



P1012
4405

C10021
27809

Bibliotheek TU Delft
P 1012 4405



C 212780

TYPEDRUKTELEGRAFIE OP RADIOVERBINDINGEN.

TYPEDRUKTELEGRAFIE OP RADIOVERBINDINGEN

PROEFSCHRIFT, TER VERKRIJGING VAN DEN
GRAAD VAN DOCTOR IN DE TECHNISCHE
WETENSCHAP AAN DE TECHNISCHE HOOG-
SCHOOL TE DELFT, OP GEZAG VAN DEN
RECTOR MAGNIFICUS DR IR C. J. VAN
NIEUWENBURG, HOOGLEERAAR IN DE AF-
DEELING DER SCHEIKUNDIGE TECHNOLOGIE,
VOOR EEN COMMISSIE UIT DEN SENAAT TE
VERDEDIGEN OP DINSDAG 9 DECEMBER 1941,
DES NAMIDDAGS TE 3 UUR, DOOR

HENDRIK CORNELIS ANTHONY VAN DUUREN

ELECTROTECHNISCH INGENIEUR
GEBOREN TE 's GRAVENHAGE



1012 4405

DRUKKERIJ WALTMAN (A. J. MULDER) KOORNMARKT 62, DELFT

1012 4405

DIT PROEFSCHRIFT IS GOEDGEKEURD DOOR DEN PROMOTOR
PROF. DR IR W. TH. BÄHLER

Aan de nagedachtenis van mijn Ouders
Aan mijn Vrouw

HOOFDSTUK I.

TYPEDRUKTELEGRAFIE OP RADIOVERBINDINGEN.

De ontwikkeling van de draadtelegrafie heeft er toe geleid, dat de typedruktelegrafie alle andere vormen van telegrafie practisch verdrongen heeft. Er is alle aanleiding te veronderstellen, dat verdere ontwikkeling zal leiden tot een uitbreiding van het z.g. „telex-verkeer”.

Typedruktelegrafie op radioverbindingen daarentegen heeft nog weinig of geen practische toepassing gevonden. De redenen hiervoor liggen niet zoo voor de hand en zijn hoofdzakelijk van technischen aard. Waren deze technische moeilijkheden niet aanwezig, dan zou een ontwikkelingsgang overeenkomstig die van de draadtelegrafie te voorspellen zijn.

Deze technische moeilijkheden zijn echter niet onoverkomelijk en principieel nieuwe ontdekkingen zijn niet noodzakelijk om de toepassing een feit te doen worden; veeleer is het onbegrijpelijk dat niet sneller tot een bevredigende oplossing is gekomen.

De typedruktelegraaf toestellen, die op lijnen in gebruik zijn, kunnen in rhythmische en arhythmische toestellen onderscheiden worden. De arhythmische toestellen dat zijn de apparaten waarbij het eigenlijke signaal aangevuld wordt met een start- en een stopimpuls, hebben het grootste deel van het terrein veroverd.

De bedoeling van het medezenden met ieder teeken van een start- en een stopimpuls is: de eischen die aan den gelijkloop van zender en ontvangeras gesteld worden tot een minimum te beperken. Eerst hierdoor was het mogelijk om telegraaf toestellen (teletypes) te bouwen die geschikt waren om in handen van den gebruiker gesteld te worden.

Hoewel de prijs van deze toestellen, ongeveer het honderdvoudige van die van een telefoonapparaat, nog wel zoo hoog is, dat het gebruik tot grootere firma's is beperkt, is hiermede toch een omwenteling in het gebruik van de telegrafie voltrokken.

Behalve de noodzaak om een eenvoudig hanteerbaar toestel te construeeren, moest ook de mogelijkheid van bediening door personeel zonder speciale opleiding opgelost worden, voordat de bovengeschetste ontwikkeling mogelijk werd. Dit laatste speelt echter in dit betoog niet zoo'n groote rol; volstaan kan worden met de opmerking dat het systeem voor typedruktelegrafie op radioverbindingen dat ontwikkeld zal worden, zooveel mogelijk aan zal sluiten bij de teletype apparaten, die op lijnen in gebruik zijn.

Uitgegaan is van de gedachte, dat de toekomst van het telegraafverkeer gelegen zal zijn in het verkeer van abonné tot abonné, of althans technisch op dat verkeer zal lijken. Een klein telegraafkantoor zou kunnen bestaan uit een telex- of telefoonaansluiting en een aantal telegrambestellers die voor de distributie van de ontvangen telegrammen aan niet aangesloten en aan het telefoonnet zorgdragen. Hierbij zal een administratieve en exploitatieve organisatie niet gemist kunnen worden. Dit is echter voor deze beschouwing zonder belang.

De eenvoudigste oplossing van het gestelde probleem zou zijn: de teletype teekens een radiozender te laten besturen en aan de ontvangzijde de teekens weer aan een teletype toe te voeren. Het volgende is gewijd aan een analyse van de verschillen, die dit eenvoudige systeem vertoont met het gebruikelijke morse systeem en die maken dat deze eenvoudig oplossing niet tot bruikbare resultaten voert.

Hierna is, zooveel mogelijk steeds met vermelding van de redenen die tot een bepaalde constructie hebben geleid, een volledig systeem ontwikkeld, waarvan verwacht mag worden dat wél bruikbare resultaten verkregen zullen worden.

Het morsesysteem.

Bij het morsesysteem worden de ontvangen signalen zichtbaar gemaakt op een papierband. Een telegrafist „vertaalt” dit morseschrift. Op den ondulator- of recorderband worden de strepen en punten afgebeeld als blokjes van verschillende lengten. De strepen zijn driemaal zoo lang als de punten.

Zooals bekend bevindt zich in den recorder een spoeltje, dat geplaatst is in het veld van een sterken magneet. Dit spoeltje is be-

weegbaar opgesteld en bevestigd aan een hefboom, die aan de andere zijde voorzien is van een schrijfstift.

Vloeit er stroom door het spoeltje, dan beweegt de schrijfstift zich in verticale richting over de papierstrook.

De beweging van de schrijfstift wordt begrensd door twee aanslagen (boven en beneden). Hierdoor krijgen de teekens steeds dezelfde hoogte, al verandert de grootte van den stroom door het spoeltje tusschen wijde grenzen.

Het papier wordt in horizontale richting voortbewogen. Doordat het bewegende systeem een zekere massa heeft en steeds eenige wrijving aanwezig is (bij een enkelstroomschrijver is er ook nog veerkracht), is er eenige tijd voor noodig om de stift van den ondersten naar den bovensten aanslag te bewegen. Het gevolg hiervan is dat bij een plotselinge verandering van den stroom door het spoeltje van nul tot een bepaalde waarde, de geschreven lijn iets afwijkt van den cirkelboog dien de pen op een stilstaande papierstrook zou beschrijven.

Het hangt van den stroom door het spoeltje af, hoeveel deze lijn afwijkt. Het gevolg hiervan is, dat aan het schrift eenigszins te zien is of met grootere of met kleinere stroomsterkte geschreven wordt, maar belangrijker is, dat wanneer door fading een streep b.v. afgebroken wordt, deze in het algemeen niet scherp afbreekt zooals normaal, maar een schuin verloop krijgt (zie fig. 1).

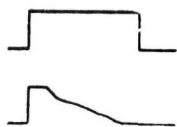


Fig. 1.

De bovenste aanslagpen in den recorder vervult de functie van een z.g. „begrenzer”. Er zijn verschillende redenen waarom we met dezen eenen begrenzer in het circuit niet kunnen volstaan, maar ook op het ontvang-

station begrenzers noodig hebben, in principe is de begrenzing echter in den recorder reeds aanwezig.

Deze redenen zijn van practischen aard; theoretisch zou men zich kunnen denken dat de begrenzing alleen in den recorder plaats vond, zonder dat het eindresultaat, voorzoover dit in hetgeen volgt beschouwd wordt, verandert. Deze theoretische beschouwingswijze is hier naar voren gebracht, omdat de resultaten dan eenvoudiger zijn te overzien.

De practische redenen, die het noodig maken ook op het ontvang-

station begrenzers (of fadingregelaars) te hebben, zijn onder andere de volgende:

- 1e. Om den invloed van fading te ontgaan zou de recorder zoo ingesteld moeten worden, dat bij het zwakste signaal nog goed geschreven wordt. Dit is mogelijk door de versterking op te voeren. Maar het gevolg hiervan is, dat bij sterke signalen de versterkers en gelijkrichters sterk overbelast worden en ook de stroom door het spoeltje ontoelaatbaar groot wordt. De sterktevariatiën, die bij fading optreden zijn n.l. zeer aanzienlijk.

- 2e. Door de gelijkrichting van het signaal ontstaat steeds eenige afronding van het teeken; de gelijkstroomstooten, die uit den gelijkrichter komen zien er, wat overdreven voorgesteld, uit als in fig. 2 is aangegeven. Overmatige versterking en begrenzing van dit signaal heeft teekenverlenging en tenslotte aan elkaar plakken van de teekens tengevolge.



Fig. 2.

In fig. 3 is dit nader toegeelicht. De streep-punt lijn geeft aan de stroomsterkte, die noodig is om den recorder tegen de bovenste aanslagpen te brengen. Onder elkaar zijn aangegeven resp. de vorm van het teeken, zooals het uit den gelijkrichter komt, het resultaat op den band, hetzelfde teeken uit den gelijkrichter komend maar nu vijfmaal sterker en het resultaat van dit sterkere teeken op den band.

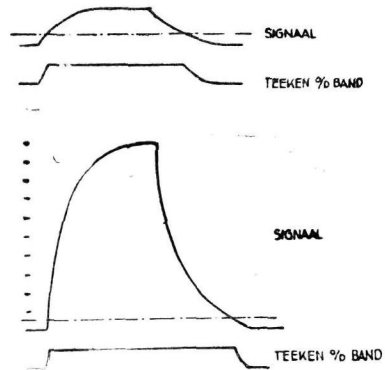


Fig. 3.

- 3e. Tusschen de teekens is steeds eenig geruisch (lampgeruisch of atmosferische storing) aanwezig. Bij overmatige versterking is dit geruisch in staat de schrijfstift in den bovensten stand te brengen.

Begrenzing moet samengaan met een z.g. drempelinstelling, dit is in principe een versterker, die zoo ingesteld is, dat spanningen beneden een zekere grens in het geheel niet versterkt worden. Een teeken waarop drempeling is toegepast, ziet er op den recorder uit als aangegeven in fig. 4. Hierbij is uitgegaan van hetzelfde teeken als in fig. 1. De steilheid van het stuk a—b hangt af van verschillende omstandigheden. In hoofdzaak van de snelheid waarmee de signaalsterkte, tengevolge van fading, verandert en van de toegepaste versterking.



Fig. 4.

Toepassing van een z.g. gesleuteld signaal brengt in deze beschouwing geen verandering. Hierbij is alle begrenzing en de drempeling op het ontvangstation verricht. De bekende voordeelen, zooals b.v. een constante frequentie zonder harmonischen en een meer volkomen begrenzendende werking, spelen in dit verband geen rol. De vorm van het teeken op den band wordt alleen bepaald door de mate van begrenzing, die wordt toegepast en het gedeelte a—b in fig. 4, de „overgang” blijft bestaan.

De juistheid van deze bewering is het eenvoudigst in te zien aan de hand van een voorbeeld.

In fig. 5 is een sleutelinrichting afgebeeld in den eenvoudigsten

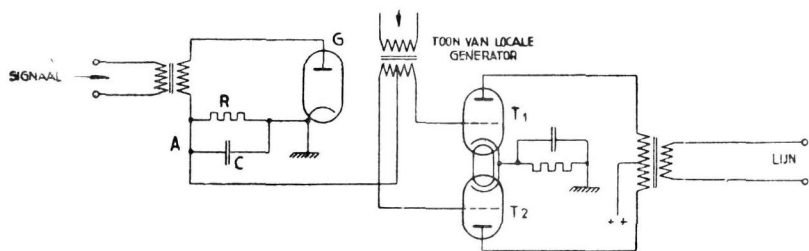


Fig. 5.

vorm, d.i. een inrichting die achter het eigenlijke ontvangtoestel wordt geschakeld en het laagfrequente signaal gelijkricht. De hierdoor verkregen gelijkstroomstooten besturen een lokalen generator. Dit besturen geschiedt op analoge wijze als het besturen van een zender (sleutelen), vandaar de benaming „gesleuteld signaal”. Deze inrichting heeft het nadeel, dat omgekeerd schrift wordt gegeven,

zoodat in de praktijk tusschen gelijkrichter G en versterkerlampen T1 en T2 meestal een gelijkstroomversterker is aangebracht.

Het signaal, dat van het ontvangapparaat komt, wordt aan de klemmen, gemerkt „signaal” toegevoerd. Door de lamp G wordt dit signaal gelijkgericht, zoodat gelijkspanningsstooten aan de klemmen van den weerstand R ontstaan; condensator C dient voor afvlakking.

Door het signaal krijgt punt A een negatieve spanning ten opzichte van aarde en daardoor ook de roosters van de lampen T1 en T2, die bij voldoende grootte van deze spanning dichtgedrukt worden en het signaal van den lokalen generator niet meer doorlaten. Gedurende de teekens krijgt men dus geen toonfrequent spanning op de lijn. Hoe sterk of het signaal bij den signaalingang ook wordt, er gebeurt niet anders dan dat het signaal op de lijn weggedrukt wordt, zoodat hierdoor een volkomen begrenzende werking is verkregen.

De drempeling kan worden verkregen door den gelijkrichter G negatieve voorspanning te geven, zoodat deze niet werkt voor signalen, waarvan de amplitude kleiner is dan deze negatieve voorspanning. De overgang blijft echter bestaan. Wordt het signaal steeds zwakker, dan komt er een moment dat de lampen T1 en T2 niet volledig dichtgedrukt worden. Hierdoor komt ook gedurende het signaal een verzwakte toonfrequente spanning op de lijn. Pas wanneer de signalen zoo zwak zijn, dat de amplitude kleiner is dan de drempelspanning wordt de toon van den lokalen generator volledig doorgelaten ook gedurende de signalen, en kunnen in het geheel geen teekens meer worden onderscheiden.

Principieel anders wordt het, wanneer een polair relais in de keten wordt opgenomen.

Denken we ons bijvoorbeeld het geval dat de gelijkgerichte signalen door de wikkeling van een polair relais worden gevoerd, dat voorkeur heeft voor rust (fig. 6). In den ruststand verbreekt dit relais de verbinding van den lokalen generator met de lijn.

Komt een signaal binnen, dan gaat een stroom vloeien door de wikkeling van het relais en wanneer deze stroom voldoende sterk is zal het relais worden omgelegd in den werkstand en de locale generator geeft een toon op de lijn. Fig. 6 stelt dus weer een sleutelinrichting voor; het verschil met fig. 5 is, dat er maar twee

mogelijkheden zijn: op de lijn is een toon van bepaalde sterkte, of er is geen toon: tusschenvormen ontbreken. Op den band ontbreekt de overgang en het teeken van fig. 1 zal er dus uitzien als b.v. fig. 7.

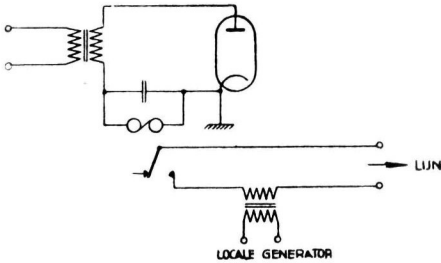


Fig. 6.



Fig. 7.

Een van de mogelijkheden om een verminkt teeken te onderscheiden is hierdoor vervallen. Er zijn echter nog verschillende mogelijkheden over. De kleinste eenheid is de punt; een streep is gelijk aan drie punten. De tusschenruimte tusschen de letters is gelijk aan drie punten en de tusschenruimte tusschen de woorden is gelijk aan 6 punten. Het teeken van fig. 1 dat een „t” (streep) voorstelt, zou, verminkt als fig. 7, voor een „e” (punt) aangezien kunnen worden, ware het niet, dat de tusschenruimte tusschen deze letter en de volgende nu vijf eenheden (punten) lang geworden is en men hieraan kan zien, dat een verminking is opgetreden. Het afbreken van het teeken geschiedt met de inrichting van fig. 6 op een willekeurige plaats, zoodat de verminkte streep ook anderhalf of twee punten lang kan worden; dan ontstaat een teeken, dat in het morsealfabet niet voorkomt.

Is het afgebeelde schrift niet volkomen gaaf, dan geeft dus de inschakeling van het onderscheidingsvermogen van den mensche enkele voordeelen die bij automatisch werkende toestellen gemist worden.

Ten eerste worden verminkingen vrijwel steeds als zoodanig herkend d.w.z. men kan weliswaar niet meer onderscheiden welke letters uitgesend zijn, maar men weet dat er een of meer letters zijn geseind, die zoodanig zijn verminkt dat ze onleesbaar zijn geworden.

Ten tweede is men bij het „vertalen” van morseschrift in staat om sterk vervormde teekens nog te lezen.

Typedruk toestellen.

De eerstgenoemde gunstige eigenschap van morseschrift kan bij typedruktoestellen ook verwezenlijkt worden, het is m.i. een dwingende eisch dat een typedrukverbinding, die op radioverbindingen moet kunnen werken, voorzien is van een inrichting die het mogelijk maakt gestoord ontvangen teekens te herkennen.

Deze inrichting zal in het vervolg storingssignaleering genoemd worden.

Er zijn twee methoden, om tot het gestelde doel te geraken, die hieronder beschreven worden.

De eerste methode werd in 1935 door A. BAKKER en mij reeds toegepast op een experimenteele typedrukverbinding tusschen Amsterdam en Bandoeng. Een beschrijving van de toen gebruikte apparaten kan men vinden in publicaties in het orgaan van de vereeniging van electrotechnische ambtenaren der Telegrafie en Telefonie en in „Telegraaf en Telefoon” (lit. 30 en 31).

Het principe van deze storingssignaleering was als volgt:

Uitgegaan werd van een z.g. dubbelgolfverbinding d.w.z. in tegenstelling met teletype apparaten waar de teekens worden gevormd door afwisseling van stroom- en stroomlooze intervallen, werden op de radioverbinding de stroomintervallen gekenmerkt door het uitzenden met een werkfrequentie en de stroomlooze intervallen door het uitzenden met een rustfrequentie.

Dit wijkt af van de gebruikelijke methode, die op morseradioverbindingen wordt gevolgd, waarbij de stroomintervallen door het uitsenden met de werkfrequentie en stroomlooze intervallen door het onderbreken van die uitzending worden weergegeven.

De uitgezonden werkfrequentie wordt bij de ontvangst door middel van een filter gescheiden van de rustfrequentie, evenzoo wordt de rustfrequentie door middel van een filter van de werkfrequentie afgezonderd. Beide signalen, die ieder voor zich voldoende zijn om, hetgeen uitgezonden werd, vast te leggen, worden op de bekende wijze gelijkgericht en de aldus verkregen stroomen worden tenslotte ieder aan een relais toegevoerd. Hierdoor krijgt men de

ontvangst van hetzelfde teeken dus twee maal, met dit verschil dat de stroomlooze intervallen van de teletype aan de zenzijde in het teeken dat door de werkfrequentie wordt vastgelegd gekenmerkt zijn door stroomlooze intervallen van de relaiswikkeling, terwijl dit in het teeken dat door de rustfrequentie wordt vastgelegd juist door stroomintervallen gebeurt. We zullen dit het eerste en tweede teeken noemen.

Treedt er storing op door fading dan heeft dit tot gevolg dat de uitgezonden frequentie niet ontvangen wordt. Aangezien steeds of een werkfrequentie of een rustfrequentie wordt uitgezonden zal een fadingstoring gekenmerkt zijn door een stroomloos interval in beide teekens. Evenzoo zal een storing door luchtstoringen meestal gekenmerkt zijn door een stroominterval in beide teekens. De storingsignaleering van atmosferische en door elektrische apparaten veroorzaakte storingen, die extra storingen of extra's genoemd zullen worden, is niet volkomen zeker wanneer ieder teekenelement op zichzelf beschouwd wordt. Het kan gebeuren, dat door een elektrische stoot het teekenelement omgekeerd wordt. De uitgezonden werkfrequentie b.v. kan gedeeltelijk onderdrukt worden terwijl het filter, dat de rustfrequentie moet uitgeven, door dezen stoot aangestooten wordt en aanleiding geeft tot een stroomstoot door het betreffende relais. Was dus bedoeld een werkelement uit te seinen, dan is in dit geval een combinatie van teekens ontvangen, die zich niet onderscheidt van een ongestoorde uitzending van een rustelement.

Ter illustratie diene het bandje dat in fig. 8a is afgebeeld; hierop zijn de beide ontvangen teekens afgebeeld

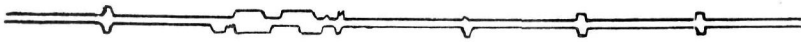


Fig. 8a.

Uitgezonden werd alleen een z.g. correctieteeken, dat in dit geval tot gevolg had het herhaald uitseinen van een werkelement gevolgd door 21 rustelementen. Hierbij zijn extra storingen opgetreden. De reeks gestoorde elementen vangt aan met signaleering van de storing n.l. een stroomloos interval in beide teekens, direct hierop volgt een z.g. omgekeerd teeken; uitgeseind werd: boven met werkfre-

quentie, onder geen uitseining; het resultaat is geweest: boven stroomloos interval, onder stroom.

Hoewel hier een geval is, dat de storingssignaleering niet feilloos heeft gewerkt, geeft dit geen aanleiding tot ernstige moeilijkheden, omdat de aanwezigheid van niet gesignaleerde storingen voorafgegaan wordt door een wèl gesignaleerde storing.

In de praktijk is gebleken, dat het praktisch niet voorkomt, dat gestoorde niet gesignaleerde teekenelementen alleen voorkomen, zoodat ondanks het feit dat niet gesignaleerde *teekenelementen* voorkomen nooit verkeerde letters die uit een groep van vijf teekenelementen bestaan, afgedrukt werden.

De waarschijnlijkheid voor het optreden van niet gesignaleerde gestoorde letters wordt nog veel kleiner, wanneer het principe van VERDAN, de herhaling met vooraf bepaalde tusschenruimten, wordt toegepast.

Op 23, 24, 25 en 26 September 1935 werden vergelijkende proeven genomen tusschen een morseverbinding en een typedrukverbinding tusschen Amsterdam en Bandoeng. Deze typedrukverbinding was ingericht volgens de vorenvermelde publicatie's. (Lit. 30 en 31).

Afwisselend werd onder gebruikmaking van denzelfden zender en denzelfden ontvanger geseind met morse en met het typedrukapparaat. Ieder half uur werd omgewisseld. Het resultaat werd neergelegd in een rapport van den Directeur van het telegraafkantoor te Amsterdam aan den Directeur-Generaal der P.T.T. Het resultaat werd in dit rapport als volgt samengevat:

„Van de hierboven vermelde proeven zijn alle fouten met onderlinge uitwisseling der gegevens nauwkeurig nagegaan, ten einde vast te stellen, welke daarvan tot pons of bedieningsfouten konden worden teruggebracht.

Daarbij is gebleken dat het typedruksysteem, waarop ongeveer 18000 woorden in beide richtingen waren geseind, geen enkele fout had doorgelaten. Van de ongeveer 8000 per morse overgebrachte woorden waren 66 min of meer verminkt overgekomen. Daaruit blijkt dat de morsetempi in het algemeen wat te hoog zijn gekozen voor een voldoende betrouwbare ontvangst en vooral bij codeontvangst in sommige gevallen tweemaal seinen te prefereeren ware geweest”.

Hierbij moet worden opgemerkt, dat met uitzondering van een korte periode waarbij zonder herhaling werd gewerkt, met *enkelvoudige herhaling* werd geseind. Het tempo van het typedruk-apparaat was daardoor ongeveer 50 woorden per minuut. Hoewel het morsetempo dikwijls hooger werd gewaardeerd, nl. '80 à 90 woorden per minuut, blijkt dat in denzelfden tijd minder woorden per morse zijn overgeseind. Verder blijkt duidelijk, dat onderscheiden van storingen door het mechanisme beter geschiedde dan door de bedienende telegrafisten.

De conclusie kan dus zijn, dat een automatische signaleering van fouten tenminste even bedrijfszekere resultaten geeft als het menselijke onderscheidingsvermogen op dit punt bij het morse-systeem. Het is echter noodig om speciale zenders en speciale ontvangers te gebruiken. Deze moeten geschikt zijn voor het werken met een rust- en een werkfrequentie.

Er is nog een tweede methode om hetzelfde te bereiken. Hierbij is het niet noodig om van speciale zenders en ontvangers gebruik te maken.

Wanneer het aantal rustelementen en het aantal werkelementen in ieder signaal steeds dezelfde is, is de waarschijnlijkheid dat bij een storing deze aantallen zullen blijven bestaan uiterst gering, immers dan moeten juist zooveel teekenelementen door fading van werk- in rustelementen veranderd zijn als er door extra's van rust- in werkelementen zijn omgezet.

Het aantal teekenelementen moet vergroot worden want door den eisch, dat de aantallen werk- en rustelementen in ieder teeken dezelfde moet zijn, is het aantal groepeerings beperkt.

Is het aantal teekenelementen = n en het aantal werkelementen = m dan is het aantal combinaties, rekening houdend met bovengeformuleerden eisch:

$$\frac{n!}{(m)! \times (n-m)!}$$

$n = 7$, $m = 3$ en $n = 7$, $m = 4$ geeft een voldoende aantal combinaties nl. 35. Aangezien de omzetting in de gebruikelijke vijfeenhedencode met $n = 8$, $m = 4$ belangrijk eenvoudiger is, wordt voor het hierna te beschrijven complete stelsel het 8-eenhedenstelsel gekozen.

Vergelijking van beide systemen voor storingssignaleering.

Het eerstgenoemde systeem maakt gebruik van teekens van 5 teekenelementen, terwijl bij het tweede dit aantal 8 bedraagt.

Echter is de kans op storing in beide systemen niet gelijk. Om de stoorkans quantitatief te kunnen vaststellen kan de volgende redeneering gevolgd worden. Gegeven een storing waarvan de tijdsduur s seconden bedraagt. De amplitude van de storing is van geen invloed omdat aangenomen wordt dat de ontvanger uitgerust is met een z.g. sleutelinrichting (zooals beschreven op blz. 10). Boven een bepaalde grenswaarde van de amplitude is een extra slechts schadelijk en hetzelfde geldt voor een fading, echter in omgekeerden zin. Zakt het signaal verder weg dan de bovengenoemde grenswaarde, dan treedt eerst een schadelijke werking op. (Met extra wordt een storing bedoeld die het karakter heeft van een werkelement).

De storing van een tijdsduur s kan aanvangen op ieder willekeurig tijdstip. Wanneer de duur van de storing (s) slechts kort is, zijn er tijdvakken waarin de storing kan beginnen zonder dat een vermindering optreedt en ook tijdvakken waarin een storing van dezelfde lengte een vermindering tengevolge heeft. De verhouding van de laatstbedoelde tijden tot den geheelen tijd zal gedefinieerd worden als stoorkans.

$$\text{Stoorkans} = \frac{\text{tijd gedurende welke een storing een vermindering kan geven.}}{\text{teekenlengte.}}$$

De beide systemen die vergeleken worden zijn synchrone systemen (althans op den radioweg). Aan de ontvangzijde is een verdeeler die synchroon loopt met den zendverdeeler. Bij het 8-eenhedenstelsel is voor ieder teekenelement waaruit het teken (één letter) bestaat één ontvangrelais aanwezig. Hoe deze verdeeler ingericht is, zal in hetgeen volgt nader worden beschouwd. Voor de bovenbedoelde vergelijking is voldoende op te merken dat er even zooveel ontvangrelais als teekenelementen zijn en dat ieder relais gedurende eenigen tijd (hoelang precies en op welke wijze is hier nog niet van betekenis) met den ontvanger wordt verbonden. Bij het 5-eenheden systeem heeft men de ontvangst van ieder teken, zooals reeds eerder werd gezegd, dubbel en moet men ook voor

ieder teekenelement twee relais ter beschikking hebben, waarvan er één ingesteld wordt tengevolge van het al of niet aanwezig zijn van de werkfrequentie en het andere tengevolge van het al of niet aanwezig zijn van de rustfrequentie. Hierbij heeft een onjuiste instelling van één van beide relais, wat wij zullen noemen een verminking tengevolge. Deze verminking blijft in het algemeen niet onopgemerkt, hiervoor is het systeem juist opgezet, maar het streven moet er toch op gericht blijven zooveel mogelijk letters over te brengen zonder dat de inrichting, die de storingen opmerkt (storingssignaleering), in werking komt. Het heeft ondanks de storingssignaleering nog zin om de stoorkans te bepalen en te trachten deze zoo gering mogelijk te maken.

Ter vereenvoudiging wordt nog aangenomen dat een extra storing gedurende den tijd dat de zender een bepaalde frequentie uitzendt, geen invloed kan hebben. Dit is niet heelemaal juist. Atmospherische storingen zijn in staat om onder bepaalde omstandigheden een onderbreking van het uitgezonden teeken te veroorzaken, doch dit blijft uitzondering. De vergelijking van de beide systemen wordt er niet door beïnvloed, omdat de onnauwkeurigheid in de uitkomst voor beide in gelijke mate geldt.

Storingen door fading zijn vanzelfsprekend onschadelijk zolang geen uitzending plaats vindt, dus in de tusschenruimte tusschen de uitgezonden teekens.

Tengevolge van deze vereenvoudigende aanname is de stoorkans van een extra storing gelijk aan de stoorkans van een fading-storing.

Eerst zal de stoorkans bepaald worden van een storing (extra of fading) bij het 5-eenhedenstelsel.

De zender zendt of een werkfrequentie of een rustfrequentie uit. Voor beide soorten storingen geldt, dat op ieder moment de onjuiste instelling van één van de beide serie's ontvangrelais bewerkt kan worden. Een momenteel onjuiste instelling van één van de relais heeft nog geen verminking tengevolge. De instelling, die het relais heeft gekregen na afloop van den aftasttijd, d.w.z. de tijd, gedurende welken het relais door den verdeeler met den ontvangweg was verbonden, is maatgevend voor het al of niet optreden van een verminking. Een relais heeft tijd noodig om ingesteld te worden. Onder de aanspreektijd v wordt verstaan de tijd gedurende welken

stroomdoorgang van een bepaalde polariteit noodig is om instelling van het relais in overeenstemming met deze polariteit ten gevolge te hebben. Hierbij is uitgegaan van de aanname dat na afloop van den tijd v het relais stroomloos wordt.

Ter verduidelijking moet nog vermeld worden, dat gewerkt wordt met polaire relais en dat — bij een mogelijke uitvoeringsvorm — gedurende den tijd, dat het relais met de gelijkrichters van het ontvangen teeken verbonden is, een constante hulpstroom door het relais vloeit van de halve grootte van den stroom, die ontstaat door gelijkrichting van een ontvangen teeken, zoodat, wat tot nu is genoemd stroomloos interval van de relaiswikkeling (geen ont-

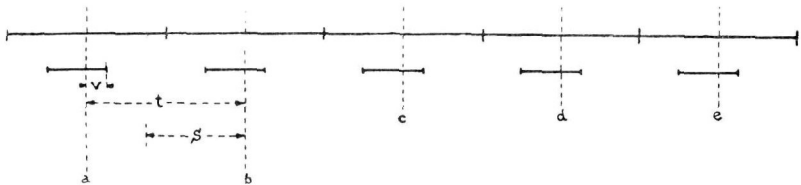


Fig. 8b.

vangen teeken), in feite neerkomt op een stroom door de wikkeling, die instelling van het relais in den ruststand (tong tegen rustcontact) ten gevolge heeft, en stroom-interval op een stroom door de wikkeling, die instelling in den werkstand (tong tegen werkcontact) tengevolge heeft.

In fig. 8b is een tijddiagram geteekend van één teeken. De horizontale streepjes stellen de aftasttijden voor. Worden nu eerst de tijden a en b in het oog gevat, die een tijd v voor het einde liggen van de eersten resp. tweeden aftasttijd dan kan gezegd worden:

Een storing, die begint een tijd δ ná het tijdstip a en eindigt een tijd δ vóór het tijdstip b , zal geen verminking tengevolge hebben wanneer er voor gezorgd is, dat de aftasttijd voldoende lang is. Evenzeer geldt, dat een storing die begint een tijd δ voor het tijdstip a of eindigt een tijd δ na het tijdstip b , wel een verminking tengevolge heeft wanneer de stoortijd s grooter is dan v .

De tijd δ kan men tot 0 laten naderen.

Wanneer de stoortijd s kleiner is dan t kan het tijdvak t (= lengte van één teekenelement) verdeeld worden in een tijdvak

van de lengte ($t-s$), waarin een storing van de tijdsduur s kan beginnen zonder een verminking ten gevolge te hebben, en een tijdvak s waarin een storing van den tijdsduur s wel een verminking ten gevolge heeft.

De geheele tijd is opgevuld met perioden waarin geen verminking en in perioden waarin wel verminking optreedt. De gedefinieerde stoorkans voor $v < s < t$ is dan s/t .

Voor het 5 eenhedenstelsel geldt:

$$s < v \dots\dots \text{stoorkans} = 0.$$

$$v < s < t \dots\dots \text{stoorkans} = s/t.$$

$$s > t \dots\dots \text{stoorkans} = 1.$$

In een volgend hoofdstuk zullen de verschillende aftastmethoden nauwkeuriger onderzocht worden, waaruit zal blijken dat het mogelijk is, door een geschikte keuze van aftasttijd en systeem van aftasting, den tijdsduur van de storingen zonder stoorkans op te voeren tot ongeveer $t/2$. Voor $\frac{1}{2}t < s < t$ en $s > t$ gaat de bovenstaande redeneering echter ongewijzigd door.

Rest nog de bepaling van de stoorkans in het 8-eenhedenstelsel.

Het eenvoudigst is uit te gaan van een bepaald teeken van dit systeem, nl. het teeken dat bestaat uit een regelmatige opvolging van een rust en een werkelement.

Een fadingstoring kan gedurende de teekenelementen dat niet uitgezonden wordt, en een extra storing kan gedurende de teekenelementen dat wel uitgezonden wordt, geen invloed hebben.

In het eerste geval kunnen de aftastingen van rustelementen, en in het tweede geval kunnen de aftastingen van werkelementen buiten beschouwing gelaten worden. In beide gevallen beteekent dit bij het beschouwde teeken, dat de tijdsduur tusschen twee aftastingen die wel beschouwd moeten worden, juist twee maal zoo groot is geworden.

Deze tijdsduur is dus $2t$ i.p.v. t in het geval van het 5-eenhedenstelsel, zoodat een analoge redeneering voert tot het resultaat

$$s < v \dots\dots \text{geen storing.}$$

$$v < s < 2t \dots\dots \text{stoorkans} = s/2t.$$

$$s > 2t \dots\dots \text{stoorkans} = 1.$$

Men zal verder gemakkelijk inzien dat het gekozen teeken van het 8-eenhedenstelsel tevens het teeken is met de grootste stoorkans. Wordt de vergelijking van de beide systemen gebaseerd op

het overbrengen van een gelijk aantal teekens per minuut, dan is de lengte van een teekenelement van het 5-eenhedensysteem in de verhouding $8:5$ groter dan die van het 8-eenhedensysteem. Voor storingen waarvan de duur groter is dan v en kleiner dan de teekenlengte van het 5-eenhedensysteem, is de stoorkans van het 8-eenhedensysteem tenminste 20% kleiner (verhouding $4:5$) dan die van het 5-eenhedensysteem. De in beslag genomen bandbreedte in den aether is kleiner, tenminste in de verhouding $4:5$.

Bestudeering van een groot aantal bandjes van overgebrachte morseteekens op een transatlantische verbinding heeft geleerd, dat de storingen in hoofdzaak in groepen voorkomen d.w.z. er zijn groepen van overwegend uitblijvers en groepen van overwegend extra's. Het slechter worden van de verbinding kenmerkt zich niet alleen door het veelvuldiger voorkomen van deze groepen van storingen maar ook, doordat de meest voorkomende duur van de storingen langer wordt. Uit het feit dat in deze groepen één van de storingsmogelijkheden (uitblijver of extra) sterk overheerscht, volgt dat de kans dat een bepaald teeken door evenveel uitblijvers als extra's zal worden verminkt, zoo gering is, dat hiermede voor praktische doeleinden geen rekening gehouden behoeft te worden.

Tot zoover is het tweede systeem dus te verkiezen boven het eerste; hierbij komt nog het belangrijke praktische voordeel dat van normale zenders en ontvangers gebruik gemaakt kan worden.

Het gebruik van een dubbelgolf waarbij dan rust- en werksein op één relais worden samengebracht, kan onder bepaalde omstandigheden voordeelen opleveren. Bij toepassing van het eerste signaleeringssysteem is het niet mogelijk om een dubbelgolfverbinding op de normale wijze te gebruiken, bij het tweede systeem uiteraard wel.

Tegenover de opgesomde voordeelen van het tweede systeem staat een nadeel en wel dat het stoorniveau in de verhouding $\sqrt{8}:\sqrt{5}$ of ongeveer $5:4$ hooger ligt. De vergelijking is gebaseerd op het overbrengen van een gelijk aantal teekens per minuut, terwijl verder is gedacht, dat voor beide systemen filters zijn gekozen, wier breedte in een voor beide dezelfde verhouding staat tot de teekensnelheid (aantal bauds). Dit betekent dat de bandbreedten van de filters zich verhouden als $8:5$ voor het 8-, resp. 5-eenhedensysteem.

De topwaarden van de stoorspanningen kunnen bij storing door lampgeruisch evenredig met den wortel uit de bandbreedte gesteld worden. Hieruit volgt een verhouding van de stoorniveau's van $\sqrt{8} : \sqrt{5}$.

Al deze overwegingen tezamen hebben echter gevoerd tot de keuze van de storingssignaleering door middel van een 8-eenheden teeken.

Terugkomende op de vergelijking tusschen een morseverbinding en een typedrukverbinding, is door de storingssignaleering het resultaat verkregen, dat het aanvankelijke voordeel van de morseverbinding om storingen te onderkennen ook bij een typedrukverbinding bereikt is en zelfs kan gezegd worden, op grond van de ervaringen opgedaan op de proefverbinding Amsterdam—Bandoeng, op meer afdoende wijze. Weliswaar werd hier niet het uiteindelijk gekozen systeem van storingssignaleering gebruikt maar de bovengenoemde overwegingen wettigen de verwachting, dat het nieuwe systeem tenminste even goede resultaten zal opleveren.

Op een typedrukverbinding moet in tegenstelling met een morseverbinding de gelijkloop tusschen zender en ontvangeras zoo nauwkeurig mogelijk gehandhaafd worden. Men kan zich afvragen of de methode, waarop dit gebeurt bij de teletype apparaten ook voor een radioverbinding de aangewezen weg is. Het argument dat een zoo goedkoop mogelijk apparaat moest geconstrueerd worden dat een minimum aan technische kennis van het bedienende personeel eischt, verliest op een radioverbinding vrijwel alle waarde. Immers de kosten van de rest van de verbinding, zooals die van zender en ontvanger en de stroomkosten zijn wel zoo hoog dat het geringe verschil in kosten, dat met een eenvoudige synchronisatie-inrichting verkregen wordt, te verwaarloozen is.

Bovendien is de groote eenvoud bereikt door met ieder teeken een start- en een stop-impuls mede te zenden. Daarmede wordt bij gelijke seinsnelheid de bandbreedte die in den aether in beslag genomen wordt, grooter. Direct hiermede samen hangt het feit dat de piekwaarde van de atmospherische storing en het lampgeruisch ook vergroot worden, wanneer de bandbreedte van het te gebruiken filter nauwkeurig in overeenstemming met de seinsnelheid wordt geconstrueerd. Verder wordt de werking van de signaleering belemmerd, omdat de verminking van de startimpuls het

stoppen van den verdeeler tengevolge heeft en men niet meer onderscheiden kan of dit tengevolge van een storing of tengevolge van het beeindigen van de uitzending heeft plaats gehad.

Het zal dus noodig zijn om aansluitend aan een radioverbinding een synchronen verdeeler te gebruiken, hierna kunnen lokaal weer start- en stop-impulsen worden toegevoegd, zoodat de voordeelen van deze apparaten toch behouden blijven op die gedeelten van het circuit waar deze voordeelen van belang zijn. Een volkomen bevredigend werkende oplossing is beschreven in de meergenoemde publicaties over een seinstelsel voor storingvrije typedrukontvangst op radioverbindingen. Met volkomen bevredigend wordt bedoeld, dat de overgang van een synchronen verdeeler op een arhythmisch telegraafapparaat en omgekeerd van een arhythmisch toestel op den synchronen verdeeler geen enkele moeilijkheid geeft; integendeel wordt hiermede de vervorming, die op de aankomende lijn zou kunnen optreden, opgeheven en ook wordt de op de radioverbinding ontstane vervorming niet op de eventueel aanhangende lijnen doorgegeven. Dat echter de synchronisatiemethode van de Baudot, zooals die indertijd op de proefverbinding gebruikt werd, in alle opzichten bevredigend heeft gewerkt, kan niet gezegd worden. Het is gebleken dat de vaste koppeling tusschen zenderas en ontvangeras aan *beide* zijden van de verbinding tot moeilijkheden aanleiding geeft. De overdraagtijd van het sein is niet geheel constant. Het corrigeeren in beide richtingen kan alleen bevredigend werken wanneer de som van de verschuivingen tusschen zender- en ontvangeras aan beide zijden der verbinding overeenkomt met den dubbelen overdraagtijd van het sein.

Is dit niet het geval, dan zal onnoodig druk corrigeeren het gevolg zijn. De overdraagtijd is geen constante grootheid, maar hangt eenigszins van de atmosferische omstandigheden af, zoodat de correctie steeds bewaakt moet worden.

Aan de bezwaren is volledig tegemoet te komen door aan één zijde van de verbinding de zender- en de ontvangeras te scheiden. Wil men dan niet vervallen in de noodzakelijkheid van het handhaven van een snelheidsverschil tusschen de zender- en ontvangeras, dan zal een correctieinrichting die zoowel voorijling als na-ijling opheft, gebruikt moeten worden. Dat een correctieinrichting waarbij zenderas en ontvangeras zoo nauwkeurig mogelijk even

snel loopen, voordeelen biedt boven een systeem waarbij dit niet het geval is, is voor radioverbindingen zeer voor de hand liggend. Het kan n.l. voorkomen, dat tijdens perioden van zeer slechte ontvangst en ook gedurende den tijd dat de ontvanger bijgeregeld wordt, de correctieteeekens langeren tijd uitblijven. Wanneer het snelheidsverschil zeer klein is, heeft dit niet tot gevolg dat de gelijkloop verloren gaat, hetgeen van zeer veel belang is. Door middel van een stemvork, al of niet in thermostaat, is het mogelijk aan zenden en ontvangzijde frequenties op te wekken, die zeer nauwkeurig constant zijn. Wanneer de stemvork niet in een thermostaat geplaatst wordt, is vervaardiging van speciaal materiaal noodzakelijk. De aldus bereikte nauwkeurigheid is van de orde van $1 \cdot 10^{-5}$. De nauwkeurigheid is hier gedefinieerd als de verhouding tusschen grootste afwijking en nominale waarde van de frequentie. De tijdsduur, gedurende welke deze afwijking bepaald wordt is zoo groot genomen, dat de afwijking onafhankelijk is van deze periode. Er behoeft n.l. geen rekening gehouden te worden met een steeds naar één zijde veranderende frequentie.

Ook beschikt men tegenwoordig dikwijls aan beide zijden van een verbinding over z.g. standaardfrequenties die een belangrijk grootere nauwkeurigheid bezitten b.v. enkele deelen op 10^7 . Gaan we echter van de eerste nauwkeurigheid uit, dan is het grootste snelheidsverschil dat op kan treden 2×10^{-5} . Bij een teekenlengte van 8.75 m sec zooals in een toestel voorkomt, dat ingericht is voor twee kanalen, duurt het in het ongunstigste geval 7 minuten voordat een halve teekenlengte verschil tusschen den stand van zender- en ontvangeras is bereikt. Dit is voldoende voor het bijregelen van den ontvanger, het is echter mogelijk dat een periode van slechte ontvangst langer duurt. Bij een zoo lange onderbreking van het bedrijf speelt de extra vertraging, door het opnieuw in correctie brengen, echter ook geen rol van betekenis. Een stemvork van speciale constructie zonder thermostaat kan dus als een voldoend nauwkeurige wisselstroombron beschouwd worden.

Het door de stemvorkinstallatie afgegeven wisselstroomvermogen kan na versterking dienen om een synchronen motor aan te drijven, of het kan gebruikt worden om de snelheid van een gelijkstroom- of 50 Hz wisselstroommotor te stabiliseren.

Om praktische redenen verdient m.i. de tweede methode de voorkeur.

Is het probleem, om zender- en ontvangeras met snelheden aan te drijven, die met een voldoende nauwkeurigheid aan elkaar gelijk zijn, technisch opgelost, ook de correctie-inrichting geeft geen bijzondere moeilijkheden. Alleen kan hierover opgemerkt worden dat het bij radiosignalen beter is de voorzijde van het teeken als plaatsbepaling te gebruiken, dan de achterzijde en het is zeker niet juist beide tegelijkertijd te gebruiken. De teekenverlenging tengevolge

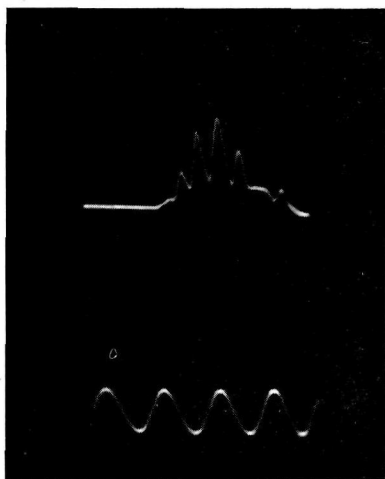


Fig. 9.

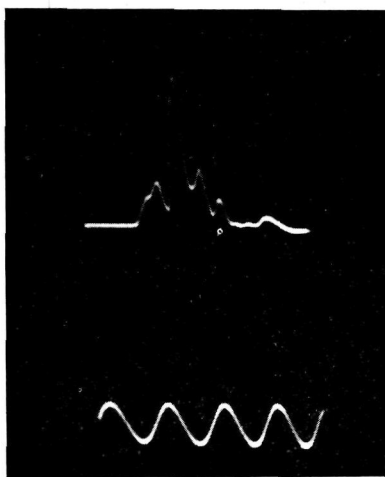


Fig. 10

Ruit max. 17° . 1 Aug. 1939.

van het voortplanten door den aether over meer dan één weg blijkt het teeken meer te vervormen op het eind dan aan het begin.

Uit de oscillogrammen van impulsproeven (fig. 9—14) is dit te zien. De sterkste „piek” ligt met uitzondering van fig. 13 steeds dicht bij het begin dan bij het eind van het oscillogram.

De afgebeelde oscillogrammen zijn opnamen van de ontvangst van den Amerikaanschen zender WEB (14770 kHz). Uitgezonden werden korte impulsen met een lengte van 0,2 m sec en een onderlinge afstand van 20 m sec. In de figuren is te zien, dat een enkele impuls aan de ontvangzijde als een aantal impulsen aan komt. Ter

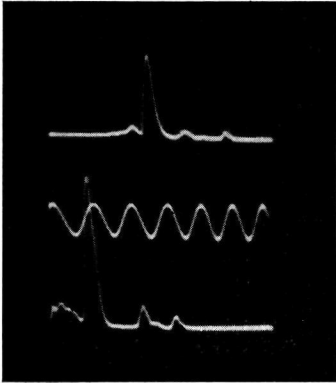


Fig. 11.

Onder: Ruit max. 17° , 8 Aug. 1939
 Boven: dipolen op 22,20 M afstand
 c_0 hoofdstraal gemeten circa 68° .

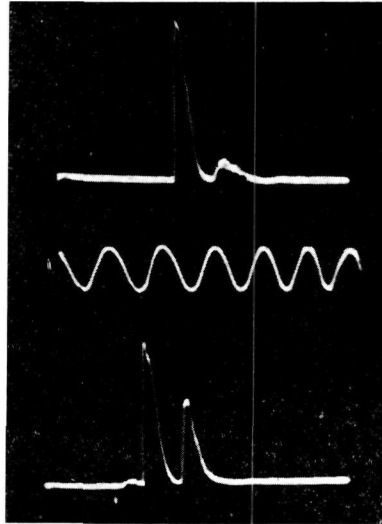


Fig. 12.

Zeer slechte avond. Ruit max. 17° .
 24 Oct. 1939.

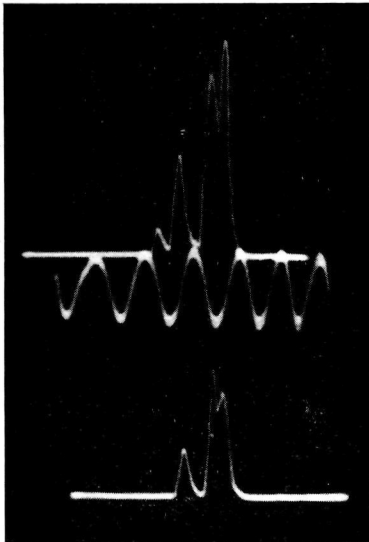


Fig. 13.

Boven: Ruit max. 17° .
 Sterkte regeling hoog om 1e piek
 zichtbaar te maken.
 Onder: normale sterkte. 31 Oct. 1939.

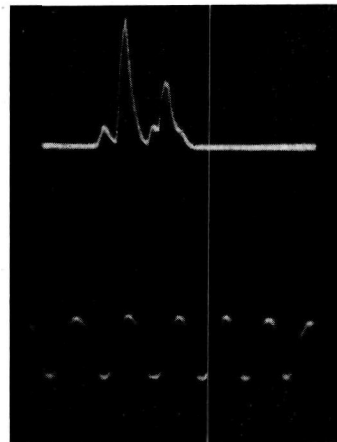


Fig. 14.

2 dipolen op 120 M afstand
 31 Oct. 1939.

vergelijking is opgenomen een sinusvormige spanning van 1000 Hz. Het blijkt dat de looptijdverschillen tusschen de verschillende impulsen maximaal 4 m sec bedragen. Hieruit volgt dat als regel geen grootere teekenverlenging dan ongeveer 4 m sec verwacht behoeft te worden en dat deze dikwijls beperkt blijft tot ongeveer 2 m sec.

De opnamen zijn op verschillende dagen van 1 Aug—31 Oct 1939 gemaakt.

Aparte teekenelementen voor de correctie zooals bij de Baudot zijn overbodig en doordat het aantal bauds — bij gelijk aantal overgebrachte teekens per minuut — hierdoor stijgt, ook nadeelig.

Bij de Baudot was een apart correctieteekeken aangebracht om ook wanneer op geen der kanalen geseind wordt het synchronisme te kunnen handhaven. Dit is hier ondervangen door het signaal rust, dat uitgezonden wordt wanneer niet geseind wordt, niet uit gelijke teekenelementen te laten bestaan maar uit z.g. reversals; dit is een regelmatige opeenvolging van rust- en werkelementen.

De gelijkloop, die gehandhaafd moet worden tusschen zender en ontvangeras geeft een complicatie, die het morsesysteem mist, maar het probleem is technisch volkomen opgelost en het komt er dus alleen maar op aan, voldoende betrouwbare apparaten te construeeren, die geen overmatig onderhoud vergen. Het opmerken van storingen kan bij een typedruktoestel op ten minste even betrouwbare wijze opgelost worden als bij het morsesysteem. Rest alleen nog de vraag of een typedruktoestel al of niet gevoeliger is voor fading of extra storingen en of de seinsnelheid even groot gekozen kan worden.

Alvorens deze vraag beantwoord zal worden, zullen de eischen afgeleid worden waaraan de apparatuur, behoorende bij een typedruktoestel, dat op een radioverbinding werkt, moet voldoen om zoo gunstig mogelijke resultaten te verkrijgen. Daartoe is het noodig, nader te preciseeren hoe de inrichting van een typedruk radioverbinding gedacht is.

Beginnende bij de zendzijde wordt het telegram, dat verzonden moet worden, eerst geponst in een papierstrook volgens de normale 5-eenhedencode. Een andere mogelijkheid is, dat het telegram per telex aangeboden wordt, d.w.z. dat het met normale telexapparatuur over een lijn aan de radiobedrijfscentrale wordt overgeseind.

Het is dan mogelijk de ontvangende teletype direct een papierstrook te laten ponsen. In beide gevallen is het resultaat, dat het te verzenden telegram gereed ligt, geponst in een papierstrook volgens de 5-eenhodencode. De schakeling van de inrichting, die de stroomstooten, geleverd door den automatischen zender, waardoor de ponsstrook gevoerd wordt, omzet in teekens volgens het 8-eenhedensysteem zal in een afzonderlijk hoofdstuk behandeld worden.

De verkregen telegraafteekens besturen een relais dat via een lijn een tweede relais doet werken, waardoor de telegrafiezender in het rythme van de teekens aan- en afgeschakeld wordt. Of de bedoelde relais mechanische relais zijn of dat z.g. elektrische relais gebruikt worden, doet voor de nu volgende beschouwingen weinig ter zake. De eisch, die gesteld moet worden is, dat het te verwerken tempo volledig gevolgd kan worden. Volkomen scherp afbrekende teekens mogen niet uitgeseind worden, want hierdoor zou een te breede band in den aether ingenomen worden. Een zekere afronding der teekens moet in den zender reeds plaats vinden.

Heel duidelijk kan men deze afronding definieeren door de bandbreedte van het uit te seinen signaal vast te leggen. De radio-telegrafiezender wordt dan gemoduleerd met het laagfrequente signaal en neemt zooals bekend, tweemaal de bandbreedte van het laagfrequente signaal in. Wordt als uitgangspunt de eenvoudigste vorm van een telegrafiesignaal genomen nl. een regelmatige afwisseling van rust en werkteekens, z.g. reversals, dan bevat het laagfrequente signaal als laagste frequentie de z.g. seinfrequentie met alle oneven veelvouden daarvan echter met steeds afnemende amplitude.

Door een filter wordt alles boven een bepaalde frequentie afgesneden. Het doet niet ter zake of deze afsnijding in het laagfrequente deel of door middel van een bandfilter in het hoogfrequente deel van den zender plaats vindt. Er bestaat een direct verband tusschen de doorgelaten bandbreedte en den inslingertijd; dit werd reeds in 1928 door KÜPFMÜLLER afgeleid (Lit. no. 6 en 7).

Het zendfilter moet nu alle frequenties doorlaten die in den ontvanger wenschelijk zullen blijken.

Voorloopig is voldoende te constateeren, dat door de overdracht

het teeken vervormd kan worden en wel zal in het algemeen eenige teekenverlenging optreden.

Het zal blijken en ligt ook voor de hand, dat het gewenscht is de teekenverlenging zoo gering mogelijk te maken. De constructie van de zend- en de ontvangantenne moet er op gericht zijn, een zoo sterk mogelijk signaal met zoo gering mogelijke sterktevariatiën en met zoo gering mogelijke teekenverlenging op te leveren. Dat deze wenschen uiteraard niet alleen gelden voor een typedrukverbinding maar voor iedere radioverbinding, behoeft wel geen betoog.

In hetgeen volgt zal een zekere sterktevariatie en teekenverlenging van het signaal als onvermijdelijk aanvaard worden.

Aan het ontvangtoestel behoeven geen bijzondere eischen gesteld te worden, d.w.z. geen eischen die ook niet evenzeer van belang zijn voor iedere telegrafieverbinding. Echter leent zich een typedrukverbinding bij uitstek voor het vormen van meerdere kanalen op een zender volgens het tijdverdeelingssysteem dat oorspronkelijk van Baudot afkomstig is. Hier toch heeft men een synchronen verdeeler, met alle complicaties die dit meebrengt, toch reeds noodig en zonder bijkomende moeilijkheden kan het vormen van meerdere kanalen plaats vinden.

Zoodoende heeft men bij een typedrukverbinding met meerdere kanalen met een grootere teekensnelheid rekening te houden dan bij een morseverbinding normaal het geval is.

In het zendergedeelte komen elektrische relais dan ook eerder in aanmerking dan mechanische.

Ook bij het morsesysteem is een uitvoering bekend, waarbij meerdere kanalen gevormd worden door middel van tijdverdeeling; dit is de z.g. „multiplex” van de R.C.A. Deze apparaten zijn uitgevoerd en in het bedrijf op enkele verbindingen, o.a. op de verbinding New York—Amsterdam (Litt. 3).

Moderne ontvangers zijn vrijwel uitsluitend uitgerust met frequentietransformatie. Het is algemeen bekend, dat deze zoo ingericht moeten worden, dat het geruisch aan de uitgang van het apparaat, uitsluitend afkomstig is van den roosterkring van de eerste lamp, wanneer geen antenne aan het apparaat is verbonden.

Met ingeschakelde antenne is het gewenscht, dat het eigen geruisch zoo zwak is, dat dit door het antennegeruisch overtroffen wordt. Dit is behalve door juiste aanpassing van de antenne, alleen

te verbeteren door de constructie van lampen met geringen equivalenten ruischweerstand. Echter komt het voor dat het atmosferisch geruisch zoo zwak is dat het niet mogelijk is hieraan te voldoen. Door deze eischen is de mate van hoogfrequent versterking die aan den eersten detector (frequentietransformatie) voorafgaat eenduidig bepaald. Evenzoo volgt hieruit de minimale middelfrequent versterking, die aan den tweeden detector vooraf moet gaan en eventueel ook nog de versterking van den tweeden middelfrequent versterker.

Of een tweede middelfrequent versterker gewenscht is, is een filterkwestie. Door toepassing van kristalfilters zou het mogelijk zijn de gewenschte selectiviteit reeds in den eersten middelfrequent versterker te verkrijgen, dikwijls is het minder kostbaar en eenvoudiger gebruik te maken van een tweeden middelfrequent versterker met filter.

Verder is noodig zoowel een fadingregelaar (automatische sterkte-regeling) als een begrenzer of z.g. sleutelinrichting te gebruiken.

Op bladzijde 10 is een sleutelinrichting in den eenvoudigsten vorm beschreven (fig. 5). Een begrenzer en een sleutelinrichting vervullen ongeveer dezelfde functie, beide zorgen er voor dat, wanneer het signaal een bepaalde minimale amplitude heeft, verdere vergrooting van de amplitude geen vergrooting van het uitgaande signaal ten gevolge heeft. Bij een begrenzer is het uitgaande signaal van dezelfde frequentie (met door den begrenzer gevormde harmonischen) als het ingaande signaal.

Bij een sleutelinrichting heeft het uitgaande signaal de frequentie van een lokalen generator, die gekozen kan worden onafhankelijk van het inkomende signaal.

De bandbreedte van de opeenvolgende hoogfrequent- en middelfrequent versterkers zal trapsgewijze geringer worden. Een hoogfrequent versterker kan niet direct met de gewenschte bandbreedte gemaakt worden. Was dit het geval, dan had de frequentie-transformatie weinig zin. Men construeert dezen versterker dus zoo smal als mogelijk en noodig is, met het oog op het vermijden van het optreden van storingen door stations, die zoo gelegen zijn t.o.v. den lokalen generator dat dezelfde middelfrequentie wordt gevormd als door het gewenschte station (spiegelfrequenties). Wan-

neer, om de gedachten te bepalen, uitgegaan wordt van een ontvanger met dubbele frequentietransformatie, geldt voor de eischen die aan het filter van den eersten middelfrequentversterker gesteld worden weer dezelfde overwegingen als voor den hoogfrequentversterker n.l. het vermijden van storingen door z.g. spiegel-frequenties. Echter is het tevens gewenscht om dit filter zoo smal te maken, dat stoorstations, die frequenties hebben, gelegen in de buurt van de frequentie van het te ontvangen station, niet doorgelaten worden, omdat het gevaar voor intermodulatie grooter wordt naarmate de amplituden van het gewenschte en ongewenschte station stijgen.

Het lineaire verband tusschen stroom en spanning, dat in een idealen versterker bestaat, is in een praktische constructie niet geheel te verwezelijken. In het algemeen zal het verband tusschen ingangsspanning en uitgangsstroom voorgesteld kunnen worden door een machtreeks:

$$i_u = e_1 c_1 + e_1^2 c_2 + e_1^3 c_3 + e_1^4 c_4 + \text{enz.}$$

in een goeden versterker is de coëfficiënt c_1 zeer groot ten opzichte van alle volgende coëfficiënten.

Bestaat het ingangssignaal uit de som van een gemoduleerde spanning en een ongemoduleerde spanning, dan kan de modulatie van het eerste signaal overgebracht worden op het tweede ongemoduleerde signaal. Is de modulatiefrequentie p en de draaggolf-frequenties zijn resp. ω_1 en ω_2 dan komen in het ingangssignaal voor de frequentie:

$$\omega_1; \omega_1 + p; \omega_1 - p \text{ en } \omega_2$$

is de coëfficiënt c_3 niet gelijk aan 0 dan zal de stroom in den uitgangsketen een term bevatten van den vorm.

$$c_3 \left\{ A \cos \omega_1 t + \frac{A}{2} \cos (\omega_1 + p)t + \frac{A}{2} \cos (\omega_1 - p)t + B \cos \omega_2 t \right\}^3$$

Hierbij is aangenomen dat het signaal 100 % gemoduleerd is en de amplituden van de draaggolven resp. A en B zijn.

Uitwerking van dezen vorm levert onder meer termen van den vorm:

$$c_3 \cdot 3A^2B \cdot \cos \omega_1 t \times \cos (\omega_1 + p)t \times \cos \omega_2 t$$

Deze vorm kan met behulp van de bekende goniometrische formules vereenvoudigd worden, waarna blijkt dat de uitgangsstroom o.a. bevat de termen:

$$c_3 \cdot 3/4 A^2B \cos (\omega_2 + p) t \text{ en}$$

$$c_3 \cdot 3/4 A^2B \cos (\omega_2 - p) t$$

De modulatie van het storende signaal is overgegaan op de draaggolf van het gewenschte signaal.

Het gewenschte signaal is:

$$c_1 B \cos (\omega_2 t)$$

zoodat de verhouding gewenscht tot ongewenscht signaal evenredig is met $\frac{c_1}{c_3} \cdot \frac{1}{A^2}$.

De kans op deze soort storing stijgt met het kwadraat van de amplitude van het ongewenschte signaal.

Hiermede is de bandbreedte van den laatsten m.f. versterker in zooverre bepaald dat een maximumwaarde is gevonden.

Is het wellicht nuttig de bandbreedte zoo smal te maken dat nog juist een zijband ter breedte van 1,6 maal de seinfrequentie wordt doorgelaten zooals bij draadtelegrafie gebruikelijk is?

Dit is niet wenschelijk. Het radiosignaal komt met sterk wisselende amplitude op den ingang van den ontvanger aan. Het is noodig op een of andere wijze deze sterktevariatiën te neutraliseeren. Er staan hiertoe twee wegen open n.l. de automatische sterkteregeling en de begrenzer- of sleutelinrichting. De beide laatstgenoemde methoden zijn in hun werking principieel verschillend van de eerstgenoemde. De automatische sterkteregeling (a.s.r.) heeft het voordeel, dat wanneer het signaal sterk is, de versterking van den ontvanger geringer wordt en daardoor ook de storingen in de meest uitgebreide beteekenis van het woord.

Hiertegenover staan de volgende nadeelen:

1e. Het uitgangssignaal is niet volkomen constant bij de praktisch gebruikelijke methode van a.s.r. waarbij het uitgangssignaal

na gelijkrichting gebruikt wordt om een *voorgaanden* versterkertrap te regelen.

Het zou wel mogelijk zijn een volgenden versterkertrap te regelen waardoor, het niet uitgesloten is een volkomen constant signaal te verkrijgen, maar dit is praktisch niet wel uitvoerbaar over een omvangrijk regelbereik en zou een zeer kritische instelling vereischen alsmede naregeling bij verandering der lampkarakteristieken door veroudering.

2e. Bij een telegrafiesignaal zal gedurende de onderbrekingen de versterking oploopen en daarom is het noodig de regeling een zekere traagheid te geven, opdat niet gedurende de onderbreking de volle versterking en daarmede het maximum stoorniveau optreedt. Het is onvermijdelijk dat de inzet van de teekens een te groote amplitude heeft die geleidelijk afneemt;

3e. Traagheid in de regeling is, afgezien van de vorige overweging, toch noodig om het systeem stabiel te houden. Hierover is een artikel gepubliceerd door KÜPFMÜLLER in ENT van 1928 (litt. 8), waarin het geheele probleem afdoende behandeld is.

Door de traagheid van de regeling is het mogelijk dat snelle fading ondanks de a.s.r. tot tijdelijke inzinkingen van het signaal leidt. Behalve a.s.r. is dus een zekere mate van begrenzing noodzakelijk.

Begrenzing heeft de volgende nadeelen:

1e. de sterkteverhouding tot het gewenschte signaal van alle storingen die kleiner amplitude hebben dan het signaal wordt ongunstiger;

2e. de lengte van het teeken verandert onder invloed van amplitudevariatiën. Ieder teeken heeft een zekeren tijd noodig om de maximale amplitude te bereiken (inslingertijd). De grootte van den inslingertijd hangt direct samen met de bandbreedte van de voorafgaande filters. Noemen we de inslingertijd τ_1 , de uitslingertijd τ_2 en de teekenlengte t , dan zal een zeer sterk signaal den duur $t + \tau_2$ hebben; daarentegen heeft een zeer zwak signaal den duur $t - \tau_1$. Aangezien de teekenlengte zoo lang is dat voordat het signaal afbreekt praktisch de stationnaire toestand is bereikt, kan $\tau_1 = \tau_2 = \tau$ gesteld worden en verandert de teekenlengte dus met $\pm \tau$.

Hieruit volgt, dat de begrenzer zoo ingesteld moet worden, dat de onvolkomenheden van de a.s.r. zooveel mogelijk onschadelijk gemaakt worden, maar dat de functie van opheffen van amplitude variaties in hoofdzaak door de a.s.r. wordt uitgeoefend.

De begrenzer- of sleutelinrichting kan met voordeel uitgebreid worden met een z.g. drempelinstelling d.w.z. een schakeling waarbij een signaal of storing beneden een bepaald niveau niet doorgelaten wordt. In fig. 15 is de uitgangsspanning E_u van een sleutelinrichting afgebeeld als functie van de ingangsspanning.

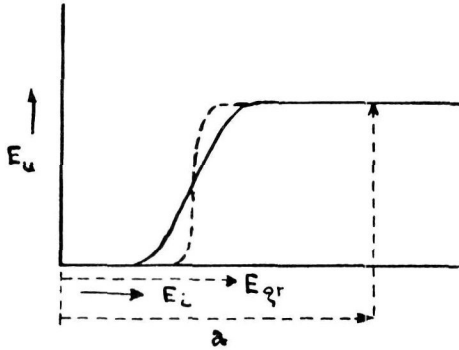


Fig. 15.

Het is mogelijk de overgang kleiner te maken, zooals door de gestippelde lijn in fig. 15 is aangegeven. Met een dergelijke inrichting zal een signaal dat oorspronkelijk een lange inslingerperiode had, veranderd worden in een vrijwel rechthoekig signaal. De toestand wordt benaderd, waarbij een signaal beneden de amplitude E_{gr} in het geheel geen uitwerking heeft en een signaal boven deze grens, onafhankelijk van de amplitude van het ingangssignaal een uitgangssignaal van steeds dezelfde amplitude veroorzaakt.

Nagegaan moet nu nog worden de invloed, die atmosferische storingen en storingen door het eigen geruisch van de eerste lamp van den ontvanger op een systeem van den bovenbedoelden vorm hebben.

De storingen zullen aan de uitgangsklemmen van de sleutelinrichting den vorm hebben van stroomstooten van dezelfde amplitude als het signaal, maar zullen zich hiervan onderscheiden door een korteren duur.

Meer in het bijzonder is de vraag van belang, welke de beste keuze is voor de bandbreedte van het filter, dat aan de sleutelinrichting vooraf gaat en dat, zooals uit het voorgaande is gebleken, het totale frequentie-doorlaatgebied van het toestel bepaalt.

Wanneer van het standpunt uitgegaan wordt, dat na de sleutel-inrichting in het geheel geen stoorimpulsen mogen optreden, is het antwoord zeer eenvoudig.

Het is bekend dat de verhouding van de maximale amplitude van stoorgeruisch (en dit geldt zoowel voor atmospherisch als voor lampgeruisch als voor afzonderlijke stooten) t.o.v. de amplitude van het signaal afneemt met de bandbreedte. Zoo gesteld, is de gunstigste instelling: een filter met zoo'n smalle band, dat onder en boven de draagfrequentie juist voldoende ruimte is om de seinfrequentie door te laten met voldoende zijbanden om een redelijken tekenvorm te verkrijgen. Met een belangrijke teekenverlenging en verkorting zou in dit geval rekening gehouden moeten worden en uit dien hoofde moet het filter breeder gekozen worden dan hierboven aangegeven. Bovendien geeft een zeer smal filter gemakkelijk aanleiding tot moeilijkheden in verband met de onvermijdelijke inconstantheid van den zender en van de, in den ontvanger gebruikte oscillatoren.

Deze beschouwingswijze is echter niet de juiste. Het aan den ontvanger aangesloten telegraafapparaat kan zoo geconstrueerd worden dat stoorimpulsen, die korter zijn dan een bepaalden tijdsduur, in het geheel geen schadelijken invloed uit kunnen oefenen.

Hierbij is verondersteld, dat de beschouwde stoorimpulsen op dat oogenblik de eenige storingsoorzaken zijn d.w.z., dat de gelijkloop volkomen is en dat teekenverlenging afwezig is.

Is dit niet het geval, dan wordt de tijdsduur van de stoorimpulsen die zonder schadelijke gevolgen verdragen kunnen worden, kleiner. Is de teekenverlenging of de verstoring van den gelijkloop zeer groot, dan kan deze tijdsduur zelfs tot nul inkrimpen. Het probleem van den ontvanger krijgt hierdoor een ander karakter en kan als volgt geformuleerd worden: Welke bandbreedte van het filter voor de sleutelinrichting laat instellen van den ontvanger op de grootste versterking toe, zonder dat stoorimpulsen optreden aan de uitgangsklemmen van den ontvanger, die een bepaalden tijdsduur overschrijden.

Het lijkt bij oppervlakkige beschouwing, dat deze formuleering van het probleem alleen betrekking heeft op typedruktelegrafie. Zij heeft echter een ruimere beteekenis, immers ieder telegraaf-toestel, ook de normale morserecorder, heeft een zekere traagheid en is ongevoelig voor zeer korte impulsen.

Alleen bij gehoorontvangst is het oor en de telefoon gevoelig voor een frequentiegebied, dat veel grooter is, dan noodig om morse-signalen te hooren. Korte impulsen maken daardoor een grootere indruk op het gehoor dan noodzakelijk is. Hier zou men op den begrenzer een scherp filter kunnen laten volgen om een gelijke conditie te bereiken als bij andere telegraafapparaten. Men komt dan tot wat in Amerika een „noise limiter” wordt genoemd. In een artikel van V. S. LANDON: A study of the characteristics of Noise (lit. 9) wordt een dergelijke inrichting genoemd.

Voor een stoorsignaal dat door een enkele korte stoot wordt opgewekt zal bewezen worden dat de bandbreedte voor den begrenzer zoo groot mogelijk gemaakt moet worden. Een resultaat, dat juist tegengesteld is aan de conclusie, waartoe men komt, wanneer geëischt wordt dat in het geheel geen stoorspanningen na den begrenzer met drempel optreden.

In het Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap van Juni 1932 geeft J. W. ALEXANDER een berekening van een dergelijk geval. (Lit. 2).

De spanning, die tengevolge van de storing optreedt aan de klemmen van den condensator van den eersten kring van een ontvanger kan voorgesteld worden door:

$$V_c = \omega G \cdot (\omega) e^{-\alpha t} \sin (\omega t + \varphi),$$

waarin $\omega G(\omega)$ de grootte van den component der frequentie ω uit het frequentiespectrum van de stoorspanning voorstelt; hierin is

$$\alpha = \frac{R}{2L} \text{ en } R = \text{hoogfrequentweerstand van den kring}$$

L = zelfinductie van den kring.

Wanneer meerdere kringen aanwezig zijn, is het resultaat wat ingewikelder. Voor drie kringen kan het uitgangssignaal bij benadering voorgesteld worden door:

$$V_c = v \frac{4}{e^2} \alpha G(\omega) e^{-\alpha t} (\alpha t)^2 \sin (\omega t + \varphi),$$

waarin v = versterking van den ontvanger voor een sinusvormig signaal. Wordt de versterking voor sinusvormige signalen constant

gehouden maar de bandbreedte (α) gewijzigd, dan kan de amplitude van de stoorspanning voorgesteld worden door:

$$V_a = k \alpha e^{-\alpha t} (\alpha t)^2.$$

In fig. 16 is $e^{-\alpha t} (\alpha t)^2$ uitgezet als functie van (αt) ; in dit geval waarbij geen koppeling tusschen de kringen aanwezig is, kan de bandbreedte van het systeem slechts veranderd worden door α te veranderen. In het geen volgt zal het begrip bandbreedte, aangeduid worden door de grootheid α . Er bestaan verschillende definities van bandbreedte. Het is niet noodig hier een van deze te kiezen, omdat in ieder geval vast staat, dat door vergrooting van α de bandbreedte eveneens vergroot wordt en door verkleining van α ook de bandbreedte kleiner wordt.

Bepaald moet nu worden van welke waarde van α uitgegaan kan worden. Hierbij zal er niet op gelet worden of deze waarde praktisch bereikbaar is. We kiezen α zoo, dat het doorgelaten frequentiebereik juist groot genoeg is.

De telegraafteekens, die overgebracht moeten worden, hebben een minimum teekenlengte t_1 . De seinfrequentie is dan $\frac{1}{2 t_1}$. Wanneer nu aangenomen wordt, dat de 3e harmonische van de seinfrequentie niet meer wordt gedempt dan tot op de halve waarde, zijn voldoende gegevens bekend om α te bepalen. Deze aanname is eenigszins willekeurig, maar het doorlaatgebied is hierdoor ongeveer zoo gekozen, dat voor radiotelegrafie de grens van het mogelijke is bereikt; een kleiner doorlaatgebied zou tot te groote vervorming van de teekens aanleiding geven.

Een spanning van een frequentie die $\frac{3}{2 t_1}$ onder en boven de resonantiefrequentie van de afgestemde kringen gelegen is, mag tweemaal verzwakt worden.

De verzwakking van een cirkelfrequentie, die $\Delta\omega$ van de resonantiefrequentie verschilt is voor één kring

$$\approx \sqrt{1 + \frac{(\Delta\omega)^2}{\alpha^2}}.$$

Hierbij is aangenomen, dat $\Delta\omega$ klein is t.o.v. de resonantiefrequentie van den kring.

Met drie kringen, zooals in het beschouwde geval, is de verzwakking:

$$\left(\sqrt{1 + \frac{\Delta \omega^2}{a^2}} \right)^3 \text{ en dit moet dus gelijk aan 2 gesteld worden.}$$

Derhalve:

$$1 + \frac{\Delta \omega^2}{a^2} = 1,26$$

$$\frac{\Delta \omega^2}{a^2} = 0,26$$

$$\frac{\Delta \omega}{a} = 0,51$$

of in verband met het voorgaande:

$$a = 2 \pi \cdot \frac{3}{2 t_1} \cdot \frac{1}{0,51} = \frac{18,4}{t_1}$$

Stelen we den duur van de storing, die door het telegraafapparaat zonder schadelijke gevolgen verdragen wordt op $\frac{t_1}{3}$, welk bedrag ruimschoots bereikbaar is met het hierna te beschrijven toestel, dan wordt de storingsduur t_s :

$$t_s = \frac{6,13}{a}$$

of:

$$a t_s = 6,13.$$

Er blijkt dus een zeer eenvoudig verband te bestaan tusschen de grootte a en den tijdsduur van een storing, die juist nog door het telegraafapparaat verdragen wordt zonder dat een verminking optreedt.

In dit verband komt de teekenlengte niet meer voor en geldt dus voor iedere seinsnelheid, wanneer zooals aangenomen is de bandbreedte (d.w.z. a) in overeenstemming is gebracht met de gebruikte seinsnelheid.

Door gebruik te maken van de betrekking $a t_s = 6,13$ is het mogelijk met behulp van fig. 16 na te gaan, welke invloed een stoot aan de ingangsklemmen van het ontvangtoestel heeft op het aan het telegraafapparaat toegevoerde signaal bij verschillende waarden van a .

Het probleem kan als volgt nader gedefinieerd worden.

Gegeven een plotseling optredende „stoot” aan de ingangsklemmen van het ontvangapparaat. Wat onder „stoot” verstaan wordt is vermeld in het reeds eerder aangehaalde artikel van J. W. ALEXANDER nl. een spanning die plotseling verandert van 0 tot V , en na een tijd Δt weer plotseling van V tot 0 verandert.

De ontvanger wordt zoo ingesteld dat deze „stoot” na de „sleutelinrichting” een stoorsignaal aan het telegraaf toestel toevoert, dat nog juist géén verminking veroorzaakt. Aan de totale versterking en de instelling van het toestel wordt niets veranderd, alleen de α wordt vergroot. De vraag is nu: is het stoorsignaal dat aan het telegraaf toestel wordt toegevoerd langer of korter geworden?

Voor de amplitude van de stoorspanning aan de ingangsklemmen van de sleutelinrichting geldt, wanneer ingesteld is op een waarde van $\alpha = \alpha_0$:

$$v_a = k \alpha_0 \cdot e^{-\alpha_0 t} (\alpha_0 t)^2.$$

wordt ingesteld op een waarde $n \times \alpha_0$ dan geldt:

$$v_a = n k \alpha_0 e^{-n \alpha_0 t} (n \alpha_0 t)^2.$$

Boven is uiteengezet dat voor den tijd, gedurende welken de stoorspanning (t_s) aan de ingangsklemmen van de sleutelinrichting grooter mag zijn dan de drempelwaarde, geldt: $\alpha t_s = 6,13$.

Door een horizontale lijn te trekken ter hoogte waar de snijpunten met de kromme een onderlingen afstand 6,13 hebben (fig. 16),

is het mogelijk, grafisch de waarde van $\frac{k \alpha_0}{V_d}$ te bepalen.

V_d = de drempelwaarde van de sleutelinrichting.

De vraag rest: hoe lang is de stoorspanning grooter dan de gevonden waarde van V_d , wanneer de waarde van α ingesteld wordt op $n \times \alpha_0$?

De amplitude van de stoorspanning als functie van den tijd is nu:

$$V_a = n k \alpha_0 e^{-n \alpha_0 t} (n \alpha_0 t)^2.$$

Er bestaan twee waarden van t waarvoor de amplitude van de stoorspanning gelijk is aan V_d , deze waarden zijn t_1 en t_2 , zoodat geldt:

$$n k \alpha e^{-n \alpha_0 t_1} (n \alpha_0 t_1)^2 = V_d.$$

$$n k \alpha e^{-n \alpha_0 t_2} (n \alpha_0 t_2)^2 = V_d.$$

of:

$$\varepsilon^{-n a_0 t_1} (n a_0 t_1)^2 = \frac{V_d}{k a} \cdot \frac{1}{n} \quad \text{en}$$

$$\varepsilon^{-n a_0 t_2} (n a_0 t_2)^2 = \frac{V_d}{k a} \cdot \frac{1}{n}.$$

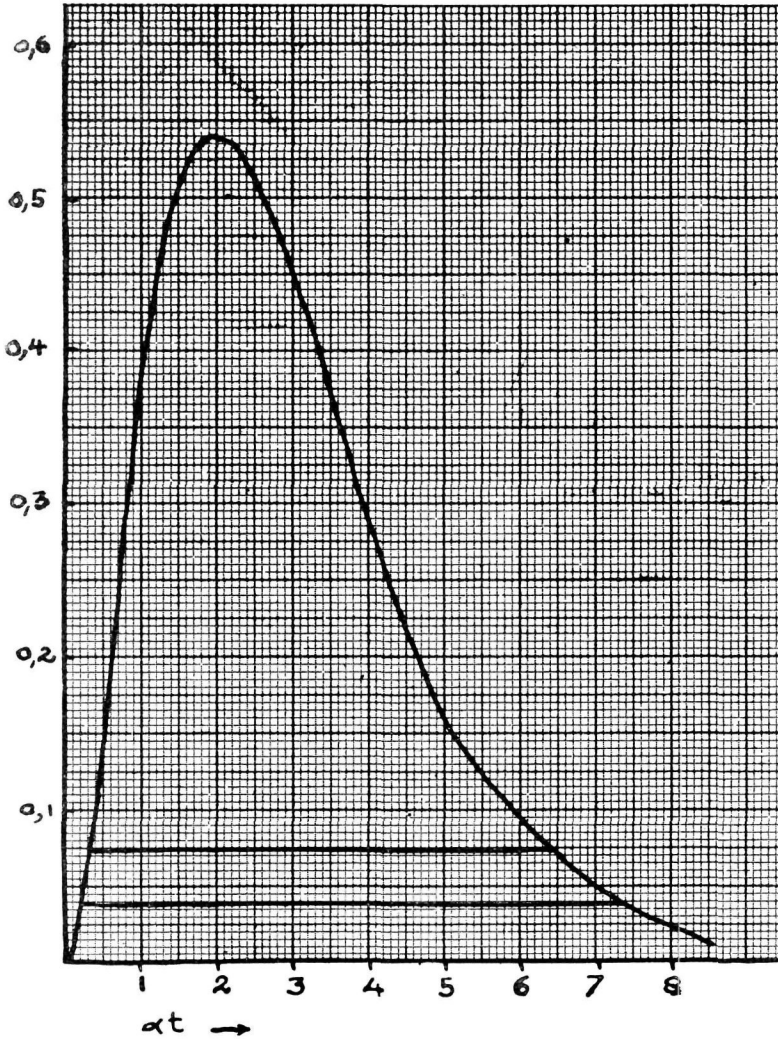


Fig. 16.

Dezelfde kromme van fig. 16 is te gebruiken voor de grafische bepaling van $n a_0 t_1$ en $n a_0 t_2$.

Een horizontale lijn ter hoogte $\frac{V_d}{k a_0} \cdot \frac{1}{n}$, geeft twee snijpunten met de kromme, zoodat na_0t_1 en na_0t_2 in de figuur zijn af te lezen.

Voor de waarde $n = 2$ is dit uitgevoerd; gevonden wordt dat $2 a_0 t_2 - 2 a_0 t_1 \approx 7,5$, zoodat $a_0(t_2 - t_1) = 3,75$ d.i. belangrijk korter dan in het geval dat $a = a_0$.

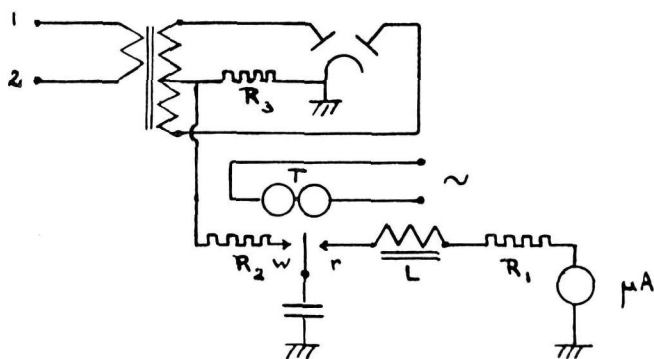


Fig. 17.

Om ook bij continu geruisch een inzicht te krijgen in de werking van een „sleutelinrichting” en de eischen die aan de voorafgaande filters gesteld moeten worden, werd de volgende proef genomen.

Een ontvanger, die gebruikt wordt voor transatlantisch telegrafieverkeer werd tot dit doel uitgerust met filters van drie verschillende breedten. Door middel van een schakelaar kunnen deze omgeschakeld worden. De filters waren zoo geconstrueerd, dat voor een frequentie in het midden van het doorlaatgebied de demping nagenoeg dezelfde was voor elk van deze drie.

De gebruikte ontvanger heeft hoogfrequentversterking (25 MHz — 5 MHz) middelfrequentversterking op 465 kHz daarna een tweede middelfrequentversterking op 10 kHz, waarna een sleutelinrichting volgt. Vóór den tweeden middelfrequentversterker waren de bovenbedoelde filters aangebracht.

Op den uitgang van het toestel dus na de sleutelinrichting werd een trage meter aangesloten in de schakeling van fig. 17.

Het relais T (in fig. 17) is bekrachtigd door 50 Hz wisselstroom.

Het anker ligt dan gedurende ca. 9 m sec aan het werkcontact en gedurende even langen tijd aan het rustcontact.

Gedurende den tijd dat het anker tegen het werkcontact ligt wordt de condensator C opgeladen. De grootte van den weerstand R_2 is zoo gekozen, dat de condensator in 9 m sec slechts opgeladen wordt tot een klein gedeelte van de maximale spanning, die bereikt wordt, wanneer aan de klemmen 1 en 2 continu een wisselspanning toegevoerd zou worden, terwijl het relais in den werkstand gehouden wordt.

De ontlading gedurende den tijd dat het relais T in den ruststand ligt is zoodanig dat condensator C in 9 m sec juist geheel ontladen is. De ontladkring wordt gevormd door condensator C, zelfinductie L en weerstand R_1 (in R_1 is weerstand μA meter begrepen). De waarden L, C en R_1 zijn zoo gekozen dat de slingerkring iets minder dan kritisch gedempt is en dat de spanning op den condensator voor den eersten keer nul wordt juist op het moment, dat het anker het rustcontact weer verlaat.

Is de momenteele waarde van de spanning tusschen de klemmen 1 en 2 gelijk aan e, dan kan de uitslag van den meter evenredig gesteld worden met:

$$\int_{t_2}^{t_1} \sqrt{e^2} dt,$$

waarin t_1 en t_2 begin en eind aanduiden van den tijd dat het anker in den werkstand ligt.

Van het ontvangtoestel werd de versterking zoover opgevoerd, dat het geruisch (in hoofdzaak van den roosterkring van de eerste hoogfrequentlamp) zoo sterk was, dat met het smalste filter een uitslag verkregen werd van ongeveer een derde van den vollen uitslag (de meter is zoo ingesteld dat deze vol uitslaat als tusschen de klemmen 1 en 2 een continue wisselspanning wordt aangesloten, die gelijk is aan de uitgangsspanning van de sleutelinrichting).

Nu werd op het tweede filter overgeschakeld en de sterkteregeling (van den 2en m.f. versterker) zoo geregeld, dat een zelfde uitslag werd verkregen en vervolgens werd hetzelfde herhaald met het breedste filter.

In deze drie gevallen werd een maat voor de versterking van het toestel verkregen door na te gaan, welke spanning aan den ingang

van den eersten middelfrequentversterker noodig was om de sleutelinrichting juist open te doen gaan.

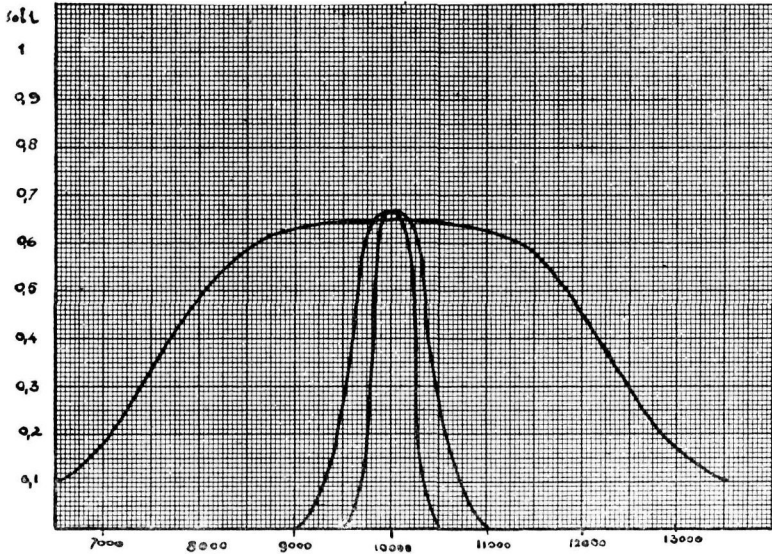


Fig. 18.

Dit voerde tot het volgende resultaat:

smalste filter $64 \mu V$
 middelste filter $100 \mu V$
 breedste filter $240 \mu V$.

De doorlaatkrommen van de drie filters zijn geteekend in fig. 18.

Definieert men als de bandbreedte de afstand van de buigpunten in de doorlaatkromme, dan wordt de bandbreedte voor het smalste filter 400 Hz, voor het middelste filter 825 Hz en voor het breedste filter 4500 Hz. Dit is een verhouding 1 : 2,06 : 11,25.

De verhouding storing—signaal van het smalste filter staat tot deze verhouding voor het middelste filter staat tot deze verhouding voor het breedste filter als 1 : 1,56 : 3,75.

Dit komt ongeveer overeen met de verhouding uit de wortels van de bandbreedten, dit zou moeten opleveren een verhouding 1 : 1,44 : 3,55.

Dit is in zooverre een merkwaardig resultaat, dat een dergelijke verhouding ook bij lineaire systemen gevonden wordt. (Lit. 10).

Gaf bij enkele stooten verbreeding van de filters verkorting van het storingsverschijnsel, bij continu geruisch heeft dus omgekeerd verbreeding van het filter een verlenging van het storingsverschijnsel tengevolge. Het kan daarom van belang zijn bij een ontvanger de mogelijkheid te hebben verschillende filters in te kunnen schakelen om de breedte van de filters in overeenstemming te brengen met den aard van de storingen.

Er zijn echter nog meer overwegingen, die de breedte van de filters bepalen. De stabiliteit van den zender en van de, in den ontvanger gebruikte oscillatoren heeft hierop ook invloed. Hoe smaller de filters gemaakt worden, hoe sneller het verloop van zender- of ontvanger-oscillator het bijregelen van het toestel noodzakelijk maakt. Hierdoor wordt een praktischen grens aan de filterbreedte gesteld. Deze grens kan door een doelmatige constructie van zender en ontvanger verlegd worden.

Zooals in het voorgaande reeds opgemerkt is, geeft verkleining van de bandbreedte vergrooting van in- en uitslingertijd van het filter en hierdoor hebben amplitudevariatiën veranderingen tengevolge in de lengte van het teeken, zooals dit door de sleutel-inrichting aan het telegraafstelsel wordt toegevoerd.

Om te berekenen hoe groot deze invloed is, kan uitgegaan worden van een signaal dat bestaat uit een regelmatige opeenvolging van positieve en negatieve stroomimpulsen van gelijke lengte. (reversals). Een dergelijk signaal kan ontwikkeld worden in een reeks van FOURIER:

$$f(t) = \frac{4a}{\pi} \left\{ \sin \omega_0 t + \frac{1}{3} \sin 3 \omega_0 t + \frac{1}{5} \sin 5 \omega_0 t + \text{enz.} \right\}$$

ω_0 is 2π maal de seinfrequentie; a is de amplitude van het rechte hoekige teeken.

Wordt dit signaal door een laag-doorlaatfilter gevoerd, dat slechts een beperkten band doorlaat dan ontstaat een vervormde stroomkromme.

In fig. 19 is geteekend de stroomkromme wanneer alleen f_0 doorgelaten wordt (— — — —), f_0 en $3 f_0$ doorgelaten worden (—) en f_0 , $3 f_0$ en $5 f_0$ doorgelaten worden (— . — . — .).

Zooals uit de figuur te zien is, wordt de stroom meer negatief dan $-a$ en meer positief dan $+a$.

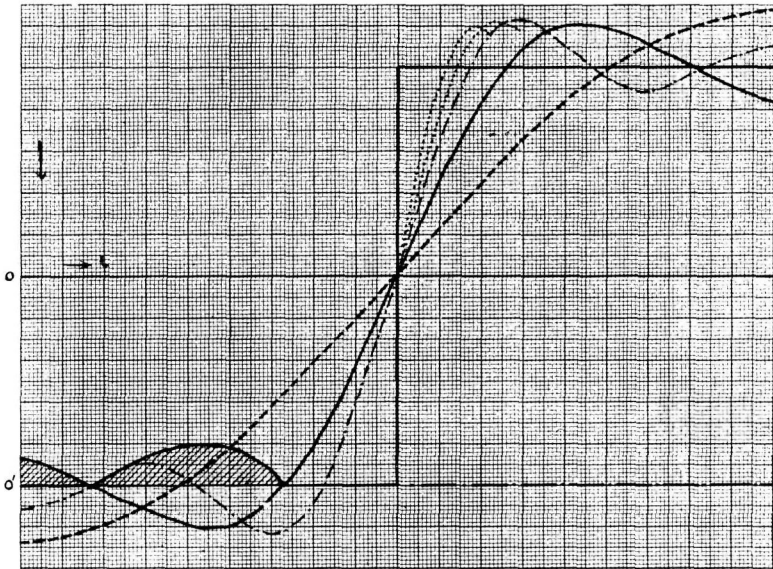


Fig. 19.

Het is interessant het gedrag na te gaan van een wisselspanning, die met regelmatige tussenpoozen onderbroken wordt en daarna door een bandfilter wordt gevoerd, dat slechts de frequentie van den wisselstroom en een beperkten band daar omheen door laat. De aanname moet gemaakt worden, dat geen phase-vervorming optreedt, dat dus de phasehoek lineair met de frequentie toeneemt. Een dergelijk signaal kan opgevat worden als een wisselspanning gemoduleerd met $f(t)$. De modulatie-diepte wordt gedurende den tijd, dat $|f(t)|$ grooter is dan $|a|$, grooter dan 100 %.

Men kan nu vragen hoe ziet het signaal er uit wanneer de gemoduleerde wisselspanning wordt gelijkgericht. Daarbij kan men ervan uitgaan, dat de frequentie van de wisselspanning groot is ten opzichte van de seinfrequentie, zoodat onderscheiden wordt in laag- en hoogfrequente componenten, die gemakkelijk van elkaar te scheiden zijn.

Alleen het laagfrequente signaal interesseert dan verder.

Ook moet nog opgemerkt worden, dat de gelijkrichting z.g. lineair gedacht is, d.w.z. dat de laagfrequente component van den stroom evenredig is met de amplitude van de wisselspanning.

Het laagfrequente signaal ziet er dan uit als in fig. 19 door de getrokken lijn is voorgesteld (wanneer de frequentie van de wisselspanning met aan weerszijden een band ter breedte $3 f_0$ wordt doorgelaten). De $0'$ as moet nu als 0 lijn genomen worden.

Het is duidelijk dat negatieve stroomen in dit geval niet kunnen optreden, het gedeelte van de kromme dat beneden de $0'$ as valt moet om die as gespiegeld worden. (Het hoogfrequente signaal had hier een negatieve amplitude, na gelijkrichting maakt voor het laagfrequente signaal een negatieve amplitude (180° phaseverschuiving) geen onderscheid meer).

Er treedt dus tusschen de teekens een stroomverschijnsel op.

We willen als den inslingertijd τ definiëren, den tijd gedurende welken de stroom grooter is dan 10 % van de amplitude van het rechthoekige teeken en kleiner dan 90 % van deze amplitude.

In eerste benadering kan het stuk van de kromme tusschen deze punten voorgesteld worden door een rechte lijn. De helling (S) van deze rechte wordt zoo gekozen dat deze in het punt, waar de stroom een waarde heeft gelijk aan de halve amplitude van het rechthoekige teeken, gelijk is aan de helling van de kromme. Deze helling is

$$\frac{df(t)}{dt} = \frac{4a\omega_0}{\pi} (\cos \omega_0 t + c \cos 3\omega_0 t + \text{enz.}).$$

dus in het beschouwde punt is de helling $\frac{4a\omega_0}{\pi} (1 + 1 + 1 + \text{enz.}).$

Noemen we het aantal oneven harmonischen van de seinfrequentie, die aan beide zijden van de draagfrequentie doorgelaten worden n , dan is:

$$s = \frac{4a\omega_0}{\pi} \cdot n.$$

De boven gedefinieerde inslingertijd τ wordt gevonden uit de vergelijking:

$$\frac{4a\omega_0}{\pi} n \tau = 1,6 a.$$

De totale bandbreedte van het bandfilter kan ingevoerd worden; deze zij Ω , dan geldt:

$$\Omega = (2n - 1) \times 2 \cdot \frac{\omega_0}{2\pi}.$$

$$\text{zoodat: } \tau = \frac{0,8}{\Omega} \cdot \frac{2n - 1}{2n} \quad \text{voor } n = \infty: \tau = \frac{0,8}{\Omega},$$

Hierbij moet niet vergeten worden, dat de eerste formule alleen geldt voor die waarde van Ω , waarbij juist een geheel aantal oneven-harmonischen van de seinfrequentie wordt doorgelaten.

Men kan zich van deze beperking vrij maken door de periode van de seinfrequentie te laten aangroeien tot oneindig, dan wordt beschouwd een enkele overgang van het signaal van niet-seinen op seinen, de reeksontwikkeling gaat dan over in een FOURIER-integraal.

KÜPFMÜLLER ging in zijn artikel in ENT van 1924 (Lit. 7) uit van de FOURIER-integraal en vond een ca 10 % grotere waarde.

In hoeverre een FOURIER-integraal meer de praktijk benadert dan de bovengegeven reeksontwikkeling, kan moeilijk gezegd worden. Wel staat vast, dat „reversals” een signaal is, dat in de praktijk veel voorkomt, ook komen signalen voor met een seinfrequentie $\frac{\omega_0}{2}$ en $\frac{\omega_0}{4}$.

Behoeft men dus aan den eenen kant de beperking tot oneven veelvouden van de seinfrequentie niet al te strikt in acht te nemen, aan den anderen kant zal toch wel steeds eenige samentrekking van het spectrum plaats vinden om punten die in eenvoudig verband tot de seinfrequentie staan.

Uitbreiding van fig. 19 met $7 \omega_0$ en $9 \omega_0$ leert, dat de amplitude van het stroomverschijnsel tusschen de teekens slechts zeer langzaam afneemt bij verbreding van den band. Het is dus ook bij een zeer breeden band niet wel mogelijk den inslingertijd tusschen grenzen te definieeren, die veel verschillen van de genoemde 10% en 90 %. (KÜPFMÜLLER doet dit ook), omdat deze definitie dan niet meer eenwaardig is.

De grenzen hebben ook praktische beteekenis. Om de stroomverschijnselen tusschen de teekens te onderdrukken is het noodig met een drempelinstelling te werken. Bij amplitudevariatie moet er voor

gezorgd worden, dat bij het sterkste teeken 10 % van de amplitude niet grooter is dan deze drempelwaarde. Voor het zwakste teeken moet 90% van de amplitude grooter of gelijk zijn aan de drempelwaarde. Dit beteekent, dat bij een dergelijke drempelinstelling de maximale amplitudevariatie's, die op mogen treden, ongeveer 1 op 9 kunnen zijn.

Wordt deze drempelinstelling gecombineerd met een sleutelinrichting, dan is het voorgaande reeds betoogd, dat een instelling gewenscht is zoodanig, dat een signaal hetwelk slechts weinig grooter is dan de drempelwaarde, het volle signaal na de sleutelinrichting geeft.

Het signaal na de sleutelinrichting heeft dan geen amplitudevariatie's meer, maar hier voor in de plaats zijn teekenlengtevariatie's getreden. De lengte van het teeken, dat voor de sleutelinrichting de grootst toelaatbare amplitude heeft, wordt na de sleutelinrichting: $t + \tau$ en het signaal met de kleinste amplitude wordt $t - \tau$. (Zie blz. 32). In het geval, dat de bandbreedte zoo klein is, dat slechts de grondgolf van de seinfrequentie aan weerszijden wordt doorge-
laten ($n = 1$), kan de betrekking $\tau = \frac{0,4}{\Omega}$ veranderd worden, door Ω in verband te brengen met de teekenlengte.

$$t = \frac{1}{2 f_0} \quad t = \frac{1}{\Omega}$$

zoodat:

$$\tau = 0,4 t.$$

Deze waarde van de teekenverlenging is ontoelaatbaar in verband met het feit dat de teekenverlenging, die op den radioweg ontstaat, door de overdracht over meerdere wegen gelijktijdig, in vele gevallen hierbij opgeteld moet worden.

De kleinste waarde van n die bruikbaar is, is gelijk aan 2; dan is:

$$\tau = \frac{0,8}{\Omega} \cdot \frac{3}{4} = \frac{0,6}{\Omega}.$$

$$t = \frac{1}{2 f_0}; \quad \Omega = 6 f_0 \quad \text{zoodat:}$$

$$\tau = 0,2 t.$$

Dit is een waarde, die aan de grens van de bruikbaarheid ligt. Men kan de resultaten als volgt samenvatten.

Een sleutelinrichting is in staat amplitudevariatie's van het aankomende signaal op te heffen. Er treden bezwaren op, wanneer deze amplitudevariatie's grooter worden dan ongeveer 1 : 10. Als nevenverschijnsel treedt een verandering van de teekenlengte op. Deze blijft binnen toelaatbare grenzen, wanneer de breedte van de filters zoo gekozen wordt, dat tenminste driemaal de seinfrequentie wordt doorgelaten.

Bij de voorgaande beschouwingen zijn we uitgegaan van de mogelijkheid om het telegraafapparaat zoo te construeeren, dat dit een zekere mate van ongevoeligheid voor storingen bezit. Dat dit een niet onbelangrijke praktische verbetering is, kan voor het geval van enkelvoudige stooten berekend worden.

Bij continu geruisch is het verkrijgen van quantitative gegevens langs theoretischen weg niet zoo eenvoudig. Hier moet het experiment deze verschaffen. Wel kan gezegd worden dat ook bij geruisch een zekere mate van verbetering op treedt. De tegenstrijdigheid, die bestaat tusschen de eischen, die aan de breedte van het filter voor de sleutelinrichting gesteld moeten worden bij geruisch en bij enkelvoudige stooten komt hierbij niet naar voren, wel is het effect bij enkelvoudige stooten grooter. De grootte van laatstbedoeld effect kan zeer gemakkelijk uit fig. 16 afgeleid worden. Was het telegraafapparaat gevoelig voor zeer korte impulsen, dan zou er voor gezorgd moeten worden, dat de maximale amplitude van de stoorspanning beneden de drempelinstelling blijft. Is ongevoeligheid voor storingen beneden een bepaalde lengte aanwezig, dan kan de versterking van het ontvangtoestel verder opgevoerd worden. Bij de behandeling van fig. 16 is een waarde van α gekozen zoodanig, dat het doorlaatgebied zoo klein is, dat van een grenswaarde gesproken kan worden. Voor deze grenswaarde blijkt uit fig. 16, dat de versterking in de verhouding 0,54 : 0,072 opgevoerd kan worden, voordat de lengte van de storing grooter wordt dan een derde deel van de teekenlengte. Dit is een verhouding van ruim 7 maal. Het spreekt nog duidelijker wanneer men zegt, dat een zender met het 50-voudige vermogen eerst in staat is om het signaal aan de ontvangzijde zoo op te voeren, dat ook bij een telegraafapparaat met gevoeligheid voor korte storingen verminkingen niet meer optreden. Voor gevallen, waarbij de bandbreedte grooter is dan de grenswaarde

worden, de cijfers nog sterker in het voordeel van een apparaat met verminderde storingsgevoeligheid.

Om kwantitatieve gegevens te verkrijgen van de verbetering, die verkregen wordt bij continu geruisch, wanneer het telegraafapparaat ongevoelig is voor storingen beneden een bepaalde lengte, werden met het meetapparaat van fig. 17 nog eenige metingen verricht.

De meetinrichting werd weer aangesloten op de uitgangsklemmen van het ontvangapparaat. De versterking werd zoo hoog opgevoerd, dat bij niet aangesloten antenne uitslagen van den μ A meter werden verkregen tengevolge van geruisch, dat in hoofdzaak afkomstig is van den roosterkring van de eerste hoogfrequentlamp. De versterkingsgraad werd vergeleken voor verschillende uitslagen van den μ A meter. Een maat voor den versterkingsgraad kan verkregen worden, door na te gaan welke spanning (U) aan de ingangsklemmen van den 1en m.f. versterker de sleutelinrichting juist in het midden van het overgangsgebied brengt (zie fig. 15).

De ingangsklemmen van den 1en m.f. versterker werden gekozen, omdat in dit frequentiegebied een beter reproduceerbare en meetbare spanning toegevoerd kan worden. Aangezien de hoogfrequent sterkteregeling niet veranderd behoeft te worden, dus de regeling uitsluitend na het punt, waar de meetspanning werd toegevoerd plaats vond, is tegen deze keuze geen enkel bezwaar.

De uitslag 0 schaaldeelen komt overeen met een instelling, waarbij juist de sterkste pieken van het geruisch een enkelen maal de drempelwaarde overschrijden. Een telegraafapparaat dat gevoelig is voor zeer korte stooten begint een enkelen maal een verminking te geven.

De uitslag bij continu signaal is in alle gevallen 16 schaaldeelen. De resultaten zijn weergegeven in de grafiek van fig. 20 en in de hiernavolgende tabellen. In de grafiek is uitgezet de uitslag van den μ A meter als functie van U/U_0 met de meergenoemde drie filters. U_0 is de waarde van de spanning U voor een uitslag van 0 schaaldeelen. Voor het smalste filter werd bovendien nagegaan in hoeverre verandering van de drempelwaarde invloed op het resultaat heeft.

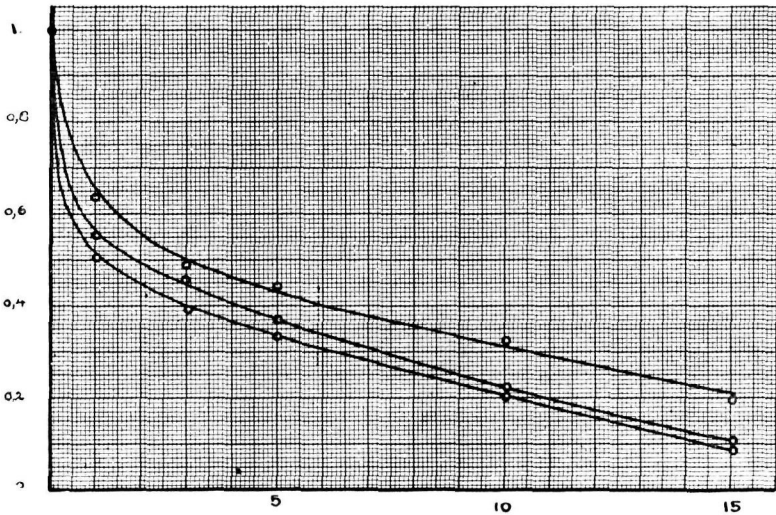


Fig. 20.

De resultaten bij twee verschillende drempelspanningen zijn weergegeven in de eerste en tweede kolom van onderstaande tabel.

In de derde kolom is het resultaat van de eerste kolom nogmaals

schaal- deelen	U.	schaal- deelen	U.	schaal- deelen	U.
0	320 μ V	0	470 μ V	0	470 μ V
1	164 μ V	1	240 μ V	1	240 μ V
3	120 μ V	3	180 μ V	3	176 μ V
5	97 μ V	5	160 μ V	5	142 μ V
10	64 μ V	10	100 μ V	10	94 μ V
15	23 μ V	15	34 μ V	15	34 μ V

vermeld echter na zoodanige vermenigvuldiging, dat de spanning U_0 (voor 0 schaaldeelen) dezelfde is als in de tweede kolom.

Het verschil tusschen de waarneming, bij verschillende drempelspanningen ligt binnen de grenzen van de meetnauwkeurigheid, zoodat gezegd kan worden, dat de waarde van de drempelspanning geen invloed heeft op de hierna te maken gevolgtrekkingen.

Uit de grafiek volgt, dat de bandbreedte van de gebruikte filters daarentegen wel invloed heeft op de resultaten.

Het zal blijken in hetgeen hierna volgt, dat het telegraafapparaat zoo geconstrueerd kan worden, dat een uitslag van 40 % van den vollen uitslag nog geen schadelijken invloed heeft (d.i. 6,4 schaaldeelen), zoodat de versterkingsgraad van het toestel opgevoerd kan worden in een verhouding, die voor het smalste filter 1 : 3,3 bedraagt.

De vergelijking is ten opzichte van den versterkingsgraad bij 0 schaaldeelen, dat is dus ten opzichte van de instelling voor een telegraafapparaat, dat ook voor korte storingen gevoelig is.

Voor het middelste filter bedraagt deze verhouding 1 : 3,1 en voor het breedste filter 1 : 2,5.

Wanneer het smalste filter gebruikt wordt, kan men zeggen dat een telegraaftoestel, dat zoo geconstrueerd is, dat het ongevoelig is voor storingen tot 40 % van de teekenlengte, nog goede resultaten geeft op een verbinding, waar geseind wordt met een tiende deel van het vermogen, dat noodig is om bij een ontvangend telegraaftoestel, dat deze eigenschap mist, overeenkomstige resultaten te verkrijgen.

Bij deze vergelijking is uitgegaan van een toestand, waarbij de beschouwde stoorspanning de eenige storingsoorzaak is. Gelijktijdig optredende teekenverlenging of verloop van het synchronisme tusschen zender- en ontvangeras, beïnvloeden het resultaat. Uit het verloop van de grafiek blijkt, dat reeds bij ongevoeligheid voor betrekkelijk korte stoorspanningen (b.v. 1 schaaldeel = 1/16 deel van de teekenlengte) een niet onbelangrijk resultaat verkregen wordt.

In fig. 21 is schematisch voorgesteld hoe de geheele apparatuur aan de ontvangzijde gedacht is.

Het signaal dat de sleutelrichting (7) verlaat kan geacht worden contant van amplitude te zijn. Echter hangt de lengte af van ten eerste de amplitudevariatiën van het inkomende signaal en ten tweede de teekenverlenging op het radiocircuit door de aanwezigheid van meerdere wegen. Wordt de teekenverlenging aan de voorzijde van het signaal op a m sec gesteld en die aan de achterzijde op b m sec, dan kan de lengte van het signaal varieeren tusschen:

$$t - \tau \quad \text{en} \quad t + \tau + a + b$$

waarin t de teekenlengte van het signaal zooals het uitgezonden werd, en τ de inslingertijd van filter 6 voorstelt. Deze kan gelijk gesteld worden aan den uitslingertijd wanneer, wat praktisch steeds het geval is, het teeken zoo lang duurt dat de stationnaire toestand geacht kan worden bereikt te zijn voor het einde van het teeken. De versterkergeleijkrichter (8) richt het signaal gelijk en voert dit gelijkgerichte signaal toe aan een schakeling, die electrisch relais genoemd zal worden.

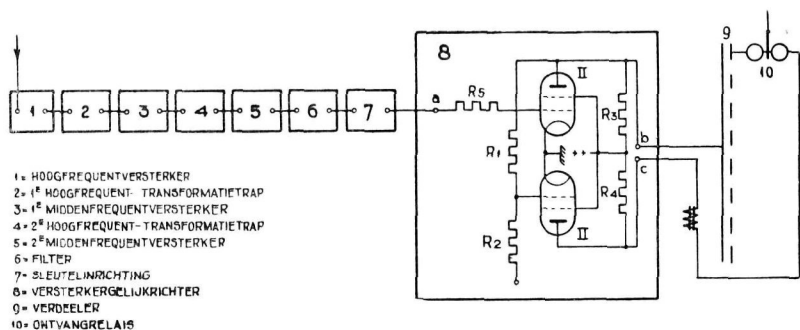


Fig. 21.

Dit electrisch relais is in fig. 21 afzonderlijk geteekend, teneinde de werking nader te kunnen toelichten.

Het zou mogelijk zijn geweest, inplaats van dit electrisch relais een mechanisch relais te kiezen. In hetgeen volgt zal blijken, dat in de gegeven schakeling een mechanisch relais zelfs de voorkeur verdient; er zijn echter schakelingen waar een electrisch relais beter is. Aan het punt a in den versterkergeleijkrichter 8 wordt de gelijkgerichte signaalspanning toegevoerd. Deze signaalspanning maakt het rooster van buis I positief, terwijl de spanning van het rooster van buis I bij afwezigheid van signaal sterk negatief is. De weerstand R_5 zorgt er voor, dat ook bij zeer sterke signalen de rooster-spanning van buis I maar weinig grooter wordt dan nul. De instelling is zoodanig, dat een werking verkregen wordt overeenkomstig hetgeen in fig. 15 voorgesteld werd, zoodat aangenomen kan worden, dat de stroom in den plaatkring van buis I een nagenoeg rechthoekig verloop zal hebben.

De weerstanden R_1 en R_2 zijn zoo gekozen, dat in verband met de grootte van de negatieve roosterspanning, die aan het uiteinde van R_2 toegevoerd wordt, de buis II in het geheel geen stroom voert wanneer buis I stroom voert en maximum stroom voert, wanneer buis I geen stroom voert.

Een relaiswikkeling, die tusschen de punten b en c geschakeld wordt, zal bij binnenkomen van een signaalspanning door stroom doorgeloopt worden en zonder signaalspanning een evengrooten stroom in de tegenovergestelde richting voeren.

Door den verdeeler 9 wordt ieder van de acht relais (10) (waarvan er slechts één geteekend is) op het juiste moment tusschen de punten b en c aangesloten. Van het uitgezonden 8-eenheden teken wordt het eerste teekenelement dus vastgelegd op relais één, het tweede op relais twee enz.

De tijd, gedurende welken de contacten van den verdeeler gesloten zijn, kan gekozen worden, terwijl er rekening mede gehouden moet worden, dat een stoorsignaal beneden een zekeren tijdsduur geen schadelijke werking moet kunnen uitoefenen. Het is van belang dezen tijdsduur zoo lang mogelijk te maken.

Om een juist inzicht in de werking te verkrijgen, is het noodig een onderzoek in te stellen naar de eigenschappen van een mechanisch relais (polair relais).

HOOFDSTUK II.

HET POLAIRE TELEGRAAFRELAIS.

In fig. 22 is de constructie van een polair telegraafrelais geteekend. De afgebeelde constructie heeft betrekking op een relais Trl. 43A van SIEMENS & HALSKE. Dit type relais is ook gebruikt bij de metingen, die in hetgeen volgt beschreven zullen worden.

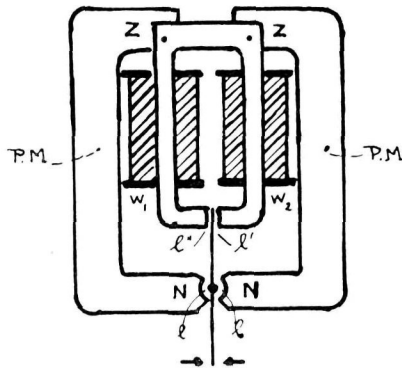


Fig. 22.

De afgeleide betrekkingen zijn eveneens geldig voor andere typen relais. Het type relais dat behandeld is op het college van Prof. BÄHLER aan de T.H. te Delft, geeft blijkens de berekeningen van Prof. BÄHLER volkomen analoge resultaten.

Het magnetisch circuit is schematisch voorgesteld in fig. 23. Hierbij is de spreiding verwaarloosd, hetgeen in een dergelijk systeem met slechts smalle luchtspleten geoorloofd lijkt.

De notatie is als volgt:

$\frac{M_0}{2}$ = magnetomotorische kracht van elk der permanente magneten P.M.

$\frac{M}{2}$ = magnetomotorische kracht tengevolge van den stroom in de wikkelingen W_1 en W_2 .

$R - R_\alpha$ = magnetische weerstand van luchtspleet I' vermeerderd met den magnetischen weerstand van het ijzer in de wikkeling W_1 .

$R + R_\alpha$ = magnetische weerstand van luchtspleet I' vermeerderd met den magnetischen weerstand van het ijzer in de wikkeling W_2 .

R_t = magnetische weerstand van de tong.

R_1 = magnetische weerstand van de luchtspleten I.

ϕ_1 = Flux door W_1 .

ϕ_2 = Flux door W_2 .

$$R_t^1 = R_t + \frac{R_1}{2}$$

$\frac{R_0}{2}$ = magnetische weerstand van P.M.

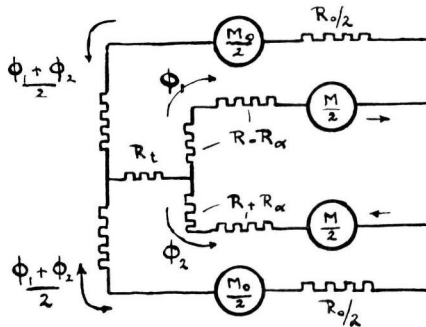


Fig. 23.

R_α stelt voor de verandering van den magnetischen weerstand van de luchtspleet I', wanneer de tong zich uit den middenstand beweegt. De beweging van de tong is zoo klein dat de verandering evenredig met de uitwijking gesteld kan worden en dat de verandering van den magnetischen weerstand van de luchtspleet I' gelijk en tegengesteld aan de verandering van den magnetischen weerstand van de luchtspleet I'' gesteld kan worden.

Symmetrie-overwegingen voeren tot de conclusie dat de krachtstroom in de permanente magneten P.M. gelijk moet zijn, zoodat de volgende vergelijkingen gelden:

$$M = \emptyset_1 (R - R_a) - \emptyset_2 (R + R_a) \quad 1)$$

$$M_0 - M = (\emptyset_1 + \emptyset_2) \frac{R_0}{2} + \\ + (\emptyset_1 + \emptyset_2) 2 R_t' + \emptyset_2 2 (R + R_a) \quad 2)$$

Oplossen van $\emptyset_1$ en $\emptyset_2$ voert tot

$$\emptyset_1 = \frac{M (R_0 + 4 R_t' + 4 R + 4 R_a) + 2 (M_0 - M) (R + R_a)}{2 R (R_0 + 4 R_t') + 4 R^2 - 4 R_a^2} \quad 3)$$

$$\emptyset_2 = \frac{-M (R_0 + 4 R_t') + 2 (M_0 - M) (R - R_a)}{2 R (R_0 + 4 R_t') + 4 R^2 - 4 R_a^2} \quad 4)$$

De kracht die op het anker uitgeoefend wordt is:

$$P = \frac{\emptyset_1^2 - \emptyset_2^2}{8 \pi O} = \frac{(\emptyset_1 + \emptyset_2) (\emptyset_1 - \emptyset_2)}{8 \pi O} \quad 5)$$

waarin:

O = doorsnede van luchtspleet l'' en van luchtspleet l' . Stellen we:

$$R_0 + 4 R_t' + 2 R = R'$$

en verwaarloozen we R_a^2 t.o.v. R^2 en R_a^2 t.o.v. R'^2 dan volgt:

$$P = \frac{2 M M_0}{8 \pi O R R'} + \frac{4 M_0^2 R + 2 M^2 R'}{8 \pi O R^2 R'^2} R_a = P' + P'' \quad 6)$$

De kracht P blijkt te bestaan uit twee deelen nl. een gedeelte P' , dat evenredig is met M , dus met het aantal ampère-windingen van de wikkelingen W_1 en W_2 en een gedeelte P'' , dat evenredig is met R_a , dus met de uitwijking van de tong uit den middenstand. Er kan bewezen worden dat de term $2 M^2 R'$ verwaarloosd kan worden t.o.v. $4 M_0^2 R$.

De stroom door de wikkeling is normaal niet grooter dan noodig is om P' $5 \times$ grooter te maken dan P'' .

$$\frac{2 M M_0}{8 \pi O R R'} < 5 \times \frac{4 M_0^2 R}{8 \pi O R^2 R'^2} R_a$$

$$M < 5 \times \frac{2 M_0}{R'} \times R_a$$

$$2 M^2 R' < 4 M_0^2 R \times 50 \cdot \frac{R_a^2}{R' R}$$

R_t' is van dezelfde grootte-orde als R . R_0 is belangrijk grooter dan R , zoodat R' op tenminste $10 R$ gesteld kan worden.

R_a is maximaal ongeveer 0,1 R, zodat de fout bij verwaarloozing van $2 M^2 R'$ t.o.v. $4 M_0^2 R$ ten hoogste 5 % bedraagt.

De bewegingsvergelijking van het anker kan nu opgesteld worden. Stellen we de hoekverdraaiing van het anker uit het midden y radialen. In verband met den kleinen uitslag zou het eveneens toelaatbaar zijn geweest met de uitwijking van het contact te rekenen en een rechtlijnige beweging aan te nemen.

De hoekverdraaiing van het anker t.o.v. het linker contact zij x radialen, (zie fig. 23), de halve slag = a radialen.

Het traagheidsmoment van het anker = m .

P'' is evenredig met y .

Stel de evenredigheidsconstante = β . De eventuele veerkracht van het anker zij P''' .

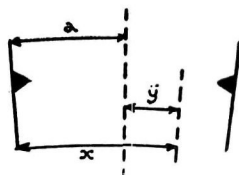


Fig. 24.

Deze kracht is eveneens evenredig met y , heeft echter tegengesteld teeken; de evenredigheidsconstante zij gelijk aan a .

De wrijving in het draaipunt van het anker zij voorgesteld door een kracht, die evenredig is met de hoeksnelheid van het anker dus everedig met $\dot{x}$. De evenredigheidsconstante zij r .

Bij het nog te beschrijven typedruk telegraafstelsel wordt steeds gebruik gemaakt van relais met z.g. kiepende instelling, die dus zonder bekrachtiging in den eenmaal ingenomen stand blijven liggen, dit beteekent dat $\beta > a$.

De vergelijking wordt dan:

$$-m\ddot{x} - r\dot{x} + (x - a) (\beta - a) + P' = 0. \quad (7)$$

Bij plotseling inschakelen van den stroom in de relaiswikkeling kan de uitslag x van het anker uitgerekend worden met behulp van de operatorenrekening.

$$\begin{aligned} x &= \frac{P' - a (\beta - a)}{m p^2 + r p - (\beta - a)} = \\ &= \frac{P' - a (\beta - a)}{m} \left[\frac{e^{p_1 t}}{p_1 (p_1 - p_2)} + \frac{e^{p_2 t}}{p_2 (p_2 - p_1)} + \frac{1}{p_1 p_2} \right] \end{aligned}$$

$$p_1 = -\frac{r}{2m} + \sqrt{\frac{r^2}{4m^2} + \frac{(\beta - a)}{m}}$$

$$p_2 = -\frac{r}{2m} - \sqrt{\frac{r^2}{4m^2} + \frac{(\beta - a)}{m}}$$

Stelt men:

$$\frac{r}{2m} = \varrho; \quad q_1 = -\frac{r}{2m} + \sqrt{\frac{r^2}{4m^2} + \frac{\beta - a}{m}} = -\varrho + \sqrt{\varrho^2 + \gamma^2}.$$

$$\frac{\beta - a}{m} = \gamma^2; \quad q_2 = +\frac{r}{2m} + \sqrt{\frac{r^2}{4m^2} + \frac{\beta - a}{m}} = \varrho + \sqrt{\varrho^2 + \gamma^2}.$$

$$\frac{P'}{(\beta - a)} = \varepsilon \quad q_1; q_2; \sigma \text{ en } \varrho \text{ hebben de dimensie } \frac{1}{t}.$$

q_1 en q_2 zijn positieve grootheden en $q_2 > q_1$.

Dan volgt:

$$x = (\varepsilon - a) \left[\frac{q_2}{q_2 + q_1} e^{q_1 t} + \frac{q_1}{q_2 + q_1} e^{-q_2 t} - 1 \right] \quad 8)$$

De grootheid ε heeft de dimensie van een lengte, en is evenredig met den stroom door de relaiswikkeling.

ε is experimenteel gemakkelijk te bepalen op de volgende wijze. Men meet den stroom (I_0), die door de wikkeling moet vloeien om het anker juist niet in beweging te brengen.

Voor een waarde van den stroom I_0 overeenkomende met $\varepsilon = \varepsilon_0$, is $P_{\text{tot}} = 0$, hierbij is $x = 0$.

$$P_{\text{tot}} = P' + P'' - P'''.$$

$$P' = \varepsilon (\beta - a) = 2 \frac{M_0 M}{8 \pi O R R'}$$

$$P'' = (x - a) \beta.$$

$$P''' = (x - a) a.$$

Zoodat $P_{\text{tot}} = (\beta - a) (\varepsilon + x - a)$; dus $\varepsilon_0 = a$.

$$P' = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \cdot \varepsilon_0 \cdot (\beta - a) = \frac{I_a}{I_0} a(\beta - a) \text{ of } \varepsilon = \frac{I}{I_0} a.$$

γ en q zijn niet gemakkelijk door directe meting te bepalen. Om echter toch na te kunnen gaan, hoe groot deze grootheden bij het Siemens-relais 43A zijn, is een andere weg gevolgd.

Van het relais kan gemeten worden de overslagtijd en de aanspreektijd, die we resp. w en v zullen noemen.

Onder overslagtijd wordt verstaan de tijd, dien het anker noodig heeft om van het rust-op het werkcontact te komen of omgekeerd.

Onder aanspreektijd wordt verstaan de tijdsduur van een door de wikkeling gestuurden stroomimpuls, die juist zoo lang duurt, dat het werkcontact bereikt wordt. In dit geval zijn de metingen verricht met rechthoekige stroomimpulsen d.w.z. de inslingertijd van deze impulsen was klein t.o.v. den te meten tijd.

Hoe deze metingen verricht zijn, zal later medegedeeld worden, eerst zullen de aanspreek-, zoowel als de overslagtijd berekend worden.

Om den overslagtijd te vinden behoeft in vergelijking 8 slechts $x = 2a$ gesteld te worden, zoodat:

$$\frac{\varepsilon + a}{\varepsilon - a} = \frac{q_2}{q_2 + q_1} e^{+q_1 w} + \frac{q_1}{q_2 + q_1} e^{-q_2 w} \quad 9)$$

Het gebied, waarvoor w en v bepaald zijn, strekt zich uit van $\varepsilon = 1,5 a$ tot $\varepsilon = 5a$.

Het linkerlid van de vergelijking is dus steeds grooter dan 1,5.

In eerste benadering kan gesteld worden:

$$\frac{\varepsilon + a}{\varepsilon - a} = \frac{q_2}{q_1 + q_2} e^{q_1 w}. \quad 10)$$

De fout in de aldus gevonden waarde van w is grooter, naar mate de verhouding $\frac{q_2}{q_1}$ en de waarde van het linkerlid kleiner worden.

De grootste fout, die op kan treden, is als $\frac{\varepsilon + a}{\varepsilon - a} = 1,5$ en $q_2 = q_1$; in dit geval wordt de juiste waarde van w gevonden uit:

$$1,5 = \frac{1}{2} e^{q_1 w} + \frac{1}{2} e^{-q_1 w}$$

zoodat: $e^{q_1 w} = 1,5 + \sqrt{1,5^2 - 1} = 2,62$ $q_1 w = 0,96$

In eerste benadering wordt gevonden:

$$e^{q_1 w} = 3$$

zoodat:

$$q_1 w = 1,09$$

de fout bedraagt 11,3%.

Bij het te meten relais zal blijken dat $q \approx \gamma$ zoodat $\frac{q_2}{q_1} \approx 5,9$. In dit geval is de gemaakte fout veel kleiner. Deze is maximaal als $\frac{\varepsilon + a}{\varepsilon - a} = 1,5$ en bedraagt dan minder dan $3^{0/00}$, zoodat betere benadering overbodig is.

Om den aanspreektijd te berekenen, moet een tijd v na het inschakelen van den stroom, deze plotseling op 0 gebracht worden.

Dit komt overeen met een sprong $-\varepsilon$, zoodat de vergelijking voor x , geldende voor $t > v$ wordt:

$$x = a + (\varepsilon - a) \left[\frac{q_2}{q_1 + q_2} e^{q_1 t} + \frac{q_1}{q_1 + q_2} e^{-q_2 t} \right] - \varepsilon \left[\frac{q_2}{q_1 + q_2} e^{q_1 (t-v)} + \frac{q_1}{q_1 + q_2} e^{-q_2 (t-v)} \right] \quad (11)$$

De negatieve e -machten kunnen verwaarloosd worden, immers men kan de vraag als volgt definieeren: Hoe groot moet v zijn, opdat x na zeer langen tijd positief blijft. Aangenomen is dat de tong bij inschakelen van den impuls tegen het rustcontact ligt. De tijd, waarvoor het teeken van x bepaald wordt, kan dus zoo groot gekozen worden als men wenscht.

Het werkcontact zal steeds bereikt worden als de positieve e -machten een positieven coëfficiënt hebben.

De limiet van de kleinste waarde v , waarbij nog voldaan wordt aan den eisch, dat x positief blijft, wordt gevonden door in 11) den coëfficiënt van $e^{q_1 t}$ gelijk aan nul te stellen; dit voert tot:

$$\frac{\varepsilon - a}{\varepsilon} = e^{-q_1 v} \quad (12)$$

Tot dezelfde uitkomst voert een andere beschouwingswijze, die nog iets meer inzicht verschaft. Het zal duidelijk zijn, dat het werkcontact steeds bereikt wordt, wanneer de tong den middenstand ($x = a$) bereikt met een snelheid grooter dan nul. $v_a = \frac{dx}{dt}$

voor $x = a$ kan bepaald worden uit de volgende vergelijkingen:

$$x = a + (\varepsilon - a) \left(\frac{q_2}{q_1 + q_2} e^{q_1 t} + \frac{q_1}{q_1 + q_2} e^{-q_2 t} \right) - \\ - \varepsilon \left(\frac{q_2}{q_1 + q_2} e^{q_1 (t-v)} + \frac{q_1}{q_1 + q_2} e^{-q_2 (t-v)} \right)$$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{q_1 q_2}{q_1 + q_2} [(\varepsilon - a) (e^{q_1 t} - e^{-q_2 t}) - \varepsilon (e^{q_1 (t-v)} - e^{-q_2 (t-v)})].$$

$$\frac{dx}{dt} \Big|_{x=a} = v_a; \text{ tijd nodig om } x = a \text{ te maken} = t_a$$

$$0 = (\varepsilon - a) (q_2 e^{q_1 t_a} + q_1 e^{-q_2 t_a}) - \varepsilon (q_2 e^{q_1 (t_a - v)} + q_1 e^{-q_2 (t_a - v)}) \\ (\varepsilon - a) e^{q_1 t_a} - \varepsilon e^{q_1 (t_a - v)} - (\varepsilon - a) e^{-q_2 t_a} + \varepsilon e^{-q_2 (t_a - v)} = \\ = v_a \cdot \frac{q_1 + q_2}{q_1 \cdot q_2}$$

$$0 = q_2 e^{q_1 t_a} \{(\varepsilon - a) - \varepsilon e^{q_1 v}\} + q_1 e^{-q_2 t_a} \{(\varepsilon - a) - \varepsilon e^{q_2 v}\}$$

$$v_a \cdot \frac{q_1 + q_2}{q_1 q_2} = e^{q_1 t_a} \{(\varepsilon - a) - \varepsilon e^{-q_1 v}\} + \\ + \frac{q_2}{q_1} e^{q_1 t} \{(\varepsilon - a) - \varepsilon e^{-q_1 v}\}$$

$$v_a = q_2 e^{q_1 t_a} \{(\varepsilon - a) - \varepsilon e^{-q_1 v}\}$$

$$v_a \frac{q_1 + q_2}{q_1 q_2} = - \frac{q_1}{q_2} e^{-q_2 t_a} \{(\varepsilon - a) - \varepsilon e^{q_2 v}\} - \\ - e^{-q_2 t_a} \{(\varepsilon - a) - \varepsilon e^{q_2 v}\}$$

$$v_a = - q_1 e^{-q_2 t_a} \{(\varepsilon - a) - \varepsilon e^{q_2 v}\}$$

v_a is positief als $(\varepsilon - a) - \varepsilon e^{-q_1 v}$ positief is.

De kleinste waarde van v , die hieraan voldoet, heeft tot limiet $v_{\min}$, gevonden uit:

$$e^{-q_1 v_{\min}} = \frac{\varepsilon - a}{\varepsilon}$$

Opgemerkt moet worden, dat voor deze waarde van v , t_a d.i. de tijd, die nodig is om het midden te bereiken, oneindig groot wordt. Uit de beide vergelijkingen voor v_a volgt:

$$v_a \frac{q_2 + q_1}{q_1} = q_2 [q_1 \{ \varepsilon e^{q_2 v} - (\varepsilon - a) \}^{\frac{q_2}{q_1}} \cdot \{ (\varepsilon - a) - \varepsilon e^{-q_1 v} \}].$$

$$v_a = 0 \text{ voor } (\varepsilon - a) = \varepsilon e^{-q_1 v}.$$

Verder moet dan $e^{-q_2 t_a}$ nul zijn, zoodat t_a oneindig is.

Met behulp van de vergelijkingen 10 en 12 is het mogelijk om door meting van w , v en ε de waarden van γ en ϱ te bepalen.

Meting van den aanspreektijd (v).

Ter bepaling van den aanspreektijd v werd gebruik gemaakt van de schakeling van fig. 25a.

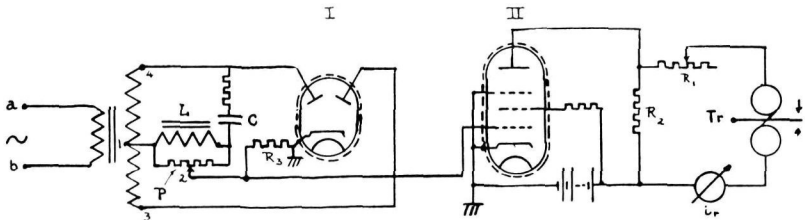


Fig. 25a.

Op de ingangsklemmen a en b wordt het 50 Hz wisselstroomnet aangesloten. Door een passende keuze van L en C is er voor gezorgd, dat de spanning U_3 tusschen de punten 1 en 2 juist 90° phase verschoven is ten opzichte van de spanning U_2 tusschen 1 en 3. Buis I is een dubbelphasige gelijkrichter.

Tusschen plaat 1 en kathode van buis I kan alleen stroom vloeien zoolang $u_1 + u_3 > 0$ terwijl tusschen plaat 2 en kathode stroom vloeit als $u_2 + u_3 > 0$. Gedurende den tijd, dat zoowel $u_1 + u_3 > 0$ als $u_2 + u_3 > 0$, zal plaat 1 stroom voeren, zoolang $u_1 + u_3 > u_2 + u_3$ en plaat 2 zoolang $u_2 + u_3 > u_1 + u_3$. Onder $u_1 + u_3$; $u_2 + u_3$ moet verstaan worden de momenteele waarde van de vectorische optelling van de sinusvormig veranderlijke spanningen U_1 en U_3 resp. U_2 en U_3 .

Het verloop van den stroom door weerstand R_3 heeft dan den vorm, zooals aangegeven is in fig. 25b. Door instelling van den potentiometer P kan de afstand 1 gevarieerd worden van 0 tot ongeveer een vierde deel van de periode.

Door de spanning tusschen de punten 1 en 4, evenals die tusschen 1 en 3, voldoende hoog op te voeren, is het mogelijk de spanning op R_3 , die vanzelfsprekend denzelfden vorm heeft als de stroom, zoo groot te maken, dat het rooster van buis II, zeer korten tijd na het begin van stroomdoorgang een zoodanige negatieve spanning ten opzichte van aarde heeft, dat buis II geen anodestroom meer voert.

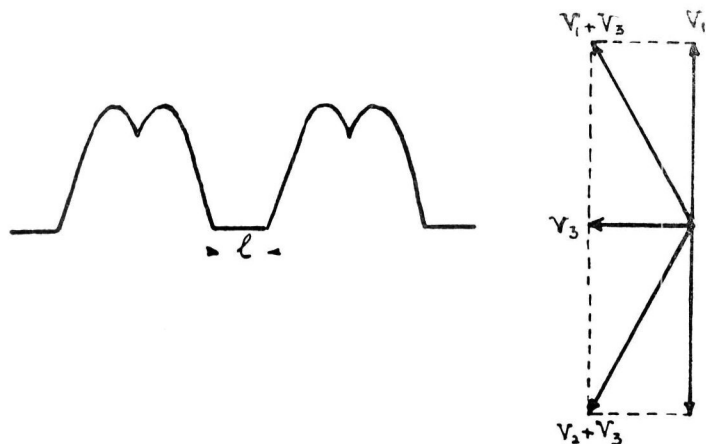


Fig. 25b.

Voor buis II is een penthode gekozen met grooten inwendigen weerstand. De weerstanden R_2 en R_1 zijn zoo groot, dat de stroom door het relais TR in korten tijd praktisch zijn eindwaarde heeft bereikt. De uitvoering was zoodanig, dat de tijdconstante $\left(\frac{R}{L}\right)$ grooter was dan 6000 sec^{-1} . Het relais wordt gevoed met praktisch rechthoekige stroomstooten, waarvan de duur gevarieerd kan worden door middel van potentiometer P. De lengte van de stroomstooten kan gemeten worden door middel van een oscillograaf met lineaire "sweep". Behalve door het meten van het beeld op het oscillograaf-scherm werd de lengte van den impuls bepaald met behulp van een mA-meter met groote traagheid. Beide waarnemingen leverden overeenkomstige uitkomsten.

De lengte van den impuls kan met P zoo geregeld worden, dat het anker juist van rust naar werk beweegt (of omgekeerd), terwijl deze waarneming herhaald werd voor drie verschillende waarden van den stroom door het relais TR.

Het resultaat van de waarnemingen is uitgezet in fig. 26. De waarde van den aansprektijd v is uitgezet, niet als functie van den stroom door het relais, maar als functie van de grootheid ε , die zooals vroeger aangegeven werd, uit den stroom afgeleid kan worden.

De gemeten waarden zijn aangegeven met $\odot$.

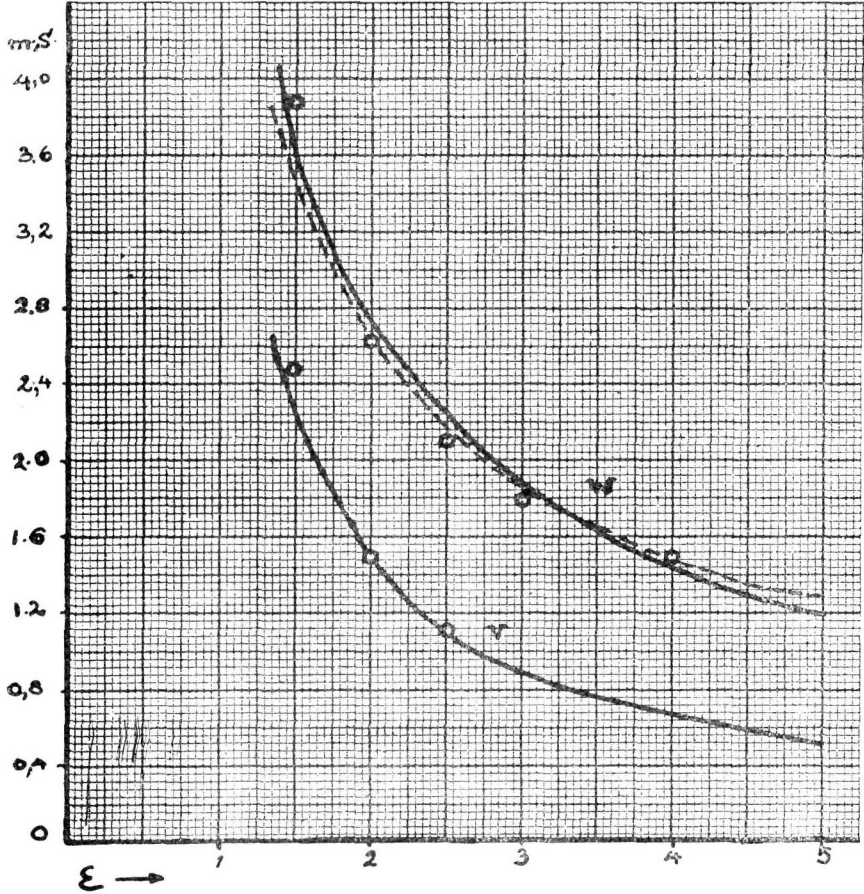


Fig 26.

Uit één waarde van v kan met behulp van verg. 12) de waarde van v voor iedere willekeurige waarde van ε uitgerekend worden.

Het resultaat van deze berekening is de getrokken lijn (v).

werkcontact resp. een + en een — spanning toegevoerd wordt en de tong met de oscillograaf verbonden wordt, dat de z.g. „chatter-tijd” beter zichtbaar is terwijl duidelijk in het oog springt gedurende welken tijd het anker tusschen rust- en werkcontact zweeft tot het moment, dat het contact voor den eersten maal wordt aangeraakt.

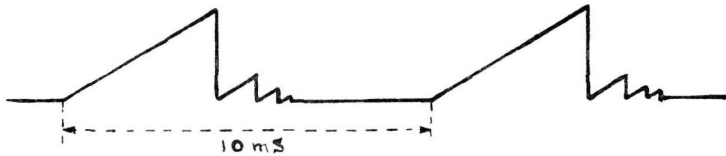


Fig. 27b.

Het resultaat van de metingen is eveneens aangegeven in fig. 26 als functie van ε . De meetpunten zijn gemerkt $\odot$. Met behulp van verg. 10 kan uit één meting van w de waarde van den overslagtijd als functie van ε uitgerekend worden.

Dit is uitgevoerd en geteekend. Zie getrokken lijn (w).

Zijn de teekens niet rechthoekig, dan kan hiervoor een correctie aangebracht worden.

Stel de stroom verandert volgens de formule $I = I_0 (1 - e^{-\delta t})$, dan kan $P' = P_0' (1 - e^{-\delta t})$ gesteld worden.

De beweging van het anker begint als $P' = a (\beta - a)$.

Stel de beweging begint ten tijde $t = \tau$.

$$P_0' (1 - e^{-\delta \tau}) = a (\beta - a) \text{ of } e^{+\delta \tau} = \frac{P_0'}{P_0' - a (\beta - a)}$$

Voor de kracht, die op het anker uitgeoefend wordt, kan dan geschreven worden:

$$\{P_0' - a (\beta - a)\} \{1 - e^{-\delta(t-\tau)}\} \text{ geldig voor } t > \tau$$

Invoeren van de eerder gedefinieerde grootheden ϱ , γ^2 en ε voert tot de operatorische vergelijking:

$$x = \frac{(\varepsilon - a) \gamma^2 \delta}{(p + \delta) (p - p_1) (p - p_2)} \quad 13)$$

waarin:

$$p_1 = -\varrho + \sqrt{\gamma^2 + \varrho^2}$$

$$p_2 = -\varrho - \sqrt{\gamma^2 + \varrho^2}.$$

Verdere uitwerking van 13), geeft:

$$x = (\varepsilon - a) \left\{ e^{q_1(t-\tau)} \cdot \frac{q_2 \delta}{(q_1 + q_2)(\delta + q_1)} + \right. \\ \left. + e^{-q_2(t-\tau)} \cdot \frac{q_1 \delta}{(q_1 + q_2)(\delta - q_1)} - e^{-\delta(t-\tau)} \cdot \frac{q_1 q_2}{(\delta + q_1)(\delta - q_2)} \right\}. \quad (14)$$

Als $\delta \neq q_2$ kunnen voor de bepaling van den overslagtijd de negatieve e -machten verwaarloosd worden, zoodat, dezelfde procedure volgend als te voren (zie verg. 11) gevonden wordt:

$$\frac{\varepsilon - a}{\varepsilon} = e^{-(v-\tau)q_1}. \quad (15)$$

Voeren we nog in:

$$\varepsilon (1 - e^{-\delta \tau}) = a$$

dan volgt:

$$v = \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - a} \right) \times \frac{\delta + q_1}{\delta \cdot q_1} \quad (16)$$

Op overeenkomstige wijze door $x = 2a$ te stellen wordt de overslagtijd gevonden.

$$w = \frac{1}{q_1} \ln \left\{ \frac{(\varepsilon + a)}{\varepsilon - a} \cdot \frac{\delta + q_1}{\delta} \cdot \frac{q_1 + q_2}{q_2} \right\}$$

Het is nu mogelijk in fig. 26 een correctie aan te brengen voor een niet geheel rechthoekig teeken.

De geteekende lijn voor den aanspreektijd v verandert niet, hetgeen uit verg. 16 volgt.

De waarde van q_1 , die uit verg. 16 gevonden wordt, is voor $\delta = 6000 \text{ sec.}^{-1}$ iets grooter, dan die gevonden uit verg. 12 het blijkt dat $q_1 \approx 500 \text{ sec.}^{-1}$ en $\frac{\gamma}{\varrho} \approx 1$.

De vorm van de kromme $w = f(\varepsilon)$ krijgt een eenigszins afwijkende gedaante, zooals in fig. 26 voorgesteld is door de gestippelde lijn. De afwijking van de oorspronkelijke lijn is voor $\delta = 6000 \text{ sec.}^{-1}$ slechts gering.

De gemeten waarden komen binnen de grenzen van de meetnauwkeurigheid overeen met de berekende kromme (beter: geëxtrapoleerde kromme). Geen rekening is gehouden met den invloed van wervelstroomen en evenmin met de veranderlijke permeabiliteit en met het remanent magnetisme. De invloed van wervelstroomen zou in eerste benadering voorgesteld kunnen worden,

indien bij sinusvormigen stroom door de wikkeling een phase-verschuiving tusschen veld en stroom aangenomen wordt. Wanneer het opgedrukte teeken rechthoekig is, zou de ingevoerde tijd-constante kunnen dienen om het gedrag van de wervelstroomen in rekening te brengen. Het blijkt echter, dat een kleinere waarde dan ongeveer 3000 sec.^{-1} voor δ reeds snel tot vrij aanzienlijke afwijkingen tusschen meting en berekende waarde aanleiding geeft, hetgeen reden is te vermoeden, dat bij het beschouwde relais de wervelstroomen geen belangrijken invloed op de resultaten uitoefenen.

Door remanent magnetisme wordt de bepaling van de grootheid ε_0 wat onzeker, echter kan uit de goede overeenstemming tusschen meting en extrapolatie geconcludeerd worden, dat ook dit effect geen overwegende rol speelt.

Opgemerkt moet worden, dat de gegeven metingen en berekeningen niet bedoeld zijn om het gedrag van het relais met groote nauwkeurigheid te beschrijven. De bedoeling van de metingen is geweest aan te toonen, dat met de afgeleide formules en ingevoerde verwaarloozingen, het gedrag van het relais met voor de praktijk bruikbare nauwkeurigheid beschreven wordt, zoodat met behulp van deze formules verdere afleidingen gemaakt kunnen worden.

Bovendien zijn de volgende proeven genomen om een indruk te verkrijgen van de grootte-orde van het effect van remanent-magnetisme en wervelstroomen.

De stroom I_{0+} , waarbij de tong van het relais juist van stand verandert, is bepaald eerst door den stroom van 0 op te voeren tot het punt van overgang daarna is de stroom verminderd tot nul en opgevoerd tot een zoo groote negatieve waarde I_{0-} , dat juist weer overslag van de tong plaats vond, daarna is de stroom verder opgevoerd tot $I_m = 5 \text{ mA}$, weer tot 0 verminderd en weer opgevoerd in positieve richting tot de tong oversloeg enzovoort waarbij steeds een grootere waarde van de maximaal bereikte stroom zoowel, naar den positieven als den negatieven kant werd ingesteld. Dit leverde de volgende serie waarnemingen:

I_{m-}	I_{0-}	I_{0+}	I_{m+}
2,2	2,2	2,3	2,3
5	2,25	2,3	5
10	2,3	2,4	10
15	2,35	2,45	15

Hieruit is te zien, dat inderdaad de coërcitief kracht van geringe beteekenis is.

Vervolgens werd de schakeling van fig. 28a opgezet.

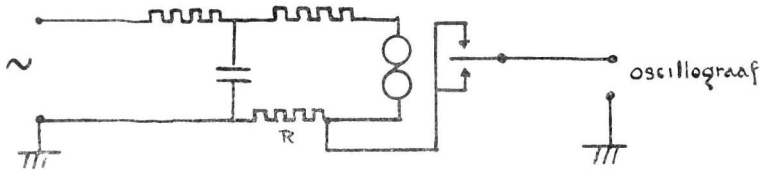


Fig. 28a.

De spanning op den weerstand R is een maat voor den stroom door het relais. Het beeld op de oscillograaf ziet er dan uit als in fig. 28b aangegeven en hieruit is af te leiden bij welken stroom de

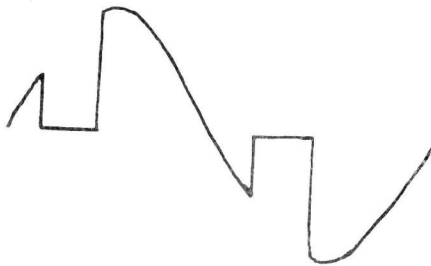


Fig. 28b.

tong van het relais het rust- resp. werkcontact verlaat. Hiertoe is het noodig, dat de maximale stroom door het relais bekend is.

Het resultaat van de meting was, dat de stroom I_0' waarbij het rustcontact verlaten werd, afhankelijk was van den maximalen stroom en wel:

$I_m = 5 \text{ mA}$	$I_0' = 2,5 \text{ mA.}$
$I_m = 10 \text{ mA}$	$I_0' = 3,1 \text{ mA.}$
$I_m = 15 \text{ mA}$	$I_0' = 3,9 \text{ mA.}$

Wordt aangenomen, dat het veld sinusvormig met den tijd verandert dan beteekent dit, dat er een phaseverschuiving tusschen stroom en veld aanwezig is, hetgeen verklaard kan worden door het optreden van wervelstromen.

Rekent men de phaseverschuiving uit, die optreedt bij verschillende waarden van den maximalen stroom, dan vindt men:

$$\begin{array}{ll} I_m = 5 \text{ mA} & \varnothing = 4^\circ \\ I_m = 10 \text{ mA} & \varnothing = 4,7^\circ \\ I_m = 15 \text{ mA} & \varnothing = 5,7^\circ \end{array}$$

Een phase verschuiving van 5° beteekent een tijdconstante δ van

$$\frac{\omega}{\text{tg } 5^\circ} = \frac{314}{0,087} = 3600 \text{ sec}^{-1}.$$

Dit is een waarde, die slechts een betrekkelijk geringen invloed heeft op de verkregen resultaten.

HOOFDSTUK III.

AFTASTING.

Het is nu mogelijk fig. 21 en in het bijzonder den verdeeler 9 nauwkeuriger te bekijken. Gebruikelijk is dat de contacten van 9 sluiten gedurende een klein gedeelte van de teekenlengte. De Baudot was reeds op dergelijke wijze ingericht (verkorte blokjes).

Nu is het merkwaardig, dat de verkorting van den aftasttijd in het geheel geen voordeel geeft in de beschreven schakeling. De aftasttijd kan wel te kort, echter niet te lang gekozen worden.

Het eenvoudigst kan een inzicht verkregen worden, wanneer het electrische ingangsrelais 8 vervangen wordt door een mechanisch relais. De overslagtijd van dit mechanisch relais zal w genoemd worden. Het is nu zoo, dat aan den verdeeler gedurende een tijd ($t - w$) stroom van positief of negatief teeken wordt toegevoerd al naar gelang het teeken een rust- of een werkelement is (t is de teekenlengte). Daarna is de verdeeler gedurende den tijd (w) stroomloos. De z.g. chattertijd zal voorloopig buiten beschouwing blijven. Het geval van het mechanisch ingangsrelais is daarom zooveel eenvoudiger, omdat ieder stroominterval gevolgd wordt door een stroomloos interval en eerst daarna kan een stroom van tegengestelde polariteit optreden. We kunnen nu aannemen, dat wanneer gedurende een bepaalden tijd stroom door een van de relais 10 gevloeid heeft, dit relais na afloop van de stroomlooze periode zijn eindstand heeft bereikt en de tong van het relais in rust is. Theoretisch kan, bij een bepaalde lengte van den stroomimpuls, de tijd totdat de contactsluiting plaats heeft oneindig lang zijn d.w.z. de tong blijft in labiel evenwicht juist midden tusschen de contacten, maar praktisch is dit uitgesloten en bereikt de tong het werk- of rustcontact in zeer korten tijd.

Het zal verder duidelijk zijn, dat als de aanspreektijd van de relais 10 gelijk aan v is, het slechts van belang is, welke polariteit de stroom heeft gedurende een tijd v voor het einde van den aftasttijd. Valt het einde van den aftasttijd eventueel samen met een

stroomlooze periode, dan schuift de bepalende periode zooveel naar voren als de stroomlooze aftasting duurt.

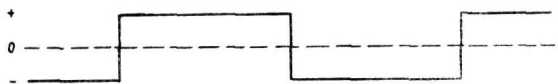


Fig. 29a.

In fig. 29a is de stroom door de wikkeling van het ingangsrelais geteekend, waarbij verondersteld is, dat zooveel weerstand voorgeschakeld is, dat de stroomvorm rechthoekig is.

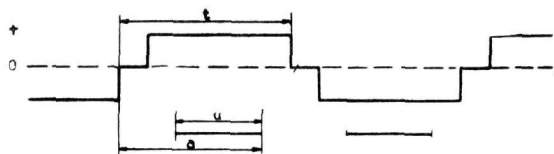


Fig. 29b.

In fig. 29b is de spanning voorgesteld, die aan verdeeler 9 wordt toegevoerd.

Bij lijntelegraaf toestellen is, voorzoover mij bekend, de eenige factor, die in aanmerking wordt genomen, de z.g. marge d.w.z. men tracht het apparaat zoo te construeeren, dat het begin en het eind van het teeken over een zoo groot mogelijke lengte verschoven kan worden. Bij de draadtelegrafie heeft men hiermede waarschijnlijk wel bereikt, dat de voornaamste bron van fouten zooveel mogelijk onschadelijk is gemaakt.

Zelfs daar verdient het echter wel overweging na te gaan of bijkomstige storingsoorzaken wellicht vermeden kunnen worden, zonder dat de marge achteruit gaat. Voor typedruktelegrafie op radioverbindingen is echter de marge als eenig uitgangspunt duidelijk foutief, omdat daar de voornaamste storingsmogelijkheid niet de teekenverschuiving is. Storingen door geruisch, luchtstoringen en fading-verschijnselen spelen daar een minstens even belangrijke rol.

Het is moeilijk te zeggen welke storingsoorzaken de meeste

storingen veroorzaakt, echter staat het vast, dat een uitgangspunt, dat de zeer belangrijke categoriën van storingen als extra's en fading-verschijnselen niet in aanmerking neemt, foutief is.

Toch kan wel eerst van marge-overwegingen uitgegaan worden, wanneer daarna dan maar aandacht geschonken wordt aan de stoorgevoeligheid. Het teeken van fig. 29b wordt gedurende een voorloopig onbekenden tijd met den verdeeler 9 verbonden. Plaats en lengte van de aftasting zijn vastgelegd door de afstanden a en u ; a is de afstand van het einde van den aftasting tot het begin van het teeken en u is de lengte (duur) van de aftasting.

De lengte, waarover de voorzijde van het teeken verschoven kan kan worden voordat een foutieve instelling optreedt, is $a - w - v$.

De achterzijde van het teeken kan verschoven worden over een lengte $t - a + w + v$ of $t - a + u - v$. Wanneer de lengte $t - a + w + v$ overschreden wordt, treedt een foutieve instelling op; wanneer $t - a + u - v$ overschreden wordt, heeft *geen* goede instelling plaats. Wanneer u voldoende lang gekozen wordt, behoeft deze laatste fout-oorzaak niet gevreesd te worden.

De totale verschuiving is, onafhankelijk van de keuze van a , gelijk aan de teekenlengte, echter is het gewenscht, dat de verschuiving naar voren en naar achteren gelijk is, dus $a - w - v = t - a + w + v$ of $a = \frac{t}{2} + w + v$. 1)

Verder moet u tenminste gelijk zijn aan $w + 2v$, hetgeen volgt uit $t - a + u - v \geq t - a + w + v$ of:

$$u \geq w + 2v. \quad 2)$$

Wanneer de aftasttijd gelijk aan de minimale waarde wordt genomen, dan volgt uit 1) en 2), dat het midden van de aftasting samen valt met het midden van den tijd, gedurende welken spanning aan den verdeeler wordt toegevoerd. Deze symmetrie-overweging heeft echter geen enkele beteekenis, want men kan den aftasttijd zonder eenig bezwaar langer kiezen, wanneer het begin van den aftasttijd vroeger wordt gekozen, het eind is bepaald door verg. 1).

Het is echter noodig ook de gevoeligheid voor storingen na te

Een storing, die langer is dan $(v + w)$ heeft tot gevolg een stroomonderbreking van een tijdsduur w , daarna een stroom van verkeerde polariteit gedurende een tijd $> v$ en daarna weer een stroomonderbreking gedurende een tijd w . Tengevolge van een zoodanige storing kan steeds een foutieve instelling optreden, wanneer het begin van de storing valt tusschen $v + w$ en $2w + v$ voor het einde van den aftasttijd.

Hoe de aftasttijd ook gekozen wordt, aan dit feit valt niets te veranderen. Een storing, die een tijd δ korter is dan $(v + w)$ (δ kan zoo klein zijn, als men wil) behoeft, ook wanneer deze valt tusschen de bovenbedoelde tijdstippen, niet te storen.

Men kan door de keuze van de lengte van den aftasttijd er voor zorgen, dat een dergelijke storing dan ook werkelijk niet stoort, waar deze ook valt; u moet dan grooter of gelijk zijn aan $2w + 3v$, eerst dan is men er zeker van, dat een storing $< w + v$ niet tot gevolg heeft, dat de juiste instelling van het relais achterwege blijft.

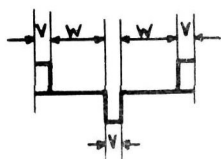


Fig. 29c.

Uit fig. 29c is te zien, dat wanneer $u = 2w + 3v$ steeds of aan de voorzijde of aan de achterzijde van de aftasting voldoende lang stroom vloeit, om het relais goed in te stellen. Stilzwijgend is aangenomen, dat de aftasttijd geheel binnen het stroominterval $t = w$ valt.

Uit een oogpunt van storingsbestrijding is het gewenscht den aftasttijd tenminste $2w + 3v$ te kiezen; de marge wordt hierdoor *niet ongunstig beïnvloed*.

Het heeft natuurlijk geen zin het begin van de aftasting voor het begin van de stroomperiode te kiezen, het schaadt echter ook niet.

Wordt een oogenblik aangenomen, dat de seïnsnelheid vastgelegd is en dat men w en v nog kiezen kan. Het eerste is inderdaad in praktisch voorkomende gevallen in overeenstemming met de werkelijkheid, maar het kiezen van v en w is minder eenvoudig, omdat de tijden w en v maar in zeer beperkte mate te beïnvloeden zijn bij een bepaald relais. Het instellen op een groote waarde van w en v door zwakke bekrachtiging is voor de praktijk onbruikbaar, omdat kleine variatie's van de bedrijfsspanningen dan tot groote variatie's

in w en v of zelfs tot uitblijven van de instelling aanleiding geven.

De gunstigste verhouding tusschen teekenlengte en duur van de storing, die nog juist geen foutieve instelling tengevolge kan hebben, verkrijgt men, als het begin van de aftasting samenvalt met het begin van de stroomperiode, dit is dus als:

$$a - w = 2w + 3v$$

Stellen we verder als eisch, dat de mogelijke verschuiving naar voren gelijk is aan die naar achteren, dan kan voor a gesubstitueerd worden $t/2 + w + v$.

zoodat:
$$t/2 + w + v - w = 2w + 3v$$

of:
$$t = 4(w + v) \quad 3)$$

Hieruit volgt, dat de langste storing, die onder alle omstandigheden, verdragen wordt, in het gunstigste geval gelijk is aan een vierde deel van de teekenlengte.

De bezwaren, die aan een mechanisch ingangsrelais verbonden zijn, zijn de volgende:

Ten eerste: Het is niet mogelijk den overslagtijd in belangrijke mate te beïnvloeden en daardoor dezen in overeenstemming te brengen met het seintempo. In de praktijk is het steeds zoo, dat men bij een typedruk-verbinding gebonden is aan het tempo van het telegraafapparaat en door meerdere kanalen te vormen, kan het seintempo in stappen gevarieerd worden.

Aanpassing van de relais aan de verschillende seïnsnelheden bij bv. één en twee kanalen is niet mogelijk.

Ten tweede: door korte storingen treedt een vrij lange onderbreking van het contact op. Meerdere korte storingen, die snel op elkaar volgen hebben tot gevolg, dat foutieve instelling van de relais 10 op kan treden.

Ten derde: de „chattertijd” wordt opgeteld bij den overslagtijd. De verg. 3) kan opgevat worden als een begrenzing van het seintempo, waarbij voor w dan de overslagtijd plus de „chattertijd” gerekend moet worden.

De vraag is nu of een electricch ingangsrelais verbetering kan

brengen. Deze vraag moet echter, voor wat de bovenbedoelde methode van aftasten betreft, in het algemeen ontkennend worden beantwoord, zooals uit de volgende beschouwing zal blijken. Bij het electrisch ingangsrelais ontbreekt de overslagtijd w .

De formules, afgeleid voor het mechanisch relais waarin $w = 0$ wordt gesteld, zijn echter niet zonder meer geldig.

Om een inzicht te verkrijgen voor het geval, dat een electrisch ingangsrelais gebruikt wordt, zal een afleiding gegeven worden voor een wat geïdealiseerd geval nl. dat aangenomen is, ten eerste: De stroomkring van de relaiswikkeling heeft een zeer grootte tijdsconstante en ten tweede: De stroom door het relais is vele malen grooter is dan de minimale waarde. ($\varepsilon \approx 10$ a.) Deze aannamen hebben betrekking op de eigenschappen van relais 10 (fig. 21), deze blijven mechanische relais, ook als het ingangsrelais (8) electrisch is.

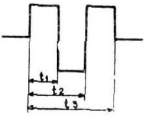


Fig. 30a.

In fig. 30a is geteekend een geval, waarbij de aftasting gedurende een tijd t_3 plaats heeft; vanaf het tijdstip t_1 tot het tijdstip t_2 is een storing opgetreden. De tekenlengte is grooter dan t_3 .

Met behulp van verg. (8) van het vorige hoofdstuk, toegepast zooveel malen als een toestandsverandering optreedt, kan geschreven worden:

$$\begin{aligned}
 x = & a + (\varepsilon - a) \left(-\frac{q_2}{q_2 + q_1} e^{q_1 t} + \frac{q_1}{q_2 + q_1} e^{-q_2 t} \right) - \\
 & - 2 \varepsilon \left(-\frac{q_2}{q_2 + q_1} e^{q_1(t-t_1)} + \frac{q_1}{q_2 + q_1} e^{-q_2(t-t_1)} \right) + \\
 & + 2 \varepsilon \left(-\frac{q_2}{q_2 + q_1} e^{q_1(t-t_2)} + \frac{q_1}{q_2 + q_1} e^{-q_2(t-t_2)} \right) - \\
 & - \varepsilon \left(-\frac{q_2}{q_2 + q_1} e^{q_1(t-t_3)} + \frac{q_1}{q_2 + q_1} e^{-q_2(t-t_3)} \right).
 \end{aligned}$$

Aangenomen wordt dat geen botsing tegen rust- of werkcontact plaats vindt. Alleen van belang is de toestand, waarin de tong zich

bevindt langen tijd (in verhouding tot den aftastrijd) na het beëindigen van de aftasting. De negatieve e -machten, die voorkomen, kunnen daarom verwaarloosd worden en een juiste instelling zal plaats vinden, wanneer de som van de coëfficiënten van $e^{q_1 t}$ positief is of in het grensgeval nul is.

Voor het grensgeval geldt dus:

$$(\varepsilon - a) + 2 \varepsilon e^{q_1 t_2} = 2 \varepsilon e^{-q_1 t_1} + \varepsilon e^{-q_1 t_3} \quad 4)$$

Als de tijden t_1 , t_2 , t_3 zeer klein zijn, kan verg. 4 in een veel overzichtelijker vorm gebracht worden.

Voor $e^{q_1 t_2}$ kan dan geschreven worden $1 + q_1 t_2$ enz. Verg. 4 kan dan herleid worden tot:

$$2 t_1 + t_3 - 2 t_2 = \frac{a}{\varepsilon \cdot q_1}$$

Het tweede lid is, onder aanname dat t_1 , t_2 en t_3 klein zijn (dus ook v) gelijk aan den aanspreektijd van het relais, zooals die in het vorige hoofdstuk is afgeleid, zoodat de grensvoorwaarde voor juiste instelling is:

$$\{t_1 + (t_3 - t_2) - (t_2 - t_1)\} > v \quad 5)$$

of in woorden: De som van de tijden, gedurende welke stroom vloeit van de juiste polariteit, moet de som van de tijden, gedurende welke stroom vloeit van onjuiste polariteit, met v overtreffen.

Dit resultaat is onafhankelijk van de plaats, waar de storing valt, echter alleen zoolang aan de vooropgestelde aanname, dat geen botsing plaats vindt, voldaan is.

Wil de zekerheid verkregen worden, dat een storing van de lengte $v - \delta$ onder geen omstandigheden een foutieve instelling veroorzaakt, dan moet de aftasttijd gelijk aan $3 v$ gekozen worden.

Hoe staat het met de marge? In fig. 30b is het teeken en de aftasting geteekend.

Verschuiving naar rechts kan zoover gaan, dat het begin van het teeken een tijd v voor het einde van de aftasting valt.

Gedurende het begin van de aftasting is in dat geval de stroom van verkeerde polariteit, ligt het relais in rust, dan blijft de tong

tegen het rustcontact liggen en dan is een stroom gedurende den tijd v van de juiste polariteit voldoende, om de tong naar het werkcontact om te leggen.

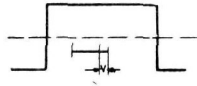


Fig. 30b.

Ligt het relais voor de aftasting reeds in werk, dan moet de stroom van verkeerde polariteit tenminste v langer duren dan die van goede polariteit, om het relais verkeerd te leggen. De grens ligt dan precies op dezelfde plaats.

Naar links kan de verschuiving zoo groot zijn, dat het einde van het teeken op dezelfde plaats ligt als het begin van het teeken bij verschuiving naar rechts; dan duurt nl. de stroom van goede polariteit een tijd v langer dan de stroom van verkeerde polariteit.

De marge wordt naar beide zijden evengroot, als de aftasting eindigt een tijd v na het midden van het teeken. Zij bedraagt 100%.

De storingsgevoeligheid wordt een minimum, als de aftasting tenminste 3 v duurt. In dit bijzondere geval zijn de formules van het mechanisme relais dus geldig, als daarin $w = 0$ wordt gesteld.

Ook geldt weer, dat de gunstigste verhouding tusschen teekenlengte en storingsduur vier bedraagt.

De gemaakte veronderstellingen zijn alleen toelaatbaar bij sterk bekrachtigde ontvangrelais. De aanspreektijd is dan slechts klein, in praktische gevallen $\approx 0,5$ msec. De seinsnelheid zou tot zeer hoge waarden opgevoerd moeten worden om de gunstigste verhouding tusschen teekenlengte en storing te bereiken.

Deze hoge seinsnelheid zou onvermijdelijk onoverkomelijke moeilijkheden geven, in verband met op kortegolf-radioverbindingen voorkomende teekenverlenging.

Bij het ontwerpen van een typedrukverbinding is het dus noodig omgekeerd te redeneeren. Men begint met de, in verband met de teekenverlenging, kortste teekenlengte vast te stellen. Hierbij moet er rekening mede gehouden worden, dat deze teekenlengte zoo ge-

kozen moet worden, dat door vorming van een of meer kanalen een of meer typedrukapparaten op volle snelheid bedreven kunnen worden.

De grootheden v en w hangen af van de gebruikte relais. De grootte-orde is bij goede relais echter dezelfde.

Bij het ontworpen systeem is gerekend op twee kanalen, op ieder waarvan 428 teekens per minuut overgebracht kunnen worden. Zodoende komt men bij een achteenheden systeem op een teekenlengte van 8,75 msec.

Een mechanisch ingangsrelais is hier net op de grens van bruikbaarheid. Met een electrisch ingangsrelais is de verhouding storingslengte tot teekenlengte buitengewoon ongunstig nl. ongeveer 5 %.

Gedacht is bij ongunstige omstandigheden de mogelijkheid te openen om met één kanaal en de dubbele teekenlengte te werken.

Dit heeft alleen maar het volle nut, wanneer ook bij die grootere teekenlengte de gunstigste storing-teekenlengte-verhouding ingesteld kan worden.

De aanspreektijd van de relais 10 is te beïnvloeden door middel van het voorschakelen van extra zelfinductie. De verwaarloozingen, die voerden tot de overzichtelijke formules, die boven afgeleid werden, zijn dan echter niet meer toelaatbaar en een uitvoerige berekening, die met vele mogelijkheden rekening moet houden, komt hiervoor in de plaats.

Het blijkt, dat op deze wijze wel iets te bereiken valt en het zou de moeite waard zijn, deze berekeningen hier uitvoeriger te behandelen, ware het niet, dat door middel van een ander principe van aftasting resultaten verkregen kunnen worden, die wat betreft de storingsgevoeligheid belangrijk gunstiger zijn, terwijl bovendien op zeer eenvoudige wijze op deze gunstige resultaten voor iedere gewenschte teekenlengte ingesteld kan worden.

De beschreven aftastmethode heeft tot kenmerk, dat de polariteit, die het teeken heeft gedurende een korte periode aan het einde van den aftasttijd maatgevend is voor de instelling van de relais. De typeering gaat geheel op voor het mechanische relais. Voor het electrische ingangsrelais is dit niet volledig het geval. De voorgestelde methode maakt de instelling afhankelijk van f en τ over den geheelen aftasttijd en zal in het vervolg integreerende aftasting genoemd worden.

De aftasttijd kan het best nagenoeg gelijk aan de teekenlengte gekozen worden.

Het elektrische ingangsrelais voldoet in het eerder beschreven geval feitelijk onder bepaalde omstandigheden (wanneer geen botsing tegen een van beide contacten plaats vindt) aan de gegeven formulering van de integreerende aftastmethode.

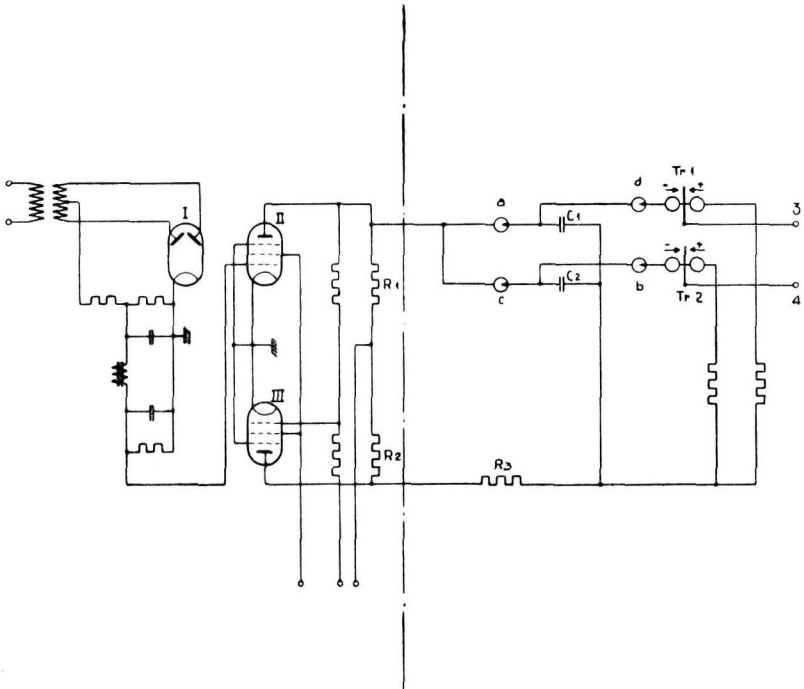


Fig. 31.

Om aan de vereenvoudigende aannamen te voldoen moet echter de aftasttijd zeer klein gekozen worden. De voordeelen, in verband met de geringe gevoeligheid voor storingen, treden eerst op bij een aftasttijd, die een belangrijk deel van de teekenlengte is.

De eigenschappen van de integreerend aftasting kunnen het eenvoudigst aan de hand van een uitvoeringsvoorbeeld uiteengezet worden.

In fig. 31 is een mogelijke uitvoeringsvorm gegeven.

Het gedeelte links van de stippellijn komt overeen met de ver-

sterker-gelijkrichter (8) uit fig. 11, eenvoudigheidshalve is de versterkertrap weggelaten, omdat deze niets bijzonders bevat. Het signaal komt, na den ontvanger met sleutelinrichting gepasseerd te zijn, aan op de klemmen 1 en 2 in fig. 31.

De dubbele gelijkrichterbuis richt het toonfrequente signaal gelijk. Na de noodzakelijke afvlakking worden de gelijkstroomstooten aan het rooster van buis II toegevoerd. Zooals tevoren reeds uiteengezet, voert of buis I of buis II stroom; a en c zijn contacten die beurtelings gedurende een teekenlengte gesloten worden. Zij worden bestuurd door de verdeelas. Denkt men zich contact a gesloten, dan wordt, wanneer aan de klemmen 1 en 2 een toonfrequent signaal wordt aangesloten, de condensator C_1 opgeladen.

De polariteit van de lading van C_1 zullen we in dit geval positief noemen. Wordt het toonfrequente signaal op 1 en 2 daarna onderbroken, dan wordt C_1 ontladen en daarna met omgekeerde polariteit opgeladen.

De buizen II en III zijn penthoden, waarvan de inwendige weerstand groot is ten opzichte van de weerstanden R_1 en R_2 .

De tijdconstante van den stroomkring van C_1 is dan gelijk aan

$$\frac{1}{C_1 (R_1 + R_2 + R_3)}.$$

Door verandering van R_3 , heeft men het geheel in de hand de tijdconstante zoo klein te maken, als met het oog op de seinsnelheid noodzakelijk is.

Contacten d en b zijn, evenals a en c contacten, die door de verdeelaras bestuurd worden. De werking is als volgt: contact a wordt gesloten gedurende het grootste gedeelte van één teekenlengte, condensator C_1 wordt opgeladen, positief of negatief al naar gelang het aankomende teeken een werk- of een rustelement is, daarna wordt contact C gesloten gedurende even langen tijd, condensator C_2 wordt dan opgeladen in overeenstemming met het volgende teekenelement. Tegelijkertijd wordt condensator C_1 geheel ontladen over relais Tr 1, zoodat als hierna a opnieuw wordt gesloten condensator C_1 opnieuw opgeladen kan worden; contact b sluit gelijk met contact a, zoodat C_2 ontladen wordt, als C_1 opgeladen wordt vice versa. De geleiders 3 en 4, die afwisselend positief en negatief zijn, in overeenstemming met de aankomende teeken-

elementen, zijn verbonden met een verdeeler, zooals in fig. 11 met het cijfer 9 is aangegeven. De verschillende teekenelementen van één teeken worden vastgelegd op de ontvangrelais 10, hierbij wordt geleider 3 telkens met de oneven en geleider 4 met de even relais verbonden.

In plaats van ontvangrelais kunnen ook condensatoren voor het vastleggen van het teeken gebruikt worden. De tijdconstante van den stroomkring voor het opladen van de condensatoren moet zoo gekozen worden, dat in den tijd dat a of c gesloten zijn, de oplading van C_1 en C_2 slechts plaats vindt tot een klein gedeelte van de maximale spanning, waartoe C_1 en C_2 opgeladen zouden worden, wanneer a resp. c voortdurend gesloten zouden blijven. De spanning op C_1 resp. C_2 , die V_c genoemd zal worden is, zooals bekend, de volgende functie van den tijd.

$$V_c = V_m \left(1 - e^{-\frac{1}{C(R_1 + R_2 + R_3)} t} \right)$$

Wanneer $V_c \ll V_m$ (voor praktische gevallen is het voldoende, dat V_c ten hoogste $1/3$ of $1/4$ van V_m wordt), kan voor de e-macht geschreven worden:

$$e^{-\frac{1}{C(R_1 + R_2 + R_3)} t} = 1 - \frac{1}{CR_t} t. \quad R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

zoodat:
$$V_c = V_m \cdot \frac{1}{CR_t} \cdot t.$$

Worden door storing of teekenverschuiving de condensatoren zoowel met positieve als met negatieve polariteit opgeladen, gedurende den tijd, dat a resp. c gesloten zijn, dan zal de spanning op C_1 of C_2 na beeindiging van de aftasting gelijk zijn aan:

$$V_m \cdot \frac{1}{CR_t}$$

maal de som van de tijden, gedurende welke oplading met positieve polariteit heeft plaats gehad, verminderd met de som van de tijden, gedurende welke met negatieve polariteit wordt opgeladen. Een kleine spanning op C_1 of C_2 is voldoende om de bijbehorende relais om te leggen. Men kan gemakkelijk bereiken dat de spanning die noodig is om het relais om te leggen b.v. 10% of minder is van de spanning, die de lading op C_1 of C_2 bereikt, wanneer gedurende

den geheelen aftasttijd de oplading met dezelfde polariteit plaats vindt.

De marge is niet heelemaal zoo groot als bij de niet integreerende aftasting. Is de minimale spanning, noodig om de relais om te leggen, gelijk aan 10 % van de spanning bij aftasting met dezelfde polariteit gedurende de geheele aftasting, dan kunnen zoowel de voor- als de achterkant van het teeken 45 % van de teekenlengte verschoven worden (de aftasttijd is verondersteld gelijk te zijn aan de teekenlengte).

Het behoeft wel geen betoog, dat dit margeverlies geheel zonder betekenis is. Overigens kan dit ook wel tot kleinere waarden worden teruggebracht. Het voordeel, dat hiertegenover staat is, dat een storing, die 45 % van de teekenlengte bedraagt, onder géén omstandigheden tot foute instelling aanleiding kan geven (gelijktijdig optredende teekenverlengingen, verkortingen of verschuivingen verminderen dit bedrag). Een aantal kortere storingen geeft ook nog geen fout, zoolang de som van de stoortijden gedurende den aftasttijd 45 % van dezen tijd niet overschrijdt. Bovendien is het zeer eenvoudig door vergrooing van R_{33} , in het geval van vermindering van de seinsnelheid, de tijdconstante van den laadkring van de condensatoren C_1 en C_2 in overeenstemming te brengen met de verminderde seinsnelheid.

Eerst dan zal deze verminderde seinsnelheid (b.v. overgang op één kanaal bij een twee-kanalensysteem) geheel het gewenschte effect hebben. De bedoeling van het verminderen van de snelheid is n.l. om bij slechte ontvangcondities toch de correspondentie gaande te houden, en het is juist dan van bijzonder belang, dat de gevoeligheid voor storingen een minimum is.

De integreerende aftastmethode heeft, zooals hiermede is aangetoond, aan de typedruktelegraaf — voor wat betreft de gevoeligheid voor storingen — eigenschappen gegeven, die ongeveer overeenkomen met de gevoeligheid voor storingen van een morse-verbinding. Deze laatste telegraafmethode heeft deze eigenschappen, zonder dat men zich hier in het algemeen rekenschap van geeft. Een storing, die op het oog te onderscheiden is van een teeken-element, zal als zoodanig meestal door den telegrafist opgemerkt worden en heeft dan geen schadelijke uitwerking. Merkwaardigerwijze kan men afleiden, dat de verhouding tot de teekenlengte

eveneens in de buurt van $1/3$ — $1/2$ teekenlengte zal liggen. Wanneer de storing kleiner is dan $1/2$ teekenlengte, kan men onderscheiden of men te doen heeft met een rustelement, met een extra storing of met een werkelement, dat door fading verminkt is.

Het hangt nu maar af van het onderscheidingsvermogen van den telegrafist, hoe veel de storing van de halve teekenlengte moet verschillen, om als zoodanig onderkend te worden. De eigenschap, dat de storingsgevoeligheid kleiner wordt, wanneer het seintempo verlaagd wordt, is eveneens bij een morseverbinding aanwezig en blijft bestaan bij ieder seintempo, zonder dat men bijzondere maatregelen behoeft te nemen. In hoofdstuk I werd reeds besproken, dat een morseverbinding een zekere mate van storingssegnaleering bezit.

Aan een typedrukverbinding moeten dus door bijzondere middelen die eigenschappen gegeven worden, die een morseverbinding zóó als vanzelfsprekend bezit, dat men geneigd is, deze over het hoofd te zien. Een grondige analyse is noodig, om er voor te zorgen, dat men zich dit duidelijk bewust wordt en dat men dan in staat is, deze eigenschappen bij een typedrukverbinding te behouden. Het moge hier gezegd worden, dat het morsesysteem de kenmerken heeft van een geniale vondst. De moeilijkheden zijn op verbluffend eenvoudige wijze overwonnen; zoo eenvoudig, dat men moeite heeft te ontdekken, dat er inderdaad vele moeilijkheden overwonnen zijn.

Het is echter, zooals in het voorgaande moge zijn bewezen, bij een typedrukverbinding ook mogelijk de moeilijkheden te overwinnen; misschien zelfs iets meer tot in de perfectie, zij het dan ten koste van een belangrijk gecompliceerder apparaat.

Voor al het handhaven van een perfect synchronisme tusschen zender- en ontvangeras eischt niet onbelangrijke middelen.

Heeft men eenmaal de meerdere complicaties aanvaard, dan kan de typedruktelegrafie vrijwel geheel onafhankelijk gemaakt worden van de handigheid en intelligentie van den bedienenden telegrafist. Wanneer de omstandigheden op den radioweg dit toelaten, geeft het vormen van meer kanalen door tijdverdeling (Baudot-principe) een beter gebruik van de capaciteit van den radiozender, terwijl het ook mogelijk is, de automatisering nog verder door te voeren en het navragen van gestoorde teekens automatisch te doen plaats

vinden, door middel van een speciaal sein van het ontvangend station via den bijbehorenden zender naar het seinend station. Dit is uiteraard alleen mogelijk bij een tweezijdige verbinding. Dit navragen kan automatisch met een veelvoud van de snelheid van het normale navragen geschieden, in welk laatste geval het telegramnummer en het laatst ontvangen goede woord teruggeseind moeten worden.

Een verder voordeel van de technische complicatie is, dat zonder noemenswaardige uitbreiding een groote mate van geheimhouding verkregen kan worden.

In een volgend hoofdstuk zal een beschrijving worden gegeven van een apparaat, geconstrueerd volgens de uitgestippelde beginselen.

HOOFDSTUK IV.

TOESTELBESCHRIJVING.

In het te beschrijven stelsel bestaan de uitgezonden teekens uit een bepaald aantal negatieve en positieve teekenelementen, die in een voor elk teeken karakteristieke combinatie worden overgezonden. Er wordt gewaakt tegen het afdrukken van een op den overdraagweg gestoord teeken, doordat het aantal positieve en negatieve elementen in elk teeken gelijk is gekozen; het optreden van een extra of van sluier gedurende de overdracht van een teeken verraadt zich dan, doordat de op den ontvanger vastgestelde aantallen der positieve en negatieve elementen in het teeken, van de normale aantallen verschilt. Komt zulk een verminkt teeken aan, dan wordt een waarschuwing naar die zijde gezonden, van welke het teeken afkomstig is. Deze waarschuwing bestaat uit een aantal niet tot de normale overdraagteekens behorende teekens, die aan de zenzijde een inrichting in werking stellen voor het stopzetten van den zendautomaat, voor het vervolgens terugzetten van de ponsstrook op den automaat en voor het weder doen aanloopen van den automaat na een bepaalden tijd. Zou men in een normale vijfteenheden-code het aantal $+$ en $-$ teekens constant houden, dan zou men te weinig verschillende groepeeringsen ter beschikking hebben, daar dan een aantal variaties der vijf-eenheden-code niet blijken te voldoen.

De code met acht elementen biedt voor de toepassing het voordeel, dat bij het omzetten in de bij mechanische toestellen gebruikelijke vijf-eenheden-code 30 van de 32 variaties van laatstgenoemde kunnen worden omgezet in acht-eenheden-teekens, eenvoudig door het toevoegen van drie elementen, waarvan er 3, 2, 1 of 0 werkeenheden zijn; van de vijf-eenheden-code zijn alleen de teekens met vijf gelijksoortige elementen op andere wijze om te vormen. Daar in het onderhavige stelsel niet elk element op zichzelf tegen storingen is beveiligd, maar alleen elke een teeken vormende variatie van elementen, is het niet mogelijk als waarschuwing voor het ontvangen van een storing één enkel element naar den zender

over te brengen, maar is het noodig daarvoor een geheel teeken te bezigen. Ook het waarschuwingssignaal moet „beveiligd” zijn.

Daar het acht-eenheden stelsel bij het bestaan van den eisch, dat vier negatieve en vier positieve elementen worden gebruikt, 70 teekens beschikbaar heeft, zijn een groot aantal teekens over om als waarschuwingsteekens te worden gebezigd.

Bij het optreden van een storing wordt een beperkt aantal ((bijv twee of drie, al naar den overdraagtijd) elementen herhaald.

Het stelsel zal thans nader worden beschreven aan de hand van de bijgaande teekening, die bij wijze van voorbeeld een zendschakeling beschrijft, die werkt met een acht-eenheden-code onder bestuur van teekens, gevormd volgens het vijf-eenheden stelsel en een ontvangschakeling, die de ontvangen acht-eenheden teekens omzet in vijf-eenheden teekens voor het besturen van een druktoestel. Het zal duidelijk zijn, dat de omzetschakelingen niet essentieel zijn voor het toepassen van de grondgedachte.

Rekening houdende met het verkeer op aan den radioweg aangesloten kabels, doet men echter goed omzetschakelingen voor de vijf-eenheden-code te ontwerpen, daar de telegraaf toestellen op die code zijn genormaliseerd.

Het zal voorts duidelijk zijn, dat voor het verkrijgen van het gewenschte aantal combinaties zeven eenheden reeds voldoende zijn; stelt men den eisch, dat in elk teeken 4 en 3 gelijksoortige elementen moeten voorkomen, dan leveren 7 eenheden $\frac{7!}{3! 4!} = 35$ combinaties.

Het blijkt echter, dat bij gebruik van acht eenheden de apparatuur aanmerkelijk eenvoudiger wordt, daar in dit geval alle teekens uit de vijf-eenheden-code, uitgezonderd die met vijf gelijksoortige elementen, in de acht-eenheden-code kunnen worden omgezet alléén door toevoeging van drie elementen.

Door een zender in de richting A-B moeten bij A aanwezige, b.v. in een geperforeerde strook vastgelegde vijf-eenheden teekens na omzetting in acht-eenheden teekens worden verzonden. Bovendien is het noodig, dat de signalen voor het geven van waarschuwingen aan zender B, bij storingen op den weg BA, uitgezonden kunnen worden. Op den ontvanger B moeten de langs den radioweg aankomende acht-eenheden teekens worden omgezet in vijf-eenheden

teekens, hetgeen met uitzondering van de gevallen, waarin het oorspronkelijke teken vijf gelijksoortige elementen bevatte, of waarin dit uit een signaal bestond, (b.v. voor het aanduiden van een storing op den weg BA) geschiedt door eenvoudig de vijf eerste der elementen van het ontvangen teken aan een vijf-eenheden drukker toe te voeren.

Voor den zender A bestaan aldus de volgende eischen: aan de te verzenden vijf-eenheden teken met maximaal vier gelijksoortige elementen moeten drie elementen worden toegevoegd, zóó dat in het acht-eenheden teken vier positieve en vier negatieve elementen voorkomen; hiervoor zijn van de acht mogelijke groepeerings van de drie toegevoegde elementen vier variaties noodig, nl. al naar in het oorspronkelijke teken een, twee, drie of vier positieve elementen voorkwamen.

Deze vier groepeerings zijn in figuur 32 aangegeven achter de cijfers I-IV. Een verdere eisch voor den zender is, dat een te verzenden teken met vijf gelijksoortige elementen wordt omgezet in een gebalanceerd acht-eenheden teken, waarin dus evenveel positieve als negatieve elementen voorkomen. Uit de groepering van de 3 laatste elementen kan op den ontvanger worden afgeleid, dat een omzetting heeft plaats gehad; de betreffende teekens zijn aangegeven bij O en V. Twee van de acht mogelijke drie-elementen variaties blijven nog over en deze worden aan de zenzijde gebruikt voor het onder bestuur van signaleeringsrelais uitzenden van signaleeringen, resp. aangegeven als VI en VII in fig 32.

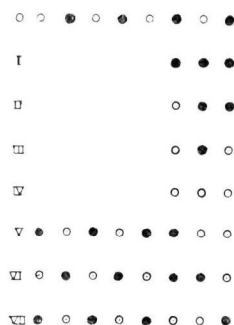


Fig. 32.

Voor den ontvanger bestaat dus de bijzondere opgave, de teekens, die zich door de groepering der laatste drie elementen onder-

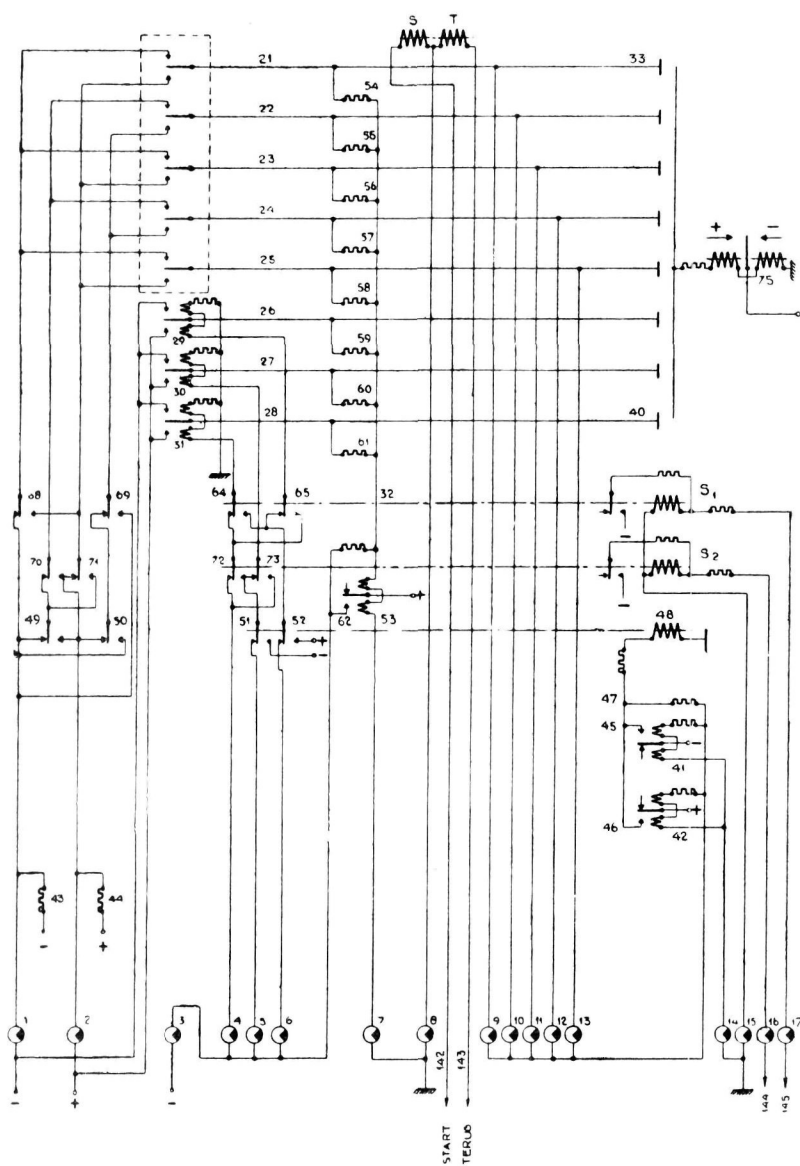


Fig. 33.

scheiden, af te zonderen als signaleeringen, of als teekens, waarin de vijf eerste elementen een omzetting moeten ondergaan, tegengesteld aan die, welke deze elementen op den zender hebben onderhouden. Tenslotte moet de ontvanger B zijn ingericht voor het besturen van den zender B voor het uitzenden van signalen naar A, wanneer zich op den weg AB storingen voordoen. Het ontvangen van signaleering op B moet het herhalen veroorzaken van het tevoren op den weg BA verminkte teeken.

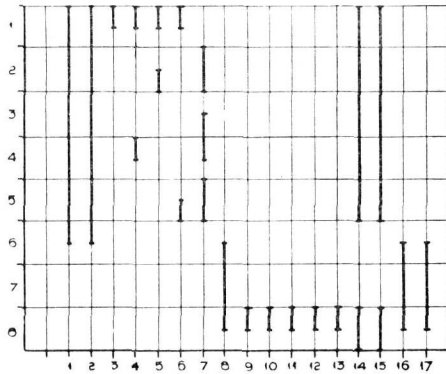


Fig. 34.

Met het oog op de bovenstaande eischen is de zender van fig. 33 samengesteld; de uit te zenden teekens zijn voorgesteld in fig. 32

De eerste vijf teekenelementen van groep I, II, III en IV zijn weggelaten om aan te duiden, dat alle teekens van het vijfeenheden-code, die resp. 1, 2, 3 en 4 werkelementen bezitten, hier ingevuld kunnen worden.

De sluittijden van de contacten van fig. 33 zijn voorgesteld in fig. 34. De zender is samengesteld uit twee hoofddeelen: een zendverdeelers met de contacten 33-40 en een zendautomaat, die wordt bestuurd door een geperforeerde papierstrook en periodiek bewogen wordt door middel van magneet S bij het vooruitstappen en door magneet T bij het achteruitstappen, beide onder invloed van contact 8, waarbij telkens spanningen overeenkomende met een op de strook vastgelegd teeken toegevoerd worden aan den zendverdeelers, door middel van aftasttongen 21-25 en de bijbehorende rust- en werkcontacten. De polaire relais 29-31 met hun tongen

26-28 dienen voor het toevoegen van de extra teeken-elementen; zij leggen hun tongen aan het werkcontact onder invloed van rust-stroom en vice versa.

De tongen 21-28 zijn verbonden met de contacten 33-40 van den zendverdeeler. De contacten 33-40 worden ieder gedurende een achtste deel van den tijd van een omwenteling van den zenderas gesloten en wel zoodanig, dat het zendrelais 75 achtereenvolgens met ieder van de tongen 21-28 verbonden wordt.

Het mechanisme voor het omzetten van de teekens met vijf gelijksoortige elementen in teekens met vijf niet-gelijksoortige elementen, gevolgd door drie aanvullingselementen in een merkgroeping (0 of V, fig. 32), omvat een stel polaire relais 41 en 42, die kunnen worden bekrachtigd, indien de tongen 21-25 gelijke standen innemen; relais 41 heeft voorkeur voor rust, relais 42 voor werk.

Wordt een teeken met 5 gelijksoortige elementen afgetast, dan liggen aan de tongen spanningen van gelijke polariteit; worden dan kort na het vastleggen van het vijf-eenheden teeken de contacten 9-13 gesloten, dan vloeit door de relais 41 en 42 een stroom van positieve of negatieve richting, die het omleggen van de tong van één der relais 41 en 42 tengevolge heeft. Op het oogenblik van sluiten van de contacten 9-13 (zie fig. 34) zijn de contacten 1 en 2 geopend, zoodat aan de contacten der tongen slechts over weerstanden 43 en 44 spanning ligt. Het sluiten der contacten 9-13 beteekent hierdoor geen volledige kortsluiting, als een ander teeken dan een met vijf gelijksoortige elementen wordt afgetast en de tongen dus niet alle denzelfden stand innemen; in zoodanig geval behoeft de omzettingrichting ook niet te werken en vloeit door de relais 41 en 42 geen stroom, daar aan de contacten 9-13 zoowel als aan contact 14 de spanning van het batterijmidden(aarde) ligt. De relais 41 en 42 sluiten bij hun bekrachtiging houdketens over hun contacten 45 resp. 46; aan het punt 47 ligt daardoor tot aan het openen van contact 14 een spanning van gelijke polariteit als die, welke aan de gelijkgerichte tongen 21-25 lag. Deze spanning bekrachtigt — onafhankelijk van haar polariteit — het relais 48, dat zijn ankers 49-52 omlegt. De aard van de hierdoor bewerkstelligde omzetting zal duidelijk worden, wanneer eerst eens wordt verondersteld, dat het op de tongen 21-25 vastgelegde teeken bestond uit vijf rust-eenheden (o in fig. 32, tongen naar onderen in fig. 33).

Na het omleggen van ankers 49 en 50 ligt aan tong 21 onveranderd + (ruststroom, in fig. 32 teeken o), aan tong 22 ligt over 50 —, aan 23 +, 24 — en 25 +; over de wisselcontacten 51 en 52 van relais 48 wordt aan relais 29 + spanning toegevoerd en aan 30 — spanning; het relais 31 krijgt + spanning, wanneer aan de tongen vijf rusteenheden, en — spanning wanneer aan de tongen vijf werkeenheden liggen, zooals reeds eerder werd opgemerkt leggen de relais 29-31 hun tong aan het werk-contact (—) onder invloed van ruststroom (+) en vice versa, dus juist omgekeerd als normaal.

Het teeken (0) van fig. 32 ontstaat dus als vijf rusteenheden voorliggen en het teeken V als vijf werkeenheden voorliggen. De keuze tusschen + en — spanning voor de wikkeling van relais 31 geschiedt onder invloed van de hierna te beschrijven brugschakeling, die in het algemeen de opgave heeft het totaal aantal werkeenheden in het resulterende achteenheden teeken gelijk te maken aan het aantal rusteenheden. De wijze waarop een vijfwerkeenheden teeken wordt omgezet in het teeken V (fig. 32) zal zonder verdere toelichting duidelijk zijn.

De relais 41, 42 en 48 blijven in rust, wanneer op de tongen 21-25 een teeken ligt met maximaal 4 gelijksoortige eenheden; de relais 29-31 worden op het oogenblik, dat de contacten 3, 4, 5 en 6 gelijktijdig gesloten zijn (zie fig. 34) naar den ruststand gebracht. Wanneer hierna niets meer zou gebeuren, voegen deze relais dus rust-eenheden (o) toe aan de vijfeenheden van het oorspronkelijke teeken.

Zoo ontstaat uit een teeken met 4 werkeenheden het acht-eenheden teeken IV van fig. 32. Is het aantal werkeenheden echter kleiner dan vier, dan komt een relais 53 in een brugschakeling gevormd met de weerstanden 54-61 over den geleider 32 tot werking. Door dezen geleider vloeit nl. geen stroom, wanneer het achteenheden teeken gebalanceerd is en daardoor met een even groot aantal weerstanden aan + batterij verbonden is, als aan — batterij. De weerstanden 54-61 zijn alle aan elkaar gelijk. Door de werking der contacten 4, 5 en 6 (in verbinding met 7) wordt het teeken drie keer onderzocht (zie fig. 34). Is het den eersten keer niet gebalanceerd, dan wordt relais 30 over contact 62 van relais 53 en over contact 5 naar den werkstand gebracht.

Is het teeken bij het tweede onderzoek nog niet gebalanceerd, dan gaat 31 naar den werkstand en tenslotte 29, indien bij het derde onderzoek het teeken nog niet gebalanceerd blijkt. Zoo ontstaan achtereenvolgens, uit teekens met resp. 3, 2 en 1 werkeenheden, de teekens III, II en I van fig. 32.

Uit een beschouwing van fig. 32 zal het duidelijk zijn, dat in de teekens 0—V voor de drie toegevoegde elementen alle groepeeringsen zijn verwerkt behalve twee, die in de laatste regels van fig. 32 zijn weergegeven. Deze twee worden voor de signalering gebruikt, waarbij zij zijn aan te vullen met vijf voorgaande elementen, waarin de aantallen rust- en werkelementen zoodanig zijn, dat een gebalanceerd acht-eenheden teeken ontstaat. Voor het geven van de signalen dienen de twee relais S1 en S2. Het eerste signaal wordt gegeven door bekrachtiging van het relais S1. Het relais S1 legt dan zijn wisselcontacten 64, 65, 68 en 69 om; door de omschakeling van contact 68 krijgen de tongen 21, 23 en 25 + spanning, onafhankelijk van hun stand. Het omschakelen van contact 69 heeft tengevolge, dat de tongen 22 en 24 — spanning krijgen, ook hierop heeft de stand van deze tongen geen invloed. Aangezien van de vijf eerste elementen van het teeken VI twee werkelementen zijn, zal de brugschakeling de laatste elementen toevoegen volgens teekens met twee werkelementen (II); door de verwisseling van de leidingen naar relais 29 en 31, teweeggebracht door het omleggen van de wisselcontacten 64 en 65, worden echter het 6e en 8e element verwisseld, zoodat tenslotte het teeken VI wordt uitgezonden; voor den ontvanger is dit een aanwijzing, dat de aan zijn kant staande zender een teeken heeft uitgezonden, dat gestoord is ontvangen, om welke reden het moet worden herhaald. Nader zal worden beschreven op welke wijze de ontvanger zijn eigen zender beïnvloedt. Inmiddels zij vermeld, dat, nadat het eerste signaal VI van A naar B is gezonden, een serie signalen VII door A wordt verzonden en wel door bekrachtiging van relais S2. Hierbij worden de wisselcontacten 70—73 van S2 bekrachtigd, hetgeen, zooals gemakkelijk blijkt, het ontstaan van het teeken VII veroorzaakt. Dit teeken heeft een uitwerking op den ontvanger, geheel overeenkomstig die van een gestoord signaal. Bij de beschrijving van den ontvanger, zal dit nader toegelicht worden.

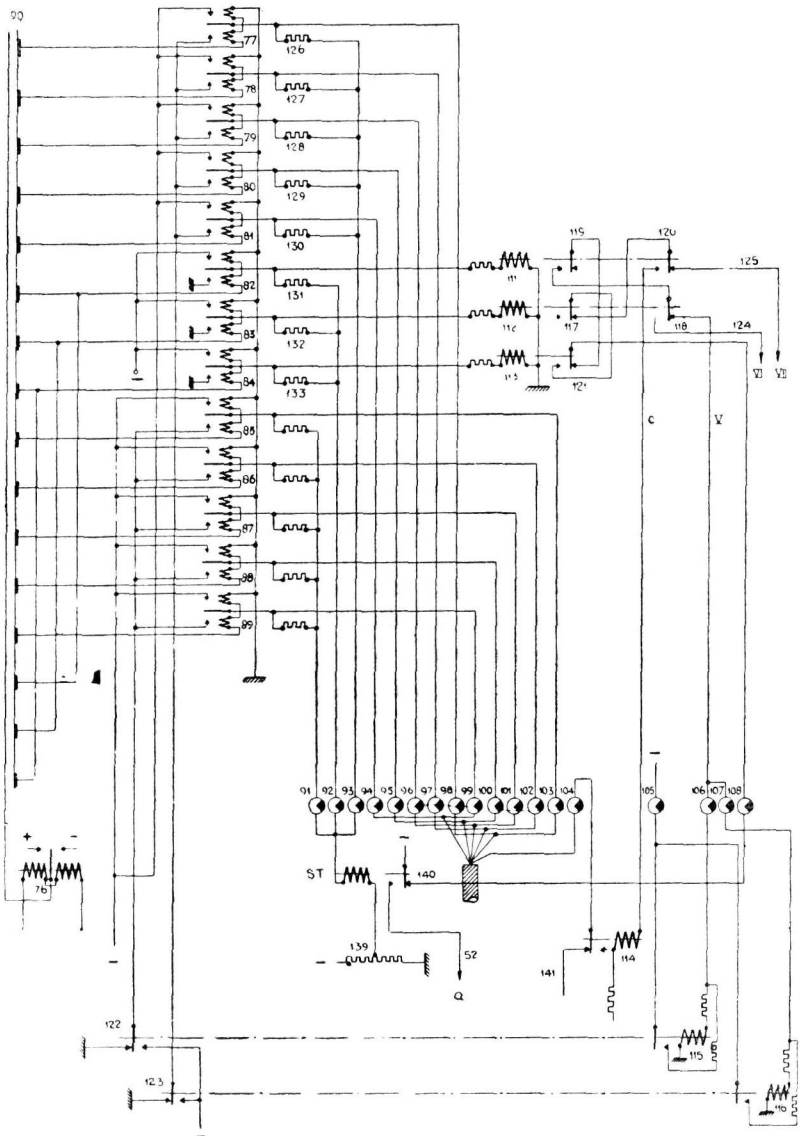


Fig. 35.

Op den ontvanger (fig. 35; sluittijden der contacten fig. 36) legt het ontvangrelais 76 over den ontvangverdeeler 90 en de daarop voorkomende contacten spanningen aan relais 77—89, die overeenkomen met de standen, die de tong van het ontvangrelais achtereenvolgens inneemt; van de dertien relais worden de acht eerste ingesteld overeenkomstig een ontvangen acht-eenheden teeken.

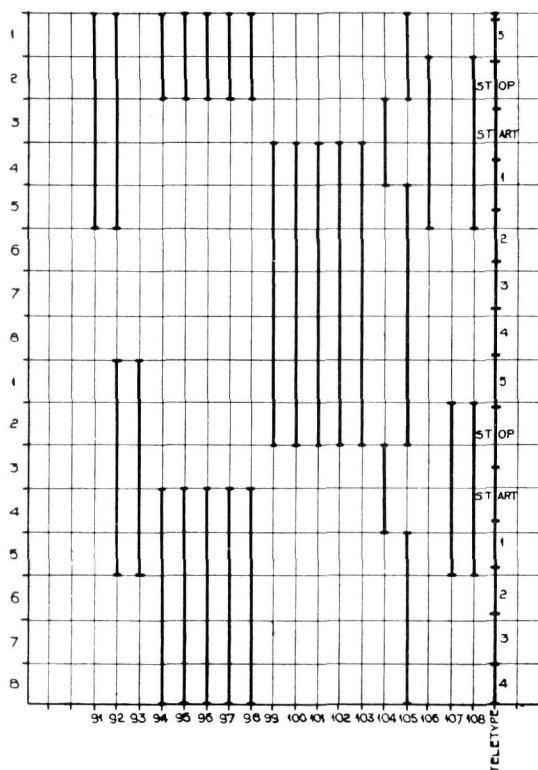


Fig. 36.

De vijf laatste, tezamen met de drie laatste van de eerste groep van acht relais, dienen voor het vastleggen van het volgende achteenheden teken. In de bovengenoemde dertig van de gebruikte vijf-en-dertig variaties van de achteenheden code moeten de eerste vijf eenheden, die dus voor het eerstgenoemde teken zijn vastge-

legd op de relais 77—81, als zoodanig worden overgebracht op den drukker. Dit gebeurt op daartoe geschikte momenten via de contacten 94—98 en moet alleen dan niet plaats vinden, wanneer de op de drie laatste relais van de eerste groep van acht relais vastgelegde groepeerings overeenkomt met de laatste drie teekenelementen van de teekens 0, V, VI of VII.

Wanneer dit het geval is, liggen de tongen van de relais 82—84 en tengevolge daarvan de relais 111—113, in een dusdanigen stand, dat via de contacten 117—121 een van de relais 114 of 115 wordt bekrachtigd. Het relais 115 zet de eerste vijf elementen om en sluit bij bekrachtiging een houd-contact, dat via het contact 105 het relais eenigen tijd bekrachtigd houdt. Het relais 114, dat wordt bekrachtigd bij het aankomen van het teeken 0 (fig. 32) verbreekt de startketen van den drukker.

De relais 82—84 en 111—113 zijn, nadat het relais 115 opgekomen en vergrendeld is, vrij om bij het volgende teeken opnieuw te worden ingesteld, hetgeen geschiedt, nadat de vijf eerste elementen van dit volgende teeken zijn vastgelegd op de relais 85—89. De tongen van deze relais worden op daartoe geschikte momenten via de contacten 99—103 verbonden met den drukker.

Het relais 116 wordt ditmaal bekrachtigd, wanneer een combinatie aankomt, overeenkomende met V in fig. 32; de contacten 106 en 107, die in de stroomketens van relais 115 en 116 liggen, zorgen er voor, dat het bovengenoemde eerst ontvangen teeken relais 115 en het daarop volgende teeken relais 116 beïnvloedt. Wanneer b.v. relais 115 wordt bekrachtigd, wordt het contact 122 in den werkstand gebracht; hierdoor verkrijgen zoowel de werk- als de rustcontacten van relais 77—81 — spanning, zoodat beschouwing van fig. 32 leert, dat de eerste vijf elementen een omgekeerde omzetting ondergaan, als zij op den zender hebben ondervonden. Relais 116 zorgt op overeenkomstige wijze voor het tweede ontvangen teeken. Bij ontvangst van teeken VI, resp. VII krijgen de geleiders 124, resp. 125, — spanning. Hierdoor wordt de inrichting van fig. 37 in werking gesteld, die hierna beschreven zal worden.

De inrichting van den ontvanger B voor het opsporen van gestoord ontvangen teekens werkt als volgt:

Nadat het bovenbedoelde eerst ontvangen teeken is vastgelegd op de relais 77—84, worden de tongen van deze relais over de weer-

standen 126—133 via de contacten 92 en 93 verbonden met het relais ST. (Zie ook fig. 36). In fig. 36 is door de cijfers 1—8 aangegeven de tijden van ontvangst van de eerste en tweede acht teekenelementen van de binnenkomende teekens. De contacten van den ontvangverdeeler sluiten ieder gedurende een tijd, die korter is dan de tijdsduur van één teekenelement.

In verband met de omstandigheid, dat de werk- en rustcontacten van de relais 77—89 resp. met werkspanning en met aarde zijn verbonden, is het andere einde van de wikkeling van ST met een punt 139 verbonden, dat een potentiaal heeft, gelijk aan de helft van de werkspanning. Bevat het aangekomen teeken evenveel werk- als rustelementen, dan wordt ST niet bekrachtigd. In een ander geval, dat is dus wanneer het teeken verminkt wordt ontvangen, wordt relais ST en het wisselcontact 140 omgelegd, waardoor van contact 108 de — spanning wordt weggenomen en tengevolge daarvan kunnen de relais 114—116 niet opkomen en krijgen de stroomgeleiders 124 en 125 geen — spanning. Bovendien krijgt stroomgeleider 52 nu — spanning.

Het tweede ontvangen teeken, dat op de relais 85—89 en 82—84 wordt vastgelegd, heeft op analoge wijze het bekrachtigen van relais ST tengevolge, wanneer dit een ongelijk aantal rust- en werkelementen bevat. In dit geval heeft de bekrachtiging plaats over de contacten 91 en 92.

De werkingen van de toestellen onder invloed van het aankomen van een storing resp. van de signalen VI en VII wordt bepaald door een inrichting, die is afgebeeld in fig. 37; het bijbehorende diagram van contacttijden is gegeven in fig. 38.

Teneinde de werking van de schakeling volgens fig. 37 te kunnen beschrijven, is een voorafgaande verwijzing gewenscht naar de fig. 39, 40, 41 en 42, die drie gevallen aanduiden in welke een of meer teekens gestoord zijn ontvangen, resp. signalen VI en VII worden overgedragen. De figuren 39—42 vertoonen tijd-diagrammen, elk met vier verticale lijnen, van welke de twee linkerlijnen behooren bij het eene station en resp. gelden voor zender en ontvanger (aangeduid door z en o), terwijl de beide rechter lijnen gelden voor het andere station. Aangenomen is, dat de overdrachtstijd op den radio-weg ongeveer vier teekenelementen bedraagt, terwijl op beide zenders een alfabet wordt verzonden (aangeduid met de letters a,

b, c, enz. resp. A, B, C, enz.). De tijd loopt in de diagrammen van boven naar beneden.

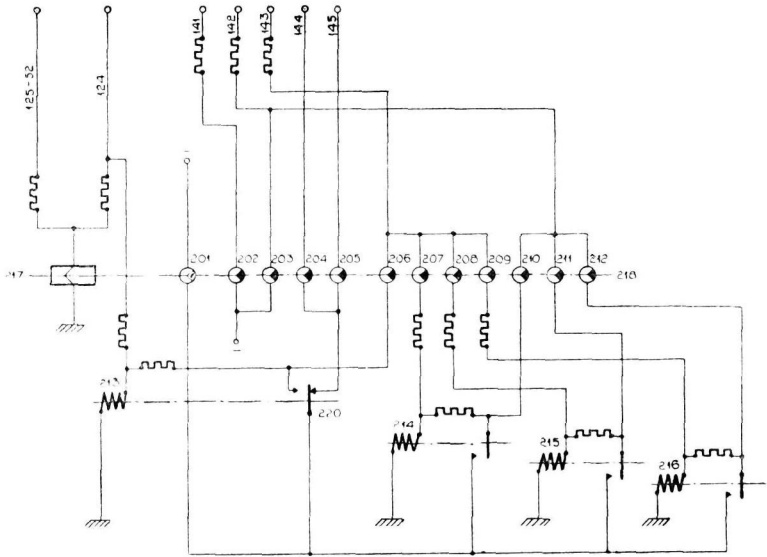


Fig. 37.

In fig. 39 is aangenomen, dat de letter a goed is overgekomen, doch b is gestoord, laatstgenoemd feit heeft op den ontvanger B aanleiding gegeven tot de bekrachtiging van ST, met als gevolg het

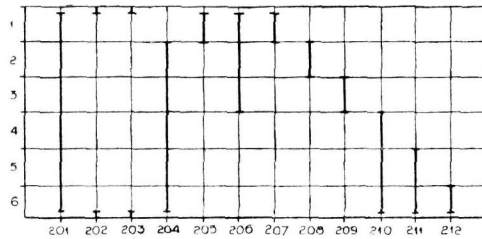


Fig. 38.

leggen van werkspanning aan den geleider 52; de overbrenging van de letter b is aangeduid door de schuine stippellijn in fig. 39 en door de verlenging van deze lijn is te kennen gegeven, dat de ontvanger

van het station B zijn zender in kennis stelt van de ontvangen storing. Dit in kennis stellen geschiedt door middel van de inrichting volgens fig. 37 en moet zoo plaats hebben, dat de zender B aan den ontvanger A éénmaal het teeken VI en vervolgens vijfmaal het teeken VII toestuurt.

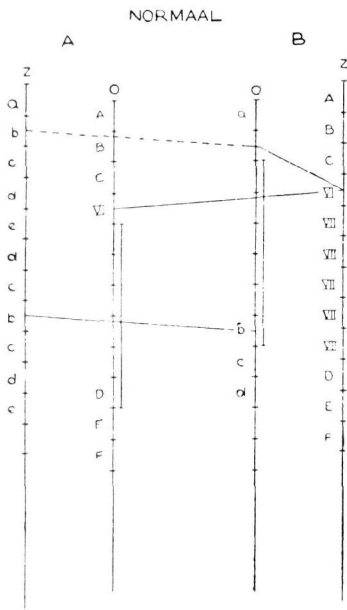


Fig. 39.

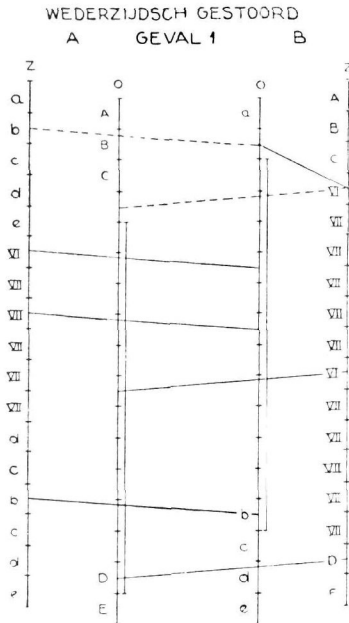


Fig. 40.

Het in kennis stellen van den zender B door een ontvanger O geschiedt door de bekrachtiging van het relais ST op den ontvanger, waardoor het contact 140 wordt gesloten en de geleider 52 werkspanning krijgt. In de inrichting van fig. 37 heeft het leggen van werkspanning aan den geleider 52 de bekrachtiging tengevolge van den startmagneet 217, die dan een as 218 in werking stelt; deze as draait met $1/6$ van de snelheid van de as van den zend-verdeeler.

De contacten 201 tot 212 zijn contacten op deze as en ze worden gesloten en geopend volgens het diagram van fig. 38, waarin de tijd van boven naar beneden loopt. De linker lijn in dit diagram is verdeeld in 6 deelen, die zes achtereenvolgende omwentelingen van de zenderas aanduiden.

Door het starten van de as 218 worden de contacten 201 en 205

gesloten, waardoor de geleider 145 werkspanning krijgt en tenslotte op den zender B het signaal VI zal worden uitgezonden (zie fig. 33). Dit geschiedt gedurende de 1e omwenteling van de zenderas van B nadat het ontvangen van een storing in den ontvanger B is

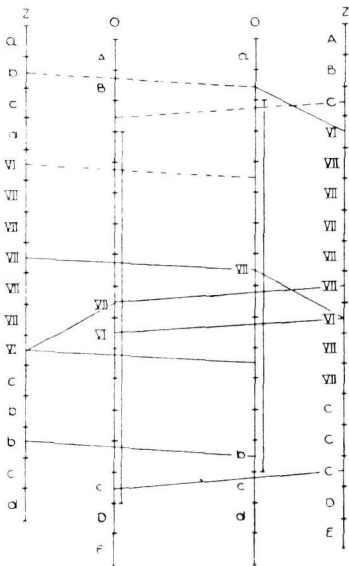


Fig. 41.

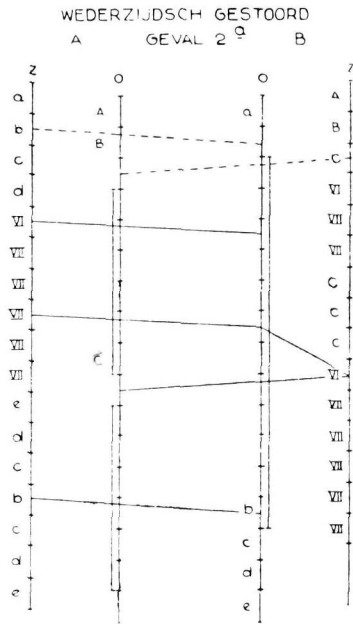


Fig. 42.

gesignaleerd d.w.z. het relais ST is opgekomen. Hierbij wordt opgemerkt, dat dit signaleeren pas geschiedt gedurende een tijdsdeel, behorende bij het element van de verticale lijn B-O volgende op dat, waarin deze lijn door de hellende stippellijn wordt getroffen.

Door het contact 202 wordt werkspanning weggenomen van den geleider 141, zoodat de drukker niet kan starten gedurende den tijd, dat de as 218 draait; gedurende dezen tijd is nl. het contact 202 verbroken; het sluit pas weer, wanneer de as tot rust komt. Ook de zenderstart 142 wordt gedurende dien tijd verbroken door opening van contact 203. Nadat het signaal VI éénmaal is uitgezonden, verbreekt het contact 205 en sluit het contact 204. Daardoor wordt nu gedurende vijf omwentelingen van de zenderas werkspanning ge-

legd aan den geleider 144, zoodat gedurende deze omwentelingen het signaal VII van B naar A wordt verzonden.

In fig. 39 is de aankomst van signaal VI in den ontvanger A aangegeven. Thans zal worden nagegaan, welke uitwerking dit signaal op den ontvanger en zender A heeft. Op den ontvanger A heeft het door de werking van de relais 111 tot 113 ten slotte tot gevolg, zooals gemakkelijk is na te gaan, dat de geleider 124 werkspanning verkrijgt; hierdoor loopt in de schakeling volgens fig. 37, behoorende bij den zender A eveneens de as 218 aan, waarbij nu echter tevens het relais 213 wordt bekrachtigd. Als gevolg hiervan zal nu de zendautomaat op den zender A eerst drie stappen terug doen en dan weder drie stappen vooruit, zooals dit is aangegeven in de tweede kolom van fig. 43. In deze fig. stelt de eerste kolom voor de reeks signalen, die door den zender wordt uitgezonden bij het aan-

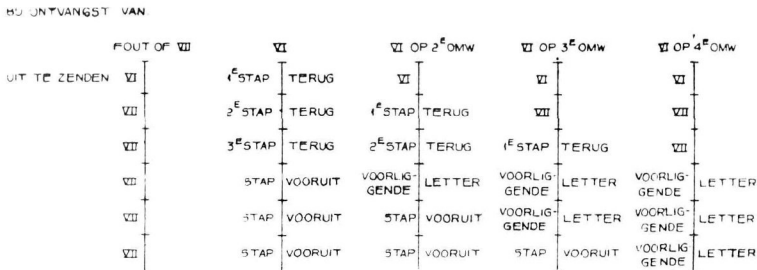


Fig. 43.

komen van een storing op zijn ontvanger; de tweede kolom stelt voor welke werkingen een zender verricht, wanneer zijn ontvanger een signaal VI ontvangt; hetzelfde stellen de volgende kolommen voor, doch dan in de onderstelling, dat die zender reeds bezig is een reeks seinen VI en VII uit te zenden als antwoord op een ontvangen storing. De derde kolom onderstelt voorts, dat VI aankomt op de tweede omwenteling van dit uitzenden en de volgende kolommen onderstellen dit telkens een omwenteling later.

Uit fig. 39 zal duidelijk zijn, dat het terugstappen van zender A over drie stappen en het dan weder vooruitgaan het herhalen tengevolge heeft van het teeken, dat gestoord is ontvangen; de letter b wordt namelijk wederom uitgezonden op den 6den stap na dien, waarop de verminkt ontvangen letter is uitgezonden. Thans zullen we na gaan, hoe de schakeling van fig. 37 bewerkstelligt, dat na het

leggen van werkspanning aan den geleider 124 de zendautomaat inderdaad de vereischte stappen uitvoert.

Bij het leggen van —spanning aan den geleider 124 wordt het relais 213 en de startmagneet 217 bekrachtigd. Het relais legt zijn wisselcontact 220 om; de startmagneet stelt de as 218 in werking. Door het omleggen van het contact 220 wordt de werkspanning onttrokken aan de geleiders 144 en 145 en via contact 206 gelegd aan den geleider 143; deze is verbonden met de wikkeling T op den zender, die den automaat bij bekrachtiging doet terugstappen. Daar het contact 206 is gesloten gedurende 3 omwentelingen van de zenderas, stapt dus de automaat over 3 schreden terug.

Over contact 207 is voorts gedurende de eerste omwenteling van de zenderas een keten gesloten voor het relais 214, dat opkomt en zichzelf grendelt over zijn contact, in serie met het contact 201. Hierover wordt tevens spanning gelegd aan het contact 210, dat gedurende de omwentelingen 4, 5 en 6 (fig. 38) werkspanning legt aan geleider 142 en aldus den automaat 3 stappen vooruit laat maken (bekrachtiging van S, fig. 33).

Was het teeken VI aangekomen op de tweede omwenteling van de zenderas, nadat as 218 op den zender A door het aankomen van een storing was gestart, dan moet, zooals is te zien uit het diagram fig. 43 derde kolom, de zendautomaat 2 stappen terug maken, waarna weer 2 stappen vooruit worden gemaakt. Daar tusschenin blijft een omwenteling vrij, gedurende welke de automaat in rust moet zijn. Gedurende deze omwenteling wordt de voorliggende letter uitgezonden, maar dit heeft geen uitwerking, daar de ontvanger B door het draaien van zijn as 218 den start van zijn drukker heeft verbroken. Komt het teeken VI op de derde omwenteling aan, dan moet de zendautomaat A een stap terug maken en later weer een stap vooruit. In deze beide laatste gevallen komt het relais 215 resp. 216 tezamen met de beschreven schakelingen in werking voor het doen uitvoeren van de correcte stappen. Komt het teeken VI van den zender B aan op de vierde omwenteling, dan komt slechts het relais 213 in werking, welk relais op de beschreven wijze het geven van teeken VII door zender A onderbreekt, zoodat deze de op den automaat liggende letter uitzendt gedurende de laatste 3 omwentelingen; hiervan is alleen de laatste omwenteling werkzaam op den ontvanger B.

In gevallen van wederzijdsche storing en storing van meer letters achtereen, geeft de beschreven schakeling het juiste resultaat, hetgeen aan de hand van de gegeven diagrammen is na te gaan.

In de fig. 40, 41 en 42 zijn hiervan verschillende voorbeelden gegeven.

Het synchronisme van zenderas A en ontvangeras B, evenals dat van zenderas B en ontvangeras A, wordt op bekende wijze gehandhaafd.

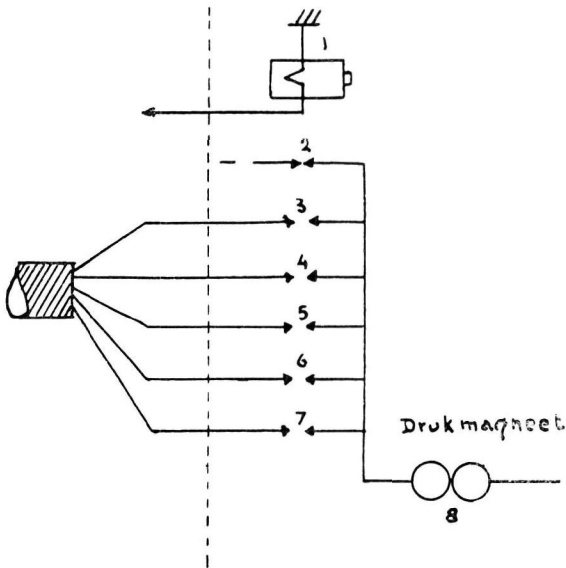


Fig. 44.

Zooals reeds eerder werd uiteengezet, is het gebruiken van een synchroonsysteem op den radioweg noodzakelijk. Daar echter arhythmische telegraafapparaten (start-stop) meer en meer het terrein veroveren bij de draadtelegrafie, is het van belang het synchrone radiosysteem in verbinding te brengen met de voor draadtelegrafie gebruikelijke start-stop apparaten.

Bij de proefverbinding tusschen Amsterdam en Bandoeng van het z.g. „herhaalsysteem” was hiervoor reeds een kleine wijziging aan het start-stop toestel aangebracht (fig. 44). Bij normaal gebruik van dit soort toestellen, wordt de koppeling tusschen de z.g. trans-

mitteras en aan de drijf-as veroorzaakt door het neerdrukken van een der toetsen.

In ons geval, waarbij de seinstroomen via de contacten 94—98 of 99—103 worden toegevoerd (fig. 35), wordt de koppeling tot stand gebracht door een electromagneet (1), die op het daartoe geschikte moment bekrachtigd wordt via contact 104 (fig. 44). De vijf transmittercontacten (3—7) welke bij normaal gebruik zijn doorverbonden, worden hier aan één zijde van elkaar geïsoleerd en elk verbonden met één der contacten 94—98 en één der contacten 99—103. Ook wordt in afwijking van de gewone schakeling het z.g. start-stop contact (2) aan een zijde gescheiden van de andere transmitter contacten.

De werking is als volgt: De transmitteras bewerkt, zoodra ze gekoppeld wordt met de aandrijf-as, door middel van haar nokkenschild, het tijdelijk onderbreken van het contact 2, waardoor de drukmagneet 8 stroomloos wordt. Dit is het startsein voor het ontvangende gedeelte van het toestel, zoodat dit gedeelte nu ook met de aandrijf-as gekoppeld wordt. De nokkenschild sluit daarna achtereenvolgens de contacten 3—7. In het eigen tempo van de teletype worden dus beurtelings de contacten 94—98 en 99—103 met den drukmagneet van de teletype verbonden, waardoor op de juiste tijdstippen al of niet stroomstooten aan de teletype worden toegevoerd, afhankelijk van den stand van de ankers van de relais 77—81 of 85—89, d.w.z. door de teletype wordt een bepaald teeken afgedrukt afhankelijk van de ontvangen teekencombinatie. Als de transmitteras een omwenteling heeft gemaakt wordt ze ontkoppeld van de aandrijf-as van de teletype en het contact 2 wordt weer gesloten. Het toestel is dan in rust, totdat de startmagneet 8 door koppeling van de transmitteras het afdrukken van een volgend teeken weer inleidt.

Aangezien bij deze werkwijze de omwentelingssnelheid van de teletype niet behoeft te verschillen van de normale snelheid, is het mogelijk om op de gebruikelijke wijze op dit toestel een andere normale teletype aan te sluiten, welke ook overal elders opgesteld kan zijn. Men kan op deze wijze op eenvoudige wijze een ontvangen bericht naar een verwijderde plaats van bestemming doorgeven. De snelheid van de teletype en de snelheid van den ontvangverdeelers 90 (fig. 35) hebben geen ander verband met elkaar, dan dat de snelheid van laatstgenoemde niet grooter mag zijn dan een bepaalde

grenswaarde. Als meer teekens aan de teletype worden toegevoerd dan deze verwerken kan, is deze grens overschreden.

In het „herhaalsysteem” bestond de mogelijkheid met verschillende aantallen herhalingen te werken; bij viermaal uitseinen was het aantal teekens, dat per minuut aan de teletype werd toegevoerd, slechts de helft van hetgeen deze kan verwerken.

In het nu beschreven stelsel heeft herhaling slechts plaats bij verminking van het ontvangen teeken. In het geval van herhaling wordt gedurende eenigen tijd het toevoeren van teekens aan de teletype onderdrukt, doordat geleider 141 stroomloos wordt.

Hierdoor is het ook mogelijk (fig. 35) de verbinding met het start-stop toestel op eenigszins andere wijze te doen plaats vinden. De zoo juist beschreven methode is echter ook bij dit nieuwe stelsel uitstekend te gebruiken. Een klein voordeel van de gewijzigde methode is dat dan de teletype in het geheel niet veranderd behoeft te worden. Het is namelijk mogelijk, de contacten 94—98 en 99—103 zoo uit te voeren, dat door deze contacten teekens worden afgegeven in het juiste tempo voor de teletype; contact 104 wordt dan zoo veranderd, dat dit de functie van transmittercontact 2 overneemt en de op den radioweg ontbrekende start- en stopsignalen aan het teeken toevoegt. De contacten 94—103 worden dan aan één zijde doorverbonden en direct met de drukmagneet 8 (fig. 44) verbonden. Men is nu niet meer vrij in de keuze van de snelheid van den verdeeler 90, maar deze moet zoodanig zijn, dat juist het maximum aantal teekens, dat de teletype per minuut verwerken kan, aan deze toegevoerd wordt.

De overgang van het synchrone radiostelsel op het arhythmische toestel gaat direct, aan de zenzijde is een dergelijke directe koppeling niet mogelijk en zelfs niet gewenscht.

Door de automatische navraag kunnen bij optredende storingen niet alle teekens, die door de teletype aangevoerd worden, direct verwerkt worden, althans niet in het geval, dat de teletype op maximale snelheid werkt.

Wordt de teletype uit de hand bediend, dan kunnen integendeel niet steeds voldoende teekens aan het radiostelsel worden toegevoerd om het maximale tempo te handhaven. In beide gevallen is het noodig een verbinding tusschen beide systemen te hebben, die in staat is deze tijdelijke snelheidsverschillen op te nemen.

Een methode, die hieraan op eenvoudige wijze tegemoet komt, is de tusschenschakeling van een geponsten band.

Men kan zich het bedrijf als volgt voorstellen. De abonné (beschikkende over een telexapparaat) brengt het telegram, hetzij met de hand, hetzij met een automatische zender per draad naar de radiobedrijfcentrale. Het telegram wordt hier ontvangen op een teletype, die tegelijkertijd een geponsten band maakt. Toestellen, die hierop zijn ingericht, worden reeds in serie vervaardigd. Deze ponste band wordt direct van de ontvangende teletype in den automatische zender voor de radiouitzending gevoerd. In den papierband wordt hier dus de mogelijkheid gevonden om een soepele verbinding tusschen draad- en radiowed te maken.

Bij de keuze van het, in het voorgaande beschreven stelsel, heeft het geenszins in de bedoeling gelegen, die uitvoering te beschrijven, die tot in onderdeelen op de beste wijze aan alle door de praktijk te stellen eischen zal voldoen. Deze keuze is veeleer beïnvloed door den wensch, op meer overzichtelijke wijze aan de hand van een uitvoeringsvorm uiteen te kunnen zetten, hoe het meerendeel van de ontwikkelde denkbeelden verwezenlijkt kan worden. Er zijn verschillende variatie's op den gekozen uitvoeringsvorm mogelijk.

Allereerst is in het hoofdstuk „Aftasting” uiteengezet, dat de z.g. integreerende aftasting voordeelen biedt. Het is zeer goed mogelijk en daarom aan te bevelen, deze methode van aftasting ook bij het aangegeven ontwerp toe te passen. In plaats van het mechanische ingangsrelais van fig. 35 komt dan een schakeling als aangegeven in fig. 31; de contacten van den verdeeler 90 komen in de plaats van contacten d en b (fig. 31) en worden om het andere met condensator C_1 en met condensator C_2 verbonden.

In fig. 35 zijn in den ontvanger twee stellen van vijf relais noodig om de ontvangen teekens vast te leggen. De oorzaak hiervoor is, dat pas nadat het geheele teken is vastgelegd, de storingsonderzoek-inrichting in werking gesteld kan worden, eerst hierna kan het teken aan de teletype worden toegevoerd. Het teken moet dus eenigen tijd worden opgespaard. Het is mogelijk om dit opsparen met condensatoren te doen. Dit geeft in het geval, dat toch condensatoren noodig zijn om de integreerende aftasting te verwezenlijken, eenige besparing. Voldoende tijdwinst kan verkregen worden met in het geheel vier condensatoren en acht polaire relais per kanaal.

De inrichting van fig. 37 met een as, die gestart wordt, is voor een duidelijke beschrijving van de verschillende gebeurtenissen van belang, maar heeft tegenover een relais-telschakeling het bezwaar, dat de tijd, die verloren gaat tusschen het moment, dat 124 of 125—52 bekrachtigd worden en het oogenblik, dat de contacten 201, 202, 203, 205, 206 en 207 geopend of gesloten worden, grooter is dan bij de relaisschakeling. Met behulp van elf relais kan een inrichting samengesteld worden die dezelfde schakelingen tot stand brengt als de inrichting van fig. 37.

Het beschreven stelsel heeft nog een punt, waarop moeilijkheden kunnen optreden, nl. in het geval, dat door den abonné uit de hand naar de radiocentrale wordt geseind en dat de geponste strook direct van de ontvangende teletype met ponsmachine naar den automatischen zender wordt geleid. Het is dan gebruikelijk, de papierstrook langs een beugel te voeren, zoodat als de strook te strak gespannen wordt, de automatische zender gestopt wordt, doordat de beugel een contact omlegt.

De bedoelde moeilijkheid treedt op, als dit stoppen van den automatischen zender gebeurt op een moment, dat een van de drie voorgaande letters, die uitgezonden zijn, gestoord wordt en het signaal, dat in het tegenstation hiervan het gevolg is, aan deze zijde nog niet is ontvangen. Immers na ontvangst van dit signaal, wordt de automatische zender drie letters teruggezet. Wanneer de automatische zender niet drie maar b.v. slechts twee stappen heeft gedaan, omdat deze inmiddels gestopt is, wordt een letter te veel teruggezet. Bij het weer voorwaarts gaan wordt dan een letter te veel uitgezonden en tenslotte ook afgedrukt. Ook bij het inschakelen kan iets dergelijks gebeuren. Het resultaat is in beide gevallen, dat te veel letters worden afgedrukt, dit is niet zoo ernstig als dat te weinig letters worden overgebracht, maar het is toch een minder fraai verschijnsel.

Een afdoende oplossing is, dat van het automatisch stoppen door middel van een beugel wordt afgezien. De bedienende telegrafist moet dan de uit de teletype (die ontvangt van den abonné) komende bandjes afscheuren en in den automatischen zender leggen.

Een veel eleganter oplossing is echter, door middel van een telinrichting, die bij het automatisch stoppen in werking wordt gesteld,

het te veel terugzetten te voorkomen. De in het vorenstaande bedoelde relaisschakeling, ter vervanging van de inrichting van fig. 37, heeft het voordeel, dat deze de telinrichting reeds bevat, zoodat zonder noemenswaardige uitbreiding van de schakeling, de oplossing voor het automatische stoppen gevonden kan worden.

SUMMARY.

Type printing radiotelegraph systems are more liable to be disturbed by atmospherics and fading than morse links.

It is shown, that this susceptibility is largely due to the briefness of the periods, during which the initial receiving relay is successively connected via the distributor to each of the registering relays.

The action of polar relays under brief impulses is studied and a method is developed of so timing the distribution of initial relay-positions to the registering relays, that the susceptibility to disturbances of the system is a minimum.

The possibility of the reception of an unperceived fault is practically eliminated by the development of a system of fault signaling and this has further led to the development of an automatic-R.Q. system, causing a faulty signal to be repeated by the transmitter as many times as necessary.

The apparatus is essentially a rhythmic one; it is shown, how it may be coupled to arrhythmic terminal apparatus such as a teleprinter.

Indications are given, how at the transmitter a perforator strip might be used as the coupling element, in which case a device can be used for automatically stopping the rhythmic transmitter, when the strip is drawn taut and for restarting it, when a certain length of strip has been punched, exact correspondence between the transmitted and printed texts being maintained regardless of such stopping and restarting.

LITERATUURLIJST.

1. Ir. W. Th. Bähler. Theorie van het electromagnetische Telefoonrelais. Dissertatie 1926.
2. Ir. J. W. Alexander. Het meten van Radiostoringen. Tijdschrift van het Nederlandsche Radiogenootschap Deel V Juni 1932 no. 6.
3. Callahan, Mathes & Kahn. Time division multiplex in radiotelegrafic practice. Proceedings I.R.E. Januari 1938.
4. Stuart, Ballantine. Fluctuation Noise in Radio Receivers. Proceedings I.R.E. vol 18 pp 1377—1387 Augustus 1930.
5. John R. Carson. The reduction of Atmospheric Disturbances. Proceedings I.R.E. vol 16 pp 967—975 Juli 1928.
6. K. Küpfmüller. Über Einschwingvorgänge in Wellenfiltern E.N.T. Band 1 1924 Bladz. 141.
7. K. Küpfmüller. Beziehungen zwischen Frequenzcharakteristiken und Ausgleichsvorgänge in linearen Systemen, E.N.T. Band 5 Heft 1 Bladz. 18.
8. K. Küpfmüller. Über die Dynamik der selbsttätigen Verstärkungsregler. E.N.T. Band 5 Heft 2 1928 Bladz. 459.
9. V. D. Landon. A study of the characteristic of noise. Proceedings I.R.E. vol 24 pp 1514—1521 November 1936.
10. Karl G. Jansky. An experimental Investigation of the characteristics of certain types of noise. Proceedings I.R.E. December 1939 pp 763—768.
11. L. Devaux. Description du système Radiotélégraphique imprimeur à caractères décomposés des laboratoires L.M.T. l'onde électrique No 195 Maart 1938.
12. E. Hudec. Druckempfang in der drahtlosen Telegraphie E.N.T. Heft 1 Band 16 Januari 1939.
13. Schweck-Römer. Gepoltes Telegraphenrelais hoher Empfindlichkeit. Siemens veröfentlichungen aus dem Gebiete der Nachrichtentechnik.
14. Prof. Dr. Jhr. G. J. Elias. Over de voortplanting van electro-magnetische trillingen. Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap 3 1926.
15. Prof. Dr. Jhr. G. J. Elias, Ir. C. G. A. von Lindern, G. de Vries. Metingen van de hoogte der Heavysidelaag. Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap Mei 1933.
16. Prof. Dr. Jhr. G. J. Elias, Ir. Jhr. C. Th. F. van der Wijck. Reflectie van electro-magnetische golven aan media met veranderlijke diëlectrische constante. Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap Maart 1930.
17. Prof. Dr. Jhr. G. J. Elias. Reflectie van Electromagnetische golven aan media met veranderlijk geleidingsvermogen en diëlectrische constante. Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap Maart 1930.
18. Prof. Dr. Jhr. G. J. Elias. Over reflectie van electromagnetische golven. Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap Januari 1931.
19. Prof. Dr. Jhr. G. J. Elias, J. A. de Bruine, M. R. A. Deurvorst. Reflectiehoogte van de Ionosfeer. Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap September 1935.
20. Prof. Dr. Jhr. G. J. Elias, Ir. C. G. A. von Lindern. Reflectie metingen op Radiogebied. Tijdschrift van het Ned. Radiogenootschap April 1932.
21. N. Smith. Radio Sky Wave Transmission. Proceedings I.R.E. vol 27 No 5 blzd. 332 Mei 1939.

22. F. T. Farmer Bsc, J. A. Ratcliffe Ma. The proceedings of the Physical Society vol 48 part 6 1 Nov. 1936 No 269 blzd 839.
 23. E. C. Halliday Ph. D. The proceedings of the Physical Society vol 48 part 3 1 Mei 1936 No 266 blzd 421.
 24. F. T. Farmer Ph. D., C. B. Childs Ph. D. & A. Covoie Bsc. The proceedings of the Physical Society vol 50, part 5. 1 September 1938 No 281 blzd 767.
 25. G. Millington. The proceedings of the Physical Society vol 50, part 5. 1 September 1938 No 281 blzd 801.
 26. Bruce, Beck & Lowry. Horizontal Rhombic Antennae. The proceedings I.R.E. vol 23 Nov. 1935 p. 24.
 - 27t R. K. Potter & H. T. Friis. Some effects of Topography and ground on short wave reception. The proceedings I.R.E. April 1932 p. 699.
 - 28t H. T. Friis, C. B. Feldman & W. M. Sharpless. The determination of the direction of arrival of short waves. The Proceedings I.R.E. Januari 1934 vol 22 No 1 blzd 47.
 29. D. F. Martijn. The propagation of medium radiowaves in the Ionosphere. The Proceedings of the Physical-Society vol 47 pp 323—339 Maart 1935.
 30. A. Bakker. Seinstelsel voor storingsvrije Typedrukontvangst op radioverbindingen. Orgaan der vereeniging van electrotechnische ambtenaren der Telegrafie en Telefonie nr. 12 1933.
 31. A. Bakker, Ir. H. C. A. v. Duuren. Seinstelsel voor storingvrije Typedrukontvangst op radioverbindingen. „Telegraaf en Telefoon”. Jaargang 37 nr 3 van Maart 1936.
 32. E. Hudec. Das Frequenzband beim drahtlosen Druckempfang nach dem Impulsverfahren. E.N.T. band 17 Heft 6 Juni 1940.
 33. N.O. 35811. Draadloos telegraafstelsel met teekenherhaling.
 34. N.O. 34421. Draadloos telegraafstelsel met middelen voor het tegengaan van sluiereffecten en atmosferische storingen.
 35. N.O. 39556. Telegraafstelsel, waarbij elk teeken bestaat uit minder dan vijf teekenelementen en waarbij van wisselstroomen met verschillende frequenties gebruik wordt gemaakt.
 36. N.O. 40443. Typedruk dubbelstroomtelegraafstelsel met storingsbeveiliging.
 37. N.O. 50112. Typedruk telegraafstelsel met storingbeveiliging bij optreden of wegvallen van stroomstooten in het sein.
-

STELLINGEN.

I.

Rhythmische telegraaf toestellen, waarbij een verdeeler gebruikt wordt, waarvan de contacten sluiten gedurende een klein gedeelte van de teekenlengte, hebben een gevoeligheid voor korte storingen die grooter is dan die van een morserecorderverbinding.

II.

Rhythmische telegraaf toestellen, waarbij een verdeeler gebruikt wordt, waarvan de contacten sluiten gedurende de geheele of nagenoeg de geheele teekenlengte en waarbij de instelling afhankelijk is van het positief of negatief zijn van de ingangsspanning geïntegreerd over de teekenlengte, hebben een gevoeligheid voor korte storingen hoogstens gelijk aan die van een morserecorderverbinding.

III.

Bij typedruk telegraaf toestellen voor radioverbindingen kan een inrichting, die eventueel binnenkomende storingen kenbaar maakt, niet gemist worden.

IV.

De mogelijkheid om storingen te herkennen heeft tot gevolg, dat de fouten in het telegram zonder tussenkomst van bedienend personeel onderdrukt en verbeterd kunnen worden.

V.

E. HUDEC betoogt in E. N. T. Band 17 heft 6 van Juni 1940 „Das Frequenzband beim drahtlosen Druckempfang nach dem Impulsverfahren” het volgende:

„Das an den Empfangsorten ankommende Frequenzband beim Impulsverfahren ist nicht breiter als bei Aussendung entsprechender Telegrafiezeichen”.

Deze uitspraak is onjuist.

VI.

Het vormen van meer dan één telegrafiekanaal op een radiozender door meervoudige modulatie is een oneconomische methode.

VII.

Het vormen van meer dan één telegrafiekanaal op een radiozender door tijdverdeeling (Baudot-principe) kan zonder bezwaar toegepast worden, zoolang de teekenverlenging en de verschuivingen van de sluittijden van de verdeelercontacten door afwijkingen van het correctiesysteem klein blijven ten opzichte van de teekenlengte.

VIII.

Het vormen van meer dan één telefoniekanaal op een radiozender geeft besparing van vermogen ten opzichte van het gebruik van zenders voor ieder kanaal.

IX.

Uit een aantal metingen van looptijdsverschillen van radiosignalen, die door een ver verwijderden zender zijn uitgezonden en die over verschillende wegen het ontvangstation hebben bereikt, kunnen met voor de praktijk voldoende nauwkeurigheid, het aantal reflectie's en de invalshoeken afgeleid worden.

X.

De schadelijke gevolgen van de gelijktijdige overdracht over verschillende wegen bij lange afstand radioverbindingen kunnen het best bestreden worden door bijzondere antennesystemen aan de ontvangzijde.

XI.

Een wettelijke regeling van de verplichtingen, op te leggen aan bezitters van electrische apparaten die omroepstoringen veroorzaken zal naast normen, voor door genoemde electrische apparaten aan de sterkstroomklemmen opgewekte stoorspanningen, ook normen moeten bevatten voor den koppelingsgraad van omroepantenne met sterkstroomnet.

XII.

De definitie van congruentie van driehoeken die gegeven wordt in de meeste leerboeken der planimetrie is onlogisch.

(b.v. DE VRIES en JANSEN VAN RAAIJ bewerkt door OKKEN).

XIII.

Het in het Leerboek der Differentiaal- en Integraalrekening en van de theorie der Differentiaalvergelijkingen door DR HK. DE VRIES voorkomende bewijs van de stelling, dat een machtreeks binnen haar convergentie-interval een willekeurig aantal malen gedifferentieerd mag worden, is onvolledig.

XIV.

De meest doeltreffende maatregel ter voorkoming van ongevallen met verplaatsbare toestellen met electrische beweegkracht, welke tijdens het gebruik in de hand worden genomen, zooals electrische handboormachines, stofzuigers e.d., is het vervaardigen van de uitwendige deelen uit isolatiemateriaal of, voorzoover zij van metaal zijn, het zoodanig aanbrengen van deze deelen, dat onder spanning komen niet mogelijk is.
