,50
„Ronette” demonstratiemodellen . . . f 18,50
„Ronette” damsteenmicrofoons. . . f 37,50
Microfoon-invoerplugs f 3,50
„Ronette” pick-up-elementen f 11,25
(volledig gegarandeerd en prima)
Reparatie pick-up-elementen f 8,50
Reparatie Kristalmicrofoons f 2,50 tot f 15,—
Microfoonstandaards. f 30,—

RADIO-VERKOOPKANTOOR v. d. VLUGT,
excl. agent der „Ronette” p.e.i.,

AMSTERDAM O. — JAVASTRAAT 82,
Telefoon no. 50346, Postgiro no. 52072.

TE KOOP:

mA-Meter 0-0,5 mA Siemens en Halske
± 22 cm schaal f 110,—. — Hitte-
draad meter 0-0,5 en 0-1 A. 7 cm
schaal f 35,—. — Universeele meter
(weekijzer) 30-300 mA 8-12-240 V ge-
lijk en wisselstroom f 22,50. — Electr.
boor (groot model revolverb.) f 90,—.
— Kast chassis spoelstel op schak. (L-
M-K) M-F trafo's schaal duo-condensa-
tor voeding electrolyt lampvoeten etc.
f 55,—. — ED-speaker f 22,50. —
mA-meter 0-1 mA meswijzer 40 mm
schaal met nulsteller en schak. (10
standen) en 9 voorschakelweerstand
f 75,—.

Onder rembours.

L. SICKING

Bredaseweg 363 - Tilburg

de „Soldex”

laagspannings-soldeerbout

IS EEN UITKOMST VOOR DEZEN
TIJD. - LAAG STROOMVERBRUIK.

uit voorraad leverbaar in 3 typen :
S351 — 4 volt 7,5 amp. (verbruik 30
watt) f 14,25 bruto.

S351 — 6 volt 5 amp. (verbruik 30
watt) f 14,25 bruto.

S352 — 12 volt 4,2 amp. (verbruik 50
watt) f 15,75 bruto.

Grossiers speciale korting.

B. J. PASTOOR

Agenturen en Commissiehandel.

GRONINGEN — IJSSELSTRAAT 54.

Radio-Expres

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

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

Redactie en Administratie: Hoyledesingel 15, Hillegersberg
Telefoon No. 47330 - Postgirorekening No. 385246

Dit blad verschijnt op den 1en en 3en Vrijdag van iedere maand. Abonnementsprijs f 8,26 p. jaar, of f 2,83 p. halfjaar, voor het binnenland en f 6,30 p. jaar voor het buitenland. Het auteursrecht voor den volledigen inhoud wordt voorbehouden volgens de Wet op het Auteursrecht van 23 Sept. 1912, Stbl. No. 308

De weerstandsversterker in een nieuw licht.

Door J. Roorda Jr.

In een beschouwing, waarvan wij voorloopig helaas slechts een *verkorte samenvatting* kunnen publiceren, wordt door den schrijver aangetoond, dat een weerstandsversterker kan worden beschouwd als een versterker met afgestemden — zij het ook sterk gedempten — anodekring (resonantieversterker). Enkele regelen worden afgeleid voor het berekenen van de dimensionering van den versterker voor een bepaald frequentiebereik.

Redactie.

Het principeschema van een weerstandsversterker volgens fig. 1 is algemeen bekend. De versterking e_{r2}/e_{r1} zoo groot mogelijk te maken is onafhankelijk van de frequentie, is een probleem, dat voor een niet te groot frequentiebereik vrij gemakkelijk is op te lossen.

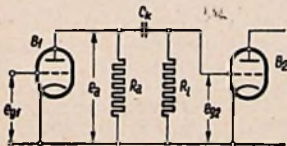


Fig. 1. Weerstandsversterker. Deingangsspanning e_{r1} veroorzaakt een spanning e_a aan den anodeweerstand R_a en e_{r2} aan den ingang der buis B_2 .

Wanneer wij echter alle elementen, die op de werking van den versterker-

trap van invloed zijn, in een schema samenvatten, komen we tot fig. 2. De rooster-kathode-capaciteit van de buis B_1 is daarin niet aangegeven; die is wel van invloed op het tot stand komen van de ingangsspanning e_{r1} , maar niet op de versterking e_{r2}/e_{r1} . De versterkerbuis B_2 is in fig. 2 vervangen door haar ingangsimpedantie: R_c met parallel daaraan C_c (hiervan maakt C_{ck} van buis B_2 deel uit).

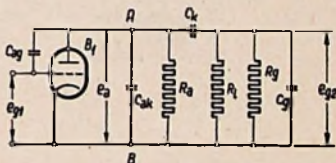


Fig. 2. Schema, waarin alle van invloed zijnde grootheden zijn aangeduid: C_{ak} = anode-roostercondensator, C_{ck} = anode-kathodecapaciteit, R_a = anode-koppelweerstand, R_c = koppelcondensator, R_g = lekweerstand. R_c en C_c vormen de ingangsimpedantie van buis B_2 .

De berekening der versterking V met inachtneming van alle van invloed zijnde grootheden, waarbij alleen is aangenomen, dat buis B_1 lineair versterkt, leidt tot een vrij onoverzichtelijke uitdrukking, die echter bij nadere beschouwing blijkt te zijn van den vorm:

$$V = \frac{S - j\omega C_{ak}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{j\omega L} + j\omega C} \dots \dots (1)$$

waarin:

$$\frac{1}{R} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \left(1 + \frac{C_g}{C_k}\right) + \left(\frac{1}{R_L} + \frac{1}{R_f}\right) \left(1 + \frac{C_{ag} + C_{ak}}{C_k}\right) \quad (2)$$

$$L = \frac{C_k}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \left(\frac{1}{R_L} + \frac{1}{R_f}\right)} \quad (3)$$

$$C = C_g + (C_{ag} + C_{ak}) \left(1 + \frac{C_g}{C_k}\right) \quad (4)$$

In de uitdrukking (1) is de noemer niet anders dan het omgekeerde van een impedantie, welke wordt gevormd door de parallelschakeling van den weerstand R , de zelfinductie L en de capaciteit C . Volgens (1) zal een stroom, die te berekenen is uit $(S - j\omega C_{ag}) e_{g1}$, toegevoerd aan een impedantie, bestaande uit de parallelschakeling van R , L en C , over die impedantie de spanning e_{g2} ontwikkelen. Het vervangingsschema van den volledige weerstandsversterker ziet er dus uit als voorgesteld in fig. 3, waarbij R , L en C de door de uitdrukkingen (2), (3) en (4) gespecificeerde waarden hebben. En het gedrag van den weerstandsversterker komt overeen met het gedrag van een versterker met afgeslonden anodekring.

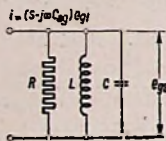


Fig. 3. Vervangingsschema voor den geheelen versterkertrap, zooals dit uit de berekening volgt.

In den teller van de uitdrukking (1) kunnen wij $j\omega C_{ag}$ gerust ten opzichte van S verwaarloozen, wanneer ωC_{ag} kleiner is dan het tiende deel van S . Voor een S van 1 mA/V en een C_{ag} van 5 pF is dit het geval tot aan een waarde van $2 \cdot 10^7$ voor ω , dat wil zeggen tot aan frequenties van 3,2 MHz.

Voor laagfrequentversterkers, daarbij inbegrepen de versterkers met groot frequentiebereik (bijv. tot 100 of 200 kHz, zooals gebruikelijk bij versterkers voor kathodestraaloscillografen) kunnen we dus practisch steeds schrijven:

$$V = \frac{S}{\frac{1}{R} + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)} \quad (5)$$

In het vervangingsschema, fig. 3 kunnen we dan voor den toegevoerden stroom schrijven $i = S e_{g1}$.

* * *

Bij laagfrequentversterkers interesseeren we ons in den regel alleen voor de absolute waarde van de versterking v en niet voor de faseverschuiving van de spanning e_{g2} t.o.v. e_{g1} . Alleen bij versterkers voor speciale doeleinden (metingen bijv.) kan aan de faseverschuiving een grootere waarde moeten worden toegekend dan aan de absolute waarde van de versterking, waarvoor we met behulp van (5) nu vinden:

$$|V| = \frac{S}{\sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}} \quad (6)$$

Maximaal wordt de versterking v voor de eigenfrequentie van den trillingskring bepaald door

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \quad (7)$$

$$|V_0| = SR \quad (8)$$

en daarbij is dan

Wil men de grensfrequenties berekenen, waarbij de versterking zoo veel

kleiner wordt, dat $\left|\frac{v}{v_0}\right| = p$, dan vindt

men uit (6) en (8):

$$\omega C - \frac{1}{\omega L} = \pm \frac{1}{R} \sqrt{\frac{1-p^2}{p^2}} \quad (9)$$

Hierdoor zijn twee vierkantsvergelijkingen in ω gegeven, die vier waarden opleveren, waarvan alleen de positieve in aanmerking komen (negatieve frequenties bestaan niet). Uit de waarden, die men vindt, laat zich voor de laagste grensfrequentie ω_1 en de hoogste ω_2 afleiden:

$$\omega_1 \cdot \omega_2 = \frac{1}{LC} = \omega_0^2 \quad (10a)$$

$$\omega_2 - \omega_1 = \frac{1}{RC} \sqrt{\frac{1-p^2}{p^2}} \quad (10b)$$

Hadden we het frequentiebereik van den versterker vastgelegd door de voorwaarde, dat bij de grensfrequenties de *phaseverschuiving* tusschen versterkte en onversterkte spanning hoogstens $\pm \phi$ zou mogen bedragen, dan hadden we, uitgaande van de uitdrukkingen (5) en (8) gevonden:

$$\left. \begin{aligned} \omega_1 \omega_2 &= \omega_0^2 \\ \omega_2 - \omega_1 &= \frac{t_r \phi}{RC} \end{aligned} \right\} \dots \dots (11)$$

De verhouding p van de versterking bij de grensfrequenties tot de maximale versterking is in dit geval gelijk aan $\cos \phi$, zoodat door het invoeren van $p = \cos \phi$ de uitdrukkingen (11) overgaan in de uitdrukkingen (10). Er is dus geen wezenlijk verschil in de wijze van kenmerken van de grensfrequenties van het bereik van den versterkertrap.

De uitdrukkingen (10) of (11) kunnen worden gebruikt voor het ontwerpen van den versterker, waarbij dan wordt verondersteld, dat behalve ω_1 , ω_2 en p (eventueel ϕ) R_1 , S , $C_{s\kappa}$ en $C_{a\kappa}$ van de versterkerbuis (B_1 volgens fig. 1) bekend zijn, evenals R_c en C_c van de volgende buis (B_2 volgens fig. 1), terwijl R_n , C_n en R_L moeten worden bepaald.

Met behulp van de gegevens ω_1 , ω_2 en p kunnen we uit de uitdrukkingen (10) onmiddellijk de vereischte waarden van de producten LC en RC berekenen. Deze twee waarden zijn echter niet toereikend, want voor de drie onbekenden R , C en L hebben we drie vergelijkingen nodig. Daar echter door de vergelijkingen (10) het gedrag van den versterkertrap geheel is bepaald, zijn we vrij in de keuze van één der onbekende grootheden, die mede R , C en L bepalen, d.w.z. dat wij óf R_n , óf C_n , óf R_L willekeurig kunnen kiezen. Welke van de drie wij zullen kiezen en hoe we onze keuze zullen bepalen, is afhankelijk van verschillende overwegingen.

Één van de belangrijkste vragen met betrekking tot het vervangingsschema volgens fig. 3 is wel, of ook vrije trillingen kunnen optreden met de eigenfrequentie $f_0 = \omega_0/2\pi$ van den berekenden trillingskring. Dergelijke trillingen zouden zeer ongewenscht zijn, daar ze bij elke verandering van den stationnairen toestand zouden optreden en tijdelijk aan de te versterken trillingen zouden worden toegevoegd, waardoor deze zouden worden vervormd.

Als voorwaarde voor het uitblijven van vrije trillingen vindt men:

$$\frac{1}{R^2} \geq \frac{4C}{L} \dots \dots (12)$$

terwijl uit 3 en 4 is af te leiden, dat daaraan zal zijn voldaan, wanneer

$$C_k > C_c + C_{s\kappa} + C_{a\kappa} \dots \dots (13)$$

In praktische gevallen zal daaraan in laagfrequentweerstandversterkers steeds worden voldaan, terwijl uit (2) volgt, dat R bij voldoening aan deze voorwaarde zoo groot mogelijk blijft, dus ook de versterking groot wordt gehouden.

Een nadere beschouwing leert echter, dat om absoluut zeker te zijn, dat vrije trillingen uitblijven, ook nog moet vaststaan, dat $1/R_c + 1/R_n$ positief blijft. Nu kan de ingangswaerstand R_c van de tweede buis negatief worden, d.w.z. dat die buis dempingsreducerend gaat werken. Daarbij is R_n , onverschillig of deze positief of negatief is, omgekeerd evenredig met de frequentie, zoodat voor een frequentiebereik van eenige betekenis een nogal sterke vermindering van R_c optreedt. De invloed daarvan kan alleen worden uitgeschakeld door R_L klein te maken ten opzichte van R_n , dus als voorwaarde te stellen:

$$R_n \ll |R_c| \text{ of } \frac{1}{R_L} \gg \left| \frac{1}{R_c} \right| \quad (14)$$

Hieraan kan altijd worden voldaan, aangezien de overgang van positieve naar negatieve R_c niet plaats vindt via $R_c = 0$, maar juist via $1/R_c = 0$, dus via $R_c = \infty$.

Voor het ontwerpen van een versterkertrap stellen wij dus de voorwaarde (14) naast de eischen, vastgelegd in (10) of (11).

* * *

Voorbeeld. Gegeven een versterkerbuis met $S = 2 \text{ mA/V}$, $R_1 = 25000 \Omega$, $C_{s\kappa} = 4 \text{ pF}$ en $C_{a\kappa} = 2 \text{ pF}$. Tusschen deze buis en een tweede buis, waarvan de ingangswaerstand minstens $2 \text{ M}\Omega$ en de ingangscapaciteit 70 pF bedraagt, moet een weerstandskoppeling worden aangebracht, die trillingen van 20 tot 100000 Hz zoodanig overdraagt, dat de phasedraaiing hoogstens \pm of $- 30^\circ$ bedraagt.

Berekening. Volgens (11) moet bij de gestelde gegevens worden voldaan aan:

$$\frac{1}{LC} = 2\pi \cdot 20 \cdot 2\pi \cdot 100000$$

$$\frac{t_{\epsilon} 30^\circ}{RC} = 2\pi (100000 - 20)$$

$$\text{dus } LC = \frac{10^{-6}}{8\pi^2}, \quad RC = \frac{10^{-5}}{2\pi \sqrt{3}}$$

Nemen we bij voorbaat aan, dat aan (13) voldaan zal kunnen worden, dan kunnen we voor C volgens (4) bij benadering voorlooppig invullen

$$C = C_g + C_{sc} + C_{ak} = 76 \cdot 10^{-12} \text{ F.}$$

Met de zoojuist berekende waarde voor RC volgt hieruit $R = 12000 \Omega$.

Uit (2) vinden we met inachtneming van (13) als benaderde waarde voor $1/R$:

$$1/R = 1/R_a + 1/R_1 + 1/R_L + 1/R_r$$

Om te voldoen aan (14) nemen we $R_L = 0,1 R_a$, waarmee wij R_a globaal kunnen berekenen uit:

$$\frac{10^{-3}}{12} = \frac{1}{R_a} + \frac{10^{-3}}{25} + \frac{10^{-5}}{2} + \frac{10^{-6}}{2}$$

$$R_a \approx 26000 \Omega$$

Rekening houdende met gangbare handelswaarden kiezen wij $R_L = 200 \text{ k}\Omega$, $R_a = 25 \text{ k}\Omega$.

Volgens (3) en (4) met de reeds berekende waarden wordt

$$LC = \frac{C_g C_k + (C_{sg} + C_{sk}) (C_k + C_r)}{(1/R_a + 1/R_1) (1/R_L + 1/R_r)} = \frac{10^{-6}}{8\pi^2}$$

Hierin is alles bekend, behalve C_k , zoodat wij deze kunnen berekenen. Wij vinden dan

$$C_k = 0,0734 \mu\text{F}$$

Dit ronden wij af tot $0,075 \mu\text{F}$. Aan (13) is daarmee ruimschoots voldaan!

Volgens (2) berekenen we nu $1/R$ en vinden daarvoor $85,5 \cdot 10^{-6}$. De maximale versterking wordt dus volgens (8):

$$|V_{\text{min}}| = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{10^6}{85,5} = 23,4$$

Volgens (10b) laat de verhouding, waarin de grensfrequenties worden verzwakt, zich berekenen uit

$$\sqrt{\frac{1-p^2}{p^2}} = 2\pi (100000 - 20) RC$$

$$p = 0,875$$

De minimale versterking bedraagt dus:

$$|V_{\text{min}}| = p |V_0| = 20,45.$$

Wanneer bij het ontwerp precies ware vastgehouden aan de maximaal toelaatbare phasedraaiing van 30° , dan zou $p = \cos \phi$ nog $0,866$ hebben mogen bedragen en de minimale versterking zou dan $20,2$ zijn geweest. Met de vastgestelde waarden $R_a = 25 \text{ k}\Omega$, $C_k = 0,075 \mu\text{F}$ en $R_L = 200 \text{ k}\Omega$ hebben we dus nog een iets beteren versterker dan werd geëischt.

* * *

Noot der redactie. Het is belangwekkend, deze beschouwing in verband te zien met de in R.-E. 1941 No. 1 vermelde proeven van de Bell Laboratories omtrent de meest wenschelijke ligging der „piek” van een versterker als geheel, waarvoor het meekundig gemiddelde tusschen de grensfrequenties werd gevonden, dus $\omega_c^2 = \omega_1 \omega_2$, een voorwaarde, waaraan de afzonderlijke weerstandsversterkertrap nu automatisch blijkt te voldoen.

Een triode-heptode als voorversterkerbuis en als phaseomkeerbuis

Een eenvoudige balansversterker, zoo compact mogelijk gebouwd, is voor den radioamateur een aantrekkelijk iets. Onderdeelen, die weinig plaats innemen, hebben de voorkeur en dan denken wij aan de toepassing van de triode-heptode ECH 21 als voorversterkerbuis en als phaseomkeerbuis met weerstandskoppeling. Geen groote en dure tusschentransformator doch slechts enkele weerstanden als koppellement. Daar er weerstanden worden gebruikt, mogen de eindbuizen niet zoo worden ingesteld en uitgestuurd, dat er roosterstroom optreedt. Trouwens, dit is in het geheel niet bezwaarlijk; het niet in roosterstroom sturen van den eindtrap is zelfs gewensch uit kwaliteitsoogpunt, wanneer het kleine versterkers betreft.

Hoe wordt nu de schakeling? Deze is in fig. 1 aangegeven. Van de beide ter beschikking staande systemen wordt het heptodegedeelte met grooten versterkingsfactor als LF versterker gebruikt. Het triodegedeelte zorgt voor de phaseomkeering van de gewenschte spanning en een eenmalige versterking is voldoende.

Deze geringe versterking maakt het mogelijk, op het triodegedeelte tegenkoppeling toe te passen, zoodat een goede, vervormingsvrije weergave bereikt kan worden. De tegenkoppeling ontstaat door een deel van de anode-wisselspanning aan het rooster van dezelfde buis toe te voeren.

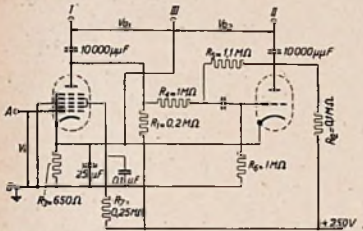


Fig. 1.

In fig. 1 is de spanning V_1 afkomstig van een diode of een toonopnemer. In den anodekring van het heptodegedeelte is een weerstand van 0,2 megohm opgenomen. Het schermrooster wordt via een weerstand van 0,25 megohm op 250 volt aangesloten. Zonder regelspanning is de versterking van het heptodegedeelte ongeveer 100-voudig. Het stuurrooster van één der eindbuizen krijgt een spanning van het heptodegedeelte, dat 100 maal zoo groot is als de waarde V_1 . De spanning over den weerstand R_1 wordt via R_4 (1 megohm) aan het rooster van het triodegedeelte toegevoerd. Parallel aan dit rooster zijn de weerstanden R_5 en R_6 geschakeld, zoodat van de over R_1 staande spanning ongeveer een derde gedeelte op dit rooster komt. Via den weerstand R_6 wordt een deel van de spanning over R_2 als tegenkoppelings-spanning op het triodestuurrooster ge-

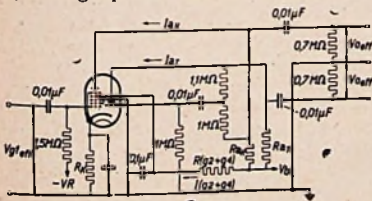


Fig. 2.

bruikt. Het resultaat is, dat de spanning over R_2 practisch overeenkomt met die over R_1 , alleen met dit onderscheid, dat

er een faseverschil bestaat van 180° . Deze spanning wordt nu aan het stuurrooster van de tweede eindbuis toegevoerd. Deze schakeling geeft per eindbuis een spanning af van 10 V, bij een vervorming van 0,8 % (geen regelspanning).

Deze spanning is voldoende om twee in balans geschakelde buizen EL 6 uit te sturen. Uit het vervormingspercentage blijkt, dat de schakeling aan hoge kwaliteits-eisen voldoet.

Tenslotte geeft fig. 2 de principeschakeling weer, zoodas deze officieel door de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken wordt gepubliceerd.

PERSBUREAU INDUSTRIA.

STUDIERUBRIEK

Transformator-berekening.

In sommige gevallen kan een autotransformator in vergelijking met een gewonen transformator een belangrijke materiaalbesparing geven. Dit is n.l. zoo als een gegeven spanning slechts weinig behoefte te worden verhoogd of verlaagd. Wij zullen de materiaalbesparing eens globaal berekenen voor twee gevallen;

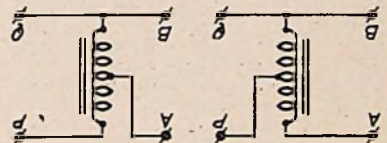


Fig. 5a.

Fig. 5b.

1. een transformator 127 V op 110 V, voor een af te geven vermogen van 100 W;
2. een „verhuis”-transformator 127 V op 220 V, af te geven vermogen 500 W.

De eerstgenoemde wordt ingericht volgens figuur 5a en de tweede volgens 5b. In beide gevallen moet het aantal windingen tusschen A en B berekend worden voor 127 V.

Laten we eerst eens aannemen, dat de transformator zonder verliezen werkt en dat bij 110 V wordt afgegeven 100 W, dan is dus de afgegeven stroom 0,91 A. Opgenomen wordt dan 0,79 A, n.l. 100/127, en deze 0,79 A vloeit door het stuk AP van de wikkeling. Door het deel PQ gaat slechts het verschil van de opgenomen en afgegeven stroomen,

dat is hier 0,12 A. De primaire en secundaire stroomen bij een idealen transformator zijn n.l. zuiver in tegenfase.

Denken we de wikkeling verdeeld in afzonderlijke stukken PQ en PA, met 110 V op PQ en 17 V op PA, dan is dat een transformator, die voor een vermogen van 13 à 14 W zou worden berekend. In dit geval hebben wij dus maar een 14 W transformator nodig, met de juiste windingsgetallen, om een autotransformator te maken, die 100 W kan afgeven.

In 't algemeen kan men het zoo opschrijven:

$$W = V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2$$

en het vermogen waarvoor de transformator moet worden berekend

$$W_{tr} = I_1 \cdot (V_1 - V_2) = W \cdot \frac{V_1 - V_2}{V_1}$$

Als V_1 en V_2 weinig verschillen, zooals in dit voorbeeld, dan is de besparing dus werkelijk groot.

Wij hebben nu het meest eenvoudige geval aangenomen; als men rekening houdt met de verliezen en den nullaststroom, dan wordt het lastiger.

Vooraf bij kleine transformatoren wordt dan een nauwkeurige berekening bezwaarlijk en als men er belang bij heeft, dat de afgegeven spanning nauwkeurig gelijk is aan een gegeven waarde, dan zal men bij voorkeur gebruik maken van de methode met enkele hulpwikkelingen (R.-E. No. 5).

In ons voorbeeld zou de draaddikte op het stuk AP berekend moeten worden voor 0,8 A en de rest voor 0,12 A. Ten gevolge van de verliezen etc. verandert de stroomsterkte in AP niet noemenswaard, maar die in het deel PQ wel. Bij kleine transformatoren, waarvoor men niet een volledige berekening wil uitvoeren of kan uitvoeren bij gebrek aan voldoende gegevens omtrent de beschikbare kern, komt men practisch wel goed uit als men den stroom 10 à 20 % hooger aanneemt dan het verschil van afgenomen en opgenomen stroomsterkte, zooals men dat in het ideale geval vindt.

Beschouwen wij nu nog eens het tweede voorbeeld, 127 V op 220 V. Nu is V_2 grooter dan V_1 en zonder verliezen is weer

$$W = V_1 \cdot I_1 = V_2 \cdot I_2$$

Door het deel AP van de wikkeling (figuur 5b) vloeit I_2 en door AB het verschil van I_1 en I_2 . Men kan dit dus weer beschouwen als een transformator met afzonderlijke wikkelingen, die primair opneemt $V_1 \cdot (I_1 - I_2)$ en afgeeft $(V_2 - V_1) \cdot I_2$.

Het vermogen, waarvoor de transformator moet worden bestemd, is dus

$$W_{tr} = I_2 \cdot (V_2 - V_1) = W \cdot \frac{V_2 - V_1}{V_2}$$

Deze uitdrukking komt geheel overeen met de hierboven afgeleide, alleen is V_2 nu de grootste spanning. Met $V_2 = 220$ V en $V_1 = 127$ V is de waarde van de breuk ruim 0,4, dus de besparing is ook dan nog heel groot.

Zonder verliezen zouden bij 500 W de draaddikten berekend moeten worden voor 2,3 A en $4 - 2,3 = 1,7$ A voor AP en AB respectievelijk. Deze laatste waarde verhoogt men dan tot 1,9 à 2 A en in vele gevallen zal men eenvoudigheidshalve dan maar voor de heele spoel éénzelfde draaddikte nemen.

Het berekenen van het aantal vereischte windingen op een gegeven kern en van het ohmsche spanningsverlies wordt op dezelfde wijze uitgevoerd als bij een transformator met gescheiden wikkelingen.

Ls.

Grens der 'ontvangergevoeligheid voor ultra-korte golven

In de collectie overdrucken van publicaties uit de Laboratoria der N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken ontvingen wij een overdruk van de dissertatie, waarop de heer A. van Weel, natuurkundig ingenieur, op 16 April te Delft is gepromoveerd tot doctor in de technische wetenschap.

Dit proefschrift handelt over „De natuurlijke gevoeligheidsgrens van radio-ontvangers voor zeer korte golflengten”. De schrijver heeft aan zijn ongeveer 100 bladzijden druks beslaande verhandeling korte samenvattingen in Engelsch, Fransch en Duitsch toegevoegd.

Wij laten hier een vertaling van deze samenvatting volgen.

„In dit proefschrift wordt de invloed der verschillende trappen van een superheterodyne-ontvanger op de verhouding

der signaalsterkte tot het geruisch onderzocht en voor de grensgevoeligheid een bepaalde getalwaarde berekend. Deze grensgevoeligheid wordt gedefinieerd door de effectieve waarde van een met een frequentie van 400 Hz tot een diepte van 30 % gemoduleerde antenne-e m k, die bij een stralingsweerstand der antenne van 73 ohm en een antenne-ruischtemperatuur van 1000° C. boven het absolute nulpunt noodig is om in een laagfrequent-keten met een bandbreedte van 2500 Hz een signaalniveau te verkrijgen, dat 10 decibel boven het ruischniveau ligt¹⁾.

Bij de beschouwing der ruisch-eigenschappen van een hoogfrequentversterkerbuis blijkt, dat de hoogst bereikbare verhouding van signaalsterkte tot ruischen in schermroosterleiding en anodeleiding dezelfde is en dat de absolute waarde van den signaalstroom in deze twee leidingen bij de voor elk geval gunstigste instelling eveneens dezelfde grootte bezit. Bij golf lengten boven 5 meter behoeft de schakeling van den ontvanger geen invloed meer te hebben op de grensgevoeligheid; deze bedraagt dan 1,5 microvolt.

Met afnemende golf lengte wordt de grensgevoeligheid tengevolge van het kleiner worden van den ingangswaerstand slechter. De van den ingangswaerstand afkomstige ruisch-energie is evenwel kleiner dan de energie, die het kathoderuischen in den anodestroom veroorzaakt. Behalve het afnemen der verhouding van het signaal tot het ruischen in den anodestroom van een versterkertrap speelt ook de vermindering der versterking een rol, aangezien hierdoor de invloed van volgende trappen op het ruischen steeds toeneemt. De grootste, zonder terugkoppeling bereikbare versterking bedraagt $\frac{1}{2} \sqrt{R_c R_a}$. Door terugkoppeling kan de versterking nóg hooger worden opgevoerd, praktisch ongeveer tot het dubbele; de verhouding van signaal tot ruischen wordt daarbij echter slechter.

Als mengtrap wordt een trap met triode-menging in beschouwing genomen. Aangefoond wordt, dat de ruisch-energie in den anodestroom der triodemengbuis niet onder alle omstandigheden gelijk is aan de over één periode van de oscillatorfrequentie genomen gemiddelde statische ruisch-energie. De aequivalente ruischweerstand (R_{aeq})

eener triode-mengbuis is een minimum, wanneer S_c^2/S een maximum bereikt (S_c = mengsteilheid, S = directe steilheid); dit minimum R_{aeq} is slechts $2\frac{1}{2}$ maal grooter dan dat van een soortgelijke buis als versterker. Door hoogfrequente terugkoppeling kan deze verhouding in praktische gevallen 1,5-voudig verkleind worden, terwijl theoretisch een instelling denkbaar is, waarbij de R_{aeq} voor de triodemengbuis gelijk zou worden aan de R_{aeq} voor de buis als versterker. De ingangswaerstand van een triode-mengbuis is vermoedelijk grooter dan van een triode als versterker. De maximaal bereikbare verhouding van signaal tot ruischen kan daardoor slechts weinig worden verhoogd door het inschakelen van een hoogfrequentversterkertrap tusschen antenne en mengtrap²⁾.

Een berekening wordt gegeven van de mengversterking en de ruisch-eigenschappen van een autodyne-mengtrap. Onder gunstigste condities blijkt de aequivalente ruischweerstand R_{aeq} slechts 1,2 maal grooter te zijn dan van een versterkerbuis. De bandbreedte evenwel, die de ruisch-energie bepaalt, is het dubbele van die bij hoogfrequentversterking, aangezien de spiegelfrequentie niet onderdrukt wordt.

De gevoeligheids- en versterkingsmetingen worden aan een discussie onderworpen. De resultaten dezer metingen worden vergeleken met de resultaten der voorafgaand ontwikkelde theorie.

Zoowel theoretisch als experimenteel wordt het bewijs geleverd, dat de oscillatorring een aanzienlijke verhooging van het ruischniveau kan veroorzaken. Door toepassing eener hooge middenfrequentie en een groote capaciteit in den oscillatorring kan dit extra geruisch onschadelijk worden gemaakt.

De invloed van den detector op de verhouding tusschen signaal- en ge-

1) De betekenis van het aannemen der fictieve antenne-ruischtemperatuur van 1000° is, dat daardoor rekening wordt gehouden met de ruisch-energie, die een antenne minstens altijd uit de wereldruimte — klaarblijkelijk uit de richting van een punt van den Melkweg — toegevoerd krijgt. Red. R.-E.

2) Dit is uitsluitend bedoeld voor de ultra korte golven, waarover het hier gaat. Red. R.-E.

ruisch schijnt af te hangen van de bandbreedte van den middenfrequentversterker. Gevonden wordt, dat een te geringe mf bandbreedte, gevolgd door lf tooncorrectie een veel betere verhouding van signaal tot geruisch geeft, dan een breede mfr. band, gevolgd door een lf versterker met afsnijding der hooge frequenties.

Een bespreking volgt dan van de verschijnselen, die de toepassing der besproken schakelingen moeilijker maakt naar mate de frequenties toenemen. Wanneer men de variaties kent, die de steilheid, de ingangsweerstand en de uitgangsweerstand in afhankelijkheid van de frequentie ondergaan, kan men met kennis van de kortste golflengte, die met een bepaalde versterkerbuis kan worden opgewekt, de versterking op langere golven berekenen, want voor die kortste golflengte is de factor $\frac{1}{2} S \sqrt{R_r R_a}$ ongeveer gelijk aan 1. Voor de tegenwoordige buizen ligt de grens voor het toepassen van hoogfrequentversterking bij ongeveer 70 cm; met de autodyne frequentietransformatie kan men tot ongeveer 20 cm komen en met de frequentietransformatie met triodè vermoedelijk nog lager⁷.

Ultra-kortegolven in het dierenrijk?

Volgens een artikel in het Hongaarsche dagblad *Pester Lloyd* is door een dierkundige een merkwaardige proef gedaan met vlinders. Het bleek, dat een vlindermannetje, wanneer het op een afstand van het wijfje werd vrijgelaten, den weg naar het wijfje gemakkelijk terugvond; zelfs wanneer de afstand tot een paar kilometer werd vergroot, vloog het dier, na eenigen tijd in alle richtingen zijn voelsprietten te hebben uitgestoken, regelrecht naar het wijfje terug; wanneer echter het wijfje in een geaarde kooi van metaalgaas werd gezet, bleek het mannetje zelfs op zeer korten afstand het wijfje niet meer te kunnen ontdekken. Daaruit werd de conclusie getrokken, dat hierbij zeer korte elektrische golven in het spel zijn.

In ditzelfde verband wordt nog eens de waarneming vermeld, dat postduiven, die vlak bij een sterken radiozender worden losgelaten, hun oriënteringsvermogen schijnbaar kwijt zouden zijn.

Practische raadgevingen

Tungsrām Radio Service wijst er op, dat men niet-gegomde etiketten en dergelijke op glas en porselein kan bevestigen door ze met een weinig melk te bevochtigen. De wijnbouwers hebben dit middel sedert onheugelijke tijden toegepast voor het plakken van etiketten op glazen flesschen. Men verzekert, dat ook voor versterkerbuizen en opschriften op gladde frontplaten de melk een soliede kleefstof vormt.

Wanneer in eenig huis een blijkbaar van het lichtnet afkomstige storing in de radio-ontvangst wordt gevonden, waarvan de oorzaak niet te vinden is, kan het van belang zijn, dat de hoofdzekering eens wordt nagekeken. Vooral in huizen, die aan een verkeersweg liggen, waarover zware vrachten worden vervoerd, die sterke trillingen in den bodem veroorzaken, kan de hoofdzekering soms eenigszins losraken.

Vragenrubriek

(Ter besparing van ruimte wordt het meerendeel der vragen per post behandeld).

Hilversum.

T. H. R., Hilversum. — Wij zijn met de techniek van het ombouwen van snaarinstrumenten voor elektrische weergave (guitar met versterker bijv.) onvoldoende bekend om er in een artikel op in te gaan. Mochten zich onder onze lezers specialisten bevinden met ervaring op dit gebied, diè hun ervaringen willen publiceeren, dan zullen wij gaarne beproeven, er plaatsruimte voor te vinden.

Verantwoordelijk Redacteur: J. Corver te Hilversum.

Verantwoordelijk voor de advertenties: H. D. de Boer te Rotterdam.

Uitgever: Uitgeversonderneming Radiopers, Hoylelesingel 15, Hillegersberg.

Drukker: N.V. de Ned. Boek- en Steendrukkerij v.h. H. L. Smits, Westeinde 135, Den Haag.

Verschiijnt twee maal per maand. Abonnementsprijs f 2.63 per halfjaar. Prijs per nummer f 0.31. P. 1471/1.

VERSCHEENEN:

**SCHEMA
VOOR HET OPSPOREN
VAN FOUTEN
IN RADIOTOESTELLEN**

Onmisbaar voor iedere amateur.
Formaat 60 x 60 cm.

Prijs afgehaald f 1,40. - Toezending na ontvangst van f 1,55.

Verkrijgbaar bij:

J. LANDMAN,
Vreeswijkstr. 124, 's-Gravenhage
en in den boekhandel.

AANGEBODEN:

Balansversterker 20 Watt in stalen kast f 300,-. Balansversterker ± 10 à 15 Watt op gespoten dashboardchassis, f 200,-. - H. P. Elzerman, Hof van Delftlaan 116, Delft.

WIE HEEFT VOOR MIJ:

een nieuwe lamp EFM11, in ruil voor een nieuwe 6L6G, merk Sylvania. - M. H. Koomen, Drieboomlaan 292, Hoorn.

GEVRAAGD:

Kleine P.M. Dyn. luidsprekers, oud of nieuw; buitendiam. max. 11 cm.

AMROH - MUIDEN.

GEVRAAGD:

Lampenmeetkoffer, liefst Sondisko type B. Wil eventueel ruilen voor een Mastodon Magnavox kracht-luidspreker 25 Watt. - Boer. Paterstr. 22, Vlaardingen.

GEVRAAGD:

Meetzender, m.a. meter, soldeerbout en div. instrumenten.

D. Nickel, Beukelsweg 23A, Rotterdam.

GEVRAAGD:

AL4 en EBL1.

G. F. J. Arends, S. v. Wurtemberglaan 11, Eindhoven.

GEVRAAGD:

een versterker 120 Watt nuttig, liefst met passende luidsprekers 20 Watt belastbaar. - Fa. P. Th. YPMA, Langestraat 69, Alkmaar.

TE KOOP GEVRAAGD:

1e. Een electr. gramfoon opname-motor Dual of Saja. - 2e. Een electro-dynamische snij-pick-up. - J. N. Beuk, Oostdorperweg 114, Wassenaar.

IN RUIL AANGEBODEN:

Philips Kathodestraal-Oscillograaf GM. 3155 (nieuw), met Freq. Modulator GM. 2881

tegen Phil. Universeel Meetapp. of andere Meet Apparaten.

Brieven aan:

„CRESCENDO“ RADIO,

Veemarktstraat 93-94 - Groningen.

TE KOOP AANGEBODEN:

20 Watt versterker m. lampen en lsp. f 235,-; 2 lsp. in kast à f 15,-; 1 Avrovox lsp. f 35,-; 1 voed. trafo 2 x 300 V. 4 V. 1 A.; 4 V. 5 A.; 1 afstemschaal S.B.R., 1 stel Varley 503 H. spoelen, schak., H.F. smoorspoel; L.F. smoorspoel f 50,-; 1 Ferrix trafo 1 x 200 V. 4 V. 1 A.; 4 V. 5 A. f 6,-; 1 Televox cristal micr. f 55,- (verchr.). 1 Ph. toestel type 2502 m. l. en l. f 30. S. H. WOLSINK, D 40, Hengelo (Gl.).

RADIO-MONTEUR

BIEDT ZICH AAN

in het bezit dipl. 3-j. ambachtsschool
electr.-instrumentmaker, — ambachts-
avondschool electrotechniek — en ge-
tuigschrift P.B.N.A. radio monteur.
Brieven onder letter T. V. bureau van
dit blad.

AANGEBODEN:

Prima Amer. meetzender, omgebouwd
met transf. voor 2 netspanningen, zes
golfbereiken, met fijnregeling en ijk-
krommen.

Vaste prijs f 250,—.

A. J. VAN ERK,

Gr. v. Bloisstraat 33 — GOUDA.

GEVRAAGD:

een gram.platen opname apparaat of
enkele opname motor.

Aanbiedingen met volledige omschrij-
ving te richten aan: J. MARTENS, Oos-
terweg B78b, Ouddorp (Z.-H.).

Aan hetzelfde adres aangeboden: een
„Colaro” gram. motor (f 45,—) en
„Amroh” meetzender M.Z. 53 met
lampen (f 115,—).

IN RUIL AANGEBODEN:

m.Amp. meter 0,4 m.Amp. 100 Ω
diameter: 75 mm. meswijzer tegen:
„Grundl. der Röhrentechn.” en „Da-
ten und Schaltungen”.

FRANSEN, Parklaan 10, Driebergen.

GEVRAAGD: Bulgin afgeschermdde H.
F. smoorspoel type H.F. 10 of 9 en
zwart kristallak versterkerkast, afm. 38
x 20 x 22 cm. — J. M. Rademakers Jr.,
v. d. Takstraat 4, Rotterdam.

*Aan het Bureau van Radio-Expres
Hoytedesingel 15 - Hillegersberg*

Ondergeteekende:

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

Het abonnementsgeld, ten bedrage van f 5,25 voor 12 maanden of f 2,63 voor
6 maanden wordt heden overgemaakt aan de administratie van Radio-Expres door
storting of overschrijving op postrekening Nr. 385246, ten name van Radio-Expres.

Onderteekening: