

NEGENTIENDE JAARGANG

RADIO EXPRES

TIJDSCHRIFT VOOR RADIOTECHNIEK

IN DIT NUMMER : Het nieuwe toesteltype van de „dwerg”-super. — Stabilisatie van plaatstroomapparaten met neonlamp en met triode. — Meting van stroomen in ononderbroken kringen. — Hooge gelijkgerichte spanningen zonder transformator. — De kathodestraal-oscillograaf geeft een raadseltje op. — Een condensator van één farad.

NO. 24

19 DEC. 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 OMROEPTCHNICUS aanvragen gratis proeitles met uitvoerige gegevens.

Instituut voor Radiotelegrafie en Radiotechniek,

Radio Instituut STEENHOUWER N.V.
Graaf Florisstraat 74, Rotterdam. - Tel. 34820

RADIO GROENEVELD

Amsterdam Zuid, Ceintuurbaan 127-129

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

Ontvangen de nieuwste Mu-Phone kristal microfoon, type M 414, kogelrond model, prijs f 59.10 zonder standaard.

Microfoonstandaards: staand model uitschuifb. f 28.—. Idem uitschuifbaar tafemodel f 13.25.

Nog voorradige Radio Bulletins: Jaargang 9, Nr. 5; Jaargang 10, Nrs. 3, 5, 7 en 8; Jaargang 11, Nrs. 3, 4, 5, 6, 7 en 8; Jaargang 12, Nr. 1. Afgehaald 30 cts. Franco per post f —.33 per nummer.

Radio-buislampjes voor schaalverlichting in 4 voltage's leverbaar. Prijs per stuk 16 cts, in 2½ volt; 4 volt; 6½ volt en 8 volt.

Mica draaicondensatoren in 100 en 300 µF, open model f —.60.

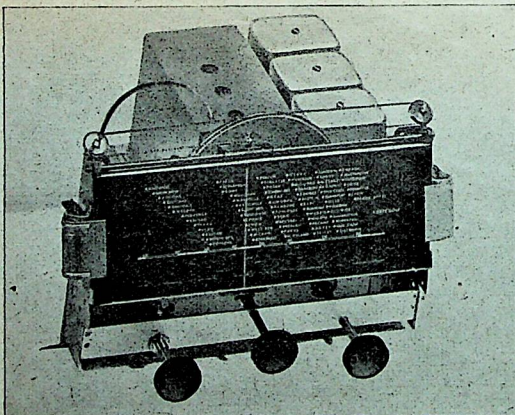
In 100, 300, 500 µF, dicht model, geïsoleerde as, f —.75. Kleins gradenknop bruin f —.20, groot model zwart f —.30.

In pick-up's alleen nog leverbaar Undy magnetische pick-up met steun en ingebouwde volume regelaar. Per stuk f 6.95.

Kristal elementen zijn thans uitverkocht. Wanneer deze weder leverbaar zijn, volgt hiervan bericht.

Amerikaansche pertinax lampvoetjes leverbaar in 4 pens f —.08; 5 pens f —.09; 6 pens f —.11; 7 pens f —.11 en 8 pens octal f —.12.

Megatron-Spoelenheid met Ultra Korte Golf



Een zeer moderne afstemeenheid voor OMBOUW van bestaande ontvangers.

Alleen het allerbeste materiaal is toegepast.

Verliesvrije litzespoelen en stabiele afstemcondensatoren.

Het geheel is goed afgeschermd en leent zich zoowel voor chassis als grondplankmontage.

ALS LAATSTE EN NIEUWSTE SNUFJE IS EEN
BAND VOOR U.K.G. ONTVANGST BIJGEBOUWD.

2 krings afstemeenheid m.u.k.g. f 43,50.

3 krings afstemeenheid m.u.k.g. f 48,50.

KONTAKT

DEN HAAG
WAGENSTRAAT 49

(tegenover Scala)

Tel. Radio-afd. 117267

Tel. Electra-afd. 117266

AURORA

AMSTERDAM
VIJZELSTR. 27 - 29 - 35

Tel. Radio-afd. 34062

Tel. Electra-afd. 35989

Tel. Postorders 36762

Gemeente Giro K 4546

KONTAKT

ROTTERDAM
STATIONSSINGEL 8

Blijdorp

Tel. Radio-afd. 49700

Tel. Electra-afd. 49700

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

Het nieuwe toesteltype van de „dwerg“-super

In ons artikel over de U-serie der nieuwe „sleutelbuizen“ hebben wij erop gewezen, dat die van actueel belang zijn door de opkomst van het toesteltype van de „dwergsuper“.

Een „dwerg“ is de dwergsuper hoofdzakelijk door zijn afmetingen en door zijn gewicht (minder dan 3 k.g.), maar geenszins wat aantal lampen betreft, want 2 x UCH21 UBL21 en gelijkrichter UY21, of een daaraan gelijkwaardige andere serie is normaal en er bestaan middelgrote supers en z.g. kleine supers, die het met minder moeten stellen, zooals bijv. mogelijk is door toepassing van reflex. Het stroomverbruik van de dwergen, dat 36 à 40 watt bedraagt, is ook geenszins ongekend gering. Grootere apparaten van dit seizoen doen het bij gebruik van spaarschakelaar zelfs met 32 watt.

Vraagt men zich af, wat de dwergsuper als type karakteriseert in tegenstelling met elke andere kleine super, dan vindt men bijzonderheden, die met de uiterlijke kentekenen van geringe afmetingen en gering gewicht nauw samenhangen en niet bepaald als voordeelen ten opzichte van grootere typen zijn aan te zien.

De zeer kleine luidspreker bijv. staat zoowel kwalitatief als in geluidstralend vermogen ten achter bij de weergevers van andere toestellen. Vergeleken bij hetgeen een tiental jaren geleden als zeer goed gold, is het een wonder, wat de Europeesche fabrieken er thans mee presteeren; het is ook beter dan van de doorsnee Amerikaansche „midjet“. Maar de kleinste van de gewone moderne supers staat toch een klasse hooger. Bij den zeer compacten bouw, waarbij de luidspreker het grootste deel der ruimte in het lichte toestelkastje inneemt, zou de luidspreker ook niet veel méér mogen doen, want dan zouden resonanties

en acoustische terugkoppeling alles dreigen te be-
derven.

Het schema omvat één afgestemden signaalkring vóór de menglamp, oscillatorkring (dus 2-voudigen afstemcondensator) en als regel twee min of meer normale middenfrequenttransformatoren. De beperking tot slechts 2 golfbereiken (korte en midden- of midden- en lange golven) is een kwestie van ruimtebesparing op spoelen en schakelmechanisme.

Laagfrequente tegenkoppeling, die voor de weergavekwaliteit van het normale moderne toestel zoo veel beteekent, is er niet. De geheele gevoeligheid wordt zooveel mogelijk gebruikt om voor de ontvangst zoo noodig genoeg te hebben aan een geringe hulpantenne, waarvoor in de Philetta bijv. een geïsoleerd metalen vlak tegen den achterwand dienst doet.

Wel vindt men in de dwergsuper automatische sterkteregeling op menglamp en middenfrequentlamp, mét eenige „vertraging“, die in de Philetta zoo is aangebracht, dat ook de detectie is „vertraagd“, hetgeen vervorming kan veroorzaken voor signalen, die juist op de grens zijn van detecteerbare sterkte.

Tot de problemen, die opgelost moesten worden in dwergsupers met de sleutelbuizen-U serie behoort dat van de omschakeling voor verschillende netspanningen. Bij serieschakeling van alle gloeidraden heeft men toch een totale spanning noodig van $2 \times 20 + 55 + 50 = 145$ volt. Voor aansluiting op een netspanning van 220 volt moet dus 75 volt in een serie-weerstand weggewerkt worden, maar netten van 125 en 110 volt geven te geringe spanning voor de serieschakeling. Daarom wordt de omschakelinrichting zoo gemaakt, dat op die lage spanningen de gloeidraad der gelijkrichtlamp met een afzonderlijken

serieweerstand *parallel* aan de in serie geschakelde overige gloeidraden komt te staan. Dan verbruiken de gloeidraden dus op die lage spanningen tezamen niet 100, maar 200 mA.

Een ander probleem is dat van de anodespanningen bij verschillende netspanning. Dat is door verscheidene fabrieken zoo opgelost, dat voor de hoge netspanningen in de voedingsleiding zooveel extra weerstand wordt geschakeld, dat dezelfde toestand wordt verkregen als op een net van 110 volt. De lampen werken dan weliswaar altijd op het ongunstigst en vooral het eindlampvermogen wordt erdoor beperkt, maar het succes ervan is, dat het toestel op alle netspanningen evenveel presteert en dat slechts één extra weerstand noodig wordt op hoge spanning.

De schaalverlichting heeft bij GW-toestellen al tot heel wat narigheid aanleiding gegeven als men de verlichtingslampjes mede in serie met de gloeidraden der versterkerbuizen opnam. Thans wordt veelal de methode gevolgd, waarop wij in R.-E. 1939 No. 20 hebben gewezen, n.l. opnemen der lampjes in een afzonderlijke parallelketen met eigen serieweerstand. In de Philetta vindt men heelemaal geen schaalverlichting, doch een gloeilampje als verklikker, dat het toestel „aan” staat.

Behalve dat in dwergsupers geen voedingstransformator voorkomt, gebruikt men er als regel ook geen afvlakmoorspoel, maar een weerstand en om dien zoo klein mogelijk te houden, gaat men met de afvlakcondensatoren tot zeer groote waarden. De electrolytische condensatoren maken het, zooals men weet, noodzakelijk, dat ook bij aansluiting op een gelijkstroomnet de gelijkrichtlamp in functie blijft.

De kwestie der aarding van GW-toestellen, waarbij het met één netpool verbonden chassis niet direct geaard mag worden en een vrij groote (niet-electrolytische) condensator noodig zou wezen om een eenigszins effectieve aardleiding op aan te sluiten, is bij de dwergsupers opgelost door de aardaansluiting geheel weg te laten en het net als „aarde” te laten dienen.

In verband hiermee staat ook, dat veelal geen pickupaansluiting wordt aangebracht. Een pickup, die aan één zijde aan chassis (netspanning!) zou liggen, zou gevaaren opleveren.

De aansluiting eener uitwendige antenne heeft, ook al om deze van het net geïsoleerd te houden, via een condensator plaats, die klein genoeg kan zijn om schokken bij aanraking der antenne te voorkomen.

Voor den luidspreker kan bij het geringe gewicht, dat tegenwoordig aan het magneetsysteem kan worden gegeven, het permanent-dynamische type zeer goed dienen. Waar een bekrachtigde luidspreker wordt gebruikt, ligt voor lage netspanningen de bekrachtigingsspoel parallel aan den tweeden afvlakcondensator.

Hiermede zijn eenige vitale problemen aangeduid, die bij de dwergsupers een oplossing moesten vinden.

Technisch beschouwd, is het daardoor wel een interessant toesteltype. Gegeven de vele beperkingen, die men zich bij de verwezenlijking der constructie moest opleggen, kan van een vooruitgang tegenover andere, bestaande typen echter niet gesproken worden. C.

Beproefde toestellen en onderdeelen

Nova meetcel 50 mA. — Meetinstrumenten van allerlei aard zijn steeds moeilijker te verkrijgen en wie een goeden mA-meter voor gelijkstroom bezit, ziet dus meer dan ooit uit naar mogelijkheden om dien ook voor andere dan gelijkstroommetingen dienstbaar te maken. De Nova-meetcel, die de firma *Ch. Velthuisen* te Den Haag ons ter beproefing zond, kan in dit verband velerlei diensten bewijzen, want met behulp van een dergelijke cel kan men het gelijkstroominstrument ook voor tal van wisselstroom- en wisselspanningsmetingen gebruiken, er een toonfrequenten outputmeter van maken enz.

De Novacel heeft 4 aansluitingen. De rood gekleurde, doorverbonden eindplaten worden verbonden met de positieve aansluiting van den mA-meter; de zwart gelakte middenaftakking komt aan de negatieve aansluiting van den meter. De wisselstroom wordt toegevoerd aan de overblijvende twee, blanke soldeerlippen; dat kan desgewenscht geschieden via een behoorlijk grooten papiercondensator van bijv. 1 μ F, ten einde zekerheid te scheppen, dat men nooit gelijkstroom toevoert aan de cel. Met diverse voorschakelweerstand in één der wisselstroomtoevoerleidingen kan men van den stroommeter een wisselspanningsvoltmeter maken.

Een cel voor de betrekkelijk groote stroomsterkte van 50 mA biedt het voordeel, dat men er tot aan die waarde inderdaad ook stroommetingen mee kan verrichten. Het inrichten eener dergelijke apparatuur met meetcel met shunts voor nog grootere stroommen stuit nl. op ijkbezwaren.

Aan den anderen kant staat het nadeel, dat een cel voor aanmerkelijke stroomsterkte noodwendig uit grootere platen is opgebouwd en een grootere capaciteit vertegenwoordigt, waardoor een sterkere frequentie-afhankelijkheid ontstaat voor de uitslagen bij de metingen, dus voor de ijkkrommen. Toch kan men een ijking, die bij 50 Hz (netfrequentie) wordt uitgevoerd, nog vrijwel als juist aannemen tot 3 à 4000 Hz, terwijl de fout pas boven 10000 Hz tot boven 10 % gaat stijgen. Voor de meeste practische doeleinden, vooral waar het vergelijkende metingen

Stabilisatie van Plaatspanningsapparaten, met neonlamp en met triode

In nr. 6 van den jaargang 1939 hebben wij een artikel geschreven over de functie van de neonlamp bij de stabilisatie van de spanning van een plaatsstroomapparaat. Wij hebben in dat artikel afgeleid, dat de stabiliseerende werking van de neonlamp steunt op den inwendigen weerstand van den gelijkrichter, die de te stabiliseeren spanning levert. Uit vragen die wij nog al eens over dit onderwerp ontvangen, blijkt dat dit feit niet algemeen bekend is, en het is wellicht niet ondienstig hierbij nog even stil te staan.

Een moeilijkheid bij de neon-stabilisatie is nog, dat men de gestabiliseerde spanning niet willekeurig kiezen kan. Men moet zich aanpassen aan de werkspanning van de neonlampen, die in den handel zijn, en voor spanningen beneden circa 70 V laat het middel ons geheel in den steek. In zulke gevallen, en ook wanneer een spanning tegelijk gestabiliseerd moet zijn tegen netspanningsveranderingen en tevens instelbaar, kan met vrucht een triode-stabilisatieschakeling worden gebruikt.

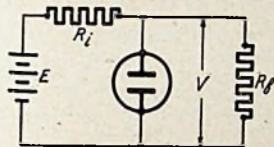


Fig. 1.

In figuur 1 is de schakeling van de neonlamp aangegeven. Een electromotorische kracht E werkt in serie met den inwendigen weerstand R_i op de parallelschakeling van den belastingweerstand R_b met de neonlamp. De spanning V ligt tusschen de ontsteeken de doofspanning van de neonlamp, en bedraagt bijvoorbeeld 100 V. De stabilisatie berust nu op het feit, dat de neonlamp een zeer geringen inwendigen weerstand heeft wanneer men niet spanning en stroom op en door de lamp zelf beschouwt, maar veranderingen in die grootheden. Bij $V = 100$ V zou bijvoorbeeld de stroom door de lamp 10 mA zijn, en het quotient van die twee zou dus een weerstand

betreft, is dus de gelijkrichtermeter alleszins bruikbaar. Dat de ijking na verloop van tijd wel wat kan veranderen bij gebruik van meetcellen, is een omstandigheid, waaraan men tegemoet kan komen door nu en dan nog eens een controle-ijking te verrichten.

Het is gewenscht, de cel te monteeren in een stofvrij doosje met aansluitingen voor mA-meter, wisselstroomtoevoer en eventueelen uitwisselbaren voorschakelweerstand. C.

beteekenen van 10000 Ω . Dat noemt men echter niet den inwendigen weerstand. Als de spanning V toeneemt tot $V + \Delta V$ dan neemt I (door de lamp) toe tot $I + \Delta I$, in het quotient van die veranderingen is dan de inwendige weerstand,

$$R_n = \Delta V / \Delta I$$

Dit kan een waarde zijn van 5 à 200 Ω , en dat wil zeggen, dat per volt verandering van V de stroom met 20 à 5 mA veranderen kan.

De stabilisatiefactor is de verhouding tusschen een verandering van E en de daarmee corresponderende verandering van V . Omdat V zoo goed mogelijk constant moet blijven als E verandert, moet die stabilisatiefactor zoo groot mogelijk worden gemaakt.

Als E verandert in $E + \Delta E$ en daardoor V in $V + \Delta V$, dan verandert het spanningsverlies in R_i van $E - V$ in $E + \Delta E - V - \Delta V$, of m.a.w. het spanningsverlies over R_i verandert met $\Delta E - \Delta V$.

Hieruit volgt weer, dat de stroom door R_i verandert met een bedrag $(\Delta E - \Delta V) / R_i$, terwijl de stroom door de neonlamp verandert met $\Delta V / R_n$.

De verandering van den stroom door R_i is natuurlijk grooter dan die van den stroom door de neonlamp, immers ook de stroom door R_b verandert, en wel met $\Delta V / R_b$, en daarom is

$$\frac{\Delta E - \Delta V}{R_i} = \frac{\Delta V}{R_n} + \frac{\Delta V}{R_b}$$

$$\Delta E - \Delta V = \Delta V \frac{R_i}{R_n} + \Delta V \frac{R_i}{R_b}$$

$$\frac{\Delta E}{\Delta V} = \frac{R_i}{R_n} + \frac{R_i}{R_b} + 1$$

Hier staat dus de stabilisatiefactor, uitgedrukt in R_i , R_n en R_b . Van de drie termen kan de eerste verreweg de grootste zijn, en het is juist de bedoeling dat die heel groot gemaakt wordt, en dat wil dus zeggen: de inwendige weerstand van de te stabiliseeren spanningsbron moet hoog zijn. Het is dus voor het verkrijgen van een zoo stabiel mogelijke spanning gunstig, een zoo hoog mogelijke spanning als beschikbaar is, gelijk te richten, en dan met een grooten serieweerstand vóór de neonlamp te werken. Dit geeft dan tevens een prima afvlakking van de bromspanning.

Stabilisatie met een triode.

Met een triode kan een stabilisatie worden verkregen, die boven het gemakkelijk bereikbare met de neonlamp uitgaat.

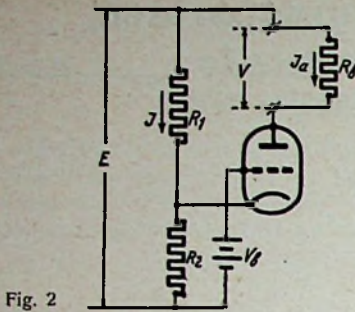


Fig. 2

Het principe kan worden afgeleid uit figuur 2. De belastingweerstand, dat is dus de weerstand van het gebruiksaanrapparaat waarop de spanning constant gehouden moet worden, is opgenomen in den plaatkring van de triode. De spanning over R_3 noemen we V , dus $V = I \cdot R_3$.

De spanning tusschen plaat en kathode van de triode, V_a , is nu gelijk aan

$$V_a = I \cdot R_1 - V.$$

De roosterspanning van de lamp, V_r , is gelijk aan de spanning over den weerstand R_2 , waar doorheen vloeit $I + I_a$, verminderd met de spanning van de batterij V_g , dus:

$$- V_r = (I + I_a) \cdot R_2 - V_g.$$

Als nu de totale spanning E verandert, dan verandert zonder eenigen twijfel de stroom I , en bij willekeurige waarden van R_1 en R_2 zou ook I veranderen. Het is echter mogelijk de verhouding van R_1 en R_2 zoodanig te kiezen, dat I_a constant blijft en wij zullen er bij voorbaat van uitgaan, dat dit zoo is.

Verandert nu I in $I + \Delta I$, dan verandert V_a in $V_a + \Delta V_a$ en omdat V constant blijft, is die ΔV_a :

$$\Delta V_a = \Delta I \cdot R_1.$$

Ook V_r verandert nu, maar omdat weer I_a constant wordt verondersteld, is ΔV_r :

$$- \Delta V_r = \Delta I \cdot R_2.$$

Wanneer kunnen nu aan een lamp *gelijktijdig* een plaatsspanning- en een roosterspanningverandering optreden, zonder dat de plaatstroom daardoor verandert?

Uit de definitie van den versterkingsfactor volgt, dat dit inderdaad mogelijk is, nl. wanneer deze veranderingen tegengesteld van teeken zijn en de plaatsspanningsverandering g maal zoo groot is als de roosterspanningsverandering, waarbij g de versterkingsfactor is.

Hieruit volgt onmiddellijk, dat aan de vooraf aangenomen constantheid van I_a zal zijn voldaan als $R_1 = g \cdot R_2$. Eén van die twee weerstanden moet dus variabel gemaakt worden, en worden ingesteld op de juiste verhouding tot de andere.

Theoretisch is de stabilisatie dan volmaakt, immers veranderingen in de toegevoerde spanningen

veroorzaken geen stroomveranderingen door R_3 . Practisch is het zoo mooi niet, en wel hierom, dat de versterkingsfactor van een triode niet absoluut constant is, maar eenigszins afhankelijk is van de plaat- en roosterspanning. Toch kan met een geschikte lamp, E408 of dergelijke, wel een stabilisatiefactor van 400 worden bereikt.

De batterij die in figuur 2 voorkomt, kan gemakkelijk omzeild worden door er figuur 3 van te maken.

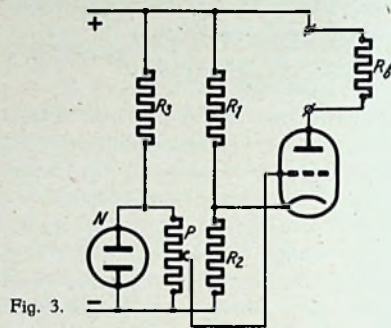


Fig. 3.

Op den hoogohmigen potentiometer P zorgt de neonlamp N voor een zeer constante spanning via een hoogen serieweerstand R_2 . De van P afgetakte spanning doet nu den zelfden dienst als de V_g in figuur 2. Bovendien heeft dit het voordeel, dat men den stroom door R_3 gemakkelijk kan instellen op zeer uiteenloopende waarden. Daar R_3 op zich zelf ook elke willekeurige waarde kan hebben, kan de gestabiliseerde spanning V zoowel enkele volts als enkele honderden volts zijn. Voor experimenteele doeleinden is zoo'n gecombineerd regel- en stabiliseeringsapparaat een nuttig ding.

Het instellen van de verhouding R_1/R_2 op de vereichte waarde voor gunstigste stabiliseering kan het best als volgt gebeuren. In serie met E laat men werken, via een transformator, een toonfrequente spanning van bijvoorbeeld 10 V, en via een scheidingscondensator plaatst men een telefoon parallel met R_3 . Bij de juiste instelling verdwijnt dan de toon volledig of zoo goed als volledig. Desnoods kan een 50-perioden spanning ook dienst doen, hoewel de hoorbaarheid daarvan ver achterstaat bij 400 of 800 Hz, en dus de instelling ook minder nauwkeurig kan gebeuren.

Op een karakteristiek verschil tusschen de neon- en de triodestabilisatie moet nog gewezen worden. In het bovenstaande is uitsluitend beschouwd de stabilisatie tegen netspanningsschommelingen. Een andere kwestie is, hoe de spanning verandert tengevolge van veranderingen in de afgenomen stroomsterkte. In dat opzicht is de neonlamp veel beter dan de triodeschakeling. Bij eerstgenoemde is de inwendige weerstand

van de schakeling, gezien vanaf R_v , praktisch gelijk aan den inwendigen weerstand van de neonlamp zelf. In de R_v daarvan bijvoorbeeld 100 Ω , dan zal de spanning praktisch 1 V veranderen als de afgenomen stroom door R_v met 10 mA verandert. De stroom, die door den gelijkrichter wordt geleverd, is ten naaste bij constant.

Bij de triodeschakeling verandert de spanning V heel sterk bij veranderingen in den afgenomen stroom. Voor een wisselende belasting is die schakeling dus niet geschikt, maar wel bij uitstek voor het ijken of vergelijken van meetinstrumenten, opmeten van lampkarakteristieken en dergelijke.

Ls.

Meting van stroomen in ononderbroken kringen

Tot de praktisch zich voordoende problemen, waarover wij nogal eens worden geraadpleegd, behoort het volgende.

Men wil bij een balansversterker de plaatstroom der twee in balans geschakelde lampen, die op een uitgangstransformator zijn aangesloten, op gelijkheid kunnen controleren, terwijl de versterker, waarvan deze balans den uitgang vormt, in bedrijf is.

De kringen mogen dus niet door een schakelaar onderbroken worden voor het inschakelen van een mA-meter en toch moet men de stroomen in die kringen kunnen meten, althans onderling kunnen vergelijken.

* * *

Het is niet buitengesloten, dit toch met behulp van schakelaars uit te voeren, wanneer men in fig. 1 de schakelaars met draaipunt d zoo uitvoert, dat de contactarm bij de omschakeling de verbinding met contactpunt 1 pas verbreekt, nadat hij een oogenblik de contactpunten 1 en 2 heeft kortgesloten en eerst daarna alleen op 2 komt te staan. Sluit men een mA-meter nu beurtelings in de stekerbussen a b van de twee anoden aan, dan kan men beurtelings door omzetten der schakelaars de stroomen meten, zonder dat deze verbroken worden. Wij nemen hierbij aan, dat de mA-meter zoo geringen inwendigen weerstand heeft, dat zijn invoeging in den stroomkring een te verwaarloozen invloed heeft op de werkelijke stroomsterkte.

Schakelaars, die aan de gestelde voorwaarde voldoen, zijn wel te koop of te maken. Een bezwaar van de inrichting is, dat men terdege moet opletten, dat

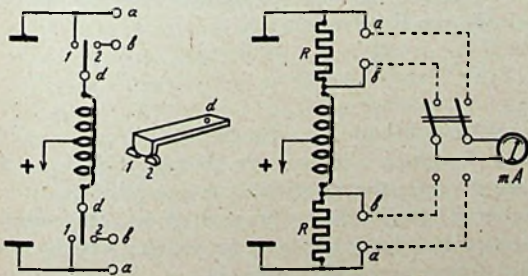


Fig. 1,

Fig. 2.

de schakelaars steeds op stand 1 worden teruggezet, voordat men den meter wegneemt. Vooral bij penthode-eindlampen is bijzondere zorg in dit opzicht aan te bevelen, want verbreking van den plaatstroom leidt bij penthoden tot overbelasting van het schermrooster.

Bovendien zou men ter snelle vergelijking tusschen de stroomen in de beide ketens liever den meter met één beweging uit den eenen kring in den anderen willen overschakelen, wat hier verre van eenvoudig is.

* * *

Een inrichting, die onder alle omstandigheden volkomen veilig is en betere mogelijkheden biedt voor snelle omschakeling, wordt verkregen volgens fig. 2 door in elk der anodeleidingen een betrekkelijk kleinen weerstand R op te nemen, met stekerbussen a en b. De weerstand moet zoo klein blijven, dat de werking van den versterker er niet wezenlijk door beïnvloed wordt, maar toch zoo groot, dat de spanningsval, dien de plaatgelijkstroom aan den weerstand veroorzaakt, gemakkelijk met een als voltmeter geschakelden mA-meter is te meten. Bedenkt men, dat de stroom per lamp toch licht 20 mA. zal bedragen en dat die stroom aan een weerstand van 100 ohm reeds een spanningsval van 2 volt veroorzaakt, dan blijkt gemakkelijk aan de gestelde voorwaarden voldaan te kunnen worden.

Reageert de mA-meter op een voldoende kleine stroomsterkte, zoodat de voltmeter, die men ervan maakt, een voldoende hoogen weerstand kan hebben, dan zal in- en uitschakeling van den meter in de contacten a b geen invloed van eenige beteekenis hebben op de werking van den versterker.

En of de meter is aangesloten of niet, doet tot de bedrijfsveiligheid voor de lampen niets af. Men loopt geen gevaar, een schakelhandeling te vergeten, die kwade gevolgen kan hebben.

Verder kan men den meter en de beide paren contactbussen a b aansluiten op een dubbelpoligen schakelaar (messchakelaar of draaibare nokken-schakelaar), zooals met stippellijnen is aangegeven en zooden meter snel achter elkaar om beurten in één der anodeleidingen schakelen.

Dit is dus een inrichting, die vele voordeelen biedt, zoodat wij daarover enkele berekeningen willen maken.

* * *

Hoe kleiner men de weerstanden R kan nemen, des te beter is dat voor de werking van den versterker. Het hangt geheel van den beschikbaren meter en van de grootte der anodestroom af, hoe ver men met het klein houden der weerstanden R kan gaan.

Uitgaande van den mA-meter, dien men voor het doel kan bestemmen, zal men eerst moeten nagaan, welk gedeelte van den normaal te verwachten anodestroom i_a door dien meter kan worden aangewezen. Is het een meter met 1 mA. vollen uitslag en draagt de anodestroom per lamp ongeveer 65 mA., dan zal het praktisch wezen, het zoo in te richten, dat de meter juist 1/100ste van den vollen stroom aanwijst. Heeft men een meter van 2 mA. en draagt de anodestroom ongeveer 20 mA., dan zal men liefst den meter 1/20ste van den werkelijken stroom laten aanwijzen. Dat wil in het algemeen zeggen, dat men een eenvoudig vermenigvuldigingscijfer kiest, waarmede de te meten stroom binnen het bereik van den meter wordt gebracht. Dat vermenigvuldigingscijfer noemen wij p , zoodat wij dus op den meter $1/p$ de gedeelte van den werkelijken stroom zullen aflezen.

Hiertoe zullen wij den meter met inwendigen weerstand R_1 , wanneer hij met R parallel wordt geschakeld, een voorschakelweerstand R_v in serie met R_1 moeten geven. Wordt dan de meter in a b aangesloten, dan komt dus $R_1 + R_v$ met den vasten weerstand R parallel te staan.

Zonder meter is bij een anodestroom i_a mA. de spanning aan R gelijk aan $i_a R$ millivolt. Met den meter wordt die spanning $i_a \frac{R(R_1 + R_v)}{R + R_1 + R_v}$ mV. Die spanning staat dan ook op $R_1 + R_v$ en de meter zal nu $1/p$ i_a aanwijzen, wanneer

$$i_a \frac{R(R_1 + R_v)}{R + R_1 + R_v} = 1/p i_a (R_1 + R_v)$$

$$\text{dus } \frac{R + R_1 + R_v}{R} = p$$

$$1 + \frac{R_1 + R_v}{R} = p$$

Moet p bijv. 20 worden, dan moeten wij $\frac{R_1 + R_v}{R}$

$$= 19 \text{ maken, of } R = \frac{R_1 + R_v}{19}.$$

De kleinste bruikbare waarde voor R , die hieruit volgt, is die, waarbij de voorschakelweerstand $R_v = 0$ is, dus weggelaten wordt. Dan moet R gelijk zijn

aan $\frac{1}{p-1} R_1$, in het gegeven cijfervoorbeeld dus $1/19 R_1$.

Wil men voor p een gemakkelijk, rond vermenigvuldigingsgetal aannemen, dan wordt $p-1$ bijna altijd een lastig getal, waarmede men voor R een waarde vindt, die niet met eenige nauwkeurigheid kant en klaar in den handel is te verkrijgen, tenzij men er twee bij den mA. passende extra-shunts voor het vereischte meetbereik voor aanschafft, die vast in den versterker worden ingebouwd. Dat is echter een dure oplossing. Zelf die shunts te maken, is niet buitengesloten, maar lastig nauwkeurig uit te voeren.

Aan het werken met de kleinst mogelijke waarde voor R is bovendien het bezwaar verbonden, dat voor alle meters met losse shuntweerstand geldt, n.l. dat eventuele overgangsheerstanden op de aansluitplaatsen tusschen meter en shunt grooten invloed hebben op de juistheid der aflezing als de shunt klein is. Daarom zal er meestal wel de voorkeur aan gegeven worden, voor R een grotere waarde te kiezen, waarbij R en R_v zich beide in heele getallen laten uitdrukken.

R_1 en p liggen vast door de eigenschappen van den beschikbaren meter en aan de hand van

$$(p-1)R - R_v = R_1$$

zal men dus R en R_v gaan kiezen. Een bruikbare suggestie daarbij is om $R = R_1$ te maken, als R_1 zelf een rond getal is, zooals meestal het geval zal wezen. Voor R_v vindt men dan $(p-2)R_1$.

* * *

Wij hebben het bovenstaande in den hier gegeven vorm voorgedragen, omdat er tevens op eenvoudige wijze uit volgt, hoe men te werk kan gaan, wanneer men niet een losse mA-meter voor het doel beschikbaar heeft, maar wel een voltmeter met passend klein meetbereik, waarbij dan de totale voltmeterweerstand in de plaats treedt van $R_1 + R_v$.

Men is dan min of meer aan een geheel bepaalde waarde van R gebonden, n.l.

$$R = \frac{R_1 + R_v}{p-1}$$

en zal met behulp eener brugschakeling een waarde voor R moeten afpassen, die hieraan voldoet. Kent men dan het stroomverbruik van den voltmeter, dan zal men uit den uitslag weer door een eenvoudige vermenigvuldiging met p de werkelijke waarde van den stroom kunnen bepalen.

Is de meter bijv. van een type met 2 mA. maximaal

eigen verbruik en met een bereik van 7,5 volt, dan is de totale voltmeterweerstand ($R_1 + R_2$) gelijk aan

$$7,5 : \frac{2}{1000} = 3750 \text{ ohm. Moet } p = 20 \text{ worden ge-}$$

$$\text{nomen, dan wordt } R = \frac{3750}{19} = 197,4 \text{ ohm. Men}$$

moet zich dan de poging getroosten om zulk een

weerstand te maken of zich vergenoegen met de fout, die ontstaat als men er 200 voor neemt.

Wat dit laatste betreft, merken wij nog op, dat wanneer het alleen om controle op de gelijkheid der anodestroomen gaat, zonder dat men zich voor de preciese waarde bijzonder interesseert, de juiste waarde van R er ook niet zoo erg op aankomt, als de twee R's maar nauwkeurig aan elkaar gelijk zijn.

J. C.

Hooge gelijkgerichte spanningen zonder transformator

In een artikel over een eenvoudige uitvoering van een Geiger-electronenteller, zooals die in de Philips-laboratoria is uitgevoerd, in R.-E. 1941 No. 14, werd melding gemaakt van de zeer compacte constructie van den gelijkrichter voor dat toestel, die door een cascade-schakeling van gelijkrichtcellen en condensatoren, zonder transformator, met behulp van de wisselspanning van 220 volt van het lichtnet een gelijkspanning van 1200 volt opwekt.

Uit onzen lezerskring is de vraag gekomen, hoe zulk een gelijkrichter werkt.

Over dit onderwerp verscheen in Januari 1936 een artikel in het eerste nummer van het Philips Technisch Tijdschrift. Dit betrof toen de gelijkrichters voor hoogspanningsinstallaties, die gelijkspanningen tot in de buurt van 1 miljoen volt moeten leveren, zij het bij een stroom van slechts enkele mA; dat worden in verband met de isolatie-eischen en de maatregelen tegen sproei-verschijnselen bouwsels van enorme afmetingen, aanzienlijk meer dan manskhoogte. Maar deze reuzen onder de gelijkrichterinstallaties werkten volgens hetzelfde principe als het kleine gelijkrichtertje voor 1200 volt uit R.-E. No. 14, dat in de palm van de hand kan worden gehouden. Het eenige verschil is, dat voor de reuzeninstallatie gelijkrichtbuizen werden gebruikt met de bijkomstige verwikkeling hunner gloeidraadvoeding, terwijl het 1200-volt-gelijkrichtertje met *seleencellen* werkt, hetgeen den bouw enorm vereenvoudigt.

De theoretische grondslag van deze gelijkrichters berust, zooals destijds in het Philips Technisch Tijdschrift werd uiteengezet, op een schakeling, die door Greinacher het eerst is beschreven. Onafhankelijk van elkaar en bijna gelijktijdig zijn Cockcroft te Cambridge en Bouwers (Philips Röntgenlaboratorium) te Eindhoven destijds op de gedachte gekomen, het beginsel toe te passen voor het opwekken van zeer hooge spanningen.

Het principeschema is weergegeven in fig. 1. Aan een weerstand (of transformatorwikkeling) T wordt de wisselspanning toegevoerd, waarvan men uitgaat. De topwaarde van die wisselspanning noemen wij E. Het punt a is geaard en verkeert dus voortdurend op

nulpotentiaal. Dit is voor de werking niet essentieel, maar wordt hier zoo gesteld om gemakkelijker tot een duidelijker inzicht in de werking der schakeling te geraken. Punt a_1 verkeert nu n.l. in den toestand, dat zijn spanningen tegenover aarde wisselen van + E tot - E en dus voorgesteld kunnen worden door de kromme a_1 in fig. 2.

De vraag wordt nu, welke spanningen zullen optreden aan het punt b.

Wanneer de gelijkrichter V_1 er niet was en dus b eenvoudig was doorverbonden met b_1 , zou de bovenplaat van condensator C_1 afwisselend positieve en negatieve ladingen aannemen, welke maximale waarde zou worden bepaald door de piekwaarde E der wisselspanning, ladingen dus van EC_1 coulomb. De gelijkrichter V_1 laat evenwel in de keten $aa_1 bb_1$ slechts stroom door in één richting. Als het pijltje de kathode van den gelijkrichter voorstelt, zal een

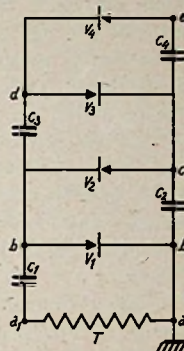


Fig. 1.

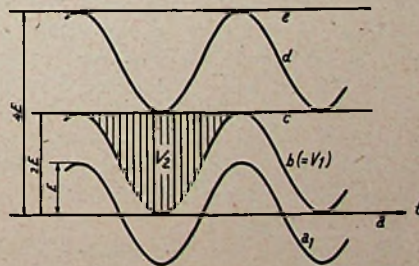


Fig. 2.

positieve lading, die zich op de bovenplaat van C_1 eenmaal heeft gevormd, niet meer kunnen afvloeien, want de gelijkrichter laat de stroomrichting, welke daarvoor noodig zou zijn, niet toe. Condensator C_1 wordt dus geladen tot de piekwaarde E van de wisselspanning en de potentiaal van b blijft dientengevolge $+E$ ten opzichte van a_1 (of $-E$, wanneer de gelijkrichter zou worden omgedraaid).

De potentiaal van b , welke gelijk is aan de met $+E$ vermeerderde waarde der potentiaal van a_1 , schommelt dus van $-E + E = \text{nul}$ tot $+E + E = 2E$. Deze spanningen van b ten opzichte van aarde, zijn tevens de spanningen aan gelijkrichter V_1 . Deze wisselen dus ook van nul tot $+2E$ en laten zich voorstellen door kromme b in fig. 2.

Hierbij wordt voorloopig aangenomen, dat de lading van den condensator, wanneer die eenmaal de spanning $+E$ heeft bereikt, geen verliezen ondervindt, waardoor V_1 dan ook geen stroom meer doorlaat, want dit zou pas kunnen gebeuren, wanneer de som van de positieve gelijkspanning aan C_1 en de amplitude der wisselspanning ten opzichte van aarde, weer negatief zou worden. Voor de positieve topspanning $+2E$ is V_1 gesperd.

De van nul tot $+2E$ wisselende spanningen aan V_1 werken nu evenwel op hun beurt op V_2 en C_2 . Positieve spanningen aan b corresponderen met de doorlaatrichting van V_2 , zoodat C_2 gelegenheid krijgt, zich aan de bovenzijde weer tot de topwaarde van de werkzame spanningen, dus tot $+2E$ te laden, waarna ook V_2 , zoolang die lading geen verliezen ondergaat, geen stroom meer doorlaat.

Het punt c komt dus al op de constante spanning $+2E$, terwijl de spanning aan b schommelt van 0 tot $+2E$.

Aan V_2 hebben wij dus, evenals aan V_1 , spanningswisselingen van nul tot $+2E$, maar in omgekeerde phase, zooals te zien is uit het met V_2 aangeduide, gearceerde gedeelte der kromme b in fig. 2. De spanningswisselingen aan V_2 zijn toch gelijk aan het verschil tusschen het in fig. 2 aangegeven constante niveau c en de wisselingen van kromme b .

Nu werken de spanningswisselingen aan V_2 op V_3 en C_3 . Zij laden in de phase, waarin de spanning van het punt b tot nul daalt, C_3 tot gelijke spanning als c , dus tot $2E$ boven de spanning van b . Het punt d komt daardoor te verkeeren op een spanning, die $2E$ boven de wisselende spanning aan b ligt, dus varieert van $2E$ tot $4E$; zie kromme d in fig. 2. Hierbij wordt — verliezen buiten rekening latende — ook V_3 weer stroomloos en aan V_3 hebben wij nu spanningswisselingen, die liggen tusschen $+2E$ aan beide zijden van V_3 (als b nul is), tot $+4E$ aan punt d en $+2E$ aan punt c .

Gaan wij nu nog na, hoe deze tusschen $+2E$ en $+4E$ wisselende spanningen aan V_3 werken op V_4

en C_4 , dan vinden wij, dat C_4 wederom een vaste lading $2E$ krijgt boven het niveau van punt c , zoodat punt e een vaste spanning $+4E$ ten opzichte van aarde verkrijgt.

Natuurlijk zal bij eenige stroomafname tusschen a en e , waartusschen nu de gelijkspanning $4E$ is verkregen, evenals bij elken gelijkrichter, die spanning iets dalen. Al de gelijkrichters ondervinden hierdoor verliezen, die door stroomdoorgang gedurende kleine gedeelten van de voor die gelijkrichters werkzame phasen moeten worden goedge maakt.

Het systeem laat zich in principe onbeperkt verder voortzetten om nog hogere vermenigvuldigingstallen voor de spanning te halen. Een groot voordeel van de schakeling is, dat alle condensatoren en gelijkrichters slechts een bepaald gedeelte van de spanning hebben te verdragen, n.l. $2E$, terwijl C_1 zelfs slechts op de spanning E komt. Toch stelt de isolatie der onderdeelen een grens, want als de isolatieweerstanden der condensatoren niet alle precies gelijk zijn, ontstaat een minder gunstige spanningsverdeling.

Bij den opbouw van installaties met lampgelijkrichters ontmoet men moeilijkheden met de gloeidraadvoeding, aangezien de opeenvolgende kathoden zich op verschillende spanningsniveaux bevinden. Cockroft loste dit probleem op door de gloeidraden uit afzonderlijke, in de constructie opgenomen accellen te voeden, die zelf mede op het hogere spanningsniveau verkeerden. Dr. Bouwers paste een door Kuntke te Eindhoven ontworpen systeem van voeding met hoogfrequenten stroom toe, die via de condensatoren kan worden toegevoerd zonder de overige werking te hinderen. Alleen moesten daarbij in de schakeling extra smoorspoelen en weerstanden worden toegevoegd, welke laatste (de weerstanden) tevens dienst deden om den stroom door de gelijkrichters in het begin, als de condensatoren nog geen lading hebben aangenomen, te beperken.

Bij een installatie met seleencellen vervalt het probleem der gloeidraadvoeding. Men heeft slechts in elken tak zooveel cellen in serie aan te brengen, dat hun gezamenlijke sperspanning ruim $2E$ bedraagt, dus het dubbele van de wisseltopspanning, waarvan men uitgaat, (ongeveer $3 \times$ de effectieve spanning). Heeft men seleencellen met een sperspanning van 30 volt, dan is het aantal, dat men noodig heeft, dus eenvoudig te bepalen.

De grootte der condensatoren beperkt zoowel de waarde van den eersten opgenomen stroomstoot als den stroom, die zonder overmatig spanningsverlies geleverd kan worden. In de groote installatie van het Röntgenlaboratorium werden papiercondensatoren van $0,01 \mu\text{F}$ gebruikt. Bij stroomafname bevat de gelijkstroom natuurlijk ook een zekeren wisselstroomrimpel.

C,

De kathodestraal-oscillograaf geeft een raadseltje op



Eén onzer lezers legde ons onlangs een geval voor van een schijnbaar wat geheimzinnige mistekening in het beeld, dat hij op het scherm van een kathodestraal-oscillograaf verkreeg van de gemoduleerde trilling van zijn service-oscillator.

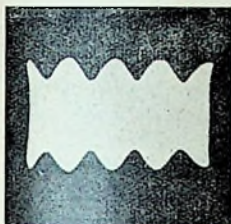


Fig. 1.
Normaal oscillograafbeeld
eener gemoduleerde hoog-
frequente trilling.

Normaal ziet dat beeld er uit, zooals fig. 1 te zien geeft. Door de hoge frequentie der trillingen van de draaggolf vloeien deze trillingen op het beeld in elkaar tot een continu verlicht vlak, boven en onder begrensd door sinusvormig verloopende krommen, waarin de frequentie der modulatie zich afteekent.

In het geval echter, waarover wij geraadpleegd werden, verliepen die begrenzend sinusvormige krommen op de wijze, die in fig. 2 met A en B op overdreven wijze is weergegeven. De modulatie dalen aa' , bb' , cc' liggen daar niet recht boven elkaar — evenmin als de modulatie toppen — maar ten opzichte van elkaar verschoven. De vraag werd gesteld, wat hier aan de hand kon zijn.

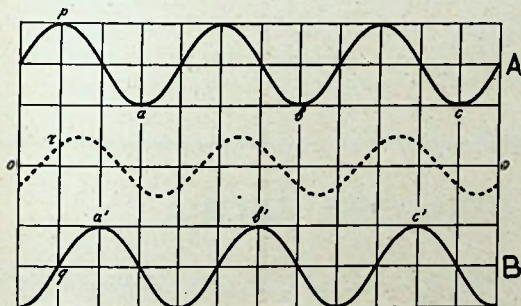


Fig. 2.

Een fout van de oscillograaf was het blijkbaar niet, want bij navraag werd ons medegeleed, dat van een ongemoduleerde hoogfrequente trilling, zowel als van de moduleerende laagfrequente trilling afzonderlijk, normale beelden werden verkregen, die niet scheef getrokken of vervormd waren. Er was dus niets aan de hand met de wijze, waarop de gemoduleerde trilling aan de oscillograaf werd medegedeeld.

Nu kan men op eenvoudige wijze een grafische analyse uitvoeren van het beeld der gemoduleerde

trilling met de ten opzichte van elkaar verschoven toppen en dalen. Om toch uit te vinden hoe zulk een beeld kan zijn ontstaan, moet het van nut wezen om eerst na te gaan, wat het eigenlijk voorstelt.

Hadden wij met een normaal beeld van een normale gemoduleerde hoogfrequente trilling te doen, dan zou het beeld symmetrisch zijn ten opzichte van de in fig. 2 met o-o aangegeven nullijn. Voor alle recht boven elkaar liggende punten p en q van de krommen A en B gaan wij nu na, waar het midden tusschen die twee punten ligt en teekenen die middens r met punten aan. Voeren wij dit uit voor de volledige krommen A en B van het verschoven beeld, dan vinden wij voor het verloop der middens de gestippelde kromme in het midden van fig. 2.

Wij zien direct, dat die gestippelde kromme een enkelvoudige sinustrilling voorstelt van dezelfde frequentie als die der modulatie. En het is duidelijk, dat een normale gemoduleerde hoogfrequente trilling het verschoven beeld zou opleveren, wanneer tijdens het opnemen van dat beeld de nullijn volgens de gestippelde sinuskromme op en neer danste.

Dat laatste zal het geval wezen, wanneer bij het toevoeren van de gemoduleerde trilling aan de oscillograaf, tevens de modulatie trilling zelf op de oscillograaf doordringt.

Met dat inzicht gewapend, moest dus de gemoduleerde service-oscillator van den vraagsteller eens bekeken worden. Die bleek te bestaan uit een hoogfrequent-oscillator, die zijn spanning leverde aan het stuurrooster eener penthode, terwijl de modulatiefrequentie aan het remrooster van diezelfde penthode werd toegevoerd; een schakeling, die een soortgelijke „multiplicatieve" modulatie oplevert als men aantreft bij elke menglamp. In den met de oscillograaf gekoppelde plaatkring van de penthode-menglamp was een ohmsche weerstand als uitwendige impedantie aangebracht.

Hier valt te bedenken, dat de menglamp, behalve dat zij modulatie tot stand brengt, tevens gewoon als versterker de toegevoerde frequenties naar den plaatkring doorgeeft, zoodat de plaatwisselstroom componenten bevat in de frequentie der origineel toegevoerde trillingen. En aan een ohmschen weerstand in den plaatkring ontstaan spanningen in alle frequenties van de in den plaatstroom aanwezige componenten, laagfrequent, zowel als hoogfrequent. Vandaar, dat bij deze inrichting van den modulator, aan de oscillograaf, gelijktijdig met de spanningen van de gemoduleerde hoogfrequente trilling, óók spanningen in de modulatiefrequentie zelve werden toegevoerd, dat is de in fig. 2 gestippelde trilling.

Daarmede is het verschijnsel van het beeld der gemoduleerde trilling met de verschoven toppen volledig verklaard.

Hoe men het optreden van dit verschijnsel moet voorkomen, is nu ook duidelijk. Daartoe moet men in den plaatkring der modulatorlamp een impedantie opnemen, waaraan wél spanningen kunnen ontstaan in de frequentie van de gemoduleerde hoogfrequente trilling, maar niet in de lage frequentie der modulerende trilling. Zulk een impedantie is bijv. een afgestemde kring of een hoogfrequentsmoorpoel met geringen ohmschen weerstand.

* * *

Er valt nog wel iets meer op te merken omtrent dit geval.

Uit fig. 2 kunnen wij grafisch gaan afleiden, hoe nu eigenlijk het *werkelijke* beeld der gemoduleerde hoogfrequente trilling er had moeten uitzien, wanneer de laagfrequente, gestippeld geteekende kromme, niet aanwezig was geweest. Dat verkrijgen wij door in fig. 2 de gestippelde kromme te gaan *af-trekken* van de krommen A en B.

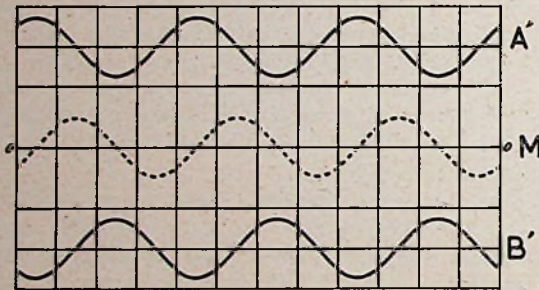


Fig. 3.

Door die bewerking ontstaat fig. 3, waar de met M aangeduide gestippelde kromme van de doorgegeven

modulatietrilling nog eens onveranderd is ingetekend. A' en B' in fig. 3 hebben nu de normale ligging der begrenzingskrommen van de hoogfrequente gemoduleerde trilling, maar wij zien tevens, dat de werkelijke modulatie diepte, zooals die uit A' en B' blijkt, *kleiner* is dan men misschien uit A en B in fig. 2 zou hebben vermoed. Het doordringen van spanning in de oorspronkelijke modulatiefrequentie veroorzaakt dus in het beeld op de oscillograaf niet alleen een scheef trekken, maar bovendien een onjuiste voorstelling der werkelijke modulatie diepte.

Aan de hand van fig. 3 kunnen wij ons ook nog de vraag stellen, hoe het komt, dat de gestippelde spanningskromme M van de laagfrequente modulatietrilling *in phase* verschoven is ten opzichte van de begrenzingskrommen van de gemoduleerde hoogfrequente trilling. Dat dit phase-verschil in onze figuur juist $\frac{1}{4}$ periode bedraagt, is zuiver willekeurig uit den opzet onzer teekening voortgesprongen. In het algemeen echter is een dergelijke verschuiving wel te verwachten.

Weliswaar ontstaat zowel de modulatie der hoogfrequente trilling als de laagfrequente plaatwisselstroom door eenzelfde oorzaak, dat is hier de laagfrequente wisselspanning op het rectorstroom der modulatorlamp. Oorzakelijk zijn de twee verschijnselen dus in phase. Zij worden echter in het gestelde geval via een RC-koppeling op de oscillograaf overgedragen en daarbij ondergaat de gemoduleerde trilling alleen de hoogfrequente phaseverschuiving, terwijl de laagfrequente trilling een op de tijdas veel grooter tot uiting komende verschuiving ondergaat. ($\frac{1}{4}$ periode hoogfrequent is op de tijdas 0-0 onmerkbaar klein tegenover $\frac{1}{4}$ periode laagfrequent). Ook afgezien van de verschillen in verschuiving voor de verschillende frequenties zullen zich dus onderlinge verschuivingen op de tijdas openbaren.

J. C.

Een condensator van één farad

In het practische maatsysteem is de farad de eenheid van capaciteit.

Volgens definitie is dit de capaciteit van een condensator, die een spanning van 1 volt aanneemt, wanneer die geladen wordt met de electriciteitshoeveelheid van 1 coulomb, dat is de hoeveelheid, welke bij een stroomsterkte van 1 ampère in den tijd van 1 seconde door een geleiding vloeit.

De grootheden 1 volt en 1 ampère in 1 seconde zijn heel normale, niet overdreven groote waarden, waarmee men dagelijks rekent.

Als men echter bedenkt, dat de capaciteiten, waarmee wij geregeld te maken hebben, in micro-

farad of zelfs in micromicrofarad worden uitgedrukt, dus in millioenste deelen of zelfs in biljoenste deelen van de eenheid van capaciteit, dan gaan we ons realiseeren, dat een condensator van 1 farad iets reusachtigs moet zijn, waarvan wij ons eigenlijk haast geen voorstelling kunnen maken.

Stelt men zich een metalen bol voor, zwevende in de oneindige ruimte, dan laat zich berekenen, dat de capaciteit van een bolletje met een straal van 1 cm ten opzichte van een op oneindigen afstand verwijderd, de oneindige ruimte omhullend boloppervlak, 1,113 $\mu\mu\text{F}$ bedraagt. Deze capaciteit is evenredig met den straal van den bol en de aardbol

met een straal van 6367 km vormt dus een capaciteit van 708 μ F. Om tot 1 F te geraken, zou de bol een straal moeten hebben van rond 9 miljoen kilometer, dat is $1400 \times$ meer dan de straal der aarde.

Deze kleine rekenpartij kan misschien dienstig zijn om de verhouding van 1 micromicrofarad tot 1 farad eenigszins te doen beseffen.

Onze technische condensatoren vertegenwoordigen capaciteitswaarden, die in verhouding tot de ingenomen ruimte betrekkelijk groot zijn, tengevolge van het feit, dat men den afstand tusschen de belegsels zeer klein maakt, door de isolatie uit dunne lagen (papier, mica) te laten bestaan. Om echter tot capaciteiten van meer dan bijv. 10 μ F te geraken, moet men zijn toevlucht nemen tot het systeem van den electrolytischen condensator, waarvan wij typen van bijv. 32 μ F kennen voor nog betrekkelijk hoge spanningen van 450 volt, terwijl er voor afvklfilters in gloeistroomapparaten zelfs gemaakt zijn van 2500 μ F, die echter hoogstens 10 volt konden verdragen.

Een electrolytische condensator van 1 farad werd in 1939 op de Berlijnsche radiotoonstelling voor demonstraties gebezigd op de stand der Siemens & Halske A.G. Die condensator was vervat in een metalen huis van $18\frac{1}{2} \times 13\frac{1}{2} \times 14$ cm en er is nu onlangs door H. Nottebrock een artikel aan gewijd in het *Siemens Zeitschrift* (Nov.-Dec. 1940).

Het diëlectricum van een electrolytischen condensator (de isoleerende laag tusschen de metalen belegsels) wordt gevormd door het dunne vlies van aluminium oxyd ($Al_2 O_3$) dat zich op de als anode dienende aluminiumplaat bevindt. Bij den demonstratiecondensator van Siemens had men te doen met een niet-gepoolden condensator, waarbij zich in werkelijkheid op *beide* electroden zulk een vlies bevindt; daarbij is echter steeds slechts het vlies op de momenteel als anode dienende electrode actief. Ter vergrooting van het werkzame oppervlak der electroden, ten einde zoo groot mogelijke capaciteit in zoo klein mogelijke ruimte te verkrijgen, werden de electroden ruw gemaakt; de mate waarin dit middel tot capaciteitsvergroting werd toegepast, was betrekkelijk sterk (grootte „Aufrauhfaktor“); eerst het veel verder doorvoeren van dit middel dan gewoonlijk geschiedt, maakte het mogelijk, in de boven aangegeven kleine ruimte de capaciteit tot 1 farad op te voeren.

De eenige beperking, die men zich daarbij moest opleggen, was het aanwenden eener niet hogere bedrijfsspanning dan $1\frac{1}{2}$ volt.

Het gewicht van den condensator in het met zeer zware aansluitmoeren voorziene metalen huis bedraagt 7 kg. De zware aansluitklemmen waren noodig in verband met de noodzakelijkheid om bij de

monstratieproeven met den condensator de overgangsweerstanden klein te houden.

In het zeer dunne vlies van aluminiumoxyd, dat hier het diëlectricum vormt, heerscht zelfs bij de lage bedrijfsspanning van $1\frac{1}{2}$ volt een zeer groote elektrische veldsterkte, die waarden kan aannemen van 1 miljoen volt per cm. Bereken men de electronendichtheid op het oppervlak van het diëlectricum bij een spanning van 1 volt, dan vindt men, dat die electronendichtheid per vierkanten centimeter 100000 maal grooter is dan bij een tot 1 volt geladen keramischen condensator met een diëlectricumdikte van 1 mm.

* * *

Als demonstratieproef met dezen condensator werd het verloop der ontlading getoond op een voltmeter. Dit gelukt, wanneer de ontlading maar langzaam genoeg verloopt en de wijzer van het instrument niet te traag is.

De ontlading van een condensator met capaciteit C over een weerstand R heeft plaats volgens de wet:

$$V = V_0 \cdot e^{-\frac{t}{CR}}$$

Hier stelt V_0 de spanning voor, waartoe de condensator geladen was, V de spanning na een tijdsverloop van t seconden, terwijl $C \times R$ de tijdconstante in seconden is van de keten en e het grondgetal (2,7183) der natuurlijke logaritmen.

Voor den ontladingsweerstand R was 20 ohm gekozen, zoodat de tijdconstante 20 sec. werd en in dien tijd de spanning tot het $1/2,7183$ gedeelte van V_0 moest afnemen. Eerst na 60 seconden is de spanning tot iets minder dan $1/16$ van de oorspronkelijke gedaald. Dat zijn voldoende lange tijden om het verloop der ontlading gemakkelijk op een voltmeter te kunnen volgen. Heeft de voltmeter, die vol uitslaat bij 1 volt, behoorlijk hoogen weerstand, dan kan men den meter aan condensator en ontladingsweerstand parallel schakelen, zonder dat zijn aanwezigheid het verloop merkbaar stoort.

Ter vergelijking waren naast den condensator van 1 farad twee van kleinere capaciteit opgesteld, n.l. van 500 μ F ($2000 \times$ kleiner) en van 10000 μ F ($100 \times$ kleiner). Het arbeidsvermogen, dat bij lading in een condensator wordt opgehoopt, is $\frac{1}{2} CV^2$, uitgedrukt in joules of wattseconden, waarbij 1 wattseconde = 0.102 kilogrammeter = 102000 gramcentimeter. Voor de drie condensatoren van 500 μ F, 10000 μ F en 1 F zijn de bij lading met 1 volt opgehoopte arbeidsvermogens respectievelijk 2,5, 50 en 5000 gramcentimeter¹⁾. In het eerste geval is dit

1) Het arbeidsvermogen van 1 gramcentimeter staat gelijk met den arbeid, die verricht moet worden om een gewicht van 1 gram over een hoogte van 1 cm op te heffen.

juist voldoende om bij aansluiting van den geladen condensator op den weerstand van 200 ohm den meter even te doen bewegen; in het tweede geval ziet men een afleesbaren uitslag, maar lang niet tot de volle waarde; in het laatste geval eerst bereikt de wijzer van den meter het streepje van 1 volt om daarna terug te vallen: na 14 sec. tot 0,5 V, na 28 sec. tot 0,25 V enz.

Met grootere weerstanden, dus grootere tijdconstante, kan men natuurlijk nog langere ontladings-tijden doen ontstaan.

* * *

Nottebrock maakt de opmerking, dat het interessant zou wezen, den condensator ook eens niet een groote spoel van bijv. 1 henry tot een trillingskring te kunnen samenstellen. Wanneer de condensator dan eerst weer geladen werd, zou men op den voltmeter de gedempte *oscillatorische* ontlading te zien krijgen.

De trillingstijd van een CL-keten is, zooals men weet, bij benadering

$$t = 2\pi \sqrt{CL} \text{ seconden.}$$

Dat zou in dit geval 6,283 seconden worden als tijdsduur van het verloop van 1 periode. De benadering is echter slechts juist, wanneer de weerstand verwaarloosbaar klein is en daartoe moet R aan-

zienlijk kleiner blijven dan $2 \sqrt{\frac{L}{C}}$; anders is

de kring niet oscillatorisch meer. Hier komt dit neer op een spoel van 1 henry, die bijv. geen grootten weerstand zou mogen hebben dan 1 ohm.

Het is een proef, die men tot dusver heeft moeten laten varen, omdat de vervaardiging eener spoel van 1 henry met zoo geringen weerstand, in kleinen omvang, voorsnood niet verwezenlijkt kon worden.

C.

Vragenrubriek

Soest.

H. A. F., Soest. — Eén der mogelijkheden, waardoor bij een als roosterdetector geschakelde lamp bij een bepaalde waarde van den afstemcondensator in den roosterkring een roosterstroom in den lekweerstand kan ontstaan, al is de terugkoppelspoel verkeerdom verbonden, kan gelegen zijn in het optreden eener parasitaire trilling van zeer hooge frequentie. In dat geval vormen de toevoerdraden buiten de roosterspoel om, met den afstemcondensator een roosterkring, die toevallig in afstemming komt met den door de toevoerdraden en terugkoppelcondensator via de eigencapaciteit van de terugkoppelspoel (weer buiten de spoel zelf om) gevormden plaatkring.

Dat de lamp geen triode is, maar een E462, doet tot deze verklaring niets af, want U gebruikt het schermrooster als triodeplaat. Bovendien is door Uw keuze van den voedings-

weerstand voor de plaat, ook de normale werking als schermroosterlamp verstoord.

Den Haag.

J. M. Z., Den Haag. — 1. Bij een stuurlampzender is het de bedoeling, dat de eindlamp niet zelf oscilleert, doch alleen de oscillaties van de stuurlamp versterkt. Een schermplaat, zooals door U beschreven, dient in het algemeen om terugwerking van de eindlamp op de stuurlampleidingen, waardoor zelfgenereeren der eindlamp zou kunnen ontstaan, tegen te werken. Wij zouden uitvoerige gegevens over schakeling en opstelling moeten hebben, om deze functie in Uw geval nader toe te lichten.

2. Het adres der Deensche Oxytron-lampenfabriek hebben wij niet.

3. U zoudt dit moeten aanvragen aan de Telefunken-afdeling der Ned. Siemens Mij., Den Haag, maar wij gelooven niet, dat het verlangde voor particulieren verkrijgbaar zal zijn.

Hengelo (O.).

J. G., Hengelo. — Het éénlampvoorzetapparaat, waarvan U ons het schema teekent, behoort tot de zeer hevig in zijn omgeving *storende* apparaten. Raadpleeg over eenvoudige voorzetapparaten, die aan redelijke eischen voldoen R.-E. Nos. 16 en 17 van dit jaar. Wanneer het ontvangtoestel met hfr., det., $2 \times$ lfr. werkelijk in orde is, is de versterking ook voldoende om met een voorzetapparaat goede ontvangst te geven.

Voor het bepalen der golflengte, waarop een voorzetapparaat is afgestemd, heeft U een of anderen golfmeter noodig, wanneer U niet al dadelijk zenders met bekende golflengten kunt ontvangen. Met een draaicondensator van 500 μ F en direct gekoppelde antenne zou voor 15—50 m het spoeltje erg klein moeten worden. Spoelmaten voor een condensator van 150 μ F worden gegeven in de artikelen in Nos. 16 en 17. Uw schakeling en constructie is, behalve storend, ook nog in diverse opzichten ongunstig.

Hoofdredacteur: J. Corver, Hilversum.

Vraag en Aanbod

Gevraagd: 1 spoelstel voor super met U.K.G. en M.F. transformatoren en prm. of el. dym. luidspreker. P. Montulet, Leersumstraat 111 Den Haag.

Gevraagd: 1e klas lampvoltmeter direct afleesbaar, meerdere bereiken en RE 1939/40 gebonden. Brieven met uitv. inlichtingen aan: B. Riemeijer, Prins Hendrikstraat 11a Leeuwarden.

Gevraagd: R.-E. No. 1 van 1938. Inhoudsopgaven 1930—'31—'33. J. Hans, Citadellaan 115 's-Hertogenbosch.

Te koop: Voedingstrafo Pr. 110-127-150-220 V. Sec. 2×350 V — 60 mA. 2×3.15 V — 3A 2×2 V — 4A 4V — 1A. Gekapseld en gezeurd nieuw gewikkeld, prijs f 5.50. A. A. Dijkhuis B52 Diepenveen.

Specialist op L. F. verst. gebied

Practisch werkzaam geweest aan:

OMROEP STUDIOS,
L.F. LABORATORIA,
RADIO-CENTRALES,
MODERNE OMROEP INST. (z.g. „Tele-Speaker“).

Op de hoogte van transf. en verst. berekening.
Kan goed met personeel omgaan en leiding geven.
Zoekt hem passende werkring in binnen- of buitenland.

Brieven onder No. 87 bur. R.-E.

AANGEBODEN

- 1 Versterker 4½ Watt.
- 2 Luidsprekers in kast.
- 3 Voorzetapparaten compleet in kast.
- 1 Ph. ACH 1 en KK 2 lamp nieuw.

G. H. WOLSINK, D40, Hengelo (Gld).

AANGEBODEN

Jaargangen 1924 t.e.m. 1941 van „Radio-Expres“, jaargangen 1930 t.e.m. 1941 van de „Ingenieur“, voor aannemelijk bod.

Ir. A. CRAMWINCKEL, Lijsterlaan 14, Eindhoven.

Te koop gevraagd **POLAIR RELAIS**

bij voorkeur Creed of dergelijk model



Brieven met beschrijving en prijsopgaaf onder letter P, aan het Bureau van dit Blad

Biedt zich aan **Jong Technicus**

In- of extern

Diploma Electricien (A.B.S.)

Monteur en Technicus (N.R.G.)

Br. J. H. Fransen - Lindelaan 18, Driebergen

Radio-Lampen VADE-MECUM

door P. H. BRANS, Antwerpen.

2e Druk.

VERSCIJNT

in den loop van Januari 1942.

BEVAT

Volledige karakteristieken (ca 1500) van nieuwste en oudere types Europeesche en Amerikaansche lampen; Vergelijkings tabel met meer dan 6000 verschillende Europeesche en Amerikaansche lamptypes van verschillend fabrikaat; Hulsverbindingen van alle Europeesche en Amerikaansche lampen (naast de karakteristieken).



ZIE HIER WAT U
ZOO LANG
GEZOCHT HEEFT.



Eerste druk werd geheel uitverkocht!
Van tweeden druk reeds meer dan 1000 voorverkocht!

BESTEL THANS BIJTIJDS!

In Nederland:

Stort f 2,50 op Postrekening nr. 304089 van:

NEBRA, Mariastraat 69/3, APELDOORN.

Levering franco aanget., onmiddellijk na verschijning.

Complete jaargangen Radio-Expres

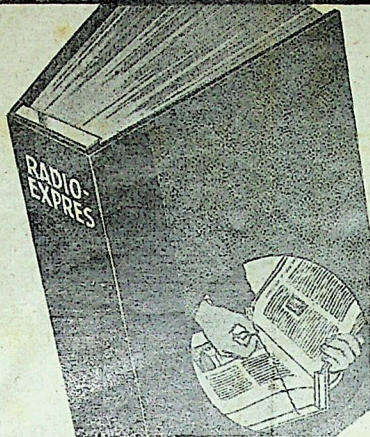
1939 f 4.—

1940 f 5.—



Levering uitsluitend na inzending van het bedrag aan de administratie van Radio-Expres, Stadhoudersweg 153a Rotterdam, Giro 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 alb. in de cirkel) kunt U zelf de nummers van Radio-Expres inbinden. U voorkomt daardoor het zoekraken of slordig 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.

Stortingen kunnen geschieden op postrek. 38 52 46 ten name van Radio-Expres met vermelding van 'doel



RADIO-EXPRES

een

WORTING

ATOMER OG ANDRE SMAATING

door Chr. Möller en Ebbe Rasmussen

vertaald door Jan Bouten:

ATOMEN EN ANDERE KLEINE DEELTJES

Een belangwekkend boek. Prijs ingenaaid f 3.05. Gebonden f 4.10

Toezending FRANCO PER POST na ontvangst van f 3.25 respectievelijk f 4.30 op postrekening No. 38 52 46, ten name van Radio-Expres te Rotterdam - Stadhoudersweg 153a.